

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему: **«Повне забезпечення електричного ходу гібридного автомобіля, шляхом використання лінійного генератора»**

Виконав: студент IV курсу групи Ат-51з
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Остан Сулим

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон Магац

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 631.359.1: 89

Сулим О. П. Повне забезпечення електричного ходу гібридного автомобіля, шляхом використання лінійного генератора: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 51 с.

Табл. 1; рис. 17; бібліогр. джерел 19.

Розроблено напрямок розвитку і концептуальні рішення для створення екологічно чистих транспортних засобів, за використання енергетичної установки, у комплект якої входить лінійний генератор, вагою до 32 кг.

Представлено послідовність дій для модернізації комбінованої енергоустановки гібридного автомобіля, з метою підвищення його експлуатаційних показників, основним приводом якого стали приводні тягові електродвигуни.

Потужність позиційного двигуна внутрішнього згорання склав близько 0,7 кВт, а потужність лінійного генератора – 24 кВт, що буде достатньо для приведення у рух гібрида (електромобіля), вагою до 1200 кг.

За використання гібридного автомобіля, де приводом служить комбінована енергоустановка (з модернізованим генеруючим обладнанням), споживання палива зменшилося приблизно на 2,5 літри на 100 км., порівняно з базовим.

Річний економічний ефект за проведених модернізованих робіт, склав близько 19570,00 грн.

ЗМІСТ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| 1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ | 9 |
| 1.1 Особливості експлуатації гібридних автомобілів | 9 |
| 1.2 Особливості компонування енергетичних установок для сучасного автомобіля..... | 12 |
| 1.3 Енергетичні приводи гібридних автомобілів | 13 |
| 1.4 Висновки..... | 17 |
| 2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА..... | 18 |
| 2.1 Тягово-динамічний розрахунок електромобіля | 18 |
| 2.2 Результати теоретичних досліджень швидкісних характеристик гібридного автомобіля | 21 |
| 2.3 Висновки | 23 |
| 3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 24 |
| 3.1 Характеристика базової і модернізованої схеми гібридного (електричного) автомобіля | 24 |
| 3.2 Енергетичні установки гібридних автомобілів..... | 26 |
| 3.3. Особливості модернізованої енергетичної установки електромобіля .. | 27 |
| 3.4 Технологічно операційна карта на модернізацію енергетичної установки для гібридного автомобіля | 29 |
| 3.5 Висновки..... | 33 |
| 4. РОЗДІЛ. ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 35 |
| 4.1 Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій..... | 35 |
| 4.2 Пожежний захист | 37 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці..... | 40 |
| 4.4 Висновки..... | 44 |
| 5. РОЗДІЛ. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... | 45 |
| 5.1 Дослідження експлуатаційних витрат | 45 |
| 5.2 Висновки | 47 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ..... | 48 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 50 |

ВСТУП

Сучасне автомобілебудування прагне зменшення впливу автомобілів на навколишнє середовище. Існує ряд методів здійснення цієї мети, основний з яких є відмова від використання двигунів внутрішнього згорання, що працюють на бензині або дизельному паливі на користь інших способів здійснення руху. В даний час найбільш популярними альтернативами є електромобілі та гібриди [1-9]. Гібридні силові установки при всіх мінусах, реальних або надуманих, міцно увійшли в повсякденне автомобільне життя. Практично все великі автомобільні концерни мають у своїй виробничій лінійці одну чи кілька моделей із такими силовими установками.

Гібридним називають будь-який двигун, у якому на провідні колеса передається крутний момент більше джерела енергії. Зазвичай це двигун внутрішнього згорання і один або кілька електромоторів.

В даний час автовиробники впровадять гібридні установки в автомобілі по кілька причин. Така проміжна технологія між електромобілями та автомобілями з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ) використовується для зниження витрати палива, для боротьби за екологію шляхом зниження шкідливих викидів під час згорання палива.

У сучасній інженерній літературі немає єдиної думки щодо кількості. Можна знайти і п'ять, і шість різновидів гібридних двигунів. Кожен автовиробник намагається довести, що саме він йде по-своєму, особливому шляху. Роботи над створенням та застосуванням таких силових агрегатів почалися ще в 19 столітті. У сучасній історії першим на ринок вийшла Тойота з моделлю Пріус, в якій використовувався класичний послідовно-паралельний гібрид. Суть цього полягає в тому, що ДВС з'єднується з планетарним редуктором з вбудованими електромоторами. Коли автомобіль рухається повільно, використовується лише електрика. При різких прискореннях включається ДВС, а електромотор йому допомагає. При рівномірному русі на високих швидкостях використовується лише ДВЗ, що

віддає надлишки енергії для заряджання акумуляторів. При цьому акумулятор заряджається також і при гальмуванні. Всім цим складним процесом керує комп'ютер.

Другий тип гібридів, який зараз набуває все більшої популярності – це так званий гібрид, що заряджається, або «plug-in». При використанні цього типу автомобіль пересувається тільки за рахунок енергії, що накопичується в акумуляторах, що заряджаються від електричної мережі. Заряджання може здійснюватись як на спеціальних зарядних станціях, так і від домашньої електричної мережі. ДВС вмикається лише тоді, коли заряд акумулятор падає нижче за певну межу. У автомобілях, працюючих за цим принципом, ДВС не з'єднаний із провідними колесами, а працює як генератор.

Третій тип називається "м'який" гібрид. Його пристрій найпростіший. Електродвигун тільки підтримує ДВС при прискореннях, або подає тягу на другу вісь автомобіля, перетворюючи його на повнопривідний. Рух лише на електричній тязі неможливий. Основною перевагою цього приводу є його простота та надійність. Однак, не виконується основне завдання гібрида – економічність та зменшення шкідливих викидів.

При оцінці переваг та недоліків при експлуатації гібридних автомобілів необхідно відзначити переваги щодо автомобілів з ДВС: у них низький рівень викидів, він економічний у фінансовому відношенні та споживає мало палива.

Гібридні автомобілі оснащені двома двигунами: двигун внутрішнього згоряння та електродвигун. Два двигуни з'єднані один з одним. Залежно від дорожньої ситуації вони активуються по черзі чи водночас. Система сама вибирає комбінацію із найменшим споживанням енергії та вони все ж таки є досить габаритні, важкі і конструктивно-складні.

Тому, нами розроблена схема гібридної комбінованої енергоустановки електромобіля, що у свою конструкцію включає лінійний генератор, який акумуляуватиме свою електричну енергію у тяговій батареї, а вона у свою чергу, приводитиме у дію електродвигуни рушіїв електромобіля.

Для реалізації даної енергетичної установки, необхідно:

1. Проаналізувати літературні джерела, стосовно енергетичних установок сучасних електро- та гібридних автомобілів.
2. Розробити конструктивно - технологічну схему енергетичного модуля для приводу електромобіля.
3. Провести розрахунок вихідної електричної енергії із лінійного генератора.
4. Розробити технологічно-операційну карту для реалізації конструктивно-технологічної схеми енергетичної установки електромобіля.
5. Описати техніку безпеки та розрахувати економічні витрати на 1000 км для електромобіля і автомобіля, оснащеного двигуном внутрішнього згорання.

