

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ

Група АТ – 21-2

Сокирко Максим

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Міністерство освіти і науки України
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту

Сокирко Максим Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 653.13.07

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Дослідження та розрахунок силового приводу
гібридних автомобілів

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Криштопа Святослав Ігорович

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

_____ Криштопа С.І.
(підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2025

Інститут інженерної механіки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завкафедрою АТ

_____ С.І. Криштопа
„_____” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр _____ Сокирко Максим Віталійович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема** „ Дослідження та розрахунок силового приводу гібридних автомобілів ” затверджена наказом по університету від _____ № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____ 19.06.2025 р.
3. Вихідні дані до проекту: Проаналізувати існуючі схеми гібридних автомобілів та розробити оптимізаційні моделі гібридної установки та удосконалений технологічний процес діагностування КПП CHEVROLET VOLT EV.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ. 1. АНАЛІЗ ГІБРИДНИХ СХЕМ АВТОМОБІЛІВ. 2. ОСНОВНІ СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ГІБРИДНИХ СХЕМ АВТОМОБІЛІВ ТА ЇХНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗОВАНОЇ СХЕМИ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ. 4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ДІАГНОСТУВАННЯ КПП АВТОМОБІЛЯ-ГІБРИДА CHEVROLET VOLT. 5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ АВТОМОБІЛІВ. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 - 1 Тема БР
 - 2 ІСНУЮЧІ СХЕМИ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ
 - 3 БЛОК-СХЕМА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІБРИДНОЮ СИСТЕМОЮ ТА АЛГОРИТМ РЕЖИМІВ РУХУ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ
 4. ПРИНЦИПОВА СХЕМА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СИЛОВОЮ ГІБРИДНОЮ УСТАНОВКОЮ
 5. ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ГЕНЕРАТОР-ДВЗ-ЕЛЕКТРОМОТОР
 - 6-8 МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОЇ УСТАНОВКИ
 - 9 МОДЕЛЬ ПОСЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНОЇ ГІБРИДНОЇ УСТАНОВКИ
 - 10 ПОТУЖНІСТЬ, ЯКУ ГЕНЕРУЄ ВИСОКОВОЛЬТНА БАТАРЕЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМУ РУХУ
 - 11-13 РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ КПП CHEVROLET VOLT EV
 - 14 Висновки

Керівник _____ /С. Криштопа/
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання _____
Особистий підпис Розшифровка підпису

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему: «Дослідження та розрахунок силового приводу гібридних автомобілів» складається із 76 аркушів формату А4, на яких містяться 5 розділів, 11 таблиць, 25 рисунків.

У даній бакалаврській роботі було виконано аналіз гібридних схем автомобілів, розглянуто переваги та недоліки гібридної установки послідовного типу, паралельного типу, послідовно-паралельної гібридної установки. Були ідентифіковані основні компоненти цих схем і з'ясований їх принцип роботи.

Досліджено вимоги до автомобільних датчиків струму гібридних автомобілів. Розглянуто особливості двигунів внутрішнього згоряння для гібридних автомобілів. Вивчено вимоги до мотор-генераторів гібридних автомобілів та зроблено вибір перетворювачів електричної напруги. Досліджено вимоги та характеристики високовольтних батарей.

Розроблено структурну та принципову електричну схему системи керування рухом гібридного автомобіля. Здійснена оптимізація роботи системи генератор-ДВЗ-електромотор. Складено алгоритм режимів руху гібридного автомобіля.

Застосовано програму SIMULINK для моделювання послідовно-паралельної схеми гібридного автомобіля. Розроблено моделі елементів гібридного автомобіля: контролера, планетарної передачі, електричного двигуна, двигуна внутрішнього згоряння, високовольтної батареї, конвертера DC-DC. Виконано моделювання роботи гібридного автомобіля згідно розробленої моделі у програмі SIMULINK.

Виконано розроблення удосконаленого технологічного процесу діагностування КПП CHEVROLET BOLT EV.

Ключові слова: система керування двигунами, гібридний автомобіль, моделювання, вихідні сигнали, мотор-генератор, високовольтна батарея.

THE ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work on the topic: "Research and calculation of the power drive of hybrid vehicles" consists of 76 sheets of A4 format, which contain 5 sections, 11 tables, 25 figures.

In this bachelor's work, an analysis of hybrid vehicle circuits was performed, the advantages and disadvantages of a series-type, parallel-type, and series-parallel hybrid installation were considered. The main components of these circuits were identified and their principle of operation was clarified.

The requirements for automotive current sensors of hybrid vehicles were studied. The features of internal combustion engines for hybrid vehicles were considered. The requirements for motor-generators of hybrid vehicles were studied and the choice of electric voltage converters was made. The requirements and characteristics of high-voltage batteries were studied.

A structural and principle electrical diagram of the hybrid vehicle motion control system was developed. The operation of the generator-internal combustion engine-electric motor system was optimized. An algorithm for the hybrid vehicle motion modes was compiled.

The SIMULINK program was used to simulate the series-parallel circuit of a hybrid vehicle. Models of the elements of a hybrid vehicle were developed: controller, planetary gear, electric motor, internal combustion engine, high-voltage battery, DC-DC converter. The operation of a hybrid vehicle was simulated according to the developed model in the SIMULINK program.

An improved technological process for diagnosing the CHEVROLET BOLT EV gearbox was developed.

Keywords: engine control system, hybrid vehicle, simulation, output signals, motor-generator, high-voltage battery.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ГІБРИДНИХ СХЕМ АВТОМОБІЛІВ.....	8
2 ОСНОВНІ СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ГІБРИДНИХ СХЕМ АВТОМОБІЛІВ ТА ЇХНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	17
3 МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗОВАНОЇ СХЕМИ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ.....	35
4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ДІАГНОСТУВАННЯ КПП АВТОМОБІЛЯ-ГІБРИДА CHEVROLET VOLT	43
5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ АВТОМОБІЛІВ	52
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ. ПРЕЗЕНТАЦІЯ.....	60

					БР.АТ-69.00.00.000 ПЗ			
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження та розрахунок силового приводу гібридних автомобілів	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Сокирко М.В.				6	6	76
Перевір.		Криштопа С.І.				ІФНТУНГ, АТ-21-2		
Реценз.								
Н. контр.		Прунько І.Б.						
Затверд.		Криштопа С.І.						

