

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Підвищення експлуатаційних характеристик легкового електромобіля «Renault», завдяки модернізації електромережі живлення тягового електродвигуна»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-43СП
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Олег Лужний

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 629.114.3

Лужний О.Р. Підвищення експлуатаційних характеристик легкового електромобіля «Renault», завдяки модернізації електромережі живлення тягового електродвигуна. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 50 с.

Табл. 1; рис. 17; бібліогр. джерел 24.

Проведено техніко-економічне обґрунтування електричних і комбінованих установок сучасних транспортних засобів.

Отримано динамічний розрахунок електромобіля з модернізованою енергоустановкою, яка забезпечить і підвищить ефективність її роботи.

Виконано структурно-функціональний аналіз причин виникнення небезпечних ситуацій під час діагностики та технічного обслуговування сучасних автомобілів.

Розраховано економічний ефект від використання модернізованої енергоустановки, який складатиме близько 15741,00 грн.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Аналіз факторів, що впливають на підвищене використання електро- та гібридного автомобільного парку	8
1.2 Аналіз особливостей компонування енергетичних установок для сучасного автомобіля	11
1.3 Аналіз досліджень гальмівної системи сучасного автомобіля.....	13
1.4 Висновки.....	17
2.РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	16
2.1 Динамічний розрахунок електромобіля з модернізованою електромережею	16
2.2 Результати швидкісної характеристики автомобіля, комплектованого енергоустановкою	19
2.3 Висновки.....	20
3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	22
3.1 Органи управління енергетичною системою гібридного автомобіля.....	22
3.1.1 Методи формування силових установок гібридних і електричних автомобілів	23
3.1.2 Енергетичні втрати у сучасних автомобільних транспортних засобах	25
3.1.3 Особливості роботи модернізованої енергоустановки електромобіля	26
3.2 Формування операційної карти на вимикання високовольтної системи для технічного обслуговування електромобіля Renault	28
3.3 Висновки	32
4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	39

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій	.33
4.2 Пожежний захист34
4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці	..38
4.4 Висновки42
5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА43
5.1 Розрахунок експлуатаційних витрат43
5.2 Висновки45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ46
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ48

ВСТУП

В Україні, за останній період, широкого поширення набули автомобілі на електричному ході. Їх експлуатаційні властивості, дедалі більше цікавлять потенційних споживачів та дослідників. Конкурентоспроможність електромобіля, в основному визначається його тягово-швидкісними характеристиками та енергетичною ефективністю. Відмінність тягово-швидкісних та енергетичних характеристик автомобіля з двигуном внутрішнього згорання від електромобіля, в основному визначається особливостями енергетичних характеристик. Для оцінки енергетичних характеристик електромобілів та їх порівняння з енергетичними характеристиками автомобілів, розроблено спеціальні методики.

Енергетичні характеристики електромобіля є одними з найважливіших його експлуатаційних властивостей. До енергетичних характеристик належать: споживана енергія, пробіг.

Споживана енергія оцінюється наступними показниками:

- витрата енергії при русі;
- витрата енергії на одиницю пройденого шляху;
- питома енергія батареї.

Дані показники залежать від конструкції електромобіля та від параметрів його тягового приводу. Вплив конструкції електромобіля на витрату енергії, визначається його масою, формою кузова, характеристиками шин та ін. Енергія, що споживається електромобілем, безпосередньо залежить від конструкції та параметрів тягового приводу. Є три групи параметрів, для оцінки тягового приводу електромобіля: 1 - енергетичні (параметри батареї); 2 - силові (параметри електродвигуна); 3 - механічні (параметри трансмісії).

На електромобілях, використовують різні типи електродвигунів: двигун постійного струму; вентильний електродвигун; асинхронний електродвигун. Кожен із цих електродвигунів, має свої переваги та недоліки. Особливо, це стосується бортової електромережі їхнього живлення, яка є

небезпечною і вимагає постійної уваги під час технічного обслуговування. Досить часто у електромобілях марок «Renault», зустрічається електромережа подачі електричної енергії від тягової батареї до приводу, без додаткових засобів на пониження напруги при старті, що являється частково небезпечним для тягової батареї (піддається великому навантаженню на початку руху) і тим самим зменшує її робочий ресурс.

Тому, для підвищення ефективності роботи енергетичної установки електромобіля «Renault», нами пропонується встановити у енергетичну систему, додатковий резистор, що забезпечить подачу пониженої напруги на електричний привод, тим самим зменшить миттєве навантаження на тягову батарею та підвищить безпеку на можливе виникнення електричного розряду між різнойменними потенціалами виводів.

Для вирішення даної проблеми, необхідно:

1. Проаналізувати особливості роботи енергетичних установок електромобілів (із ємністю тягової батареї до 40 кВт) та визначити їхні проблемні сторони.
2. Провести розрахунок витрати електричної енергії електромобіля на початку його руху та у процесі прискорення.
3. Описати конструктивні особливості модернізованої енергоустановки та сформулювати технологічно-операційну карту на встановлення додаткового обладнання.
4. Представити техніку безпеки, охорону праці та пожежну безпеку під час проведення модернізованих робіт.
5. Провести розрахунок економічного ефекту від встановленого обладнання.

1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Аналіз факторів, що впливають на підвищене використання електро- та гібридного автомобільного парку

Останнім часом, покупці легкових автомобілів все більше надають перевагу новим економічним моделям. Це пов'язано з постійним зростанням цін на бензин, дизельне паливо та газ. В Україні вартість нафтопродуктів у середньому на 20–30% вища, ніж у США, тому електромобілі є найбільш вигідним варіантом. Основний сегмент ринку легкових автомобілів складають бюджетні моделі вартістю до 20 000 у.о., які становлять 80% від продажу нових легкових автомобілів.

Маркетингові дослідження свідчать про зростання попиту на економічні транспортні засоби [3]-[9]. Прогнозується, що щорічний обсяг продажів електромобілів та гібридних автомобілів в Україні буде збільшуватися на 30-50%, досягнувши 50 тисяч одиниць до 2023 року. У США до кінця 2022 року, випустили 1,222 мільйона електромобілів. З 2012 року, компанія General Motors, щорічно випускає до 120 тисяч гібридних автомобілів Chevrolet Volt, а корпорація Nissan, щорічно постачає до США 100 тисяч електромобілів Nissan Leaf.

У табл. 1.1 представлено прогнозоване річне виробництво автомобілів, що комплектуються гібридними силовими установками.

Таблиця 1.1 - Прогнозоване річне виробництво автомобілів, що комплектуються гібридними силовими установками

Роки	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кількість, шт	5 000	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000

За даними Американського інституту нафти (American Petroleum

Institute), 43% світових нафтопродуктів, які використовуються, як паливо для автомобілів, є основним джерелом забруднення атмосфери. У США, автопарк складає понад 230 мільйонів автомобілів, тому, у штаті Каліфорнія ще у 90-х роках було прийнято рішення про заснування масштабної екологічної кампанії під гаслом «За чистоту навколишнього середовища» [14]. Внаслідок цього, у кількох штатах було ухвалено закон ZEV (Zero Emission Vehicle, автомобіль з нульовими викидами), який зобов'язує автовиробників перевищувати виділені їм квоти на продаж лише за умови, що не менше 5% від загального обсягу продажів, становитимуть автомобілі типу ZEV, тобто ті, що не викидають в атмосферу жодних шкідливих газів.

Щоб змусити автовиробників покращити екологічність двигунів, уряди США та Європейського Союзу встановили стандарти для "чистоти випускних газів", які постійно посилюються. Зокрема, з 1 вересня 2009 року всі автомобілі, вироблені в країнах ЄС, повинні відповідати стандарту Євро 5, а з 1 вересня 2014 року — прийняли більш жорсткому стандарту норму Євро 6.

На відміну від американських, європейські стандарти поки що не регулюють викиди парникового газу CO₂, а зосереджуються на шкідливому для здоров'я чадному газі (CO). Стандарти Євро 5 і Євро 6 вимагають, щоб легкові автомобілі та мікроавтобуси мали викиди шкідливих часток (PM) не більше 5 мг/км. Для дизельних автомобілів встановлено норму викидів оксидів азоту (NO_x) у 180 мг/км (Євро 5) і 80 мг/км (Євро 6).