1. РОЗДІЛ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Особливості експлуатації гібридних автомобілів

У гібридному автомобілі двигун внутрішнього згорання є головним джерелом руху, працюючи на дизелі чи бензині, але може активувати електродвигун за потреби. Електродвигун може стартувати при низьких обертах, що дозволяє гібридним авто розганятися швидше, ніж автомобілі з тією потужністю, але бензині чи дизельному паливі.

У гібридних автомобілях надмірна енергія гальмування зберігається у тяговій батареї, яка живить електродвигун за необхідності. Гібридні автомобілі бувають: повні, легкі і гібриди, що перезаряджаються.

У легких гібридних рішеннях, електродвигун допомагає двигуну внутрішнього згорання при прискоренні, зменшуючи споживання палива. У повних гібридах, електродвигун може працювати окремо, але переважно на коротких відстанях, і на швидкості не вище 50 км/год..

На відміну від інших гібридів, гібриди PHEV можна заряджати через розетку і здійснити пробіг від 30 до 80 кілометрів на електричній тязі. Однак гібридні автомобілі мають недоліки, такі як вага, яка підвищує споживання енергії.

Оскільки, один з двигунів у гібридному автомобілі працює на бензині або дизелі, і заправляється відповідним паливом. У повних та легких версіях гібридів, тягова батарея не заряджається від зовнішньої мережі, а приймає заряд під час руху.

Гібрид, який перезаряджається, може заряджатися через розетку, але швидкість зарядки відносно довготривала. Навіть за максимально можливою потужністю, для повного зарядження тягових акумуляторів таких транспортних засобів, необхідно кілька годин.

Гібридний автомобіль, також вимагає більшого обсягу технічного обслуговування, ніж автомобілі тільки з ДВЗ, при цьому, акумулятор піддається інтенсивному зносу і потребує заміни.

Таким чином, при порівнянні автомобілів з ДВЗ та гібридів з точки зору екології можна зазначити, 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 [11].



Рисунок 1.1 – Статистичний прогноз виробництва електричних і гібридних автомобілів

Аналізуючи рис. 1.1, можна цілком стверджувати, що на даний відбувається 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.

Тому, однозначно можна стверджувати, що гібридний автомобіль екологічніший, порівнюючи з автомобілем, що комплектуваний тільки двигуном внутрішнього згорання. Однак, при порівнянні гібридного автомобіля з електричним, варто відзначити значні зменшені екологічні норми.

На рис. 1.2, відображено наявність зарядних станцій в Україні.



Рисунок 1.2 – Розміщення зарядних станцій для електромобілів.

В останні роки, автомобільна промисловість виявляє все більший інтерес до автомобілів з гібридними чи електричними силовими установками. Один із найпопулярніших представників виробництва гібридних автомобілів являється сімейство концепт-карів марки «Е», які являють собою послідовний гібридний автомобіль з електричною трансмісією і комбінованою потужністю від генератора, що приводиться у дію газо-бензиновим двигуном внутрішнього згорання і ємнісним накопиченням енергії [3]-[6].

Найчастіше у гібридних автомобілях, електродвигун працює в період змішаних навантажень, і при сталих навантаженнях, а двигун внутрішнього згорання вступає у роботу тоді, коли необхідний дозаряд тягової батареї,

приводячи у дію генератор. При цьому гібридний автомобіль може бути форсованим, працювати тільки на двигуні внутрішнього згоряння або електродвигуні, а в режимі максимальної потужності, використовувати обидва блоки живлення. Це визначає зручність його функціонування. Однак у гібридних автомобілів є свої недоліки, основними з яких є складність і підвищена вартість конструкції, що не виправдовує ефективності на виході від використання такої схеми. Тим не менше, практично у кожного автовиробника є гібридні версії або окремі моделі, з використанням гібридної силової установки.

1.2 Особливості компоновання енергетичних установок для сучасного автомобіля

Існує кілька схем компоновання силових приводів гібридних автомобілів, таких як: послідовні, паралельні та послідовно-паралельні [4].

За секвентальної схеми, привод до рушіїв автомобіля здійснюється тільки за допомогою електродвигунів, а двигун внутрішнього згоряння працює для генерації електроенергії, тобто для їх живлення. Основними перевагами такої схеми є: робота двигуна внутрішнього згоряння із мінімальною витратою палива та досить проста енергетична установка. Однак, така схема має занадто низький ККД і передбачає обов'язкове використання двох тягових електродвигунів.

Принципова схема серійного гібридного автомобіля, привод якого показано на рис. 1.3 [6].

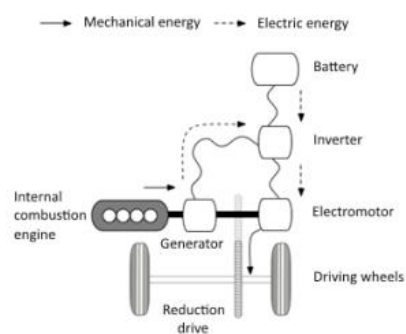


Рисунок 1.3 - Принципова схема послідовного гібридного приводу

У паралельній схемі гібридного автомобіля, двигун внутрішнього згоряння і електричний двигун з'єднані із рушійними агрегатами автомобіля за допомогою загальної трансмісії. Дане живлення електродвигуна, здійснюється від акумуляторної батареї. Переваги цієї схеми є наступні: вищий високий ККД, ніж у послідовної схеми, а також можливість автономної роботи, як на двигуні внутрішнього згоряння, так і на електричному ході. Недоліки приводної системи: обов'язкове використання у трансмісії приводу і неможливість безперервної роботи системи внутрішнього згоряння двигун в режимі мінімальної витрати палива.

1.3 Енергетичні приводи гібридних автомобілів

Принципова схема паралельної передачі гібридного приводу відображено на рис. 1.4 [7].

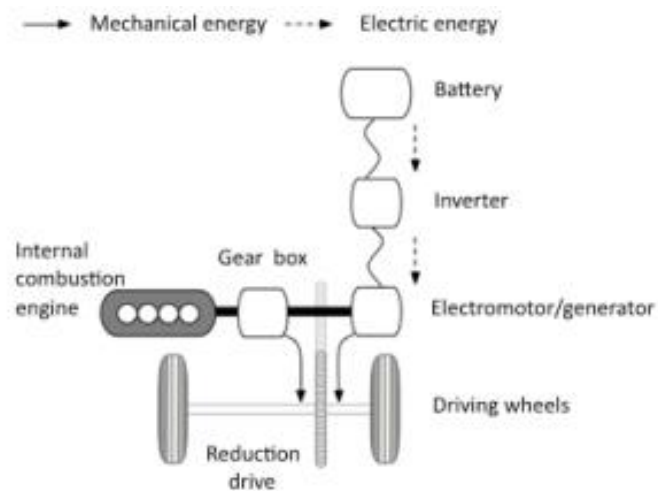


Рисунок 1.4 – Принципова схема паралельного гібридного приводу

У послідовно - паралельній гібридній схемі приводу (рис. 1.5), система включає: ДВЗ, генератор і вихідний вал трансмісії, що з'єднаний з приводом валу ведучих коліс, і яким тяговий двигун передає енергію через планетарну передачу (при цьому, двигун внутрішнього згоряння працює у режимі мінімальної витрати палива). Вихідні оберти та крутний момент трансмісії, регулюються зміною частоти обертання валу тягового двигуна, за рахунок

електронного блоку управління. Слід зазначити, що операції синхронно керуються електрикою, яка виробляється генератором, що приводиться у дію двигуном внутрішнього згорання за мінімальної витрати палива і мінімальною токсичністю [11].