ВСТУП

З поступом технологій і розвитком автомобільної промисловості, гібридні автомобілі стали все більш популярними серед власників транспортних засобів. Їх екологічна ефективність та економічні переваги створили попит на такі автомобілі, які поєднують двигуни з внутрішнього згоряння з електричними системами.

Однак, зростання популярності гібридних автомобілів ставить перед технічними обслуговуючими центрами нові виклики. Розроблення ефективного технологічного процесу технічного обслуговування системи керування рухом гібридних автомобілів стає надзвичайно важливим завданням для забезпечення безперебійної експлуатації цих транспортних засобів.

Система керування рухом гібридного автомобіля складається з комплексу електронних, електричних та механічних компонентів, які взаємодіють між собою для забезпечення ефективного переміщення автомобіля та оптимізації його роботи. Ця система включає у себе електромотори, акумуляторні батареї, керуючі блоки, сенсори, електричні кабелі та інші компоненти, які вимагають професійного обслуговування та регулярного технічного огляду.

Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування системи керування рухом гібридних автомобілів має на меті створення систематизованої методології для виконання різноманітних робіт, пов'язаних з діагностикою, налагодженням та ремонтом цих складних систем. Це включає в себе перевірку та налагодження електричних компонентів, діагностику систем керування, вимірювання енергоефективності, а також заміну та обслуговування батарейних систем.

У даному дослідженні розробляється оптимальний технологічний процес технічного обслуговування системи керування рухом гібридних

					БР.АТ-69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобілів. Мета полягає в покращенні продуктивності та ефективності обслуговування гібридних автомобілів, забезпеченні високої якості робіт та максимальному задоволенні потреб власників таких транспортних засобів.

У цьому дослідженні ми враховуємо особливості систем керування рухом гібридних автомобілів, аналізуємо існуючі методи технічного обслуговування та шукаємо способи оптимізації процесів. Наша робота спрямована на виявлення недоліків та вдосконалення підходів до обслуговування гібридних автомобілів, з метою покращення їх ефективності та надійності.

Очікується, що результати цього дослідження сприятимуть покращенню технічного обслуговування гібридних автомобілів і забезпечать оптимальний технологічний процес для системи керування рухом. Це відкриє нові можливості для експлуатації гібридних автомобілів і сприятиме подальшому розвитку автомобільної індустрії у напрямку більш сталої та екологічної майбутнього.

					БР.АТ-69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ГІБРИДНИХ СХЕМ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Варіанти гібридних силових установок

Існує три варіанти гібридних силових установок:

Гібридна установка послідовного типу рис. 1.1. - це система, яка поєднує два різних джерела енергії для приводу транспортного засобу. Вона складається з двигуна з внутрішнього згоряння (ДВЗ) та електричного двигуна (ЕД).

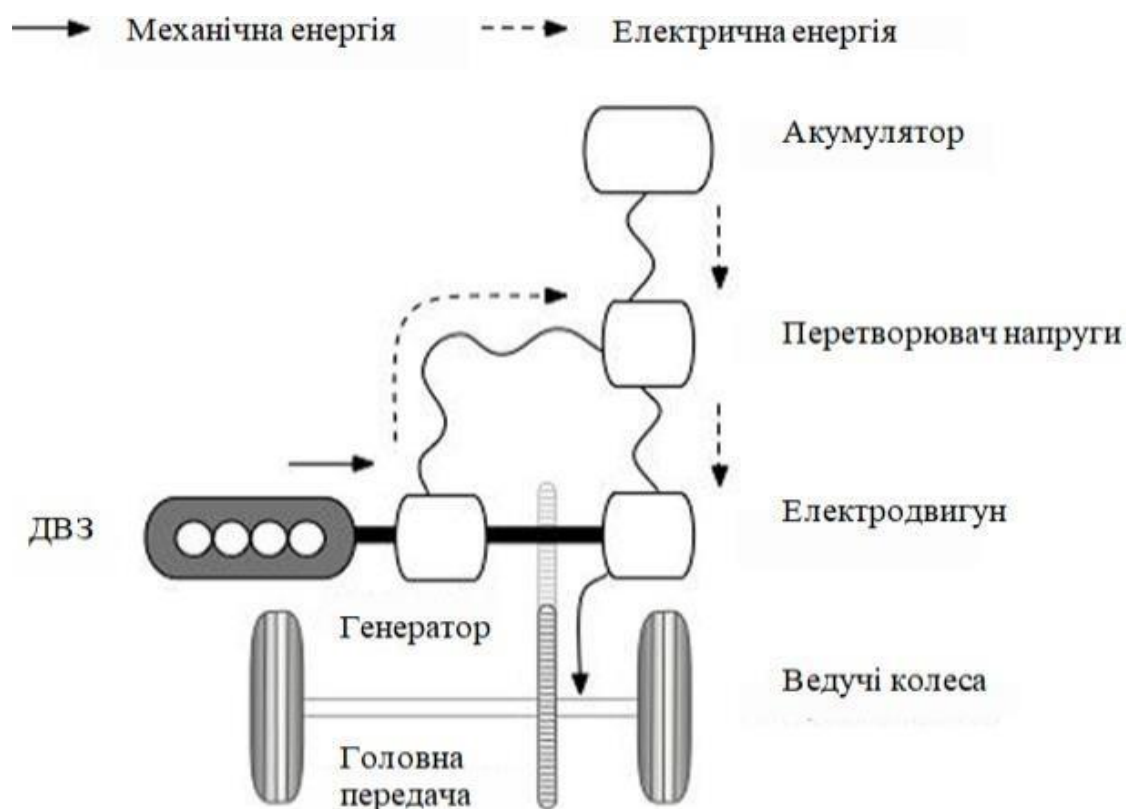


Рис. 1.1. Схема гібридної установки послідовного типу

У гібридній установці послідовного типу ДВЗ використовується як головне джерело енергії. Він приводить генератор, який в свою чергу живить електричний двигун або заряджає батарею. Електричний двигун використовується для підтримки руху автомобіля або для допомоги ДВЗ при прискоренні. Батарея відновлює свою енергію під час гальмування та децентралізованого руху.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Основна перевага гібридної установки послідовного типу полягає у зменшенні споживання палива та викидів шкідливих речовин. Коли автомобіль рухається з низькою швидкістю або утримується на місці, ДВЗ автоматично вимикається, що дозволяє економити паливо та знижувати рівень шкідливих викидів. Крім того, гібридна установка послідовного типу може забезпечити додаткову потужність під час прискорення, завдяки використанню електричного двигуна.