Допустимі норми шкідливих викидів для автомобілів з бензиновим та дизельним двигуном для європейських країн, представлені у табл. 1.1 і табл.1.2 [16].

Таблиця 1.1 – Допустимі норми викидів для автомобілів з дизелем у Європі

Допустимі норми				
Стандарт	Рік	CO, г/км	NO _x , г/км	Інші частки, г/км
Євро 1	1993	2,72	-	0,140

Продовження таблиці 1.1				
Євро 2	1996	1,0	-	0,080
Євро 3	2000	0,64	0,50	0,050
Євро 4	2005	0,50	0,25	0,025
Євро 5	2009	0,50	0,18	0,005
Євро 6	2014	0,50	0,08	0,005

Таблиця 1.2 – Допустимі норми викидів для автомобілів з бензиновим двигуном у Європі

Допустимі норми				
Стандарт	Рік	CO, г/км	NO _x , г/км	Інші частки, г/км
Євро 1	1993	2,72	-	-
Євро 2	1996	2,20	-	-
Євро 3	2000	2,30	0,15	-
Євро 4	2005	1,00	0,08	-
Євро 5	2009	1,00	0,06	0,005
Євро 6	2014	1,00	0,06	0,005

Для підвищення екологічної чистоти та паливної економічності автомобілів, виробники інтенсивно випускають на ринок автомобілі з гібридними і електричними установками. Перший у світі автомобіль з гібридним двигуном (бензиновим і електричним) був розроблений компанією Toyota. Гібрид Toyota Prius дебютував у 1997 році. Після Toyota розвиток гібридних автомобілів, почала компанія Honda, а потім і всі інші. Основні продажі екологічно чистих автомобілів припадають на: Японію, США, Західну Європу та Ізраїль [15].

Таким чином, при порівнянні автомобілів з ДВЗ та гібридів з точки зору екології, цілком можна стверджувати, що гібриди споживають менше палива, що призводить до зменшення викидів в атмосферу. Однак, необхідність періодичного технічного обслуговування з регулярною заміною технічних рідин та фільтрів збільшує обсяги утворених відходів. Разом з необхідністю періодичної заміни акумуляторної батареї об'єми відходів зростають додатково.

На рис.1.1, наведено статистичний прогноз, щодо обсягів реалізації чи

виробництва електро- та гібридних автомобілів [10].

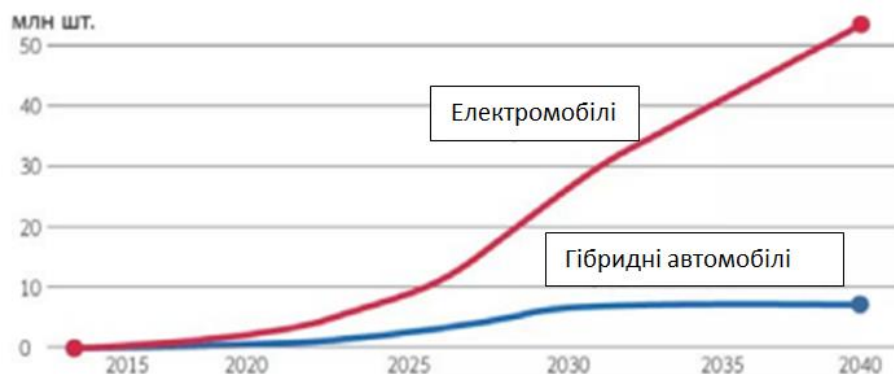


Рисунок 1.1 – Статистичний прогноз виробництва електричних і гібридних автомобілів

Аналізуючи рис. 1.1, можна цілком стверджувати періодичне зростання попиту на гібридні автомобілі, проте у найближчий час, темпи зростання можуть сповільнитися, і переваги надаватимуться електричним автомобілям.

Таким чином можна відзначити, що гібридні автомобілі виділяють менше шкідливих речовин в атмосферу, проте збільшують кількість відходів, що утворюються, при цьому періодично їх необхідно заряджати, що також збільшує споживання електроенергії.

1.2 Аналіз особливостей компоновання енергетичних установок для сучасного автомобіля

На сьогоднішній день є кілька схем компоновання силових приводів гібридних автомобілів: послідовні, паралельні та послідовно-паралельні [7]. За послідовної схеми, привод до рушіїв автомобіля здійснюється виключно за допомогою електродвигунів, а двигун внутрішнього згорання працює для генерації електроенергії, тобто для їхнього живлення. Основними перевагами такої схеми, є мінімальна витрата палива двигуном внутрішнього згорання та відносно проста енергетична установка.

Однак, дана схема має занадто низький ККД і вимагає обов'язкового використання двох тягових електродвигунів. Принципова схема серійного гібридного автомобіля з таким приводом показана на рис. 1.2 [10].

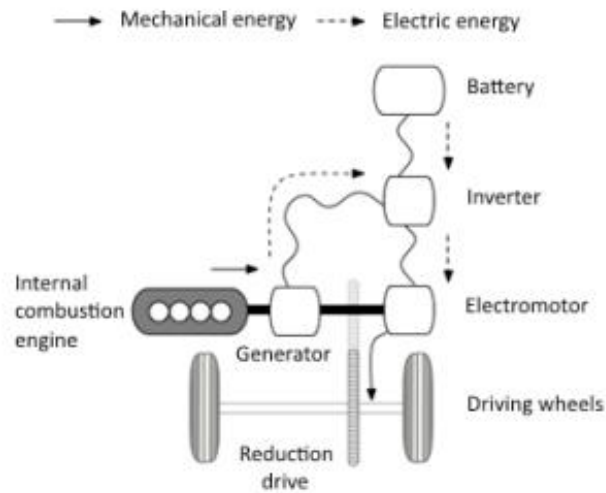


Рисунок 1.2 - Послідовний гібридний привод.

У паралельній схемі гібридного автомобіля двигун внутрішнього згоряння та електричний двигун з'єднані з рушіями автомобіля через загальну трансмісію. Тяговий електродвигун живиться від акумуляторної батареї. Перевагами цієї схеми: вищий ККД порівняно з послідовною схемою та можливість автономної роботи, як на двигуні внутрішнього згоряння, так і на електричному ході. Недоліками цієї приводної системи, є необхідність використання приводу через трансмісію та неможливість безперервної роботи двигуна внутрішнього згоряння в режимі мінімальної витрати палива.

Паралельна передача гібридного приводу відображена на рис. 1.3 [9].

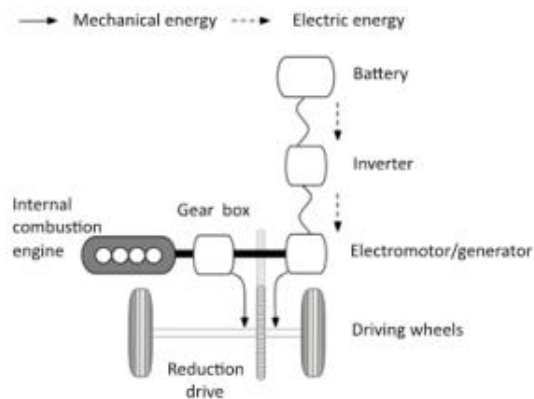


Рисунок 1.3 – Схема паралельного гібридного приводу

Послідовно-паралельна гібридна схема приводу включає: ДВЗ, генератор і вихідний вал трансмісії, з'єднаний з валом ведучих коліс через який, тяговий двигун передає енергію через планетарну передачу, рис. 1.4. При цьому двигун внутрішнього згоряння, працює в режимі мінімальної витрати палива. Вихідні оберти та крутний момент трансмісії регулюються зміною частоти обертання валу тягового двигуна, за допомогою електронного блоку управління.

Варто зазначити, що робота даної системи, синхронно керується електрикою, яка виробляється генератором і приводиться у дію двигуном внутрішнього згоряння (за мінімальної витрати палива і мінімальної токсичності) [4]-[7].

