

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

Магістерського рівня освіти

на тему: **«Дослідження лінійного генератора,
комплектованого неодимовими магнітами»**

Виконав: студент VI курсу групи Ат-63
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Микола ОЛЕКСІЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон МАГАЦ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 631.359.1: 89

Олексій М. В. «Дослідження лінійного генератора, комплектованого неодимовими магнітами»: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З.Гжицького, 2025. 56 с.

Табл.2; рис. 17; бібліогр. джерел 33.

Проведено аналіз науково-технічних джерел та докладно розглянуто типи генераторних установок, визначено їхню взаємодію із бортовою електронною системою управління сучасними автомобільними транспортними засобами.

Встановлено, що приводом автомобільних генераторів, служать двигуни внутрішнього згоряння, що у свою чергу знижує ККД використання енергії на поступальний рух автомобіля від 6.....10 %.

Запропоновано енергоощадний генеруючий пристрій для гібридних автомобілів, який приводився у робочий стан, за рахунок вібрацій несучих конструктивних елементів автомобіля.

Представлена конструктивно-технологічна схема енергоощадного генеруючого пристрою.

Використання енергоощадного лінійного генератора, сприятиме збільшенню пройденого шляху автомобіля по бездоріжжю (за допомогою електротяги).

Доведено, що використання енергоощадного генеруючого пристрою у комбінованій енергоустановці гібридного автомобіля (призначеного для бездоріжжя), приведе до щорічного економічного ефекту у розмірі близько 70500,00 грн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Особливості конструкцій автомобільних генераторів	8
1.1.1 Ключові особливості конструкції	9
1.2 Особливості приводу лінійних генераторів	12
1.3 Особливості роботи генераторних установок.....	14
1.4 Основні функції генерації в гібридах	16
Висновки до розділу 1.....	18
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	19
2.1 Особливості експлуатації електричних транспортних засобів	19
2.1.1 Методика розрахунку витрати електричної енергії електричного засобу пересування, на різних участках доріг	20
2.1.2 Визначення енергетичних показників	23
Висновки до розділу 2.....	25
3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
3.1 Результати енергетичних витрат гібридного автомобіля.....	26
3.2 Конструктивні особливості енергоощадного лінійного генератора.....	29
3.3 Обладнання для спостережень	30
3.3.1 Результати експериментальних спостережень	31
Висновки до розділу 3.....	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	35
4.1 Небезпечні ситуації	35
4.2 Пожежна безпека.	37
4.3 Охорона праці	40

Висновки до розділу 4.....	45
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	46
5.1 Дослідження експлуатаційних витрат	46
Висновки до розділу 5.....	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	49
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	52

ВСТУП

Розвиток електронних систем, став поштовхом до створення нормативних документів, у яких визначено гранично допустимі техніко-економічні показники для автомобілів. Дотримання таких вимог неможливо без використання електроніки. Наприклад, у багатьох державах встановлені обмеження на рівень токсичності вихлопних газів та максимальну витрату палива. Перевищення норм, щодо шкідливих викидів зазвичай суворо заборонено, а порушення вимог паливної економічності може спричинити значні фінансові санкції. Так, у США власники автомобілів із підвищеною витратою палива, сплачують значні додаткові податки [8].

Втім, навіть за відсутності суб'єктивних причин, розвиток автомобільної електроніки все одно не був би обмежений, адже впровадження електронних систем, істотно покращує експлуатаційні характеристики автомобіля. До таких переваг належать: зменшення токсичності вихлопів, зниження рівня шуму, підвищення паливної ефективності, безпеки руху, комфорту, прохідності, спрощення технічного обслуговування, поліпшення тягових, гальмівних і динамічних властивостей, керованості та стійкості. Крім того, електроніка сприяє покращенню оглядовості, маневреності, зручності керування, посадки й висадки, а також підвищує захист від неправильних дій водія.

Покращення цих характеристик забезпечується завдяки електронним системам, що виконують такі функції: керування роботою двигуна та агрегатами автомобіля; надання інформації водієві, пасажирам, пішоходам та іншим учасникам руху; зберігання даних; приймання інформації від зовнішніх дорожніх систем, які здійснюють інформаційне керування; передавання даних з автомобіля.

Зазначені вище особливості використання електронних виконавчих елементів у сучасних автомобілях, не є можливим, без використання генеруючих електричних засобів. Як правило, у більшості випадків, вони

приводяться у дію від двигунів внутрішнього згорання. А це відповідно, значні викиди отруйних речовин у навколишнє середовище.

Нами пропонується технічне рішення, додаткового встановити генеруючий лінійний пристрій, який живитиметься від вібрацій несучих конструктивних елементів напів гібридного автотранспортного засобу. Двигун внутрішнього згорання служив би, тільки для розгону автомобіля, а даліше приводом служив би тяговий електродвигун.

Тому **метою кваліфікаційної роботи**, є дослідження енергоощадного лінійного генератора, приводом якого служитимуть вібрації конструктивних елементів гібридного автомобіля, що призначений в основному для бездоріжжя.

Для цього необхідно:

1. Проаналізувати літературні джерела, щодо існуючих енергетичних систем приводу сучасних автомобілів;
2. Розрахувати основні параметри моделі лінійного генеруючого пристрою.
3. Дослідити витрати електричної енергії електро гібридного автомобіля за різних умов експлуатації.
4. Представити методику та результати досліджень вихідних параметрів лінійного генеруючого пристрою.
5. Оцінити економічний ефект від використання енергоощадного пристрою та представити охорону праці і техніку безпеки під час проведення досліджень.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Особливості конструкцій автомобільних генераторів

Автомобільні генератори — це переважно синхронні генератори змінного струму. Їхня конструкція має особливості, спрямовані на забезпечення стабільного живлення бортової мережі автомобіля та заряджання акумулятора, незважаючи на постійні зміни швидкості двигуна [5]-[9].

Автомобільний генератор складається з таких ключових вузлів, рис. 1.1:



Рисунок 1.1 – Конструкція генератора

- Корпус (Кришки): Виготовляється переважно з алюмінієвих сплавів (для легкості) та кращого відведення тепла. Корпус має фланці (для кріплення до двигуна) та оснащений вентиляційними отворами.
- Ротор (обертуюча частина): Створює магнітне поле. Складається з валу, обмотки збудження (електромагніт) і сердечників (зубоподібні полюси, які чергуються N та S).
- Контактні (ковзні) кільця (зазвичай мідні), що забезпечують подачу постійного струму від акумулятора до обмотки збудження (через щітковий вузол).
- Статор (нерухома частина): Створює змінний електричний струм. Складається з сердечника та трифазної обмотки (зазвичай з'єднаної за схемою "зірка"). Під впливом магнітного поля ротора (що обертається), в обмотках

статора індукується змінний електричний струм.

- Випрямний блок (діодний міст): Перетворює трифазний змінний струм (АС), згенерований статором, на постійний струм (DC), необхідний для живлення бортової мережі та заряджання акумулятора.
- Регулятор напруги: Підтримує стабільну вихідну напругу (зазвичай 13,5–14,5 В) незалежно від швидкості обертання двигуна та електричного навантаження. На сучасних генераторах, він часто об'єднаний зі щітковим вузлом, що формує нерозбірний блок.
- Шків: Передає крутний момент від колінчастого валу двигуна до валу ротора генератора (за допомогою приводного пасу).

1.1.1 Ключові особливості конструкції

Генератори змінного струму є ефективніші на низьких обертах колінчастого валу двигуна, більш компактні та мають вищий ККД, ніж старі генератори постійного струму. Обов'язкова наявність діодного моста є їхньою конструктивною ознакою [1]-[3].

Генератори, особливо компактні та високопотужні моделі, потребують інтенсивного охолодження (через значне нагрівання діодного моста та обмоток). Для цього використовується вентилятор (зазвичай інтегрований у шків або розміщений всередині корпусу). Сучасні генератори мають покращену напіврадіальну систему охолодження з двома внутрішніми вентиляторами.

Сучасні генератори стають компактнішими і часто мають інтегровані випрямлячі, регулятори напруги та щіткові вузли, розташовані під задньою кришкою, рис. 1.2 [10]-[16].

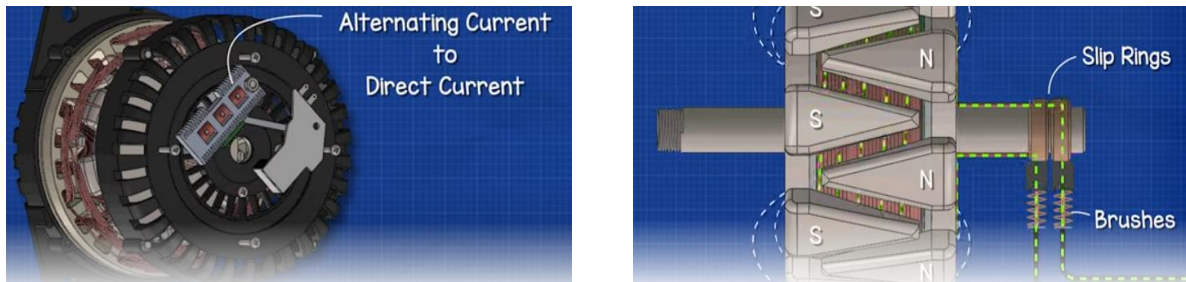


Рисунок 1.2 – Розміщення діодного моста та регулятора напруги [16].