Ця установка також має свої виклики та обмеження. Наприклад, обмежена потужність батареї може обмежувати дальність поїздки в режимі електромобіля. Крім того, вона потребує складнішої системи керування та керування енергією для оптимального розподілу енергії між ДВЗ та електричним двигуном.

У деяких випадках гібридна установка послідовного типу може бути використана як проміжний крок на шляху до повноцінного електричного приводу. Вона може бути перехідним рішенням для поліпшення екологічних характеристик транспортних засобів та зменшення залежності від палива.

В цілому, гібридна установка послідовного типу є одним з варіантів розвитку автомобільної технології, який поєднує переваги двигуна з внутрішнього згоряння та електричного приводу. Вона може привести до зниження споживання палива та викидів шкідливих речовин, а також до поліпшення загальної продуктивності автомобілів та забезпечення більш сталої та екологічної майбутнього автопромисловості.

1.2. Переваги гібридної установки послідовного типу

Економія палива: Гібридна установка послідовного типу дозволяє зменшити споживання палива, особливо у міському режимі, завдяки використанню електричного приводу та енергії, що відновлюється під час гальмування.

Зменшення викидів шкідливих речовин: Використання електричного приводу у гібридній установці послідовного типу допомагає зменшити викиди шкідливих вуглеводнів та викиди парникових газів, що сприяє зниженню

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

негативного впливу на довкілля.

Покращена ефективність: Комбінація ДВЗ та електричного двигуна дозволяє досягти більшої ефективності у використанні енергії, що впливає на загальну продуктивність автомобіля та його рухові характеристики.

Розширена дальність поїздки: Використання електричного приводу дозволяє збільшити дальність поїздки, особливо у режимі електромобіля. Гібридна установка послідовного типу дозволяє комбінувати енергію з батареї та ДВЗ для подолання більших відстаней.

Недоліки гібридної установки послідовного типу:

Вища вартість: Гібридні системи, включаючи гібридну установку послідовного типу, мають вищу вартість порівняно з традиційними автомобілями з ДВЗ. Це може бути наслідком складнішої конструкції, використання електричних компонентів та батарей.

Обмежена потужність: Гібридна установка послідовного типу може мати обмежену потужність батареї, що може впливати на загальну продуктивність автомобіля та його здатність до швидкого прискорення.

Складніше управління: Гібридна установка послідовного типу вимагає складнішої системи керування та керування енергією для оптимального розподілу енергії між ДВЗ та електричним двигуном.

Залежність від зарядної інфраструктури: Для оптимального використання гібридної установки послідовного типу може знадобитися наявність доступної зарядної інфраструктури для зарядки батареї. Відсутність зарядних станцій може обмежити можливості використання електричного режиму.

Потреба у технічному обслуговуванні: Гібридні системи вимагають спеціального технічного обслуговування та діагностики, що може бути складнішим та дорожчим порівняно з традиційними автомобілями.

Розглядаючи переваги та недоліки гібридної установки послідовного типу, варто зважати на конкретні потреби та умови використання, а також на доступність необхідних ресурсів та інфраструктури.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Гібридна установка паралельного типу - це система, що поєднує два джерела енергії - двигун з внутрішнього згоряння (ДВЗ) та електричний двигун (ЕД) - для приводу транспортного засобу. У гібридній установці паралельного типу обидва двигуни можуть одночасно працювати або приводити транспортний засіб окремо.

Гібридна установка послідовного типу встановлена на різних автомобілях, що пропонують гібридні моделі. Деякі з відомих автомобільних виробників, які використовують гібридну установку послідовного типу, включають:

Toyota: Toyota Prius є однією з найбільш відомих гібридних моделей, де використовується гібридна установка послідовного типу. Також інші моделі Toyota, такі як Camry Hybrid, Corolla Hybrid і RAV4 Hybrid, мають гібридну установку послідовного типу.

Honda: Honda Insight і Honda Accord Hybrid - це дві популярні моделі від Honda, які використовують гібридну установку послідовного типу для ефективного використання енергії.

Ford: Ford Fusion Hybrid і Ford C-Max Hybrid є прикладами гібридних моделей від Ford, де використовується гібридна установка послідовного типу.

Hyundai: Hyundai Ioniq Hybrid і Hyundai Sonata Hybrid - це дві гібридні моделі, які використовують гібридну установку послідовного типу для ефективного приводу.

1.2. Переваги гібридної установки паралельного типу

У гібридній установці паралельного типу (рис. 1.2) ДВЗ та ЕД з'єднані з трансмісією, яка дозволяє передавати потужність на колеса автомобіля. ДВЗ використовується як головне джерело енергії, особливо при високих швидкостях або під час потреби в більшій потужності. Електричний двигун використовується як допоміжне джерело енергії для зменшення споживання палива та емісії шкідливих речовин, особливо у міському режимі або при низьких швидкостях.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