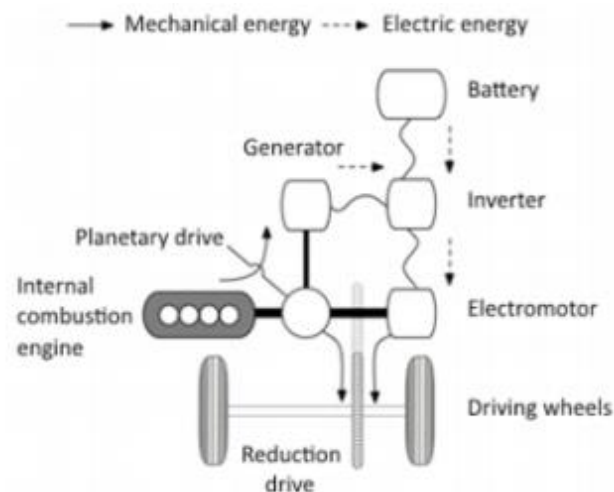


Рисунок 1.5 – Схема послідовно-паралельної гібридної установки

До переваг послідовно-паралельної гібридної схеми приводу належать високий ККД у передачі енергії від двигуна внутрішнього згоряння до ведучих коліс та можливість його роботи в постійному режимі максимальної ефективності й екологічності. Недоліками є складна трансмісія, що вимагає введення планетарної передачі в конструкцію, а також комплексна електронна система керування.

Враховуючи переваги й недоліки всіх типів гібридних автомобілів, слід зосередити увагу на їхній надійності, екологічності та доцільності застосування, виходячи з вимог використання транспортних засобів і забезпечення оптимальної економічної складової при введенні у виробництво.

1.3 Особливості електромереж електричних і комбінованих енергоустановок

Неординарну надійність і безпеку роботи всіх електричних систем приводу сучасних автомобілів, відіграє електромережа від тягової батареї до інвертора (яка піддається значним електричним перевантаженням, особливо на початку вмикання роботи системи).

Загальна схема електричного живлення приводу гібридного чи електромобіля, зображена на рис. 1.6 [8].

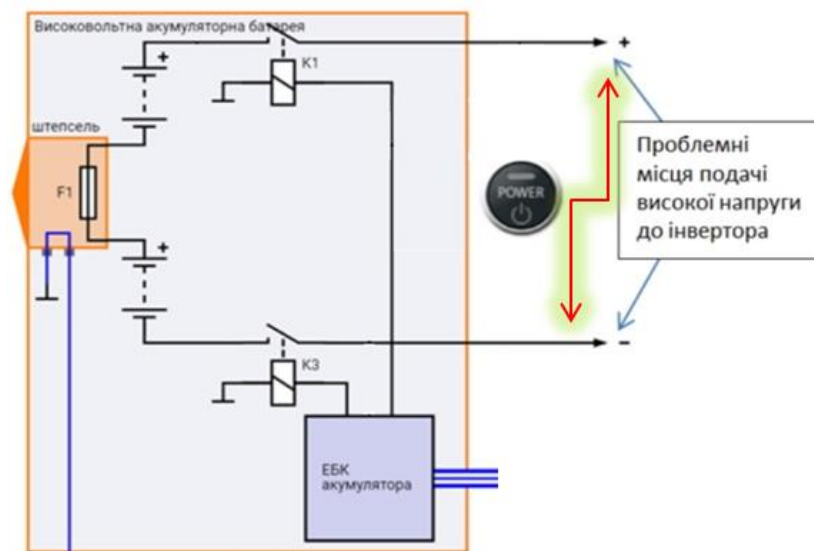


Рисунок 1.6 - Схема електричного живлення приводу електромобіля

У більшості електроустановок автомобіля «Renault», на початковій стадії її вмикання, в первинному колі живлення конденсаторів інвертора, під

час експлуатації електромобіля в умовах низьких температур навколишнього середовища, можливе явище процесу пробиття електричної дуги між «+» і «-» клемми, втрата контакту між ними та різке перегрівання конденсаторів.

Відповідно, дану енергетичну систему слід модернізувати, шляхом зниження напруги живлення конденсаторів (на початку процесу вмикання енергоустановки).

Необхідно додати, що встановлення додаткового електричного елемента у електричне коло живлення приводу, приведе до більш плавного і економного споживання електричної енергії та підвищить експлуатаційний ресурс самої приводної установки.

1.4 Висновки

Техніко-економічні обґрунтування енергетичних установок показали, що на їх якісну роботу, значний вплив має подача електричної енергії на початковій стадії накопичення її у конденсаторах інвертора та технічний стан конструктивних елементів.

Тому наша гіпотеза полягає в підвищенні ефективності роботи енергетичної установки, завдяки встановленню терморезистора (для пониження напруги) у електричне коло живлення накопичення електричної енергії у конденсаторах інвертора.

2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Динамічний розрахунок електромобіля з модернізованою електромережею

Транспортна мережа, суттєво сприяє викидам парникових газів на Землі, які є ключовим чинником зміни клімату. Обсяг шкідливих речовин, викинутих автомобільним транспортом, більш ніж утричі перевищує викиди промислових підприємств [11]–[14].

Тому наші теоретичні дослідження будуть зосереджені на гібридних та електричних автомобілях, які значно знижують викиди шкідливих речовин під час їхньої експлуатації.

Визначення тягово-швидкісних характеристик автомобіля, є необхідним, як при проектуванні нових моделей, так і при виборі автомобілів відповідно до різних умов експлуатації [12]. Ця проблема вирішується методами теорії автомобіля, що є наукою про експлуатаційні властивості, які визначають ефективне використання автомобіля в певних умовах та дозволяють оцінити його технічний стан.

Перед початком розрахунків, слід ознайомитися з відповідними розділами теорії автомобіля та опанувати методи аналізу таких характеристик, як потужність, силовий баланс, динамічні характеристики тощо. Для вибору необхідної потужності двигуна, необхідно слід провести розрахунки динаміки і параметрів автомобіля.

Вихідні дані: Тип автомобіля - задньопривідний легковий автомобіль особливо малого класу;

Колісна формула - 4x2;

Кількість осіб - $n = 1$ (чол.);

Довжина = 3200 мм;

Ширина = 1420 мм;

Висота = 1400 мм;

Споряджена маса, $m_0 = 650$ кг;

Розмір шини: 135/80R12;

Коефіцієнт опору повітря – $C_x = 0,3$;

Коефіцієнт опору коченню – $f_0 = 0,013$;

Коефіцієнт залежно від ухилу дороги – $\alpha_{max} = 0,25$;

Максимальна швидкість – $V_{max} = 30$ км/год;

Максимальна частота обертання колінчастого валу двигуна $n_{max} = 4000$ об/хв;

ККД передачі – $\eta_{mp.} = 0,85$;

Визначасмо повну масу автомобіля:

$$M_a = M_o + (M_{max} \times n) + M \quad (2.1)$$

$$M_a = 650 + (75 \times 1) + 10 = 735, \text{ кг}$$

де, M_o – споряджена маса автомобіля, кг;

M_{man} – вага людини (75 кг.);

M_b – маса вантажу на одну людину;

n – кількість людей в електромобілі.

Щоб визначити статичний радіус колеса, необхідно:

$$r_{st} = 0,5 \times d + \gamma \times H \quad (2.2)$$

$$r_{st} = 0,5 \times 0,304 + 0,8 \times 0,114 = 0,243 \text{ м,}$$

де $d = 12$ – посадковий діаметр, дюйми (0,304 м);

$\lambda = 0,92$ – коефіцієнт вертикальної деформації шин, залежно від особливості використовуваних шин;

$H/V = 65$ – висота профілю шини відносно її ширини, %

$V = 65 \times 0,175 = 0,114$ – висота профілю шини, м.