На деяких сучасних гібридних автомобілях та авто із системою "Старт-Стоп", використовуються стартер-генератори (BSG – Belt Starter Generator), які виконують подвійну функцію: запускають двигун і виробляють електроенергію. Вони мають суттєво іншу конструкцію та більш високу потужність.

Конструкція стартер-генератора (Starter-Generator, SG) поєднує функції традиційного стартера та генератора в одному електричному пристрої. Найбільш поширеними в сучасних гібридних та "м'яких" гібридних (mild-hybrid, 48V) автомобілях є пасові стартер-генератори (Belt Starter Generator, BSG), рис.1.3.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд стартер-генератора [15].

Основні компоненти та принцип роботи.

Стартер-генератор, особливо типу BSG, являє собою трифазний синхронний електродвигун (генератор) змінного струму. Він складається:

1. Статор: Нерухома зовнішня частина, що містить трифазну обмотку

(аналогічно генератору), через яку подається або знімається електричний струм. Ця обмотка є джерелом або приймачем потужності.

2. Ротор: Обертюва внутрішня частина, яка може містити постійні магніти (у багатьох сучасних 48 В системах) або обмотку збудження. Саме ротор з'єднаний з приводним ременем або безпосередньо з колінчастим валом.

3. Корпус: Забезпечує захист внутрішніх компонентів та слугує для кріплення до двигуна.

4. Система охолодження: Оскільки SG працює, як потужний електродвигун під час прискорення, він генерує багато тепла. Тому, залежно від потужності, може мати повітряне або рідинне охолодження.

5. Привід (Belt Starter Generator, BSG). У більшості систем "Старт-стоп" стартер-генератор не з'єднується напряму з маховиком (як звичайний стартер), а підключається до колінчастого валу двигуна за допомогою ремінної передачі (як звичайний генератор).

6. Пас: Використовується посилений полікліновий або спеціальний пас для передачі високих крутних моментів у режимі стартера.

7. Шків: Спеціалізований шків на SG, часто з інтегрованими демпферними елементами або обгінною муфтою для згладжування коливань та захисту від надмірного навантаження.

8. Механізм натягу: Високоточний і посилений пристрій, що забезпечує належний натяг ременя для запобігання прослизанню під час потужного старту.

9. Силова електроніка (Інвертор/контролер). Це найважливіша відмінність від звичайного генератора: Інвертор: Оскільки SG — це машина змінного струму (AC), а бортова мережа автомобіля (12В або 48В) працює на постійному струмі (DC), потрібен інвертор. Він виконує дві ключові функції:

✓ Режим генератора: Перетворює змінний струм (AC), вироблений SG, на постійний струм (DC) для зарядки акумулятора та живлення бортової мережі.

✓ Режим стартера: Перетворює постійний струм (DC) з акумулятора на змінний струм (AC) для живлення обмоток SG, дозволяючи йому працювати, як потужний електродвигун для запуску двигуна.

Електронний блок керування (ECU): регулює роботу SG, контролює напругу, струм, частоту та перемикає SG між режимами генерації (Gen) та прискорення/запуску (Start/Boost).

Режим Boost (прискорення). У "м'яких" гібридах SG, може тимчасово працювати як електродвигун, додаючи додатковий крутний момент двигуну внутрішнього згоряння під час прискорення.

Режим рекуперації (гальмування): Під час гальмування SG, працює як генератор, перетворюючи кінетичну енергію автомобіля (через колінчастий вал) на електричну, яка накопичується в акумуляторі, тим самим гальмуючи автомобіль.

1.2 Особливості приводу лінійних генераторів

Ефективність рекуперативного гальмування автомобіля, є обмеженою через необхідність послідовного перетворення енергії з однієї форми в іншу. Спочатку кінетична енергія (під час гальмування), перетворюється на електричну, завдяки роботі тягової електричної машини в режимі генератора. Далі, електрична енергія (через інвертор) трансформується в хімічну енергію акумуляторної батареї. Під час розряду акумулятора, хімічна енергія знову переходить в електричну, після чого через інвертор подається на тягову електричну машину, яка, працюючи як двигун, перетворює електричну енергію на механічну, забезпечуючи поступальний рух автомобіля [21]-[26].

Такий багатоетапний процес перетворення енергії, суттєво знижує сумарний коефіцієнт корисної дії бензоелектричної гібридної силової установки синергетичного автомобіля. Зокрема, якщо ККД електричної машини (у режимах двигуна та генератора) становить 80 % при пікових навантаженнях, ККД інвертора — 80 %, а ефективність акумуляторної батареї в циклі заряд–розряд — 75 % при високій потужності, то загальний ККД системи рекуперації гібридного автомобіля знижується до приблизно 23 %.

У реальних умовах експлуатації, наприклад у Toyota Prius, ефективність рекуперації досягає лише близько 5 % у міському режимі руху і практично дорівнює нулю під час руху на автостраді.

Додатковим фактором, що обмежує корисність рекуперації, є те, що час, доступний для заряджання акумуляторної батареї під час інтенсивного гальмування (на тривалому спуску), становить усього кілька хвилин, чого недостатньо для повного відновлення енергії, отриманої під час гальмування. У результаті застосування хімічних акумуляторних батарей, у бензоелектричних гібридних силових установках, неминуче супроводжується втратами кінетичної енергії [29]-[33].

З огляду на це, для підвищення експлуатаційних характеристик гібридних автомобілів, у Китаї та європейських країнах, проводяться дослідження над впровадженням у енергетичну бортову складову лінійних генераторів з приводним бензиновим двигуном спеціальної конструкції (див. рис. 1.4) [11]-[16].

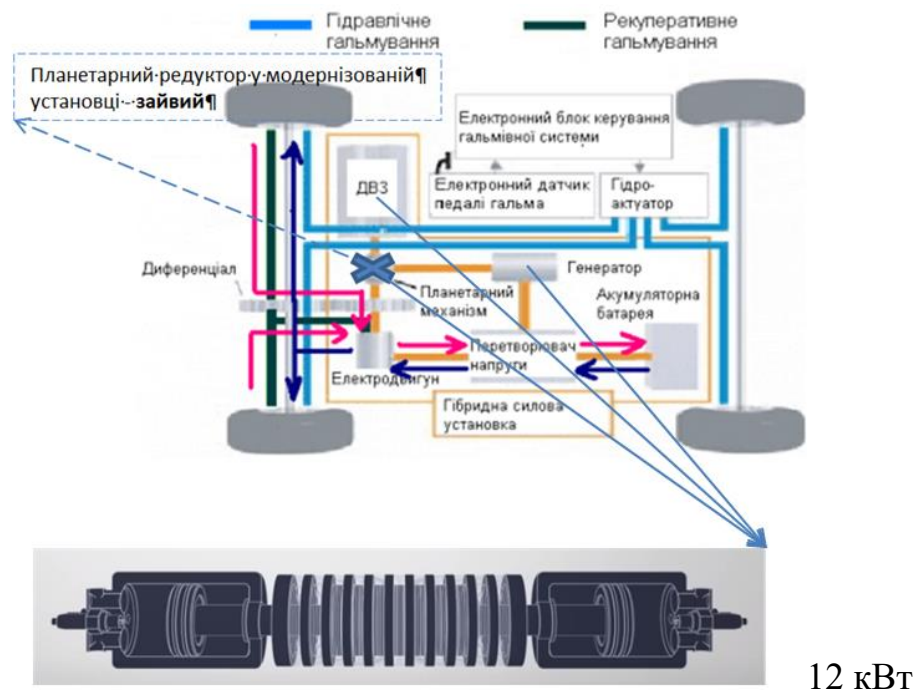




Рисунок 1.4 – Загальний вигляд та особливості приводу лінійного генератора [20].

Особливість даної силової установки полягає у тому, що вона у повній мірі виключає трансмісію, зменшує габарити і вагу самого автомобіля.

1.3 Особливості роботи генераторних установок

Якщо із електропровідника (дроту) зформувати котушку, магнітне поле стає сильнішим, тобто кожен поперечний переріз дроту, створює електромагнітне поле, що уподальшому об'єднуються, утворюючи сильніше магнітне поле. Електромагніт створює північний та південний полюси, як постійний магніт. Якщо збільшити струм котушки, електромагнітне поле зростає. Відповідно навпаки, якщо пропустити магнітне поле через обмотку, то у котушці згенерується струм. Коли магнітне поле перестає рухатися, відбувається процес гасіння струму, тобто прямує до нуля. А коли магніт рухається в протилежному напрямку, струм протікає у протилежному напрямку, формуючи зворотнє значення. Ось, як генерується змінний або постійний струм. Якщо динамічний рух чи силу магніту збільшити, тоді генерація струму зростає. І якщо використати більшу котушку із більшою кількістю витків, це також генеруватиме більший струм. Змінивши використання постійного магніту на електромагніт, він також генеруватиме змінний струм у обмотці. Але тут, відмінність у тому, що за допомогою електромагніту з'являється можливість регулювати струм і напругу. Це дозволяє контролювати силу струму, що генерується в котушці (замість того, щоб

переміщувати магніт всередині котушки).