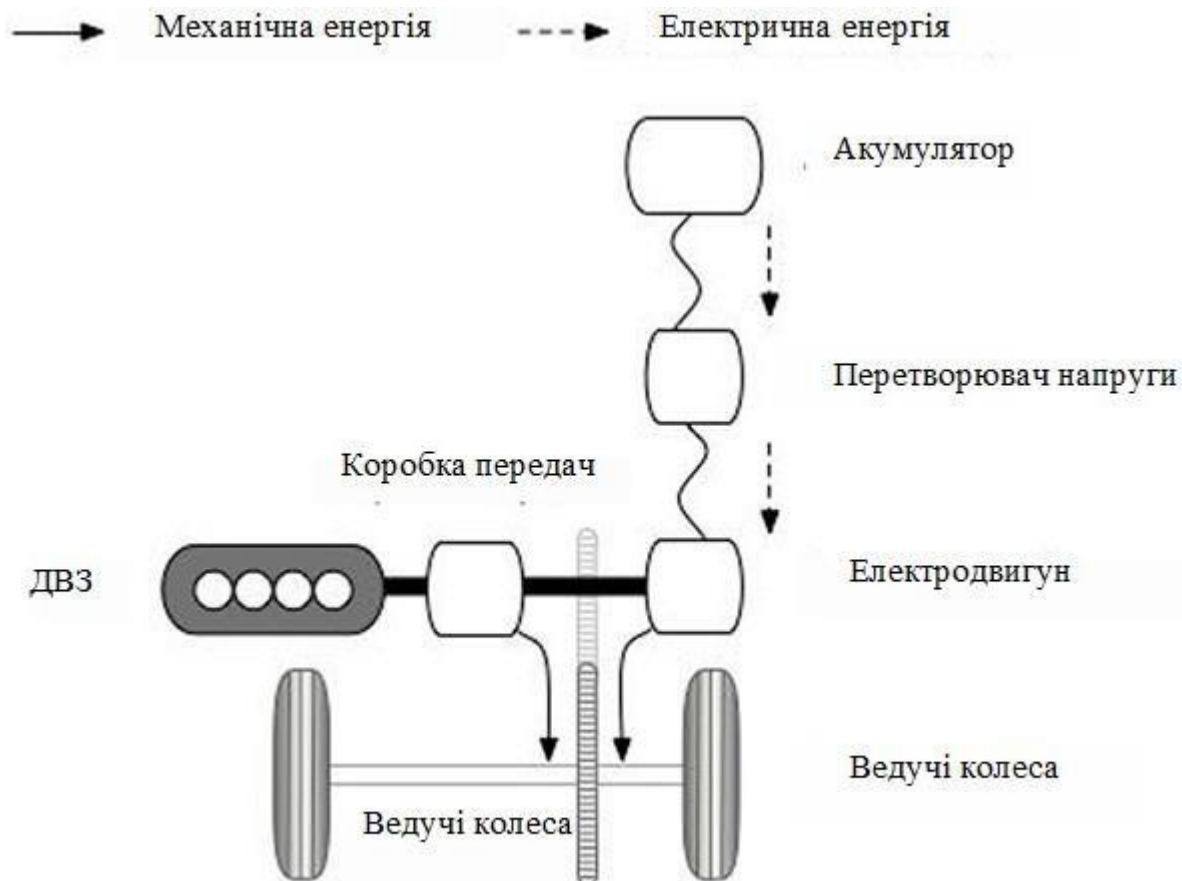


Рис.1.2 Схема гібридної установки паралельного типу

Основні переваги гібридної установки паралельного типу включають:

Економія палива: Використання електричного приводу у гібридній установці паралельного типу допомагає зменшити споживання палива та викиди шкідливих речовин. Електричний двигун активується під час низьких швидкостей або у міському режимі, коли вимагається менша потужність.

Покращена продуктивність: Гібридна установка паралельного типу може забезпечити додаткову потужність та підвищену реактивність завдяки спільній роботі ДВЗ та електричного двигуна. Це дозволяє автомобілю мати кращі рухові характеристики та більшу динаміку прискорення.

Розширена дальність поїздки: Використання електричного приводу дозволяє збільшити дальність поїздки. Батарея електричного двигуна може бути заряджена в режимі генератора під час руху автомобіля або зовнішнього джерела електроживлення.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Покращена екологічність: Гібридна установка паралельного типу допомагає знизити викиди шкідливих речовин та парникових газів, сприяючи покращенню якості повітря та зменшенню негативного впливу на довкілля.

Недоліки гібридної установки паралельного типу включають:

Вища вартість: Гібридна установка паралельного типу може бути дорожчою в порівнянні з традиційними автомобілями з ДВЗ, через використання двох джерел енергії та складну технологію.

Зайнятість місця: Гібридна установка паралельного типу може вимагати більше простору у салоні автомобіля, оскільки потребує розміщення ДВЗ та електричного двигуна разом з батареєю.

Вага: Додаткове обладнання, таке як батарея, може збільшити загальну вагу автомобіля, що може вплинути на його маневреність та паливну ефективність.

Потреба у технічному обслуговуванні: Гібридна установка паралельного типу вимагає спеціального технічного обслуговування та діагностики, оскільки має складну структуру та різні компоненти.

Загалом, гібридна установка паралельного типу є перспективним рішенням у сфері автомобільної технології, яке поєднує переваги ДВЗ та електричного приводу.

Гібридна установка паралельного типу встановлена на різних автомобілях, що пропонують гібридні моделі. Деякі з відомих автомобільних виробників, які використовують гібридну установку паралельного типу, включають:

Toyota: Toyota Prius Prime є однією з популярних гібридних моделей, де використовується гібридна установка паралельного типу. Також інші моделі Toyota, такі як Toyota Camry Hybrid і Toyota Highlander Hybrid, мають гібридну установку паралельного типу.

Ford: Ford Escape Hybrid і Ford Explorer Hybrid - це дві моделі від Ford, які використовують гібридну установку паралельного типу для забезпечення ефективного приводу та енергоефективності.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Honda: Honda Accord Hybrid і Honda CR-V Hybrid - це дві гібридні моделі, які використовують гібридну установку паралельного типу для забезпечення оптимального сполучення ДВЗ та електричного приводу.

Hyundai: Hyundai Ioniq Plug-in Hybrid і Hyundai Tucson Hybrid – це приклади гібридних моделей від Hyundai, де використовується гібридна установка паралельного типу для ефективного використання енергії та зменшення викидів.