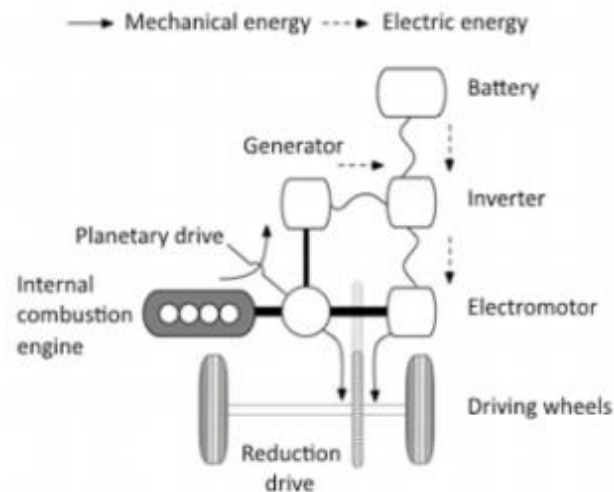


Рисунок 1.5 – Принципова схема послідовно-паралельного гібридного приводу

До переваг послідовно-паралельної гібридної схеми можна віднести високий ККД в передачі енергії від двигуна внутрішнього згорання до ведучих коліс, і можливість його роботи в постійному режимі максимальної ефективності та екологічності. Недоліки – складна трансмісія з обов'язковим введенням планетарної трансмісії в її конструкцію та комплексну електронну систему керування.

Врахування переваг і недоліків усіх типів гібридних автомобілів (тобто їх схеми приводів), слід зосередити свою увагу на їхній надійності і екологічності та доцільності застосування, виходячи з вимог використання транспортних засобів, дотримання оптимальної економічної складової при введенні у виробництво [12].

Можна почати аналіз із схеми послідовного гібридного приводу, ключовим фактором якої є, обов'язкове застосування двох приводних електродвигунів великої потужності, а також батареї підвищеної

енергоємності. Щоб впровадити таку конструкцію, необхідно модернізувати більшість основних вузлів автомобіля. Основним недоліком використання такої схеми на проектованому автомобілі, буде можливість його роботи лише на одному типі приводу – електричному. А це зумовлює його ненадійність, в при виході з ладу електродвигунів приводу.

Наступна схема – це паралельна гібридна схема приводу. Ця схема добре зарекомендувала себе у комерційному транспорті. Тут, за допомогою контролера, необхідно задати алгоритм роботи цієї схеми, яка полягатиме в тому, що в перехідних режимах (міська експлуатація при швидкості до 60 км / год), привод коліс буде реалізований за допомогою електродвигуна, а двигун внутрішнього згоряння, в свою чергу, буде працювати на холостому ходу (тобто відімкнутий від трансмісії, що забезпечує підзарядку акумуляторної батареї). У стаціонарних умовах (під час експлуатації автомобіля з максимальною економічністю та екологічністю), спостерігається часткова робота двигуна внутрішнього згоряння, а електродвигун працюватиме в режимі генератора, частково підзаряджаючи акумуляторну батарею. Тут є можливість рекуперативного гальмування у режимі максимальної потужності (спільна робота ДВЗ та електродвигуна), з можливістю примусової активації. Така схема підходить для задньоприводного компонування автомобіля. Схема відрізняється відносною простотою реалізації і мінімальними витратами на виробництво порівняння з іншими схемами [11]-[17].

Другий варіант застосування паралельної схеми може підійти для повно приводного автомобіля. Можна використовувати задній ведучий міст, як основа для заднього приводу. До нього, через кутовий редуктор підключають тяговий двигун, корпус якого закріплений на цьому містку. Алгоритм роботи реалізується ідентично, як і в наведеній вище схемі з переднім приводом. Однак, істотним недоліком такої схеми, є збільшення невіднесеної маси передньої підвіски, оскільки вона збільшиться за рахунок електродвигунів. Рішенням цього, може бути розробка незалежної

підвіски підрамника для кріплення коробки передач з електродвигуном і використанням шарнірів кутових швидкостей, що здорожує його конструкцію, але є оптимальним рішенням для впровадження такої схеми. Ще одним недоліком використання залежного ведучого моста, є неминуче збільшення кліренсу автомобіля, за рахунок близького розміщення картера передньої осі до піддона двигуна. Це, у свою чергу, призводить до небажаного збільшення маси автомобіля і висоти центру ваги, яка матиме негативний вплив на стійкість автомобіля під час маневрувань.

На рис. 1.6, відображено загальні вигляди гібридних і електричних приводів сучасних автомобілів [14].

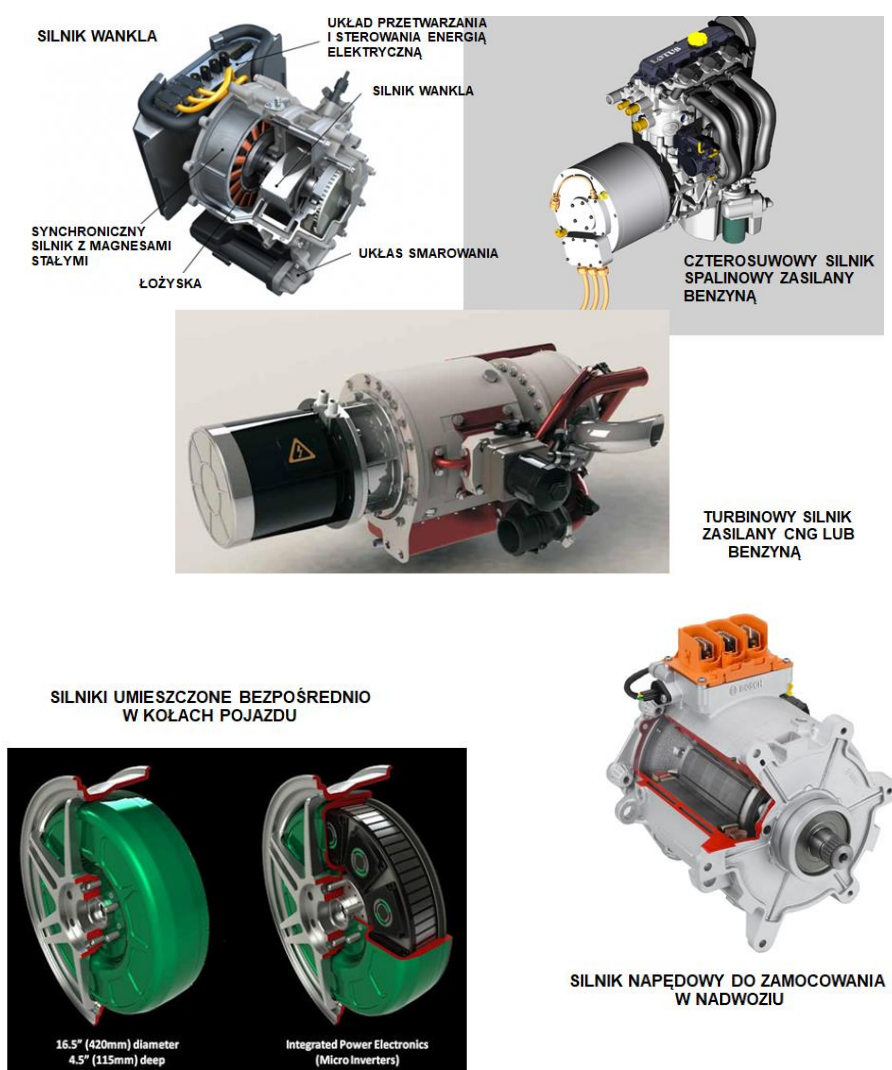


Рисунок 1.7 – Загальні вигляди енергетичних установок для гібридних і електричних автомобілів.