Коефіцієнт впорядкування отримаємо із відношення:

$$k = \frac{C_x \times \rho}{2} = \frac{0,3 \times 0,293}{2} = 0,19, \quad (2.3)$$

де C_x – коефіцієнт опірності повітря;

ρ = густина повітря, $\rho = 1,23$ кг/м³

Коефіцієнт опору коченню визначимо за наступним виразом [19]:

$$f = f_0 \times \left(1 + \frac{V^2}{2000}\right) = 0,013 \times \left(1 + \frac{40^2}{2000}\right) = 0,023 \quad (2.4)$$

Відповідно, визначаємо потужність електродвигуна при максимальній частоті обертання коліс електромобіля (з урахуванням ефективності трансмісії, відповідно до формули балансу сил):

$$N_V = \frac{1}{\eta_{cr}} (G_a \times \psi V \times V_{max} + \frac{c_x}{2} \times \rho \times F \times V_{max}^3) \quad (2.5)$$

ψV - коефіцієнт опору дороги, за максимальної швидкості електромобіля.

Коефіцієнт опору дороги (для легкових автомобілів) приймаємо рівним коефіцієнту коченню (за максимальної швидкості автомобіля).

$$\psi V = f = 0,023 \quad (2.6)$$

$$N_V = \frac{1}{0,85} (735 \times 9,81 \times 0,023 \times 60 \times 0,15 \times 1,293 \times 30^3) = 12,07 \text{ kW},$$

де, $G_a = mg$ – загальна маса автомобіля,

$\rho = 1,293$ – густина повітря за нормальних умов

Проведемо моделювання та побудуємо графік мінімально необхідної потужності тягового електродвигуна для руху автомобіля по горизонтальній поверхні з заданою швидкістю (рис. 2.1).

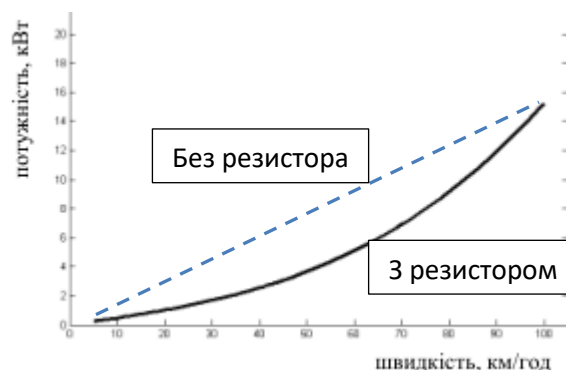


Рисунок 2.1 – Графік використання необхідної потужності електроприводу, для руху електромобіля з оптимальною швидкістю.

Як показує графік кривої, підвищення швидкості електромобіля здійснюється дещо по пологій характеристиці кривої, що пояснюється наявністю гібридної установки.

2.2 Результати швидкісної характеристики автомобіля, комплектованого енергоустановкою

Під час експлуатації гібридного автомобіля, на початку швидкого старту – працює двигун і електротяга, повільного – тільки тяговий двигун. У результаті моделювання зазначеного вище процесу, отримаємо наступний графік прискорень автомобіля при не налаштованій системі управління, рис. 2.2.

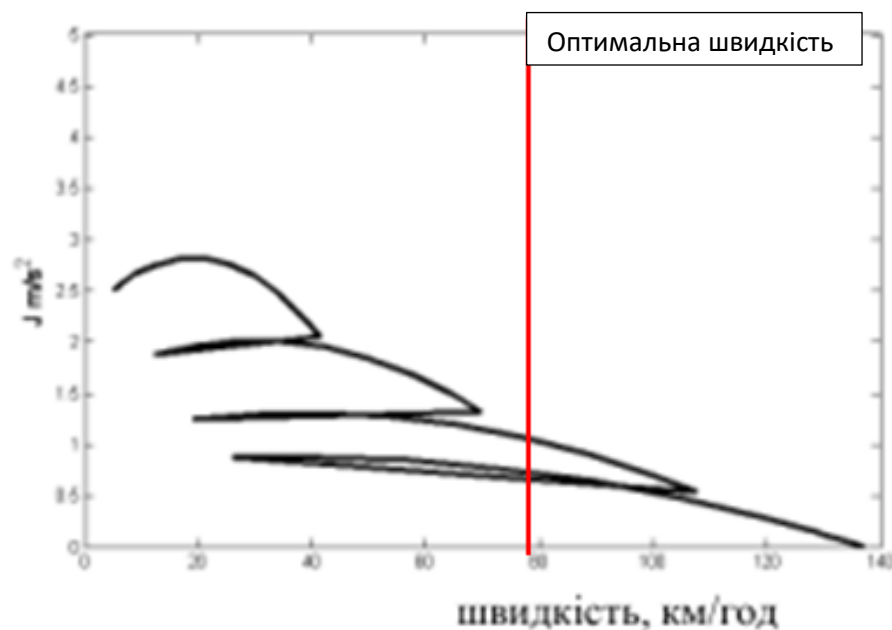


Рисунок 2.2 – Графік прискорень за базового електромобіля до 20 кВт.

Відповідно, за модернізованої енергетичної системи подачі електроенергії (значення констант f_1 to t_2 , f_2 to t_3 , f_3 to t_4), перехід на вищу передачу (з використанням додаткового резистора), отримаємо наступний графік прискорень, рис. 2.3.

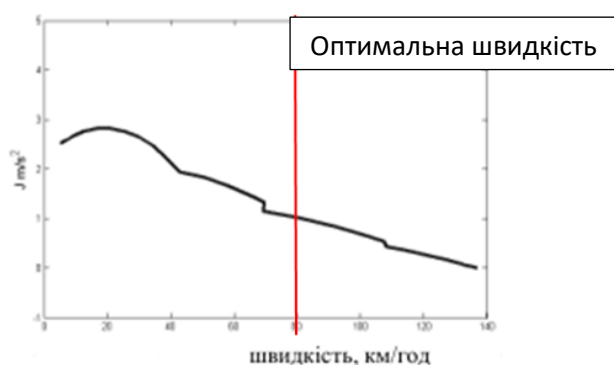


Рисунок 2.3 – Крива прискорення гібридного автомобіля з модернізованою енергетичною системою.

На рис. 2.4, відображено графіки розгону базового електромобіля з базовою електромережею і модернізованою (з додатковим резистором).

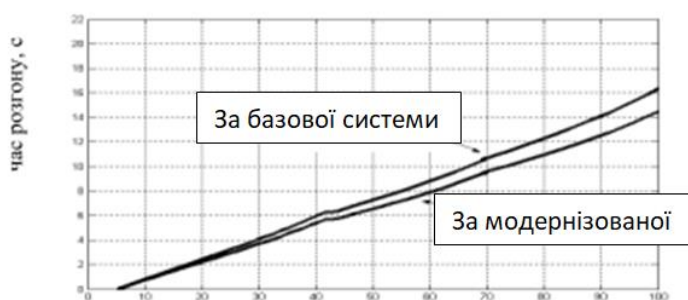


Рисунок 2.4 – Порівняльні графіки розгону електромобіля.

Згідно результатів порівняльного моделювання, навіть при збільшенні маси синергетичного автомобіля та використанні відносно невеликої потужності тягового електричного двигуна (до 20 кВт), час розгону до 100 км/год зменшився на 2,0 секунди. Це свідчить про ефективність синергетичної системи автомобіля, яка здатна оптимізувати роботу навіть при обмежених ресурсах двигуна, що забезпечить м'який і покращений динамічний рух транспортного засобу.

2.3 Висновки

Моделювання підходу до модернізації силової установки автомобіля має обґрунтоване пояснення. Аналіз структурних принципів гібридних

силових установок показав, що автомобілі з будь-яким типом гібридної установки є ефективнішими, економічнішими та екологічно чистішими, порівняно з традиційними аналогами.

Було розроблено напрямки розвитку та концептуальні рішення для модернізації енергетичної системи гібридних і електричних транспортних засобів, шляхом встановлення у електричне коло збудження системи додаткового резистора.

Застосування резистора сприятиме зниженню напруги збудження, що відповідно покращить ефективну роботу спряжених електричних елементів передпускової системи та розганяти електромобіль до 80 км/год при витраті 8 кВт·год електроенергії.