1.4 Гібридна установка послідовно-паралельного типу

Гібридна установка послідовно-паралельного типу (рис. 1.3) є комплексною системою, яка поєднує два види приводів - ДВЗ (двигун внутрішнього згоряння) та електричний двигун - для приводу транспортного засобу. Цей тип гібридної установки комбінує переваги обох систем, щоб забезпечити оптимальну продуктивність та ефективність автомобіля.

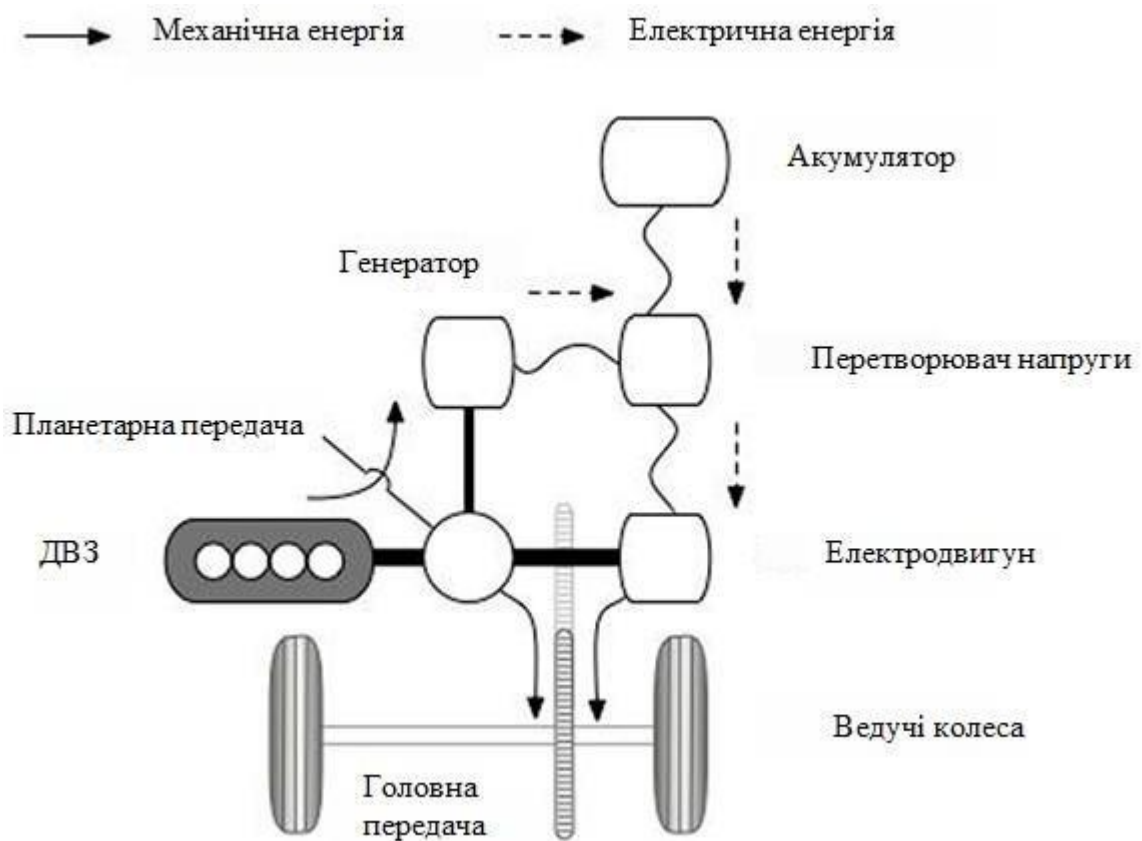


Рис. 1.4. Схема послідовно-паралельної гібридної установки.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

У гібридній установці послідовно-паралельного типу ДВЗ та електричний двигун можуть працювати як окремо, так і спільно, залежно від умов руху та потреби енергії. Основні компоненти цієї системи включають ДВЗ, генератор, батарею, інвертор та електричний мотор.

Коли автомобіль рухається на невеликій швидкості або вимагає невеликого навантаження, використовується електричний привід. Енергія з батареї передається до електричного мотора, який забезпечує рух автомобіля. При цьому ДВЗ може бути вимкнтий або працювати на низьких обертах, щоб ефективно заряджати батарею за допомогою генератора.

Коли потрібна більша потужність або автомобіль рухається з високою швидкістю, ДВЗ запускається і працює на повних обертах. Це забезпечує потрібну енергію для приводу автомобіля та одночасно заряджає батарею через генератор. В такому режимі електричний мотор може також допомагати ДВЗ, щоб забезпечити додаткову потужність та поліпшити продуктивність автомобіля.

Основною перевагою гібридної установки послідовно-паралельного типу є можливість оптимального використання обох приводів залежно від умов руху та енергетичних потреб. Це дозволяє забезпечити економію палива, зниження викидів шкідливих речовин та покращення загальної продуктивності автомобіля. Крім того, гібридна установка послідовно-паралельного типу може також використовувати енергію, що відновлюється під час гальмування, для заряджання батареї, підвищуючи ефективність системи.

Проте, слід зазначити, що гібридна установка послідовно-паралельного типу має складнішу конструкцію та потребує більш складного управління. Вона також може бути витратною у вигляді вартості та технічного обслуговування. Однак, завдяки комбінації двох приводів, цей тип гібридної установки є привабливим варіантом для забезпечення ефективності та сталості руху гібридних автомобілів. Гібридна установка послідовно-паралельного типу використовується на різних автомобілях, що пропонують гібридні моделі. Ось

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

кілька прикладів автомобільних виробників та моделей, де встановлюється гібридна установка послідовно-паралельного типу:

Toyota: Toyota Prius Plug-in Hybrid є однією з популярних гібридних моделей, що використовують гібридну установку послідовно-паралельного типу. Ця установка дозволяє комбінувати роботу двигуна з внутрішнього згорання та електромотора для забезпечення оптимальної ефективності палива.

Ford: Ford Fusion Energi Plug-in Hybrid є моделлю, яка використовує гібридну установку послідовно-паралельного типу. Вона дозволяє комбінувати роботу бензинового двигуна та електромотора для досягнення максимальної ефективності й електричного пробігу.