Аналізуючи всі вище представлені схеми енергетичних приводів гібридних і електричних автомобілів, що відповідають найвищим екологічним нормам сучасного автомобілебудування, можна стверджувати наступне, що кількість виробленої енергії на одиницю ваги енергетичного джерела, залишаються досить значними.

Тому, наші подальші дії будуть спрямовані на модернізацію енергетичної установки, за використання лінійного малогабаритного генератора у комбінованій приводній установці сучасного електричного чи гібридного автомобілях.

1.4 Висновки

Техніко-економічні обґрунтування енергетичних комбінованих установок показали, що значну роль на їхню якісну роботу, впливає генеруючий електричний пристрій та його конструктивна частина.

Тому, наша гіпотеза (на проведення модернізації генераторної установки), буде стосуватися підвищення її енергетичних показників, зменшення габаритних розмірів та надійності роботи спряжених елементів, що формуватимуть вихідну електричну енергію для живлення тягових електродвигунів.

2. РОЗДІЛ. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Тягово-динамічний розрахунок електромобіля

Транспортна мережа значно сприяє викидам парникових газів на Землі, які є ключовим фактором зміни клімату. Загальна кількість шкідливих речовин, викинутих у атмосферу автомобільним транспортом, перевищує викиди промислових підприємств більш ніж у тричі [3]–[7].

Тому, наші теоретичні дослідження будуть стосуватися тільки гібридних і електричних автомобілів, що суттєво мінімізують викиди отруйних речовин під час їхньої експлуатації.

Визначення тягово-швидкісних властивостей автомобіля необхідно здійснювати при проектуванні нових моделей та також при виборі автомобілів, відповідно до різних умов експлуатації [9]-[12]. Ця проблема вирішується за методами теорії автомобіля, тобто наука про експлуатаційні властивості, які характеризують можливість ефективного використання автомобіля в певних умовах і дозволяють оцінити його технічно конструкційний стан.

Перед початком проведення розрахунку, спочатку слід вивчити відповідні розділи теорії автомобіля, оволодіти методами аналізу таких характеристик автомобіля, як потужність і силовий баланс, динамічні характеристики та ін.

Щоб вибрати необхідну потужність двигуна, необхідно розрахувати динаміку і параметри.

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 – $\eta_{mp.} = 0,85$;

Необхідно визначити 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.

Для визначення статичного радіусу 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.

Визначення коефіцієнта впорядкування:

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

Де C_x – коефіцієнт опірності повітря;

ρ = густина повітря, $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$

Розрахунок коефіцієнта опору коченню визначиться наступною формулою:

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

На початку, визначається потужність електродвигуна за найбільшої частоти обертання коліс електромобіля, враховуючи ефективність трансмісії, згідно 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.

Для легкових автомобілів, коефіцієнт опору дороги приймається рівним коченню коефіцієнту при максимальній 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

Давайте проведемо моделювання та побудуємо графік мінімальної необхідної потужності тягового електричного двигуна, для руху автомобіля по горизонтальній поверхні з встановленою швидкістю, рис. 2.1

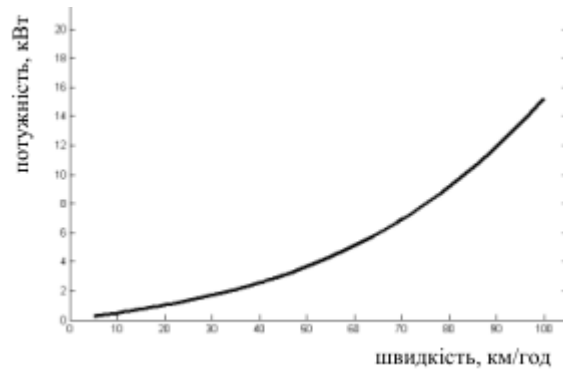


Рисунок 2.1 – Мінімальна необхідна потужність електрокара для руху з оптимальною швидкістю.

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

2.2 Результати теоретичних досліджень швидкісних характеристик гібридного автомобіля

Спочатку оберти ДВЗ, при переході на вищу передачу, встановлюємо вільно. В результаті моделювання отримаємо наступний графік прискорень автомобіля при не налаштованій системі управління (рис. 2.2).

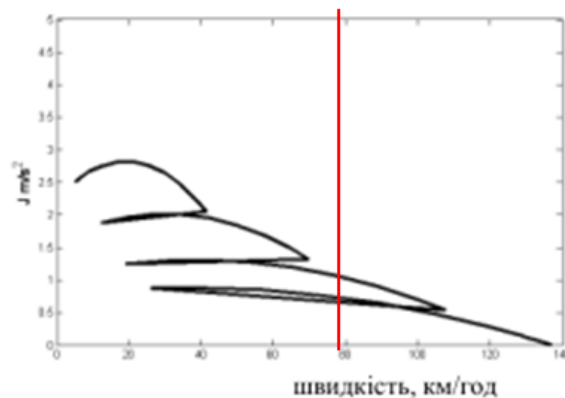


Рисунок 2.2 – Графік прискорень за базового гібридного автомобіля до 20 кВт

За параметрів системи системи управління (значення констант f_1 to f_2

t_{03}, f_3 t_{04}) так, перехід на вищу передачу (за використання лінійного генератора), отримаємо графік прискорень який буде мати вигляд, рис. 2.3.

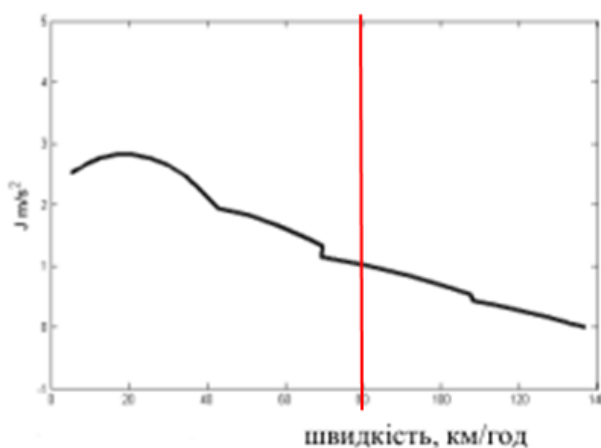


Рисунок 2. 3 – Крива прискорення електромобіля, за використання лінійного генератора.

На рис. 2.4 наведено порівняльні графіки динаміки розгону базового гібридного автомобіля (електромобіля) і електромобіля за використання лінійного генератора (система "Гібрид").