3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Органи управління енергетичною системою гібридного автомобіля

Силові установки гібридних і електричних автомобілів, як об'єкт управління, характеризуються змінною конструкцією, значною нелінійністю основних елементів та параметричною невизначеністю. Ефективність використання силової установки, визначається характеристиками її системи автоматичного управління, яка вирішує наступні задачі:

- Ідентифікація поточного стану систем та вузлів силової установки.
- Прогнозування тягово-швидкісного режиму руху.
- Вибір оптимального режиму роботи силової установки, залежно від її технічного стану та режиму руху автомобіля.
- Оптимальний розподіл потоків потужності між агрегатами силової установки на заданому тягово-швидкісному режимі.
- Управління рекуперацією енергії гальмування, підзарядкою та витратою енергії накопичувача.
- Стабілізація заданих режимів роботи окремих агрегатів силової установки.
- Забезпечення інтерфейсу водія, імітуючи керування базовим автомобілем.

Задачі, які вирішуються системою автоматичного регулювання (САР) силовою установкою, мають поетапне управління.

На першому рівні, вирішуються задачі стабілізації заданих режимів роботи окремих агрегатів силової установки та забезпечення якості перехідних процесів. Закони регулювання, повинні бути достатньо адаптованими до зміни параметрів об'єктів регулювання або мати можливість адаптації. Рішення цих задач, покладається на локальні регулятори агрегатів силової установки, таких як двигун внутрішнього

згоряння, регулятор тягового електроприводу та блок управління зарядом-розрядом тягової акумуляторної батареї.

На другому рівні, вирішуються задачі вибору оптимальних режимів роботи та взаємодії підсистем і агрегатів силової установки, перерозподіл потоків потужності між агрегатами, залежно від стану ТАБ, режиму руху автомобіля, керуючих та зовнішніх впливів. Це забезпечує економічний та екологічно безпечний режим роботи ДВЗ, достатній запас енергії в накопичувачі для зниження пікового навантаження, за рахунок допоміжного двигуна. Підзарядка ТАБ виконується при надлишку потужності ДВЗ в гібридній силовій установці або шляхом рекуперації енергії під час гальмування автомобіля.

3.1.1 Методи формування силових установок гібридних і електричних автомобілів

Існує три підходи до побудови силових установок гібридних та електромобілів, які відрізняються принципами реалізації стратегії управління на другому рівні. Ці підходи включають:

1. Використання логічних правил вибору стратегії.
2. Застосування методів теорії оптимального управління.
3. Використання алгоритмів адаптації до зовнішніх умов експлуатації.

На практиці, найчастіше застосовується стратегія управління силовою установкою, на основі логічних правил та табличного задання законів регулювання (logic-based control strategies). Такий підхід називається Rule Based (RB) – заснований на правилах [20].

Правила та закони управління, встановлюються розробниками силових установок за допомогою евристичних методів і аналізу результатів розрахункового експерименту. У цьому випадку, не враховуються особливості конкретних умов експлуатації, що впливають на ефективність роботи силової установки. Через це такий підхід не дозволяє повною мірою

використовувати енергоефективність силової установки. Якщо стратегія управління не відповідає зовнішнім умовам роботи автомобіля, то силова установка, може мати гірші показники енергетичної економічності та токсичності відпрацьованих газів, порівняно з базовим автомобілем. Логіка функціонування силової установки, може задаватися за допомогою бази нечітких правил та використовувати систему нечіткого аналізу.

Принцип управління силовими установками, в основному здійснюється на основі логічних правил. В деяких роботах [20], застосовуються штучні нейронні мережі для управління силовою установкою транспортного засобу, з метою зменшення витрати енергії та діагностики off-line технічного стану тягової акумуляторної батареї. У подальшому функціонуванні системи управління, параметри нейронних мереж не змінюються. Відсутність адаптації вагових коефіцієнтів при функціонуванні системи управління обґрунтована тим, що це може призвести до втрати довгострокової пам'яті системи, у випадку короткочасних несправностей, рис.3.1.

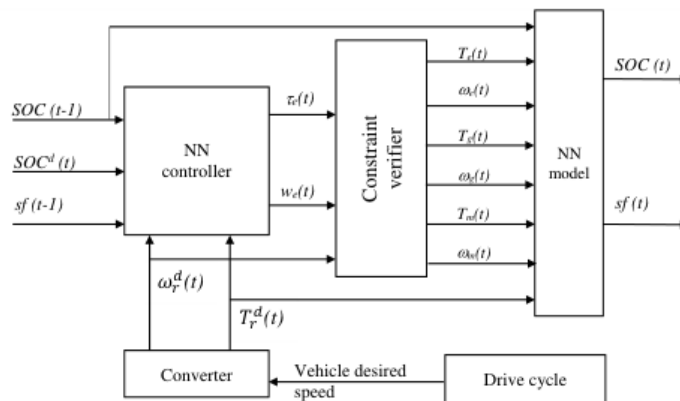


Рисунок 3.1 – Технологічна схема контролера

Оптимальний рівень зарядженості акумуляторної батареї, визначається мінімумом її внутрішнього опору. Якщо рівень заряду батареї падає нижче цього значення, активується режим підзарядки, який здійснюється шляхом відбору частини потужності від двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ). Якщо рівень заряду перевищує оптимальне значення, батарея використовується в

електроприводі для створення тягового зусилля.

Розглянуті принципи управління гібридною силовою установкою, реалізовані у вигляді бази правил нечіткого технічного аналізу в нечіткому контролері, який є головним елементом системи управління (рис. 3.2).

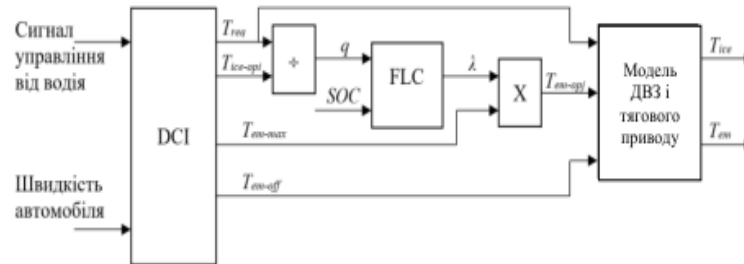


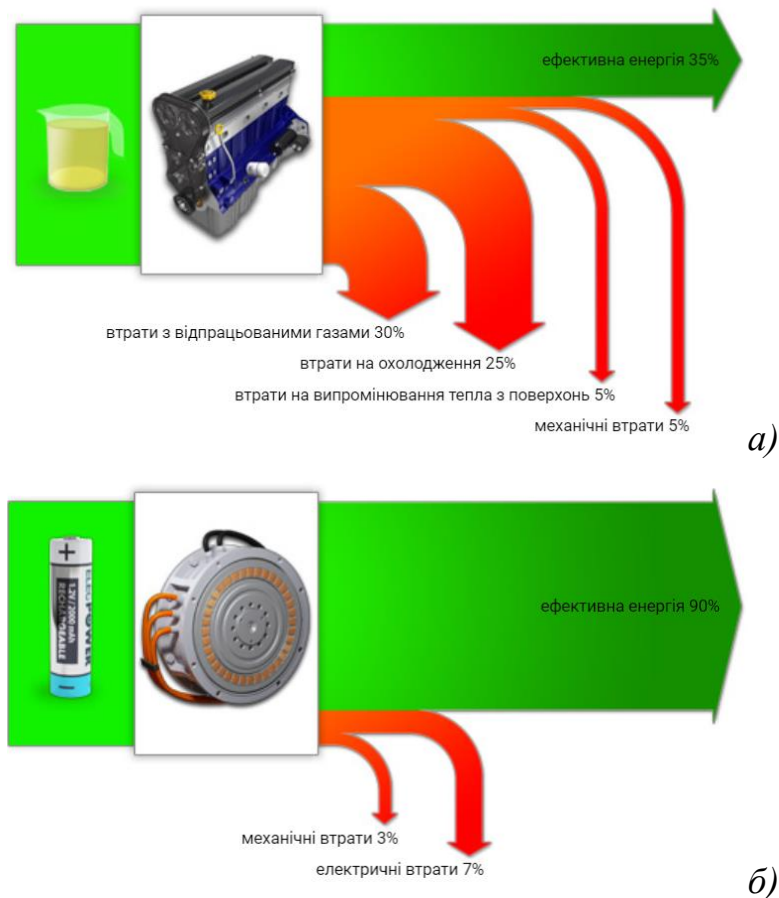
Рисунок 3.2 – Схема системи управління гібридною силовою установкою

На цій схемі, інтерпретатор команд водія (DCU) перетворює сигнали з педалей акселератора і гальма у відповідний крутний момент силової установки FLC. Сигнал, пропорційний куту повороту педалі акселератора, множиться на максимальний крутний момент ДВЗ $T_{\max_{\text{max}}}$, відповідно до поточного швидкісного режиму. Крутний момент $T_{\max_{\text{max}}}$, визначається залежно від передачі, яка забезпечує його максимальне значення при даній швидкості.