Тому, якщо побудувати діаграму сили струму, ми б отримали синусоїду зі струмом, що протікає. У позитивних, а потім негативних областях ця схема дає нам однофазне джерело змінного струму, але у нас є весь цей порожній простір між котушками. Для заповнення цього простору, необхідно збільшити кількість котушок, щоб створити більше фаз, забезпечивши ще більшу потужність генерації (тобто розмістити їх на 120 градусів, відносно першої фази). Оскільки, котушка знаходиться під іншим кутом, вона відчуватиме зміну напруженості магнітного поля, і в різний час, струм буде протікати вперед і назад, що дасть ще одну синусоїду, яка виникає в будь-який інший час. Відповідно, додавши ще один набір котушок на 120 градусів відносно попереднього набору, створиться третя фаза. Якщо використовувати лише одну фазу, то на кожне обертання магніту, половина часу струм тече вперед, а половина часу струм тече назад. Але із трьома фазами, є фаза, яка тече вперед, і є фаза, яка тече назад. Тоді з'явилася можливість, з'єднати початки і кінці цих однойменних фаз, збільшивши таким чином потужність даної системи (оскільки, фази завжди перемикаються між). Відповідно, такий процес створює генерацію трьохфазного змінного струму, а наші електричні кола та компоненти в автомобілі використовують постійний струм. Тому, необхідний спосіб перетворення змінного струму на постійний. Для цього, у автомобільних генераторах використовують повний трьохфазний мостовий випрямляч, рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Розміщення трьохфазного випрямляча у генераторній установці.

Змінний струм генератора перетворюється на постійний і живить електромагніт. Як тільки генератор змінного струму генерує електроенергію від джерела живлення електромагніту, всередині регулятора ми знаходимо компонент, відомий як транзистор. Датчик напруги, також підключений до регулятора.

Транзистор - це тип електронного перемикача, який може вмикатися та вимикатися тисячі разів на секунду (за допомогою контролера). Його можна використовувати для керування величиною струму, що протікає. Якщо уявити, що струм, що протікає через котушку від акумулятора, знаходиться на максимальному рівні протягом заданого періоду часу, отримуємо 100% струму, а електромагніт має 100% своєї сили. Якщо автомобіль прискорюється, то магніт обертається швидше, а потім збільшить вихідну напругу та струм. Але якщо даний процес керується перемикачем так, щоб електроенергія протікала лише протягом половини часу, то ми отримуємо 50% струму, і тому електромагніт має лише 50% своєї сили. Тому, вимірюючи вихід генератора змінного струму, а потім враховуючи час відкриття та закриття транзисторного перемикача, ми можемо контролювати струм, що протікає через котушку, і силу електромагніту.

1.4 Основні функції генерації в гібридах

У гібридних автомобілях (HEV, Hybrid Electric Vehicle) функція генерації енергії реалізується двома основними способами:

1. Генерація від двигуна внутрішнього згоряння. У послідовних гібридах: ДВЗ не приводить безпосередньо у рух колеса, а використовується виключно для обертання генератора. Генератор виробляє електроенергію, яка живить тяговий електродвигун та заряджає 12 В батарею.

У паралельних та послідовно-паралельних (змішаних) гібридах: ДВЗ, окрім приведення коліс, може також обертати генератор (часто цю функцію

виконує один із електромоторів) для додаткової підзарядки батареї, особливо коли ДВЗ працює на оптимальних (найбільш ефективних) обертах.

2. Рекуперативне гальмування (Regenerative Braking). Це найбільш важлива функція для економії палива. Під час уповільнення або гальмування автомобіля, тяговий електродвигун переходить у режим генератора. Він використовує кінетичну енергію, що виникає при обертанні коліс, перетворюючи її на електричну енергію, яка повертається (рекуперується) і накопичується в акумуляторній батареї. Таким чином, енергія, яка зазвичай розсіюється у вигляді тепла при звичайному гальмуванні, зберігається. На рисунку 1.6, зображено стартер генератор і тяговий електродвигун гібридного автомобіля.

- 1 – тяговий двигун;
- 2 – стартер генератор;
- 3 Планетарні редуктори

Рисунок 1.6 – Розміщення стартер-генератора у трансмісії гібридного автомобіля [22].

Відповідно до вище перелічених автомобільних генераторних установок, що виробляють електричну енергію, всі вони тісно пов'язані із первинним виробником механічної енергії – двигуном внутрішнього згорання.

Нами доведено, що найпростіша генераторна установка транспортного засобу у більшості випадків відбирає енергії від ДВЗ, яка коливається від 6.....10 %. А це відповідно: збільшені витрати палива, підвищені екологічні показники та збільшені витрати на ТО.

Тому, наші подальші дії будуть стосуватися дослідження енергоощадного генератора, приводом якого служили б вібрації транспортного засобу у процесі його руху. Особливо, це стосується транспортних засобів, що призначені для бездоріжжя.

Висновки за розділом 1

Проведено аналіз науково-технічних джерел, щодо застосування електронних систем керування у двигунах внутрішнього згоряння. Особливу увагу приділено конструкції та технічним параметрам генераторним установкам та їхнім прототипам.

Докладно розглянуто типи таких генераторів, визначено їхню взаємодію із бортовою енергосистемою сучасних автомобільних транспортних засобів.

У ході дослідження встановлено, що приводом автомобільних генераторів, служать двигуни внутрішнього згоряння, що у свою чергу знижує ККД використання енергії на поступальний рух автомобіля від 6.....10 %. А це відповідно: підвищені витрати палива, збільшені викиди отруйних речовин та підвищені витрати на проходження ТО.

Пропонується створення енергоощадного генеруючого пристрою для гібридних автомобілів (для бездоріжжя), які приводилися у робочий стан за рахунок вібрацій несучих конструктивних елементів.

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Особливості експлуатації електричних транспортних засобів

Незважаючи на зовнішню схожість і аналогічні органи управління, експлуатація електромобіля істотним чином відрізняється від експлуатації автомобіля з двигуном внутрішнього згорання. Саме експлуатаційні проблеми стримують масове використання електромобіля, серед яких:

- висока вартість;
- обмежена автономність;
- значний час заряду акумуляторів.

Високу вартість автомобіля багато в чому визначає ціна акумуляторної батареї. Незважаючи на відмінні експлуатаційні характеристики, литий-ионная акумуляторна батарея дуже дорога у виробництві і окрім цього, має обмежений ресурс (5-7 років). Це примушує розробляти нові джерела струму (паливні елементи), способи зберігання енергії (суперконденсатори), удосконалювати конструкцію тягових акумуляторних батарей (літійово-полімерних).

Поточні витрати на утримування електричного автомобіля значно нижчі (у 3 - 4 рази) ніж автомобіля з ДВЗ і залежать в основному, від вартості електроенергії. Експлуатація електромобіля економічно вигідна у країнах, де виробництво електроенергії у меншій мірі залежить від кількості виробленого палива.

Одна з найсерйозніших проблем експлуатації електромобіля, його невисока міра автономності. Величина пробігу електромобіля без заряджання залежить від багатьох чинників: місткості акумуляторної батареї, характеру і умов руху, стилю водіння, міри використання допоміжних систем. Нині середня дальність використання електромобіля складає близько 150 км при швидкості руху 70 км/год. При русі з більшою швидкістю, пробіг різко зменшується, наприклад, при швидкості 130 км/год (нормальна шосейна швидкість) він складає вже 70 км [17]-[20].

Саме тому, електромобіль у більшості позиціонується, як транспортний засіб для міських поїздок.

2.1.1 Методика розрахунку витрати електричної енергії електричного засобу пересування, на різних участках доріг

Сучасні технологічні рішення дають змогу, підвищити запас ходу електромобіля до 600 км і більше.

Серед ключових чинників варто виділити: рекуперативне гальмування (яке повертає до 30% спожитої енергії), акумуляторні батареї збільшеної ємності, електронні системи оптимізації руху та правильна експлуатація електричного чи гібридного автомобіля.

Нами представлена методика розрахунку витрати електричної енергії тягової батареї транспортного засобу (на електроходу), що рухається в умовах міста і за межами.

1. Перший етап (міський режим руху):

Представлено графік руху електромобіля на відрізку дороги в умовах м. Львів, рис. 2.1.