Chevrolet: Chevrolet Volt є ще однією гібридною моделлю, де використовується гібридна установка послідовно-паралельного типу.

Постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Під час виконання дипломної роботи були розглянуті наявні гібридні схеми. Були ідентифіковані основні компоненти цих схем і з'ясований їх принцип роботи. На основі цього дослідження були зроблені такі висновки:

Розробити систему керування рухом гібридного автомобіля, що забезпечить оптимальний розподіл енергії у гібридній силовій установці, мінімізуючи витрати та забезпечуючи безпеку та екологічність.

Провести огляд останніх досягнень у сфері датчиків.

Створити універсальний процедурний алгоритм функціонування системи.

Розробити план дій для оптимальних режимів руху, включаючи алгоритми їх виконання.

Вибрати метод визначення ефективності реалізації системи, в якій досягається нульовий збиток і отримується прибуток, що компенсує витрати.

Основна користь даної роботи полягає в здатності представленої системи до більш раціонального розподілу як електричної, так і механічної енергії.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ОСНОВНІ СКЛАДОВІ ЕЛЕМЕНТИ ГІБРИДНИХ СХЕМ ТА ЇХНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Датчики струму гібридних автомобілів

Автомобільні датчики струму використовуються для вимірювання електричного струму, що протікає через силові дроти автомобіля. Основними вимогами до таких датчиків є надійність, точність та відповідність стандартам автомобільної промисловості. Ось деякі вимоги до автомобільних датчиків струму гібридних автомобілів:

Надійність: Датчики струму повинні бути дуже надійними і здатними працювати в різних умовах експлуатації, включаючи широкий температурний діапазон, вологість та вібрації. Вони повинні бути захищені від короткого замикання та перевантаження.

Точність: Датчики струму повинні мати високу точність вимірювання, оскільки неправильне вимірювання може призвести до некоректної роботи електричних систем автомобіля. Точність може вимірюватись у відсотках від повного масштабу вимірювання.

Широкий діапазон вимірювання: Датчики струму повинні мати широкий діапазон вимірювання, щоб забезпечити можливість вимірювати різні рівні струму, що протікає через проводи автомобіля. Діапазон вимірювання може варіюватись від декількох міліампер до кількох сотень ампер.

Сумісність з автомобільною електричною системою: Датчики струму повинні бути сумісними з автомобільною електричною системою, включаючи напруговий рівень та тип сигналу. Зазвичай використовується напруга 12 або 24 вольти, а тип сигналу може бути аналоговим або цифровим.

Захист від електромагнітних перешкод: Датчики струму повинні бути захищені від електромагнітних перешкод, що можуть виникати в автомобільній електричній системі. Це допоможе уникнути спотворення сигналу та забезпечить правильну роботу датчика.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Зручність установки: Датчики струму повинні мати зручну конструкцію для легкої установки в систему автомобіля. Вони можуть мати різні типи кріплення, які дозволяють їх закріплювати на проводах або на інших частинах автомобіля.

Ці вимоги можуть варіюватись залежно від конкретних додаткових вимог виробників автомобілів та використовуваних технологій. Отже, перед вибором датчика струму для конкретного застосування в автомобілі, рекомендується ознайомитись з вимогами, наведеними в технічних специфікаціях відповідного виробника.

Таблиця 2.1. Основні типи датчиків струму

Метод виміру	Метод резисторного шунту	Метод струмового трансформатора	Магнітно-пропорційний метод	Метод магнітного балансу
Чутливий елемент	Резисторний шунт	-	Датчик холу	Датчик холу
Точність	Низька	Дуже низька	Висока	Дуже висока
Ізоляція	Дуже низька	Висока	Висока	Висока
Вимірюваний струм	AC/DC	AC	AC/DC	AC/DC
Кількість компонентів	Велике	Середнє	Середнє	Низьке
Споживання струму	Середнє	Низьке	Низьке	Середнє
Вартість	Низька	Низька	Середня	Висока

Окремі вимоги до автомобільних датчиків струму можуть залежати від конкретних застосувань та систем, в яких вони використовуються. Однак,

основними загальними технологічними вимогами до автомобільних датчиків струму є:

Діапазон вимірювання: Датчики струму повинні мати широкий діапазон вимірювання, щоб враховувати різні рівні струму, що протікають через проводи автомобіля. Вимоги до діапазону можуть варіюватись від кількох міліампер до кількох сотень ампер.

Точність: Датчики струму повинні мати високу точність вимірювання, оскільки неправильні вимірювання можуть призвести до некоректної роботи електричних систем автомобіля. Точність може вимірюватись у відсотках від повного масштабу вимірювання.

Надійність: Датчики струму повинні бути надійними і здатними працювати в різних умовах експлуатації. Вони повинні бути стійкими до впливу вологості, пилу, вібрацій та температурних коливань, які можуть відбуватись у середовищі автомобіля.

Швидкодія: Датчики струму повинні забезпечувати швидкість реагування на зміни струму. Швидкодія є важливою, особливо при вимірюванні змінного струму (АС), де точність вимірювання може залежати від частоти змін.

Сумісність з електричною системою: Датчики струму повинні бути сумісними з електричною системою автомобіля, включаючи напруговий рівень та тип сигналу.

Особливість датчика SAA-200 полягає в його здатності досягати високої точності завдяки використанню методу магнітного балансу. Для досягнення необхідної точності вимірювання, розробники датчика визнали, що метод магнітного балансу є найбільш підходящим.

Компанія TDK, яка виробляє датчики SAA-200, спеціалізується на застосуванні методу магнітного балансу у своїх продуктах. Цей метод дозволяє досягти максимальної точності вимірювань шляхом установаження рівноваги між зовнішнім магнітним полем і внутрішнім полем датчика.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Використання методу магнітного балансу в датчику SAA-200 забезпечує високу стабільність і надійність вимірювань, дозволяючи отримувати точні дані навіть при зміні умов оточення. Це робить датчик SAA-200 ефективним і надійним рішенням для різних застосувань, де потрібна висока точність вимірювань.