3.1.2 Енергетичні втрати у сучасних автомобільних транспортних засобах

Двигуни внутрішнього згорання перетворюють теплову (хімічну - згорання палива) енергію у механічну, а електромотори – електричну у механічну, рис. 3.3. Під час даних перетворень, у обох випадках відбуваються певні її втрати. У ДВЗ: втрати на нагрівання робочих елементів; втрати у системі охолодження; втрати з випускними газами та механічні втрати [13].

У тягових електродвигунах: електричні і механічні втрати.



а) втрати у двигунах внутрішнього згорання;

б) у тягових електромоторах

Рисунок 3.3 – Використання ефективної енергії сучасними автомобільними транспортними засобами:

3.1.3 Особливості роботи модернізованої енергоустановки електромобіля

Коли модернізована високовольтна установка увімкнена, висока напруга від тягової акумуляторної батареї подається через резистор. Струм протікає через реле K_2 , і K_3 . Резистор R_1 – слугує обмежником силу струму. Даним резистором обмежується пусковий струм, щоб забезпечувався повільний заряд конденсаторів у інверторі. У цей період роботи системи, виконуватиметься перевірка її працездатності на більш нижчій напрузі, що

забезпечить безпеку і підвищить ефективність енергоустановки, рис. 3.4.

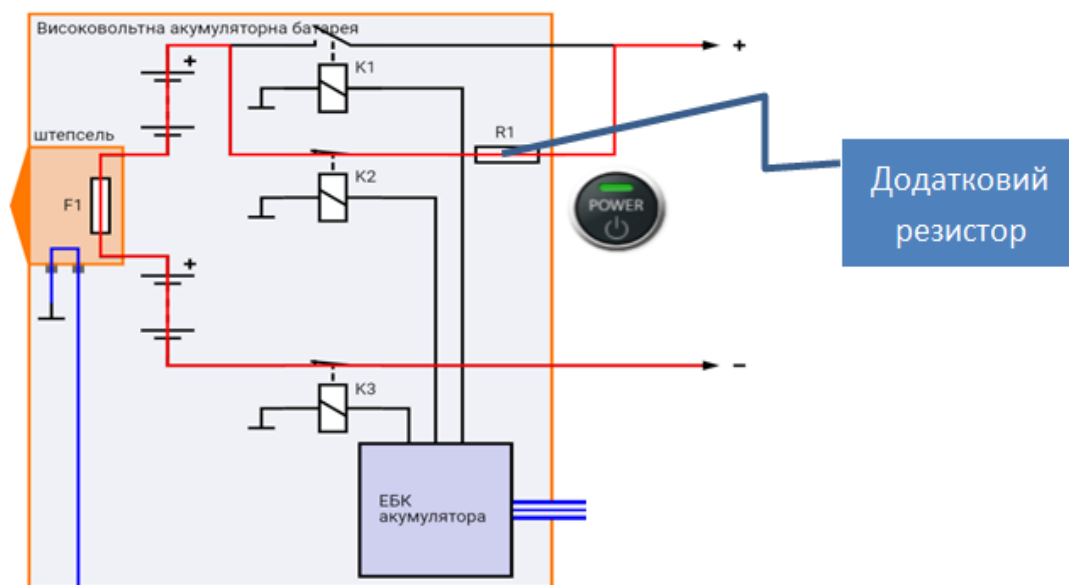
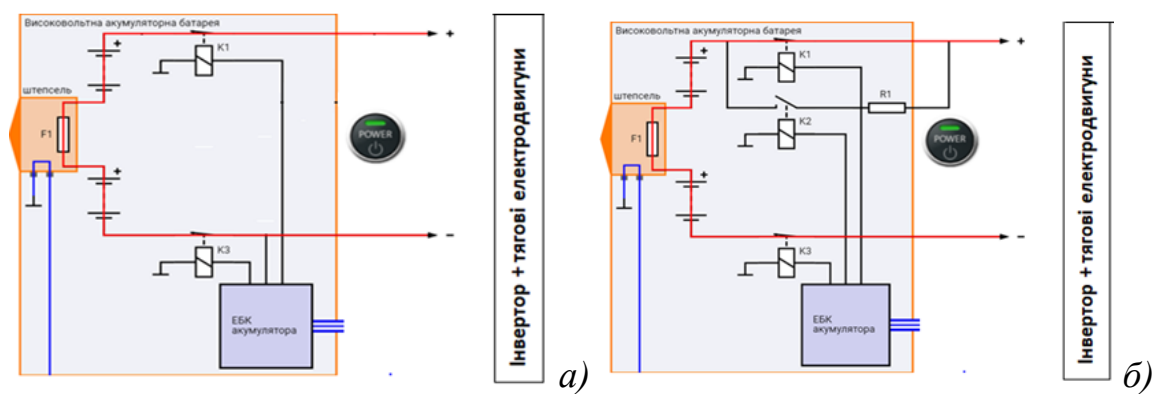


Рисунок 3.4 – Початок вмикання енергосистеми електромобіля

Через короткий проміжок часу, реле K_1 замикається, а K_2 розмикається, що сприятиме повній подачі електричної енергії до виконавчих енергетичних елементів, рис. 3.5.



а) базова система;

б) модернізована система

Рисунок 3.5 – Увімкнена основна енергетична система установки:

Використання додаткового резистора, сприятиме збільшенню експлуатаційного ресурсу енергоустановок гібридного і електричного автомобілів.



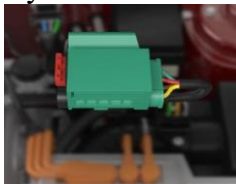




3.2 Формування операційної карти на вимикання високовольтної системи для технічного обслуговування електромобіля Renault






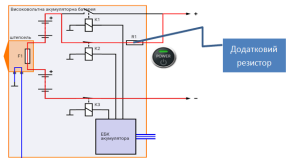
Для проведення технічного обслуговування та часткової модернізації енергосистеми електромобіля «Renault», слід правильно і безпечно провести процес її вимикання.


Тому нами, у табл. 3.1, представлено технологічно-операційну карту на вимкнення високовольтної системи та її модернізацію.

Таблиця 3.1 – Технологічно-операційна карта на вимкнення високовольтної системи електромобіля для встановлення додаткового резистора

№ операції	Вид операцій	Складові елементи	Обладнання для проведення операцій	Час проведення операцій, хв.
1	Звернутися до відповідної документації 	Високовольтна система електромобіля	Інструкція	До 60
2	Перевірити обладнання, з викор. протестувавши на 12 В АКБ 	6СТ60(540 А г)	Вольтметр і вимірювальні щупи повинні витримувати 1000 В	До 20
3	Вимкнути енергосистему 	Процес самодіагностики	Енергетична система автомобіля	До 5

Продовження таблиці 3.2				
4	<p>Вимкнути запалювання, натиснувши на кнопку «Power»</p> 	Дисплей панелі приладів	Кнопка «Power»	До 5
5	<p>Перевірка вимк. тягової АКБ</p> 	Модуль сервісного роз'єму	Налаштування на вимкнення	До 5
6	<p>Вимкнути штепсель</p> 	Сервісний штепсель	Корпусний ричаг	До 10
7	<p>Вимкнути блокування</p> 	Червоний блокувальний пристрій	Натисканням пальцем	До 5
8	<p>Витягнути чорний фіксатор</p> 	Чорний фіксатор	Витягування фіксатора	До 4
9	<p>Заблокувати сервісний роз'єм від випадкового вмикання</p> 	Замок	Вручну	До 5
10	<p>Зробити витримку у часі від 510 хв</p> 	Необхідний час для адаптації вимкненої електромережі	Таймер	До 10