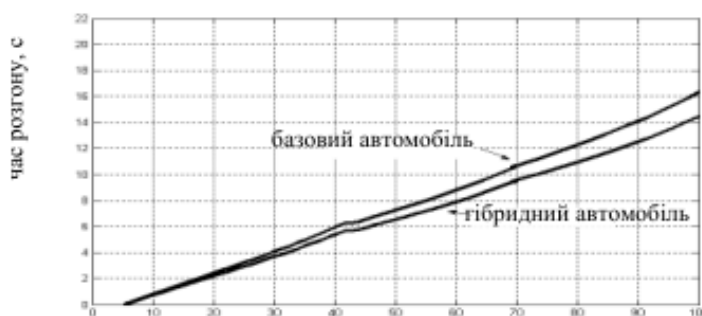


Рисунок 2.20 – Порівняльні графіки розгону базового та гібридного автомобілів.

Відповідно до результатів порівняльного моделювання, навіть при збільшенні маси синергетичного автомобіля та використанні відносно невеликої потужності тягового електричного двигуна (до 12 кВт), час розгону до 100 км/год скоротився на 2,5 секунди.

2.3 Висновки

Моделюючи підхід до створення силової установки автомобіля має обґрунтоване пояснення. Аналіз структурних принципів гібридних силових установок автомобіля показав, що автомобілі з будь-яким типом гібридної технології є ефективнішими, економічнішими та екологічно чистішими, ніж їх традиційні аналоги.

Було розроблено напрямок розвитку і концептуальні рішення для створення екологічно чистих транспортних засобів, за використання енергетичної установки, у комплект якої входить лінійний генератор, вагою до 32 кг.

Застосування гібридних силових установок на автомобілях, сприяє підвищенню їхньої екологічної чистоти, паливної економічності та тягово-швидкісної характеристики, що дозволяє розігнати електромобіль до 80 км/год., витрачаючи при цьому 12 кВт год електричної енергії.

3. РОЗДІЛ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Характеристика базової і модернізованої схеми гібридного (електричного) автомобіля

Гібридна силова установка, що використовує іншу структурну схему гібридизації, має в своєму складі тяговий електричний двигун з потужністю до 12 кВт. Цей двигун генерує механічну енергію одночасно з двигуном внутрішнього згорання, створюючи еквівалентну потужність від ДВЗ і електродвигуна. Така конструкція є найбільш ефективною під час старту і активного розгону транспортного засобу, коли електродвигун має максимальний обертовий момент. Ці електричні машини також можуть замінити стартер і генератор, а гібридна силова установка може працювати в режимі Stop-Start. Структурна схема гібридної технології за другим принципом подана на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Структурна схема енергетичної установки з використанням лінійного генератора, потужністю 12кВт.

Давайте розглянемо, як протікають силові потоки в електротрансмісії гібридної силової установки в такому автомобілі. Спочатку визначимо, що гібридна силова установка використовує різні джерела механічної енергії: двигун внутрішнього згорання та два тягових електричних двигуна на передньому та задньому мосту. Крім того, в схемі гібридної силової установки є акумуляторна батарея, перетворювач напруги та електричний генератор, який також виконує функції стартера.

Однак заходи, спрямовані на поліпшення роботи двигуна внутрішнього згорання, виявилися малоефективними, особливо в умовах експлуатації автомобілів у великих містах. В мегаполісах, лише використовується близько 20% потужності двигуна. Середня швидкість руху в місті для автомобілів, які мають максимальну швидкість від 150 до 200 км/год, не перевищує 30 км/год. Крім того, характер руху у місті характеризується постійними прискореннями і гальмуваннями. Це призводить до того, що значна частина енергії ДВЗ, втрачається у вигляді тепла в гальмівних системах.

Основна концепція гібридної технології у транспорті полягає у використанні двох енергетичних блоків, які синергетично оптимізовані для прискорення і ефективної їзди на великих швидкостях. ДВЗ повинен забезпечувати достатню потужність, для прискорення протягом декількох секунд і підтримувати крейсерську швидкість на автостраді, працюючи економічно.

Великий об'єм ДВЗ, необхідний для інтенсивного прискорення, ускладнює ефективну роботу на трасі, адже двигун меншого об'єму є економічно вигіднішим і більш підходить для змішаного циклу їзди.

Гібридні силові установки допомагають вирішити ці проблеми, рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Модернізована енергетична установка гібридного (електричного) автомобіля.

На вище зображеному (рис.3.2), гібридна енергетична установка електромобіля не вимагає дозарядки тягової акумуляторної батареї і зменшує її загальну вагу у тричі.

3.2 Енергетичні установки гібридних автомобілів

З технічного погляду, двигуни внутрішнього згорання у гібридних автомобілях є екстендерами, які розширюють дальність поїздки цих транспортних засобів. Цей термін застосовується до двигунів, які виключно працюють, як: електрогенератори для передавання виробленої енергії електродвигунам автомобіля та служать зарядними засобами для акумуляторних батарей. У більшості випадків двигуни-екстендери є компактними версіями звичайних двигунів внутрішнього згорання, з усіма їх перевагами та недоліками.

Лінійний генератор із вільними поршнями складається: з камери згорання, двох поршнів, лінійних електрогенераторів та зворотних газових пружин. Робота екстендера майже аналогічна звичайним двигунам, оскільки він спрацьовує за рахунок займання паливно-повітряної суміші у камері згорання, що викликає рух поршнів. Однак, використання колінчастого вала тут відсутнє. Цей пристрій безпосередньо перетворює кінетичну енергію руху поршнів на електричну енергію.

Вибуховий процес паливно-повітряної суміші у камері згорання приводить до руху обох поршнів від центру камери, стискання газових пружин, які уповільнюють рух та потім повертають поршні у зворотне положення. Екстендер працює з частотою 40-50 Гц та виробляє до 35 кВт електричної енергії.

Проте, завдяки використанню газових пружин унікальної конструкції, наші інженери досягли вражаючої стабільності в роботі такого двигуна. За допомогою потужного електронного блоку динамічного управління,

вдається точно регулювати роботу всіх компонентів двигуна, забезпечуючи їх взаємодію як, «єдине ціле» [15].

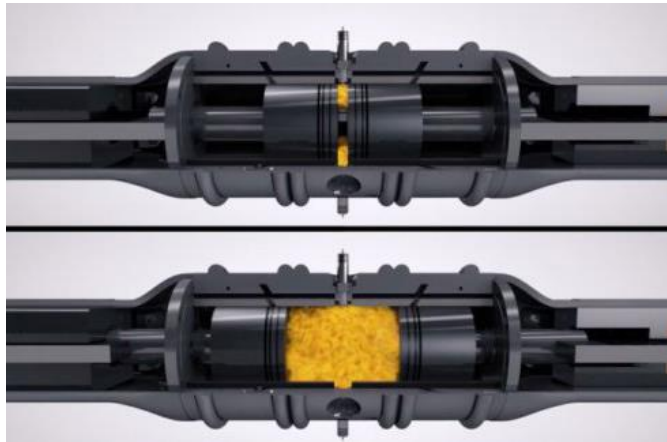


Рисунок 3.3 – Лінійний генератор із двигуном з вільними поршнями.