Цей метод працює наступним чином: в сердечнику з магнітом'якого матеріалу з високою проникністю розташований датчик Холла в повітряному зазорі. Магнітний потік B_1 проходить через датчик Холла і залежить від вимірюваного струму (що протікає крізь кабель, струмову шину тощо), який може збільшуватися або зменшуватися.

Сигнал від датчика Холла подається на операційний підсилювач, вихід якого зв'язаний з котушкою зворотного зв'язку, через яку протікає струм зворотного зв'язку. Цей струм зворотного зв'язку викликає протилежний магнітний потік B_2 . Опукла котушка зворотного зв'язку розрахована таким чином, щоб магнітний потік B_2 був рівним B_1 .

Таким чином, завдяки зворотному зв'язку, створюється магнітне поле, яке точно компенсує вплив вимірюваного струму на датчик Холла. Це дозволяє забезпечити стабільні вимірювання і зберегти магнітний потік, що проникає через датчик на постійному рівні B_1 .

Цей принцип магнітного балансу в датчику SAA-200 гарантує високу точність і надійність вимірювань навіть у змінних умовах. Це особливо важливо для додатків, де потрібна точна і стабільна магнітна вимірювальна система.

$$I_1 \times N_1 = I_2 \times N_2.$$

$$I_1 = 200 \text{ A},$$

$$N_1 = 1 \text{ виток},$$

$$N_2 = 4000 \text{ витків},$$

$$200 \times 1 = I_2 \times 4000 = 200 \text{ A}.$$

$$I_2 = 0,05 \text{ A}.$$

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою вимірювального резистора пропускається струм 0,05 А. Таким чином, шляхом вимірювання напруги на цьому резисторі можна визначити значення струму ІІ. Цей метод, який широко використовується, забезпечує високу стабільність і точність вимірювань.

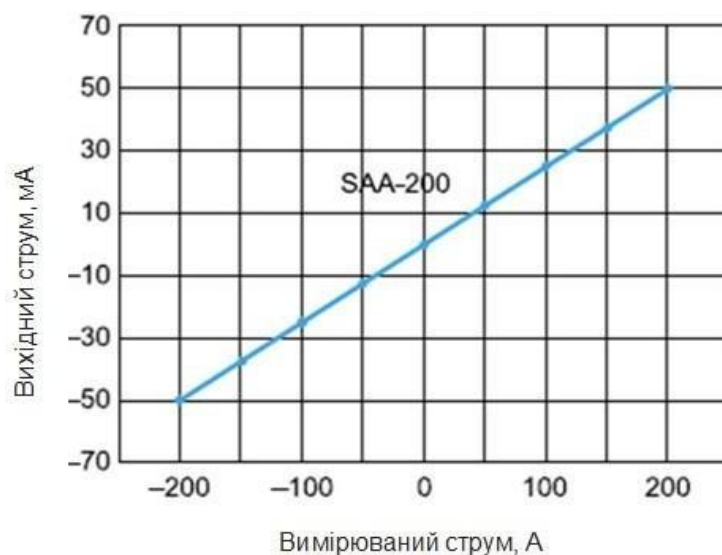


Рис. 2.1 Приклад вихідної характеристики

Таблиця 2.2. Порівняння датчиків поточного та нового покоління

Параметри	Поточне покоління датчиків	Нове покоління датчиків струму
Метод	Магнітний баланс	Магнітний баланс
Напруга ІІІ	$\pm 12\text{В}$	+ 5В
Вихідний параметр	Вихідний струм	Вихідна напруга
Приклади	+ 200А \rightarrow +50мА	+ 200А \rightarrow +4.5В
	0А \rightarrow 0мА	0А \rightarrow +2.5В
	-200А \rightarrow -50мА	-200А \rightarrow +0.5В

Отже, шляхом контролю напруги на вимірювальному резисторі, можна визначити поточну величину струму ІІ. Завдяки загальноприйнятому застосуванню цього методу, досягається надійна і стабільна вимірювальна система, яка забезпечує високу точність результатів вимірювань.

Лінійність вихідної характеристики.

На відміну від цього при використанні методу магнітного балансу магнітний потік всередині сердечника дорівнює нулю - завдяки магнітному потоку, що зрівнює, викликаному дією котушки зворотного зв'язку, як описано вище.

2.2 Особливості двигунів внутрішнього згоряння для гібридних автомобілів

Двигун 1NZ-FXE є 1,5-літровим, бензиновим, чотирьохциліндровим двигуном, розробленим японською компанією Toyota. Він використовується в багатьох моделях автомобілів Toyota, зокрема в Prius, Yaris, Aqua (продажа в Японії), Auris Hybrid, Corolla Hybrid та інших.

Основні характеристики двигуна 1NZ-FXE:

Об'єм: Двигун має об'єм 1,5 літра, що дозволяє забезпечити прийнятну потужність і економічність роботи.

Тип палива: Використовується бензин як основне паливо.

Конфігурація циліндрів: Чотири циліндри розташовані рядно.

Подвійний рядний розподільчий вал: Двигун оснащений подвійним рядним розподільчим валом (DOHC), що дозволяє кращий контроль над роботою клапанів і забезпечує оптимальну ефективність.

Система паливоподачі: Використовується система безпосереднього впорскування палива (Direct Injection System), що забезпечує кращу економію палива та зниження рівня викидів.

Гібридна технологія: Двигун 1NZ-FXE використовується в гібридних автомобілях Toyota, тому він має додаткові компоненти, такі як електромотор і батарею, для поліпшення паливної ефективності та зниження викидів шкідливих речовин.

Потужність: Залежно від конкретної модифікації і автомобільної платформи, потужність двигуна 1NZ-FXE може варіюватись в діапазоні від 72 до 78 кіловатт (97-105 кінських сил).

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Обертний момент: Максимальний обертовий момент складає близько 111-130 Нм в залежності від версії і конфігурації.

Екологічність: Завдяки гібридній технології, двигун 1NZ-FXE відповідає вимогам стандартів щодо викидів шкідливих речовин, що сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

Економічність палива: Двигун 1NZ-FXE славиться своєю високою паливною ефективністю, забезпечуючи економічну роботу на довгих відстанях.