Продовження таблиці 3.2				
11	<p>Надіти захисні рукавиці</p> 	Для безпеки від ел. струму	Гумові рукавиці	До 5
12	<p>Виміряти залишкову напругу між «+» і «-»</p> 	Безпека	Вольтметр	До 10
13	<p>Виміряти залишкову напругу між «+» і «-» кузова електромобіля</p> 	Безпека	Вольтметр	До 10
14	<p>Виміряти залишкову напругу між «-» і кузовом електромобіля</p> 	Безпека	Вольтметр	До 10
15	<p>Встановити додатковий резистор</p> 	Резистор на 25 Ом	Для м'якого збудження енергосистеми електромобіля	До 240
16	<p>Перевірка роботи модернізованої енергосистеми електромобіля</p> 	Процес вмикання енергетичної установки	Стан роботи системи	До 60

Продовження таблиці 3.2				
15	Зняти захисні рукавиці 	Для безпеки від ел. струму	Гумові рукавиці	До 5
Загальна тривалість операцій				470/8

Представлена технологічно-операційна карта є важливим інформаційним документом для працівників станції технічного обслуговування. Ця карта допоможе технічним спеціалістам, швидко та правильно підібрати необхідний інструмент для оперативного та контрольованого демонтажу чи монтажу додаткового терморезистора у енергосистему автомобіля з електроприводом.

На основі розробленої технологічної карти, нами представлена скорочена схема проведення операцій зі встановлення додаткового резистора, як додаткового виконавчого механізму для електромережі гібридного чи електричного автомобіля, рис. 3.6.

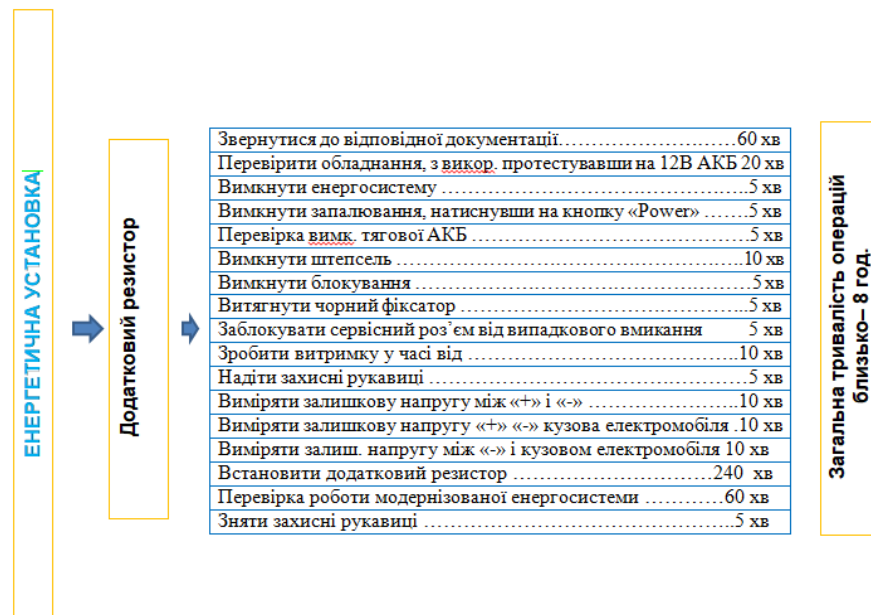


Рисунок 3.6 – Скорочена форма технологічно-операційної карти на встановлення захисного резистора у енергосистему електромобіля.

Розроблена технологічно-операційна карта, дозволить оптимізувати процеси на встановлення захисного резистора .

3.3 Висновки

Розроблено технологічно-операційну карту для монтажу та демонтажу додаткового резистора і реле з енергосистеми гібридного чи електричного автомобіля.

Представлений електричний елемент, дозволить знизити напругу для збудження енерго-модуля під час запуску електромобіля.

Тривалість операцій з модернізації енергоустановки електромобіля «Renault» складе близько 8 годин.

4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [4]:

- 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 небезпеки 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 часткової модернізації електромережі живлення електромобіля, рис, 4.1.

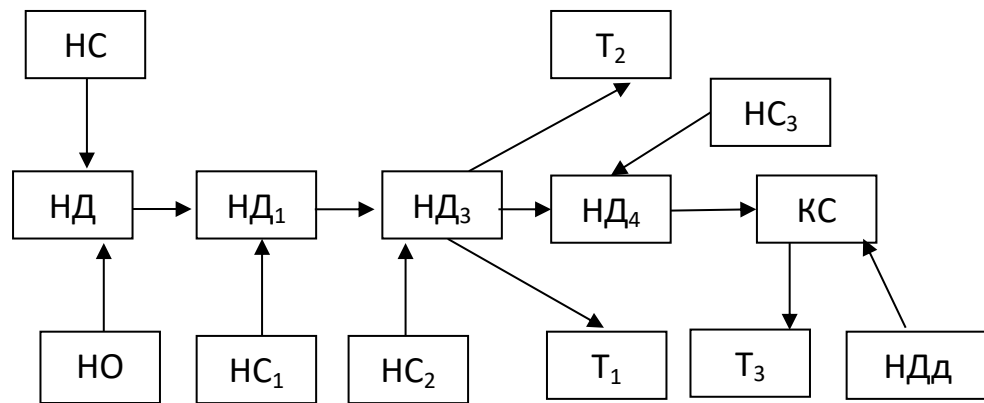


Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час демонтажу і модернізації комбінованої енергетичної установки: НД – відкриття капоту;

НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; НД₁ – зняття правого колеса; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; НД₃ – розгвинчування болтів АКПП; НС₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; НД₄ – фіксація регулювальної шторки; НС₃ – небажане склеювання пальців; Т₃ – пошкодження пушок пальців рук; КС – защемлення кінцівок між зубчастим пасом і шківом; НДд – необхідна допомога іншої особи.

4.2 Пожежний захист

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. 5.1) 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.

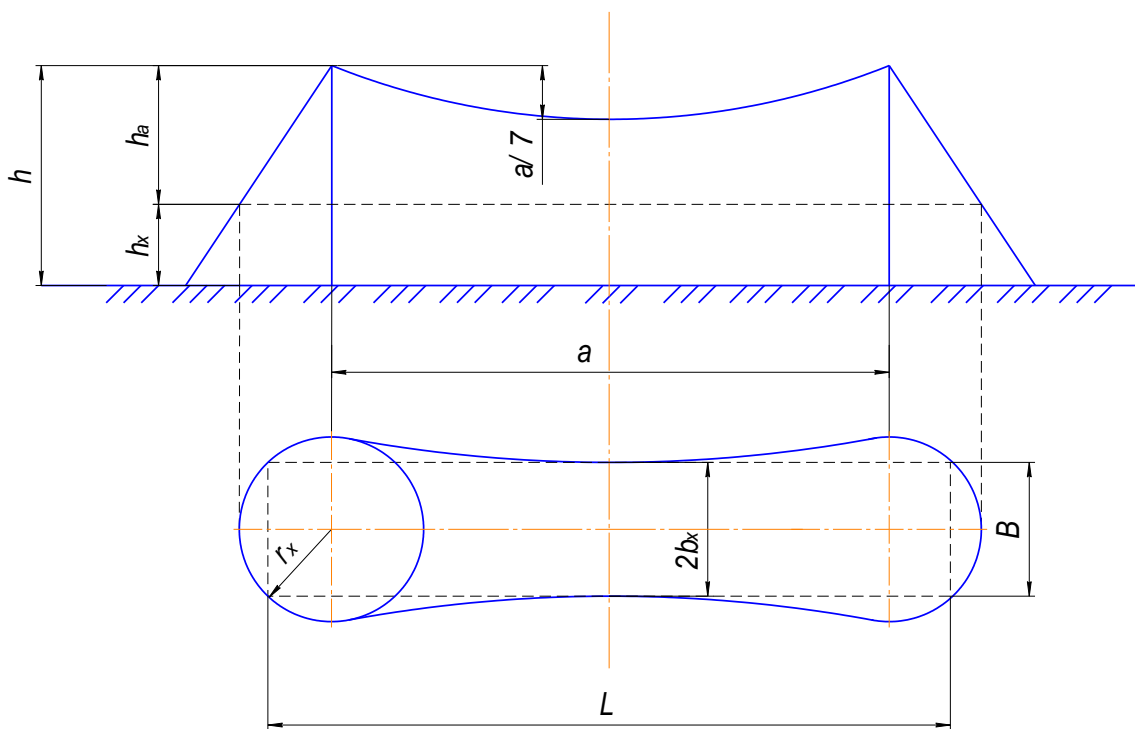


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

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 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

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 сьогоденних 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 автотранспортного 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, поєнні 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 водним 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 [22]-[24].