Інженери DLR створили систему електронного управління, яка забезпечує точне керування рухом поршнів лінійного двигуна з точністю до однієї десятої частки міліметра. Це досягається, визначенням коливань тиску під час процесу згоряння палива та їх компенсацією. Такий механізм, також дозволяє гнучко регулювати ступінь стиску, швидкість руху поршнів і об'єм камери згоряння, що робить можливим використання різних видів палива, таких як бензин, дизельне паливо, природний газ, біопаливо, етанол і водень.

3.3. Особливості модернізованої енергетичної установки електромобіля

Ефективність рекуперативного гальмування автомобіля обмежена через послідовне перетворення енергії з однієї форми в іншу: спочатку кінетична енергія гальмування перетворюється в електричну енергію за допомогою тягової електричної машини, яка працює як генератор; потім

електрична енергія через інвертор перетворюється в хімічну енергію акумуляторної батареї; при розряді акумуляторної батареї, хімічна енергія знову перетворюється в електричну енергію; і навіть електрична енергія, через інвертор, знову живить тягову електричну машину, яка діє як двигун і перетворює електричну енергію в механічну енергію автомобіля.

Ця послідовність перетворень енергії, значно знижує загальний рівень ефективності бензоелектричної гібридної силової установки синергетичного автомобіля. Наприклад, якщо ККД електричної машини (двигун/генератор) складає 80% при пікових навантаженнях, ККД інвертора – 80 %, а ККД акумуляторної батареї в процесі заряду/розряду становить 75 % при високій потужності, то загальний ККД системи рекуперації гібридного автомобіля складає лише 23 %.

На практиці, ефективність системи рекуперації, наприклад, у автомобіля Toyota Prius, обмежується приблизно 5% у міському циклі руху і практично відсутня на автостраді.

Цю проблему підсилює той факт, що термін заряду акумуляторної батареї під час рекуперативного гальмування на великому спуску становить лише кілька хвилин, що недостатньо для повного відновлення енергії, отриманої від гальмування. Таким чином, конструкція бензоелектричних гібридних силових установок з хімічними акумуляторними батареями неухильно призводить до втрат кінетичної енергії автомобіля.

Тому, для підвищення експлуатаційних характеристик гібридних автомобілів, нами пропонується модернізація силових агрегатів, шляхом становлення лінійного генератора з приводним бензиновим двигуном особливої конструкції, рис. 3.3.

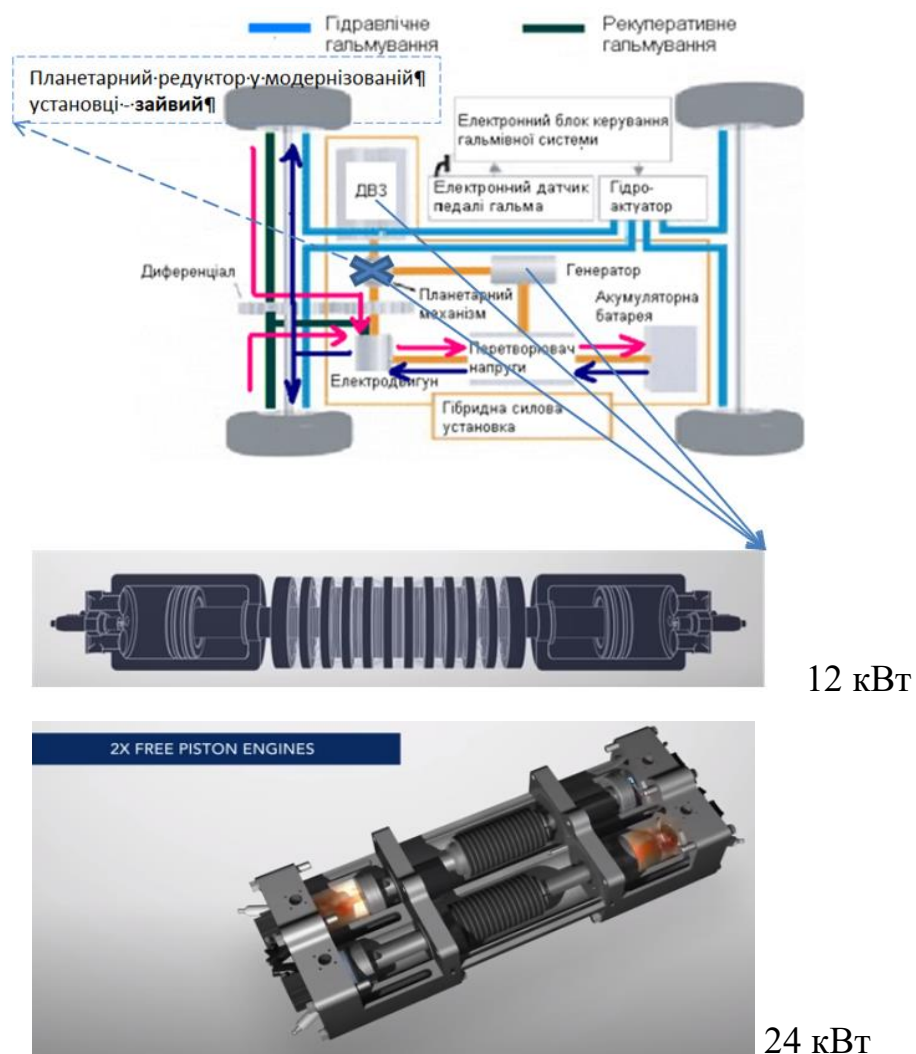


Рисунок 3.3 – Перетворення енергії у модернізованому гібридному автомобілі (електромобілі).

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

3.4 Технологічно операційна карта на модернізацію енергетичної установки для гібридного автомобіля

Система керування лінійним генератором з вільними поршнями дозволяє пристрою автоматично вибирати оптимальний режим роботи для максимальної ефективності, при конкретній швидкості руху і навантаженні,

що сприяє мінімізації викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Відсутність колінчастого валу, розподільного валу та інших стандартних елементів внутрішнього згоряння, дозволяє створювати такі генератори за менші витрати, зменшуючи їх вартість.



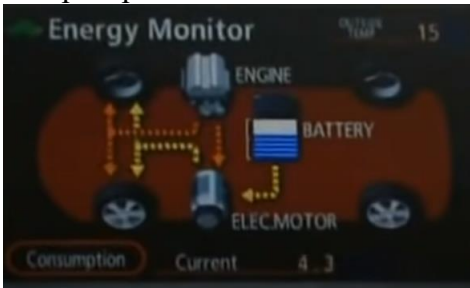
Невеликі розміри нового генератора дозволяють легко встановлювати його на будь-якому гібридному автомобілі, і збільшувати дальність поїздки до 600 кілометрів (без збільшення загальної ваги автомобіля).

Для проведення модернізованих робіт енергетичної установки гібридного автомобіля «Toyota Prius», попередньо слід сформулювати технологічно-операційну карту, на встановлення нової комбінованої енергетичної установки (див. рис. 3.3), що підвищить ККД двигуна внутрішнього згоряння на 40% та збільшить вихід генеруючої електричної енергії з одиниці ваги комбінованої установки (32 кг) на 12 кВт.