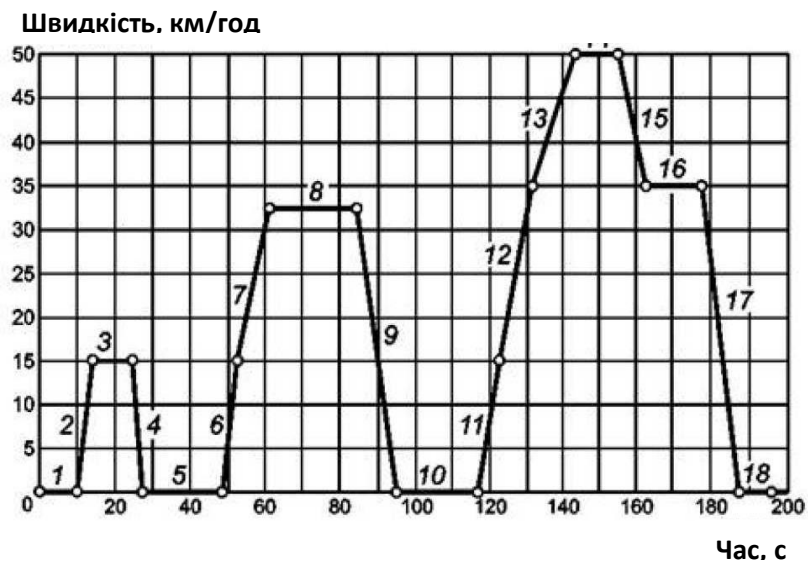


Рисунок 2.1 - Графік руху електромобіля

Відповідно, отримано значення параметрів динаміки руху транспортного засобу, табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення параметрів динаміки руху автомобіля, на вибраному участку дороги в умовах м. Львів.

№ процесу (див. рис.8.1) 2	Вид процесу	Прискорення, м/с ²	Швидкість, км/год	Тривалість процесу,с
1	Зупинка	0	0	11
2	Прискорення	1,04	Від 0 до 15	4
3	Стійкий рух	0,00	15	8
4	Гальмування	- 0,83	Від 15 до 0	5
5	Зупинка	0,00	0	21
6	Прискорення	0,69	Від 0 до 15	6
7	Прискорення	0,79	Від 15 до 32	6
8	Стійкий рух	0,00	32	24
9	Гальмування	- 0,81	Від 32 до 0	11
10	Зупинка	0,00	0	21
11	Прискорення	0,69	Від 0 до 15	6
12	Прискорення	0,51	Від 15 до 35	11
13	Прискорення	0,46	Від 35 до 50	9
14	Стійкий рух	0,00	50	12
15	Гальмування	- 0,52	Від 50 до 35	8
16	Стійкий рух	0,00	35	15
17	Гальмування	- 0,97	Від 35 до 0	10
18	Зупинка	0,00	0	7

Аналогічно, представлено графік, рис. 2.2 і табл. 2.2, що відображають значення параметрів динаміки руху електромобіля поза межами міста.

Другий етап руху електричного автомобіля.

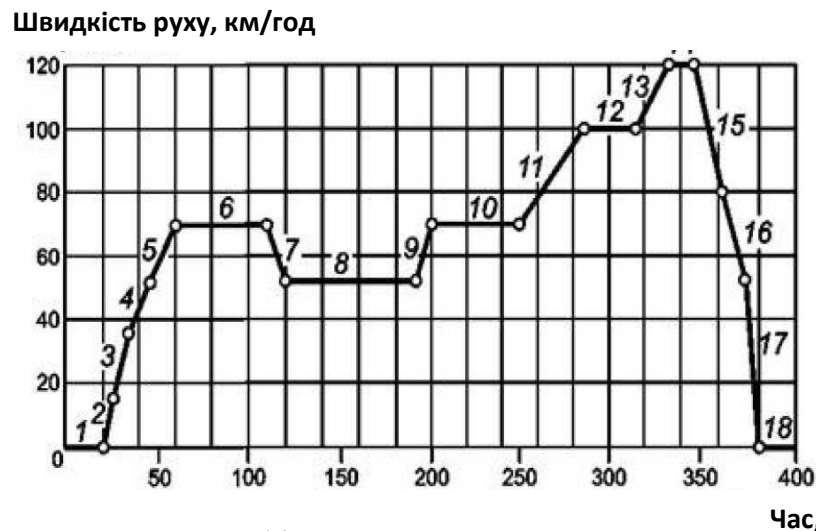


Рисунок 2.2 - Графік руху електричного транспортного засобу за межами міста

Таблиця 2.2 - Значення параметрів процесу руху електричного транспортного засобу

№ процесу	Тип процесу	Прискорення, м/с ²	Швидкість, км/год	Тривалість процесу, с	Загальна тривалість, с
1	Зупинка	0,00	0	20	20
2	Прискорення	0,69	Від 0 до 15	6	26
3	Прискорення	0,51	Від 15 до 35	11	37
4	Прискорення	0,42	Від 35 до 50	10	47
5	Прискорення	0,40	Від 50 до 70	14	61
6	Постійний рух	0,00	70	50	111
7	Гальмування	-0,69	Від 70 до 50	8	119
8	Постійний рух	0,00	50	69	188
9	Прискорення	0,43	Від 50 до 70	13	201
10	Постійний рух	0,00	70	50	251
11	Прискорення	0,24	Від 70 до 100	35	286
12	Постійний рух	0,00	100	30	316
13	Прискорення	0,28	Від 100 до 120	20	336
14	Постійний рух	0,00	120	10	346
15	Гальмування	-0,69	Від 120 до 80	16	362
16	Гальмування	-1,04	Від 80 до 50	8	370
17	Гальмування	-1,39	Від 50 до 0	10	380
18	Зупинка	0,00	0	20	400

2.1.2 Визначення енергетичних показників

Згідно досліджених параметрів (табл.2.1), знаходимо витрату енергії на кожному із перечилених етапів руху.

$$E_i = I_i \cdot U_i, \text{ кВт} \quad (2.1)$$

де, I_i – сила струму, А (див. табл. 2.2)

U_i - напруга, В (див. табл.2.2)

Середня витрата енергії ТАБ визначиться за формулою:

$$E_{\text{сер}} = \frac{\sum E_i}{n}, \text{ кВт} \quad (2.2)$$

де E_i – спожита енергія на i шляху, кВт ;

$n = 18$ – кількість пройдених i етапів.

Шлях пройдений за один етап руху, визначиться:

$$l = U_0 t + \frac{at^2}{2}, \text{ м} \quad (2.2)$$

або
$$l = \frac{(U_0 - U) \cdot U}{a}, \text{ м} \quad (2.3)$$

Отримавши середнє значення $E_{\text{сер}}$, визначаємо залишок заряду ТАБ (ємність ТАБ приймаємо $C = 55$ кВт/ 350 км для електромобіля, а для гібрида $C = 24$ кВт/25 км):

$$C_{\text{bat.zal.}} = 55 - E_{\text{сер}}, \text{ кВт} \quad (2.4)$$

Згідно отриманого значення $C_{\text{bat.zal.}}$, знаходимо відстань, яку може пройти гібридний автомобіль за певний проміжок часу (за середньою витратою електричної енергії $E_{\text{сер}}$ ТАБ), табл. 2.2.

$$L_{\text{zal}} = \frac{C_{\text{bat.zal.}} \cdot 350}{C}. \quad (2.4)$$

Таблиця 2.2 - Результати електричних параметрів

Перший етап випробування (у межах міста)	
Напруга, В	Струм, А
1	2
236	9,3
235	16,9
235	23,2
235	30,2
236	9,3
235	16,6
234	54,5
233	63,7
234	53,5
236	9,6
235	17,2
234	54,9
232	98,7
232	98,7
231	99,9
233	64,7
234	58,5
231	9,1
Другий етап руху електромобіля (за межами міста)	
Напруга, В	Струм, А
232	9,4
234	17,9
234	54,9
231	99,7
235	134,8
234	133,7
233	134,2
235	134,4
234	134,9
235	133,8
234	201,2
233	199,7
235	228,6
233	225,6
234	139,8

Продовження таблиці 2.2	
1	2
234	133,5
232	132,4
233	9,1

За отриманими значеннями параметрів, будемо графіки залежності витрати енергії (кВт), залежно від поетапних пересувань електричного транспортного засобу (м).

Графіки будемо, використовуючи програмний продукт «Microsoft Excel».

Після побудови графіків, визначаємо, на якому етапі руху найбільша витрата електричної енергії. Відповідно, проводимо аналіз зазначених витрат.

Результати досліджень, відображено у наступному розд. 3.

Висновки до розділу 2

Представлена методика розрахунку витрати електричної енергії тягової акумуляторної батареї (ТАБ) під час руху гібридного автомобіля (в умовах міста та за межами);

Отримано значення електричних параметрів (напруги і сили струму) динаміки руху електричного транспортного засобу на експериментальному диференційному шляху.

Доведено, що «правильна» експлуатація електричного автомобіля, суттєво впливає на енергетичне забезпечення та на загальний можливий пробіг, що зазначений у технічній характеристиці гібридного автомобіля.

3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Результати енергетичних витрат гібридного автомобіля

1-й етап дослідження. За результатами теоретичних та практичних досліджень, нами отримано значення витрат електричної енергії із тягової акумуляторної батареї електромобіля (в умовах міста і за межами).

У табл. 3.1, занесено втрати ємності ТАБ, на певних відрізках пройденого шляху.