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 безпечно 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.

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 леткими, 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)[13]. 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.

4.4 Висновки

Для забезпечення безпеки під час модернізації енергетичної установки гібридного чи електричного автомобіля, розроблено такі заходи:

- Перевірка системи вентиляції та видалення шкідливих речовин, які можуть виділятися під час діагностики.
 - Методика навчання персоналу з правил безпеки під час діагностики автомобіля.
 - Методика перевірки та обслуговування обладнання, яке використовується під час діагностики автомобіля, щоб уникнути можливих несправностей або аварій.

Розглянуто потенційні події, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізації сучасного автомобіля. Також було проведено розрахунок пожежної безпеки будівлі, у якій відбувалися модернізовані роботи енергосистеми сучасного автомобіля на електричному ході.

5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Дослідження експлуатаційних витрат

Завдяки модернізації комбінованої енергетичної установки гібридного автомобіля, нами вдалося підвищити експлуатаційну придатність приводу та зменшити вагу і витрати палива малопотужного двигуна внутрішнього згоряння.

Для розрахунку економічних показників досліджуваного гібридного автомобіля ми використали методику [8].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля будуть визначатися за наступною формулою:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (6.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

$Z_{зм}$ – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{зм} = 1,8$ грн./км;

$Z_{ТО}$ – витрати на технічне обслуговування;

$Z_{ав}$ – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,19$ грн./км;

$Z_{зн}$ – витрати на заробітну плату водія, $Z_{зн} = 10,00$ грн.

Грошові витрати на придбання палива (з базовою і модернізованою системою) визначаємо за відомою формулою:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g}{100} \quad 6.2$$

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

g – витрата палива (з базовою конструкцією), $g = 3,0$ л/100 км.

Тоді:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{54,00 \cdot 3,0}{100} = 1,60 \text{ грн/км}$$

Тоді, з модернізованою системою:

$$Z_n^e = \frac{C_n^e \cdot g_n}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива з модернізованою системою, $g_{п.п} = 1,0$ л/100 км.

Отже:

$$Z_{п}^в = \frac{54,00 \cdot 1,0}{100} = 0,54 \text{ грн./км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для автомобіля з модернізованою системою є суттєво нижчими, відносно базової.

Тоді, витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{то} = N_{тр} \cdot l_{тр} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 6.4$$

де, $N_{тр}$ – витрати на автомобіль з модернізованою системою і базовою, $N_{тр} = 82,2$ грн./1000 км.

$$Z_{то} = 72,2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,0822 \text{ грн./км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{амор.} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{кап.р.}}{10^5}, \text{ грн} \quad 6.5$$

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 150600,00$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,22$;

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 15500$ км;

$A_{кап.р.}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{кап.р.} = 0,14$

$$Z_{амор.} = \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,22}{10^5} + \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,14}{10^5} = 5135,50 + 3268,02 = 8403,52 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для базової системи

$$Z = 1,60 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 13,95 \text{ грн./км};$$

- з модернізованою

$$Z = 0,54 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 12,89 \text{ грн./км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть становити ($\delta = 0,01$ - коеф., що враховує простій автомобіля, тобто пробіг рівний близько 14850 км/рік):

- з модернізованою

$$Z_{д} = 12,89 \cdot 14850 = 191416,50 \text{ грн./рік};$$

- з базовою

$$Z_{д} = 13,95 \cdot 14850 = 207157,50 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річний економічний ефект від модернізованої системи складе:

$$E = 207157,50 - 191416,50 = 15741,00 \text{ грн./рік}$$

5.2 Висновки

Використання гібридного автомобіля з комбінованою енергоустановкою (з модернізованою електромережею), дозволило зменшити споживання палива приблизно на 2,0 літри на 100 км у порівнянні з базовою версією. Це забезпечило річний економічний ефект близько 15741,00 гривень.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Техніко-економічні обґрунтування енергетичних установок показали, що на їх якісну роботу, значний вплив має подача електричної енергії на початковій стадії накопичення її у конденсаторах інвертора та технічний стан конструктивних елементів.

Тому наша гіпотеза полягає в підвищенні ефективності роботи енергетичної установки, завдяки встановленню терморезистора (для пониження напруги) у електричне коло живлення накопичення електричної енергії у конденсаторах інвертора.

Аналіз структурних принципів гібридних силових установок показав, що автомобілі з будь-яким типом гібридної установки є ефективнішими, економічнішими та екологічно чистішими, порівняно з традиційними аналогами.

Було розроблено напрямок розвитку та концептуальні рішення для модернізації енергетичної системи гібридних і електричних транспортних засобів, шляхом встановлення у електричне коло збудження системи додаткового резистора.

Застосування резистора сприятиме зниженню напруги збудження, що відповідно покращить ефективну роботу спряжених електричних елементів передпускової системи та розганяти електромобіль до 80 км/год при витраті 8 кВт·год електроенергії.

Розроблено технологічно-операційну карту для монтажу та демонтажу додаткового резистора і реле з енергосистеми гібридного чи електричного автомобіля.

Представлений електричний елемент, дозволить знизити напругу для збудження енерго-модуля під час запуску електромобіля.

Тривалість операцій з модернізації енергоустановки електромобіля «Renault» складе близько 8 годин.

Для забезпечення безпеки під час модернізації енергетичної установки гібридного чи електричного автомобіля, розроблено такі заходи:

- Перевірка системи вентиляції та видалення шкідливих речовин, які можуть виділятися під час діагностики.
 - Методика навчання персоналу з правил безпеки під час діагностики автомобіля.
 - Методика перевірки та обслуговування обладнання, яке використовується під час діагностики автомобіля, щоб уникнути можливих несправностей або аварій.

Розглянуто потенційні події, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізації сучасного автомобіля. Також було проведено розрахунок пожежної безпеки будівлі, у якій відбувалися модернізовані роботи енергосистеми сучасного автомобіля на електричному ході.

Використання гібридного автомобіля з комбінованою енергоустановкою (з модернізованою електромережею), дозволило зменшити споживання палива приблизно на 2,0 літри на 100 км у порівнянні з базовою версією. Це забезпечило річний економічний ефект близько 15741,00 гривень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994. 187 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
5. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
7. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів, монографія. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014. 230 с.
8. Розрахунок економічної ефективності механізму / Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
9. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання / Навчальний посібник .Вища школа, 2001. 180с.
10. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016. – 236 с.
11. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.

12. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.
13. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.
14. Лінійні генератори до гібридних автомобілів/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.youtube.com/redirect>.
15. 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.
16. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. 240 с.
17. 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.
18. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 292 с.
19. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів. Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
20. Бажинов О.В., Бажинова Т.О., Заверуха Р.Р. Діагностика силової установки гібридного автомобіля. Харків: ХНАДУ, 2021. 115 с.
21. Дембіцький В. М., Павлюк В. І., Придюк В. М. Технічна експлуатація автомобілів Навчальний посібник. Інформаційно-видавничий відділ Луцького національного технічного університету. 2018. 472.
22. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. *Навч. посібник*. Львів: Сполом. 2022. 376 с.

23. Правила пожежної безпеки в Україні (ред. 22.01.2022 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 22.04.2023).

24. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text> (дата звернення: 25.04.2023).