Таблиця 3.1 - Технологічно-операційна карта на демонтаж базової, і монтаж нової установки із лінійним генератором.

| № операції | Порядок операцій | Складові елементи | Обладнання | Час пров. операцій, хв. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | Встановити автомобіль на стоянкове гальмо  | Гальмують я руші | важіль | До 2 |
| 2 | Відкрити капот  | Відмикання замка капота | важіль | До 1,5 |

| Продовження табл.3.1 | | | | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------|
| 2 | Зняти ДВЗ  | Кріпильні болти, 6 шт. | Ключ, 19 мм | До 360 |
| 3 | Зняти інвертор  | Кріпильні болти 5 шт. | Ключ, 14 мм | До 60 |
| 4 | Зняти захист зі сторони колеса  | Пластмасові вставки | Викрутка | До 20 |
| 5 | Зняти АКБ  | 6Ст45 (450Агод.) | Ключ, 14 мм | До 10 |
| 6 | Демонтувати АКПП  | Болти, 15 мм | Ключ (накидний), 19 мм | До 180 |
| 7 | Встановити кріплення для нової енергоустановки | Кронштейни | Зварювальні роботи | До 960 |

| Продовження таблиці 3.1 | | | | |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 8 | <p>Встановлення комбінованої енергоустановки, потужністю 24 кВт</p>  | Болти, 20 мм | Ключ, 22 мм | 1200 |
| 9 | <p>Монтаж додаткових елементів системи: інвертор, контролер, АКБ і інш.</p>  | Ключі і елетро | Фігурна викрутка | До 480 |
| 18 | <p>Перевірка роботи комбінованої енергоустановки з лінійним генератором</p>  | Покази дисплея приладів контролю | Зчитування інформації | Не менше 240 |
| Загальна тривалість операцій | | | | 3513,5/ 59 год. |

Шляхом використання технологічної операційної картки, яка передбачає демонтаж основних елементів базової комбінованої енергоустановки автомобіля «Toyota Prius», вага якої становить близько 600 кг та монтаж нової енергетичної установки, вагою близько 40 кг - ми отримали можливість прогнозувати час проведення операцій та забезпечити необхідну кількість інструментальних засобів і матеріалів для покращення продуктивності роботи обслуговуючого персоналу.

На рис. 3.4 наведено спрощену схему проведення технологічних операцій, що стосується модернізації основних робочих і виконавчих

елементів комбінованої енергетичної установки базової моделі автомобіля «Toyota Prius».

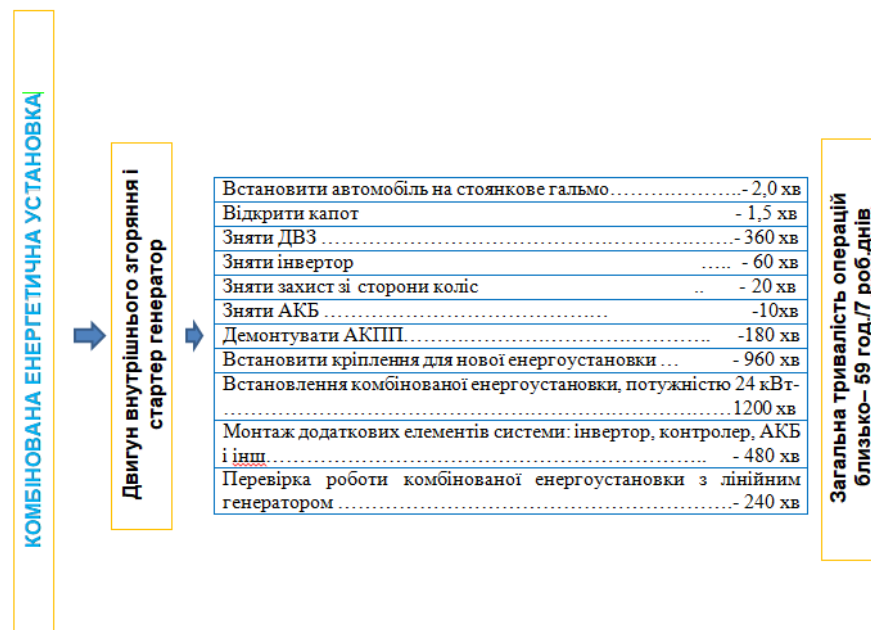


Рисунок 3.2 – Схема технологічних операцій для заміни комбінованої енергоустановки гібридного автомобіля

Наочна схема процесу проведення операцій, по заміні основних елементів комбінованої енергетичної установки гібридного автомобіля має бути встановлена на видному місці станції технічного обслуговування. Це допоможе забезпечити ефективне та оперативне виконання відповідних завдань.

3.5 Висновки

Представлено послідовність дій для модернізації комбінованої енергоустановки гібридного автомобіля, з метою підвищення його експлуатаційних показників, основним приводом якого стануть приводні тягові електродвигуни.

При цьому, вага електромобіля зменшиться на 400 кг, а двигун внутрішнього згоряння, працюватиме без колінчастого і розподільчого валів та зменшиться його об'ємна та масова вага у 10 разів.

Потужність позиційного двигуна внутрішнього згоряння складе близько 0,7 кВт, а потужність лінійного генератора – 24 кВт, що буде достатньо для приведення у рух гібрида (електромобіля), вагою до 1200 кг.

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 [1]-[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 часткової модернізації захисного коробу приводу газорозподільчого механізму інжекторного двигуна, рис, 4.1.

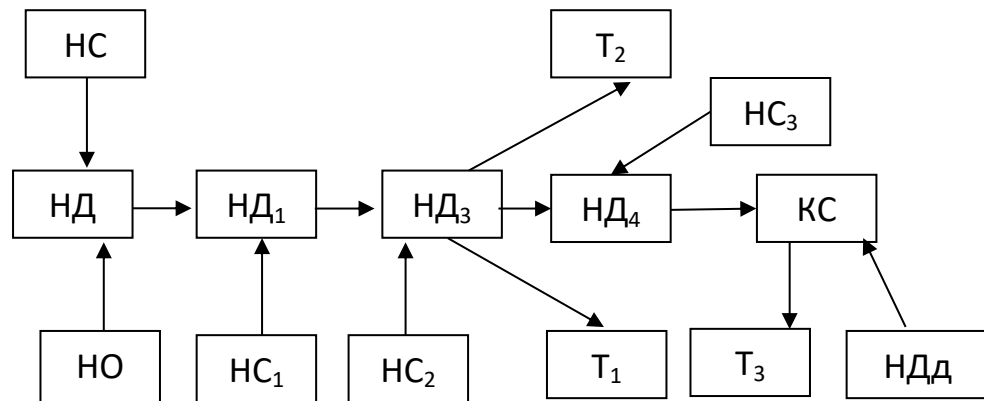


Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час демонтажу і модернізації комбінованої енергетичної установки: HD – відкриття капоту;

HC – можливе падіння капоту під час проведення ТО; NO₁ – наявність незначного схилу; HD₁ – зняття правого колеса; HC₁ – можливе побиття кінцівок рук; HD₃ – розгвинчування болтів АКПП; HC₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; T₁ – травма пальців; T₂ – побиття ліктів рук; HD₄ – фіксація регулювальної шторки; HC₃ – небажане склеювання пальців; T₃ – пошкодження пушок пальців рук; KS – защемлення кінцівок між зубчастим пасом і шківом; HDд – 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.