Таблиця 3.1 – Результати дослідження втрати ємності ТАБ (24 кВт) під час руху гібридного автомобіля (в умовах міста)

Напруга, В	Струм, А	Витрата е.енергії у ТАБ E_i , кВт	Пробіг, L , м
236	9,3	2194,8	0
235	16,9	3971,5	24
235	23,2	5452	120
235	30,2	7097	65
236	9,3	2194,8	0
235	16,6	3901	27
234	54,5	12753	18
233	63,7	14842,1	213
234	53,5	12519	1
236	9,6	2265,6	0
235	17,2	4042	14
234	54,9	12846,6	42
232	98,7	22898,4	25
232	98,7	22898,4	167
231	99,9	23076,9	77
233	64,7	15075,1	146
234	9,1	2129,4	1
		$E_{сеп.} = 10009,27$	$L_{заг.} = 940$

Отримавши витрати електричної енергії тагової акумуляторної батареї, будемо графік, де можна чітко охарактеризувати, на якому етапі руху гібридного автомобіля, витрати енергії стали найбільшими, рис. 3.1

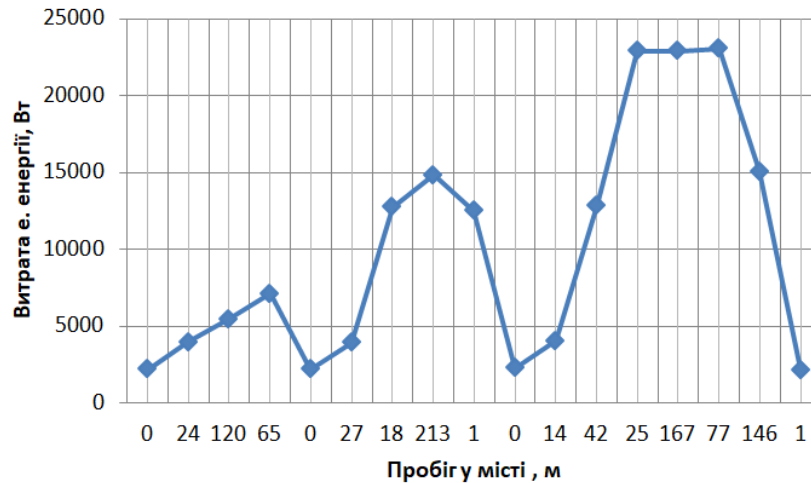


Рисунок 3.1 – Діаграма витрати електричної енергії гібридного автомобіля за одиницю пройденого шляху (міський режим руху, 940 м).

Аналізуючи діаграму витрат електричної енергії ТАБ, слід зазначити, що експлуатацію електромобіля у межах населеного пункту, слід вважати правильною, так, як максимальне динамічне навантаження на ТАБ склало близько 23 кВт, а середнє близько 10 кВт.

2-й етап досліджень. Дослідження режиму руху (за межами міста), нами використаний електромобіль, із ємністю тягової акумуляторної батареї 55 кВт.

У табл. 3.2, занесені енергетичні витрати електромобіля.

Таблиця 3.2 – Досліджені енергетичні показники

Пробіг L , м	Напруга U , В	Струм, А	Витрата е.енергії ТАБ E_i , Вт
1	2	3	4
17	232	9,4	2180,8
38	234	17,9	4188,6
132	234	54,9	12846,6
272	231	99,7	23030,7
972	235	134,8	31678
111	234	133,7	31285,8
958	233	134,2	31268,6
289	235	134,4	31584
972	234	134,9	31566,6
1120	235	133,8	31443

Продовження таблиці 3.2			
1	2	3	4
833	234	201,2	47080,8
667	233	199,7	46530,1
333	235	228,6	53721
1512	233	225,6	52564,8
78	234	139,8	32713,2
56	234	133,5	31239
$\sum L = 8402$			$E_{\text{сеп.}} = 31,9$

Використовуючи значення табл. 3.2, побудовано графік витрати енергії ТАБ електромобіля, залежно від встановленого відрізка дороги, рис. 3.2

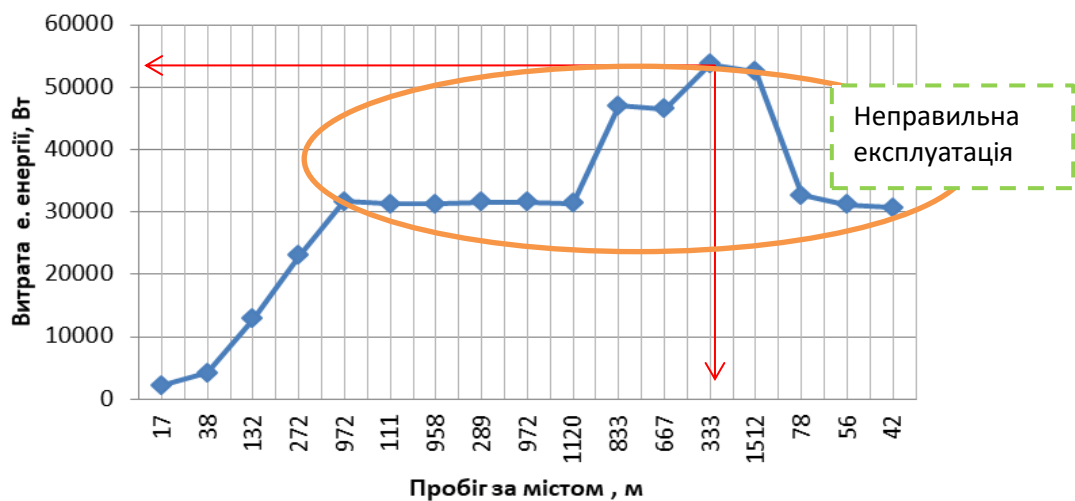


Рисунок 3.2 – Диференційний графік витрати енергії ТАБ на відрізку дороги 8402 м.

Провівши аналіз графіка, можна із впевністю стверджувати, що максимальна пікова витрата електричної енергії досягла на 14-му циклі (протяжністю 333 м), близько 53 кВт, що являється критичним навантаженням для даної енергетичної установки.

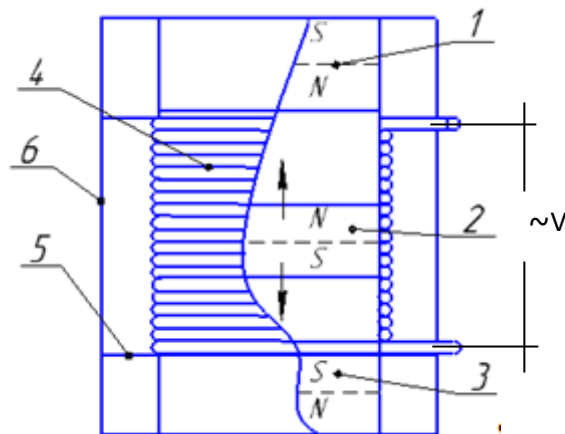
Необхідно сказати наступне, що за такої експлуатації електромобіля, амортизаційний період тягової батареї, може зменшитися у два рази.

Згідно технічних норм, за «правильної» експлуатації електромобіля (з ємністю батареї до 55 кВт), середнє навантаження на енергоустановку

повинно коливатися від 14.....23 кВт. А у дослідній моделі 31,9 кВт, що являється небажаним явищем.

3.2 Конструктивні особливості енергоощадного лінійного генератора

Нами представлено конструктивно-технологічну схему лінійного генератора, живленням якого, слугуватимуть будь які площинні динамічні вібрації автомобіля, рис. 3.3.



1 – верхній неодимовий магніт; 2 – рухомий неодимовий магніт; 3 – нижній неодимовий магніт; 4 – обмотка генеруючого пристрою; 5 - бокова фіксуєча пластина; 6 – захисний кожух.

Рисунок 3.3 - Конструктивно-технологічна схема лінійного генеруючого пристрою.