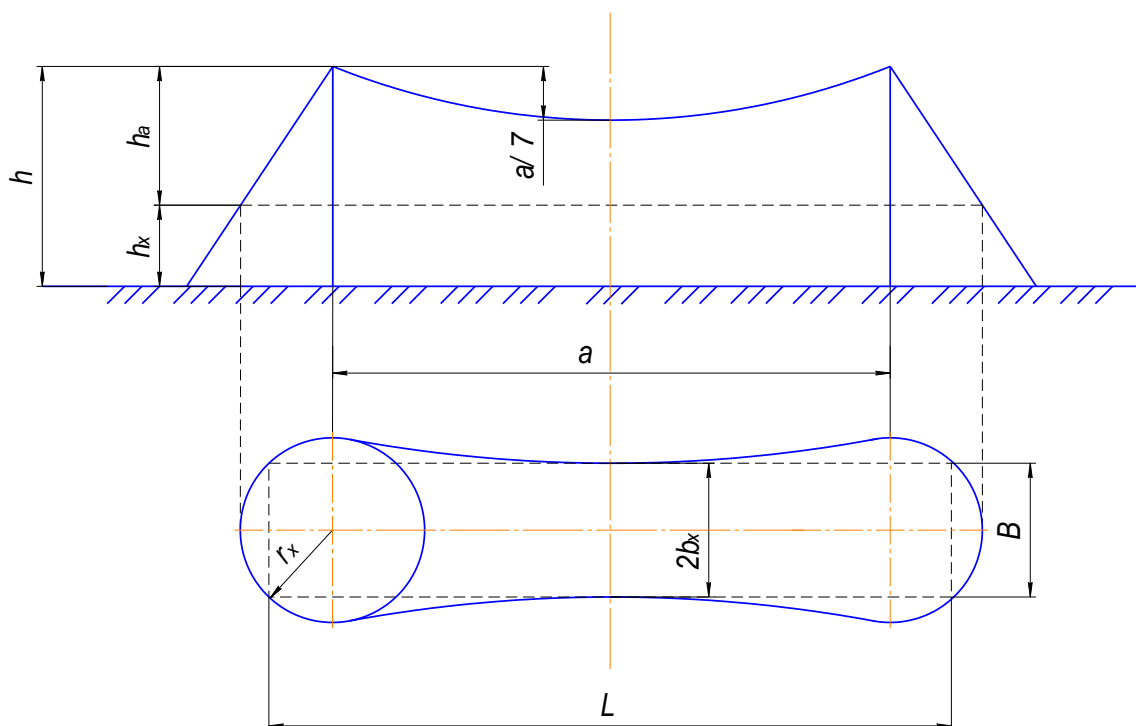


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

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.

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 проведення модернізованих робіт енергетичної установки гібридного автомобіля, було розроблено наступні заходи:

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

Були розглянуті потенційні події, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізованих робіт сучасного автомобіля.

Також був проведений розрахунок пожежної безпеки будівлі, де відбуваються діагностичні та відновлювальні роботи автомобілів.

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 згорання.

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, $C_n^{\bar{}} = 53,00$ грн./л;

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

Тоді:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{53,00 \cdot 3,0}{100} = 1,59 \text{ грн/км}$$

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, $g_{п.п} = 0,5$ л/100 км.

Отже:

$$Z_{п}^в = \frac{53,00 \cdot 0,5}{100} = 0,27 \text{ грн./км}$$

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:

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

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

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

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

$$Z = 1,59 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 13,94 \text{ грн./км};$$

- з модернізованою

$$Z = 0,27 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 12,62 \text{ грн./км.}$$

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

- з модернізованою

$$Z_{д} = 12,62 \cdot 14850 = 187439,00 \text{ грн./рік};$$

- з базовою

$$Z_{д} = 13,94 \cdot 14850 = 207009,00 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річний економічний ефект від модернізованої системи складе:

$$E = 207009,00 - 187439,00 = 19570,00 \text{ грн./рік}$$

5.2 Висновки

За використання гібридного автомобіля, де приводом служить комбінована енергоустановка (з модернізованим генеруючим обладнанням), споживання палива зменшилося приблизно на 0,5 літри на 100 км., порівняно з базовим. Це призвело до річного економічного ефекту, у розмірі близько 19570,00 гривень.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Техніко-економічні обґрунтування енергетичних комбінованих установок показали, що значну роль на їхню якісну роботу, впливає генеруючий електричний пристрій та його конструктивна частина.

Тому, наша гіпотеза (на проведення модернізації генераторної установки), буде стосуватися підвищення її енергетичних показників, зменшення габаритних розмірів та надійності роботи спряжених елементів, що формуватимуть вихідну електричну енергію для живлення тягових електродвигунів.

Аналіз структурних принципів гібридних силових установок автомобіля показав, що автомобілі з будь-яким типом гібридної технології є ефективнішими, економічнішими та екологічно чистішими, ніж їх традиційні аналоги.

Було розроблено напрямок розвитку і концептуальні рішення для створення екологічно чистих транспортних засобів, за використання енергетичної установки, у комплект якої входить лінійний генератор, вагою до 32 кг.

Застосування гібридних силових установок на автомобілях, сприяє підвищенню їхньої екологічної чистоти, паливної економічності та тягово-швидкісної характеристики, що дозволяє розігнати електромобіль до 80 км/год., витрачаючи при цьому 12 кВт год електричної енергії.

Представлено послідовність дій для модернізації комбінованої енергоустановки гібридного автомобіля, з метою підвищення його експлуатаційних показників, основним приводом якого стануть приводні тягові електродвигуни. При цьому, вага електромобіля зменшиться на 400 кг, а двигун внутрішнього згорання, працюватиме без колінчастого і розподільчого валів та зменшиться його об'ємна та масова вага у 10 разів.

Потужність позиційного двигуна внутрішнього згорання складе близько 0,7 кВт, а потужність лінійного генератора – 24 кВт, що буде достатньо для приведення у рух гібрида (електромобіля), вагою до 1200 кг.

Для забезпечення безпеки під час проведення модернізованих робіт енергетичної установки гібридного автомобіля, було розроблено наступні заходи:

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

Були розглянуті потенційні події, що можуть вплинути на безпеку проведення модернізованих робіт сучасного автомобіля.

Також був проведений розрахунок пожежної безпеки будівлі, де відбуваються діагностичні та відновлювальні роботи автомобілів.

За використання гібридного автомобіля, де приводом служить комбінована енергоустановка (з модернізованим генеруючим обладнанням), споживання палива зменшилося приблизно на 2,5 літри на 100 км., порівняно з базовим. Це призвело до річного економічного ефекту, у розмірі близько 19570,00 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. 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.

12. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009. 400с.
13. 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.
14. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.
15. Лінійні генератори до гібридних автомобілів/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.youtube.com/redirect>.
16. Яценко К.Г., Блещенко М.О., Коростильов Г.Л., Чепурний Ю.В. Експериментальне дослідження віброакустичним методом клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Системи озброєння і військова техніка. 2020. N 1(61). С. 177-182. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.21>.
17. 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.
18. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. 240 с.
19. 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.