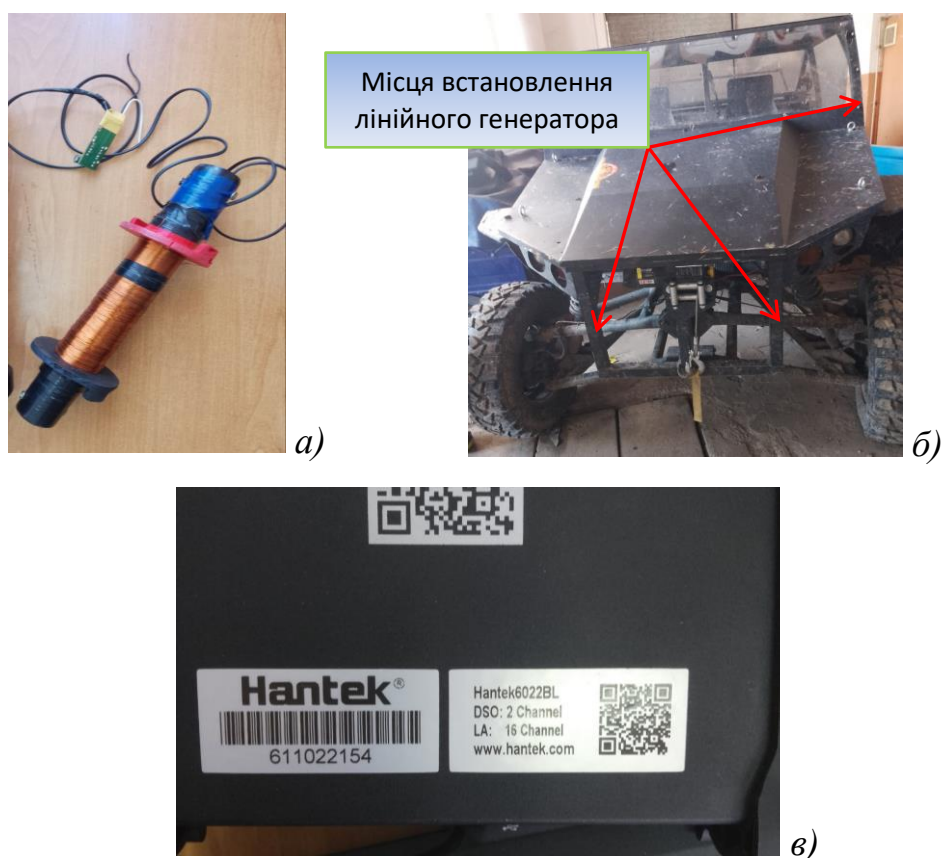
Основними конструктивними елементами даного генеруючого пристрою, являються неодимові магніти. Вони є досить чутливі і легко сприймають будь які поштовхи, зі сторони кріпильної основи. Тобто, приводом генеруючого пристрою, може служити будь який вузол чи елемент автомобіля, що піддається вібрації.

Змінна напруга, що індукується у обмотці - 4 (на виході), виводиться на зовні до подальшого споживання.

За використання даного пристрою, у бортовій мережі автомобіля, навантаження на головну генераторну установку знизиться на величину, близько 6%.

3.3 Обладнання для спостережень

За представленою вище конструктивною схемою (див. рис. 3.3), виготовлено експериментальний зразок лінійного генератора, рис. 3.4.



а) експериментальний зразок лінійного генератора;

б) автомобіль для бездоріжжя;

в) осцилограф «Hantek»

Рисунок 3.4 – Обладнання, для експериментальних досліджень.

3.3.1 Результати експериментальних спостережень

Новостворена модель енергоощадного генеруючого пристрою, дає можливість генерувати електричну енергію не тільки від вібраційних конструктивних елементів автомобільних транспортних засобів, але (за їхнього легкого монтажу і демонтажу) використовувати, як підручний засіб для освітлення дороги в процесі ходьби людини (тобто, за допомогою ленточного липкого матеріалу, кріпити на нижні кінцівки).

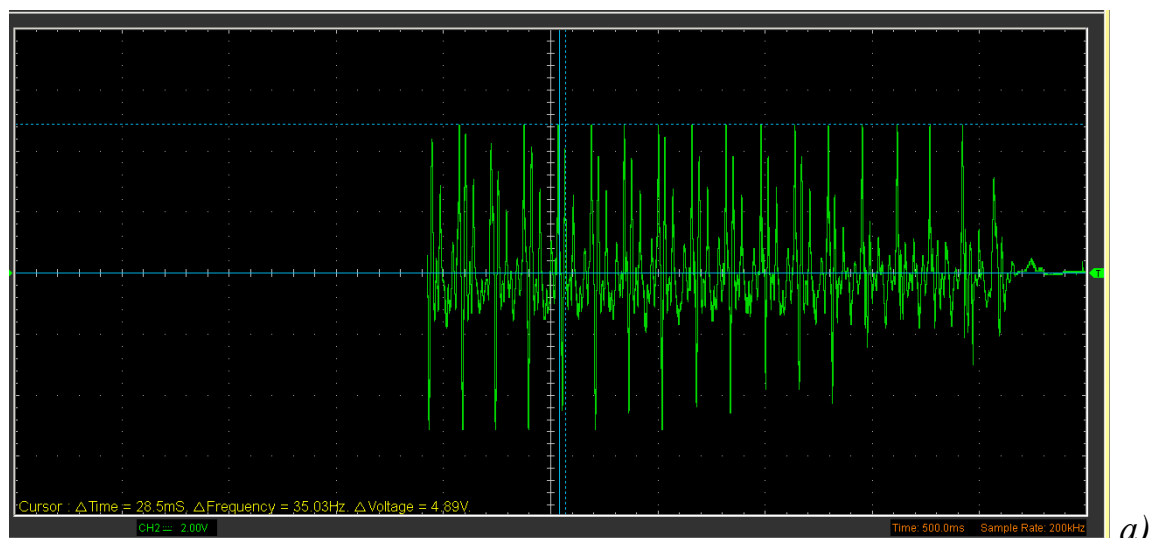
Наші експериментальні дослідження, були спрямовані на отримання електричних вихідних сигналів та їхніх частот з одиниці довжини дроту, що утворює обмотку (в середині якої, здійснює поступальний рух неодимовий магніт).

За використання мультиметра, нам вдалося отримати значення напруги, що генерувалася лінійним генератором на протязі 30 сек. Значення напруги коливалися від 2 до 4 В. Дані спостереження довели про роботоздатність даного пристрою.

Згідно літературних джерел (див. розд. 1), отримано інформацію, що при русі неодимого магніту в середині обмотки, з'являються дві електромагнітні індукції (протилежні за напрямом). Відповідно, під час формування електричного струму у провіднику, який тече у одному напрямку (де динамічно перебуває «південний полюс»), у процесі зміни поступального руху магніту (що знаходиться у циліндричному просторі обмотки), формується струм протилежний за напрямом (зі сторони «північного полюсу»). Дане явище є небажаним, так, як воно гальмує наростання електричного струму у провіднику.

Тому, наші наступні спостереження проводилися (за використання осцилографу «Hantek»), щоб отримати форму, значення і частоту вихідних електричних імпульсів.

На рис. 3.5, представлено осцилограми, які показують форму, значення та частоту вихідних електричних імпульсів енергоощадного генеруючого пристрою.



200 метрів



100 метрів

Рисунок 3.5 – Осцилограми вихідних електричних сигналів лінійного генеруючого пристрою.

Провівши аналіз отриманих осцилограм, можна сказати наступне (за довжини провідника 100 м (див. рис. 3.5б)):

- Вихідний електричний імпульс складає 3,7 В;
- Частота становить близько 6 Гц.

- Сила струму склала близько 0,2 А.

Відповідно, аналізуючи електричні імпульси наступної осцилограми, отримали:

- електричний імпульс 4,9 В;
- Частота становить близько 35 Гц.
- Сила струму склала близько 0,3 А.

Порівнюючи отримані значення електричних імпульсів у двох (різних за довжиною провідників) обмотках, напруга підвищилася на 1 В, а сила струму на 0,1 А.

Незначне підвищення електричних показників, можна пояснити тим, що формування електромагнітної індукції у зазначеній обмотці, залежить не тільки від кількості витків (довжини провідника), а від частоти зміни чергування полюсів. У нашому випадку, у обмотці формується різний за напрямом електричний струм, що частково призводить до його затухання. А це є небажане явище, що являється певним гальмівником підвищення електричного струму.

Тому, для підвищення електромагнітної індукції, слід дану обмотку поділити на дві котушки, а кінці провідників з'єднати послідовним способом (із змінним з'єднанням кінців).

Повторні дослідження будуть продовжені у наступній кваліфікаційній роботі.

Висновки до розділу 3

Представлено методику та результати енергетичних витрат електрогібридних автомобілів при русі в умовах населеного пункту і за межами.

Встановлено, що витрати енергії електричних автомобілів у межах міста досягли близько 17 кВт (що є нормою), а за населеним пунктом – 53 кВт (що являється суттєвим процесом перевантаження для бортової енергоустановки електромобіля з ємністю ТАБ – 55 кВт).

Представлена конструктивно-технологічна схема енергоощадного генеруючого пристрою, який може використовуватися для гібридних автомобілів, призначених в основному для бездоріжжя.

Отримано осцилограми роботи енергоощадного генеруючого пристрою (за довжини провідника у робочій обмотці 100 м):

- Вихідний електричний імпульс складає 3,7 В;
- Частота становить близько 6 Гц.
- Сила струму склала близько 0,2 А.

Відповідно, для обмотки (за довжини дроту 200 м):

- електричний імпульс 4,9 В;
- Частота електричних імпульсів 35 Гц.
- Сила струму близько 0,3 А

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Небезпечні ситуації

Наявність електронного обладнання на сучасних автомобілях, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [2]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.
- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.
- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.
- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.
- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.
- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.
- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.
- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.
- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.
- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів

(з'єднувачів або елементів) друкованої плати ЕБУ.

Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN, впровадженого фірмою BOSCH.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

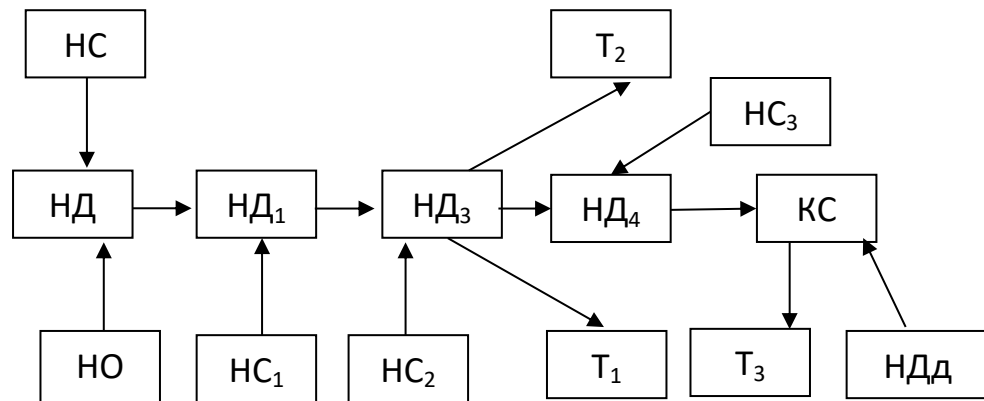
- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);

- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час проведення комп'ютерної діагностики електронного блоку керування сучасним двигуном, рис, 4.1.



НД – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – зняття заглушки із роз'єму; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; НД₃ – встановлення вилки із адаптера у діагностичний роз'єм; НС₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; НД₄ – фіксація регулювальної шторки; НС₃ – небажане склеювання пальців в умовах низьких температур навколишнього середовища; Т₃ – пошкодження пушок пальців рук; КС – заземлення кінцівок; НДд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час проведення комп'ютерної діагностики сучасного автомобіля

4.2 Пожежна безпека

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на

відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту r_x подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 4.2) визначиться за відношенням [2]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м.

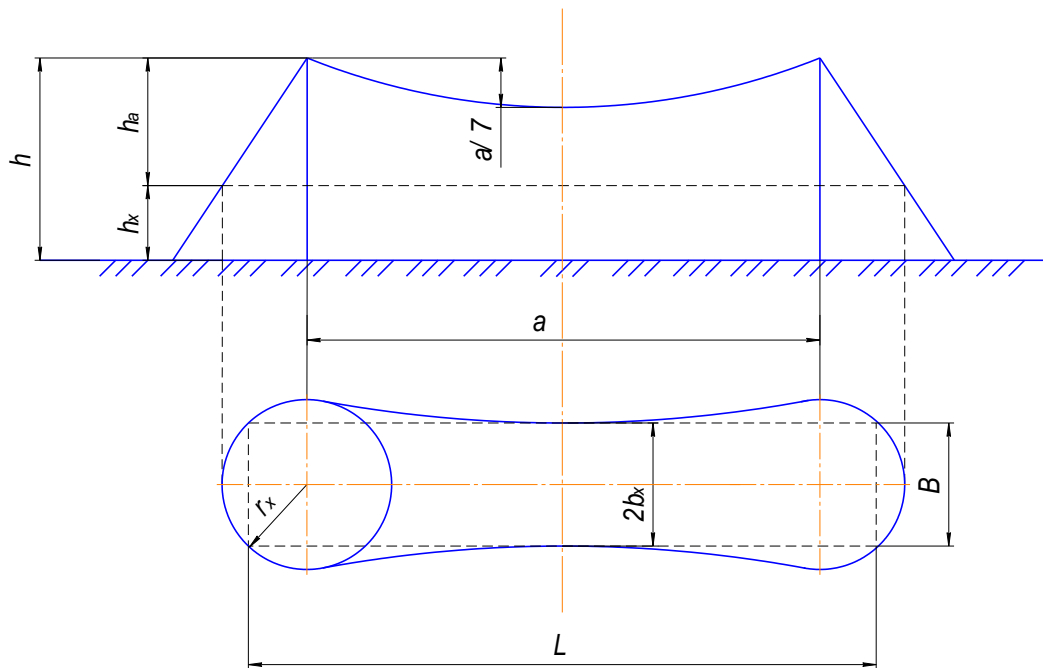


Рисунок 4.2 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 20$ м.

Тоді ,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}. \quad (4.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт k_x за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (4.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

4.3 Охорона праці

Охорона праці під час комп'ютерної діагностики транспортного засобу, є важливою для забезпечення безпеки працівників і попередження можливих ризиків. Ось деякі аспекти, які слід враховувати:

Вентиляція приміщення. Слід переконатися, що приміщення, де проводиться діагностика, добре провітрюється. Це особливо важливо при використанні хімічних речовин або якщо виникає необхідність у скиданні вихлопних газів.

Заземлення обладнання. Правильне заземлення комп'ютерного обладнання та автомобіля, є ключовим для уникнення електростатичного розряду, що може пошкодити електроніку.

Особистий захист. Слід забезпечити працівників відповідним особистим захистом, таким як: рукавиці, окуляри та захисний одяг, особливо при взаємодії з хімічними речовинами чи мастилами.

Вимкнення автомобіля. Необхідно забезпечити, щоб автомобіль був вимкнений та ключ вийнятий перед тим, як розпочати будь-які діагностичні роботи.

Безпека електроживлення. Необхідно уникати взаємодії з електричними системами автомобіля, особливо з високовольтними системами (якщо такі є), не маючи відповідної кваліфікації та заходів безпеки.

Навчання персоналу. Необхідно переконатися, що персонал має відповідну підготовку та розуміє правила безпеки під час роботи з комп'ютерною діагностикою автомобіля.

Ці заходи допоможуть забезпечити ефективну та безпечну процедуру комп'ютерної діагностики автомобіля, зменшуючи ризик та захищаючи здоров'я працівників.

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем:

зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьгоднішніх і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах;

2. Шкідливі викиди від автомобілів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямої шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автомобільного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, повені в Європі й Азії.

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади

наносять значну шкоду водяним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин.. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів автомобілів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затрудненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечне в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на автомобільних підприємствах, технічне обслуговування автомобілів проводиться не на належному рівні: *а)* відпрацьовані оливи зливаються на землю; *б)* зношені шини спалюються безпосередньо на землі. Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля [4].

Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на у автомобільних підприємствах проводиться

контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є легкими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях)[4]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

Висновки до розділу 4

Безпека під час проведення технічної та комп'ютерної діагностики автомобілів залежить від кількох критично важливих умов:

- Якість повітря та вентиляція: Забезпечення ефективної роботи вентиляції для видалення шкідливих газів і речовин, які виділяються під час діагностичних процедур.

- Кваліфікація персоналу: Належна підготовка співробітників та їхнє суворе дотримання правил техніки безпеки при виконанні діагностичних операцій.

- Надійність обладнання: Використання лише технічно справного та сертифікованого діагностичного обладнання.

- Інформаційне забезпечення: Наявність наочних матеріалів (плакатів, інструкцій), що попереджають про можливі ризики та небезпечні ситуації.

- Пожежна та блискавкозахист: Забезпечення пожежної безпеки приміщення (зокрема, відповідні розрахунки та засоби), а також наявність системи громовідведення із захисною зоною радіусом приблизно 27,40 .

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Дослідження експлуатаційних витрат

Бортова електронна система гібридного легкового автомобіля спричинила процес підвищення коефіцієнта корисної енергії двигуна, що оптимізує всі процеси двигуна, та дозволяє само діагностуватися.

Інженерами дослідниками, розроблене обладнання для сканування роботи ЕБУ, що сприяє у найкоротші строки відновити роботу будь якого механізму.

Відповідно, за умови використання діагностичного обладнання, для оперативного виявлення недоліків роботи випускної системи (комбінованої енергосистеми гібридного автомобіля), і завчасного її налагодження, можна дослідити економічний ефект, за використання лінійного генератора.

І тому, затрати на експлуатацію автомобіля, будуть мати вигляд [15]:

$$Z = Z_n + Z_{zm} + Z_{TO} + Z_{av} + Z_{ш} + Z_{zn} \quad (5.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

Z_{zm} – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{zm} = 0,1$ грн/км;

Z_{TO} – витрати на технічне обслуговування;

Z_{av} – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,6$ грн/км;

Z_{zn} – витрати на заробітну плату водія, $Z_{zn} = 5,5$ грн.

Грошові витрати на придбання пального (для базової і модернізованої енергосистем систем) визначаємо за відомою формулою

$$Z_n^{\delta} = \frac{C_n^{\delta} \cdot g}{100} \quad 5.2$$

де, C_n^{δ} – вартість палива, $C_n^{\delta} = 54,00$ грн/л;

g – витрата палива (із модернізованою системою), $g = 5,0$ л/100 км.

Тоді, витрати з модернізованою системою, будуть мати вигляд:

$$Z_{\Pi}^6 = \frac{54 \cdot 5,0}{100} = 2,7 \text{ грн./км}$$

З базовою:

$$Z_{\Pi}^6 = \frac{54 \cdot 9,7}{100} = 5,2 \text{ грн./км} \quad 5.3$$

де, $g_{\Pi,\Pi}$ – витрата палива з базовою, $g_{\Pi,\Pi} = 9,7$ л/100 км.

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива (для дослідного автомобіля з базовою системою) є суттєво завищені.

Дальше, визначаємо витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{\text{то}} = N_{\text{тр}} \cdot l_{\text{тр}} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 5.4$$

де, $N_{\text{тр}}$ – витрати на автомобіль з базовою і модернізованою системою, $N_{\text{тр}} = 55,1$ грн./1000 км.

$$Z_{\text{тр}} = 55,1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,0551 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{\text{амор.}} = \frac{C \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{C \cdot l_p \cdot A_{\text{кап.р.}}}{10^5}, \text{ грн} \quad 5.5$$

де, C – балансова вартість автомобіля, $C = 105200$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,21$;

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 30000$ км;

$A_{\text{кап.р.}}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{\text{кап.р.}} = 0,11$

$$Z_{\text{аморт.}} = \frac{105200 \cdot 30000 \cdot 0,21}{10^5} + \frac{105200 \cdot 30000 \cdot 0,11}{10^5} = 6727,6 + 3471,6 = 10199,20 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- з модернізованою системою

$$Z = 2,7 + 0,2 + 0,0551 + 0,40 + 0,7 + 7,5 = 11,65 \text{ грн/км};$$

- з несправною

$$Z = 5,2 + 0,2 + 0,0551 + 0,40 + 0,7 + 7,5 = 14,06 \text{ грн/км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть становити:

- з модернізованою

$$Z_{\text{д}} = 11,65 \cdot 30000 = 349500 \text{ грн./рік};$$

- з базовою

$$Z_d = 14,06 \cdot 30000 = 420000 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річні втрати від несправної системи можуть складати:

$$E = 420000 - 349500 = 70500,00 \text{ грн./рік}$$

Висновки до розділу 5

Зниження споживання палива відбулося, за рахунок використання енергоощадного лінійного генератора, що сприяє збільшенню пройденого шляху по бездоріжжю (за допомогою електротяги).

А це відповідно, забезпечить економічний щорічний економічний ефект у розмірі близько 70500,00 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведено аналіз науково-технічних джерел, щодо застосування електронних систем керування у двигунах внутрішнього згоряння.

Особливу увагу приділено конструкції та технічним параметрам генераторним установкам та їхнім прототипам.

Докладно розглянуто типи генераторних установок, визначено їхню взаємодію із бортовою енергосистемою автомобіля.

У ході дослідження встановлено, що приводом автомобільних генераторів, служать двигуни внутрішнього згоряння, що у свою чергу знижує ККД використання енергії на поступальний рух автомобіля від 6.....10 %. А це відповідно: підвищені витрати палива, збільшені викиди отруйних речовин та підвищені витрати на проходження ТО.

Запропоновано створення енергоощадного генеруючого пристрою для гібридних автомобілів (для бездоріжжя), якіб приводилися у робочий стан за рахунок вібрацій несучих конструктивних елементів.

Представлена методика розрахунку витрати електричної енергії тягової акумуляторної батареї (ТАБ) під час руху гібридного автомобіля (в умовах міста та за межами);

Отримано значення електричних параметрів (напруги і сили струму) та динаміки руху електричного транспортного засобу на експериментальному диференційному шляху.

Доведено, що «правильна» експлуатація електричного автомобіля, суттєво впливає на енергетичне забезпечення та на загальний можливий пробіг, що зазначений у технічній характеристиці гібридного автомобіля.

Представлено методику та результати енергетичних витрат електрогібридних автомобілів при русі в умовах населеного пункту і за межами.

Встановлено, що витрати енергії електричних автомобілів у межах міста досягли близько 17 кВт (що є нормою), а за населеним пунктом – 53 кВт (що являється суттєвим перевантаженням для бортової енергоустановки електромобіля з ємністю ТАБ – 55 кВт).

Представлена конструктивно-технологічна схема енергоощадного генеруючого пристрою, який може використовуватися для гібридних автомобілів, призначених в основному для бездоріжжя.

Отримано осцилограми роботи енергоощадного генеруючого пристрою (за довжини провідника у робочій обмотці 100 м):

- Вихідний електричний імпульс складає 3,7 В;
- Частота становить близько 6 Гц.
- Сила струму склала близько 0,2 А.

Відповідно, для обмотки (за довжини дроту 200 м):

- електричний імпульс 4,9 В;
- Частота електричних імпульсів 35 Гц.
- Сила струму близько 0,3 А

Безпека під час проведення технічної та комп'ютерної діагностики автомобілів залежить від кількох критично важливих умов:

- Якість повітря та вентиляція: Забезпечення ефективної роботи вентиляції для видалення шкідливих газів і речовин, які виділяються під час діагностичних процедур.

- Кваліфікація персоналу: Належна підготовка співробітників та їхнє суворе дотримання правил техніки безпеки при виконанні діагностичних операцій.

- Надійність обладнання: Використання лише технічно справного та сертифікованого діагностичного обладнання.

Забезпечення пожежної безпеки приміщення (зокрема, відповідні розрахунки та засоби), а також наявність системи громовідведення із захисною зоною радіусом приблизно 27,40

Зниження споживання палива відбулося, за рахунок використання енергоощадного лінійного генератора, що сприяє збільшенню пройденого шляху по бездоріжжю (за допомогою електротяги). А це відповідно, забезпечить економічний щорічний економічний ефект у розмірі близько 70500,00 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бороденко Ю.М., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. Мехатронні системи автомобіля. Част. 1. Силовий привід: підручник. Харків: ХНАДУ, 2023. 300 с.
2. Бороденко Ю.М., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. Мехатронні системи автомобіля. Част. 2. Ходова частина: підручник. Харків: ХНАДУ, 2024. 226 с.
3. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей. 2006, 292 с.
4. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994, 187 с.
5. Кашканов А. А., Кужель В. П., Грисюк О. Г. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 230 с.
6. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андрєєв В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
7. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018, 400 с.
8. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004, 168 с.
9. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
10. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання / Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
11. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів: Львівський національний аграрний університет, 2016, 236 с.
12. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородін С.І. Особливості розробки циклу теплової

підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора /
Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет 33 конференції
«Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р
ХНАДУ, Харків, 2017, С. 25 – 27.

13. Двигуни внутрішнього згоряння : [підручник]: у 6 т. / [за редакцією
проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова].:Т.
2 : Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних
машин. Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004, 367 с.

14. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник.
К.: Каравела, 2009, 400с.

15. Навчальне середовище «Electude». Електронний ресурс, режим
доступу: <https://lnau.electude.eu>.

16. Войтов В. А., Чепурний Ю.В. Метод віброакустичного дослідження
клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Збірник наукових
праць. 2020. N 2. Р.72. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v2.20>.

17. Яценко К.Г., Блещенко М.О., Коростильов Г.Л., Чепурний Ю.В.
Експериментальне дослідження віброакустичним методом клапанного
механізму двигуна внутрішнього згоряння. Системи озброєння і військова
техніка. 2020. N 1(61). С. 177-182. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.21>.

18. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні
системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ,
2023. 300 с.

19. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник.
Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного
педагогічного університету імені Івана Франка, 2020, 240 с.

20. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю.
Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч.
посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013,
132 с.

21. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія. Навчальний посібник К.: Арістей, 2007, 288 с.
22. Максимов В.Г. Загальні принципи діагностування електронних систем автомобіля. Наука і техніка, 2012, 392с.
23. Оборський Г.О., Максимов В.Г., Ніцевич О.Д. та інші. Діагностування електронних систем автомобіля (базовий прилад - тестер KTS 570) : метод. посіб. за ред. О.Ф. Дащенко: Наука і техніка, 2012, 186с.
24. Оборський Г.О., Максимов В.Г., Ніцевич О.Д. та інші. Засоби та методи діагностування систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування (базовий прилад - комплекс FSA-740) : метод. посіб., за ред. М.Б. Копитчука: Наука і техніка, 2012, 188с.
25. Максимов В.Г., Ніцевич О.Д., Дрома І. А. Основи методів діагностування електронних систем керування автомобілем. Праці Одеського політехнічного університету, 2013. Вип.3(42), с. 60-65.
26. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
27. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатов А.В., Колесніков А.В. Гібридні автомобілі. Харків, ХНАДУ, 2008. 327с.
28. Бороденко Ю.М., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. Мехатронні системи автомобіля. Частина 2 «Ходова частина», підручник. Харків: ХНАДУ, 2024. – 226 с.
29. Понеділок Г. В., Данилов А. Б. Курс загальної фізики. Електрика і магнетизм: навч. посіб. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2010. 516 с.
30. Кашканов А. А., Кужель В.П., Грисюк О.Г. Інформаційні комп'ютерні системи автомоб. транспорту: навчальний посібник, Вінниця: ВНТУ, 2010.230 с.
31. Смирнов О.П., Борисенко А.О. Моделювання витрат енергоносіїв гібридними транспортними засобами, залежно від умов експлуатації.

Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. Харків. 2017. Вип.11. С 20-23.

32. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Ул'янець О. А. Електромобілі – майбутнє, яке вже настало. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. 2017. 11. С. 24-28.

33. Солтис А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Арістей, 2010. – 155 с.