Загалом, двигун 1NZ-FXE є компактним, потужним, економічним і екологічним агрегатом, який використовується в гібридних моделях Toyota для забезпечення оптимальної комбінації продуктивності і паливної ефективності.

2.3 Вимоги до мотор-генераторів гібридних автомобілів

Двигун-генератор, що використовується в автомобілі Toyota Prius, має різні компоненти і функції, які спільно працюють для забезпечення гібридної системи приводу. Основні характеристики мотор-генератора в Toyota Prius включають наступне:

Тип: Мотор-генератор використовується в гібридних системах Toyota Prius і є синхронним електромотором.

Функції: Мотор-генератор виконує декілька функцій в гібридній системі Prius. Він виступає як стартер для запуску двигуна внутрішнього згорання і генератор для заряду внутрішнього акумулятора і підтримки роботи системи.

Потужність: Потужність мотор-генератора може варіюватись в залежності від конкретної моделі Prius і покоління. У новіших моделях Prius потужність мотор-генератора може становити близько 53 кВт (71 кінська сила).

Робочий діапазон обертів: Мотор-генератор в Prius може працювати в широкому діапазоні обертів, що дозволяє ефективно використовувати електромотор як для руху автомобіля, так і для заряду акумулятора.

Енергія рекуперації: Мотор-генератор використовує систему рекуперації енергії, що дозволяє перетворювати кінетичну енергію, що втрачається під час

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гальмування і гальмівного ефекту двигуна, на електричну енергію для заряду акумулятора.

Режими роботи: Мотор-генератор може працювати в різних режимах, включаючи режим електромотора, коли автомобіль рухається виключно за рахунок електричного мотора, і режим генератора, коли мотор-генератор заряджає акумулятор або допомагає двигуну внутрішнього згорання.

Регенерація гальмівної енергії: Мотор-генератор використовує систему регенерації гальмівної енергії, що дозволяє конвертувати частину енергії, яка втрачається під час гальмування, на електричну енергію для подальшого використання.

Інтеграція з двигуном внутрішнього згорання: Мотор-генератор в Prius інтегрований з двигуном внутрішнього згорання і системою керування, що дозволяє оптимально керувати роботою гібридної системи.

Ці характеристики мотор-генератора в Toyota Prius допомагають забезпечити ефективну роботу гібридної системи, покращену паливну ефективність та зменшення викидів шкідливих речовин.

2.4 Вибір перетворювачів електричної напруги

Перетворювач напруги в автомобілі Toyota Prius, відомий як інвертор (inverter), є ключовим компонентом гібридної системи автомобіля. Його основною функцією є перетворення постійного струму (DC) з батареї на змінний струм (AC) для живлення електричних моторів та інших систем автомобіля.

Основні характеристики перетворювача напруги в автомобілі Toyota Prius можуть варіюватися залежно від конкретної моделі та року випуску. Узагальнюючи, наведу деякі загальні описи та характеристики, які можуть бути притаманні цьому компоненту:

Постачання живлення: Інвертор отримує постійний струм від батареї гібридної системи автомобіля і перетворює його на змінний струм, який використовується для живлення електричних моторів.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Номинальна потужність: Інвертори в автомобілі Toyota Prius можуть мати різні номінальні потужності залежно від моделі. Зазвичай вони забезпечують достатню потужність для приводу електричних моторів, заряджання батареї та живлення додаткових електричних пристроїв.

Вихідна напруга: Інвертори виробляють змінний струм з контрольованою напругою для живлення електричних систем автомобіля. Напруга може варіюватися залежно від потреб системи, але зазвичай вона відповідає стандартному напруговому рівню для електричних систем автомобіля, наприклад, 220-240 В.

Інтелектуальне управління: Інвертори в автомобілі Toyota Prius зазвичай мають вбудовані системи управління, які контролюють потужність, швидкість та інші параметри роботи. Це дозволяє оптимізувати роботу гібридної системи автомобіля для досягнення найбільшої ефективності палива.

Система охолодження: Інвертори, особливо високовольтні, можуть мати вбудовану систему охолодження для забезпечення стабільної роботи. Це може включати радіатори, вентилятори або інші компоненти для відведення тепла від інвертора.

Захист від перевантажень та короткого замикання: Інвертори зазвичай мають вбудовані захисні механізми, які реагують на перевантаження або короткі замикання, щоб запобігти пошкодженню системи та забезпечити безпеку.

Енергорекуперація: Важливою функцією перетворювача напруги в гібридних автомобілях, включаючи Toyota Prius, є здатність відновлювати енергію під час гальмування або сповільнення. Інвертор може використовувати енергію, яка зазвичай втрачається у вигляді тепла, для заряджання батареї, що сприяє підвищенню ефективності палива.

Важливо відзначити, що конкретні технічні характеристики та властивості інвертора в автомобілі Toyota Prius можуть відрізнятися залежно від року випуску, моделі та регіону. Для отримання детальнішої інформації рекомендується звернутися до офіційних джерел, таких як руководство

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

користувача або сертифіковані сервісні центри Toyota.

2.5 Вимоги та характеристики високовольтних батарей

Високовольтна батарея в автомобілі Toyota Prius Hybrid є основним джерелом енергії для електричної системи і гібридного приводу. Це літій-іонна батарея, яка забезпечує живлення електричних моторів та зберігає енергію, відновлену під час рекуперації енергії під час гальмування та сповільнення. Нижче наведена детальна характеристика високовольтної батареї Toyota Prius Hybrid:

Тип батареї: Літій-іонна батарея є найпоширенішим типом батарей, який використовується в гібридних автомобілях, включаючи Toyota Prius. Цей тип батареї відомий своєю високою енергетичною щільністю, тривалим терміном служби та здатністю до швидкого заряду.

Номинальна напруга: Високовольтна батарея Toyota Prius Hybrid має номінальну напругу, яка може коливатися залежно від конкретної моделі і року випуску. Зазвичай вона становить близько 200-300 вольт.

Ємність: Ємність батареї вимірюється в кіловат-годинах (kWh) і вказує на кількість енергії, яку батарея може зберігати. Високовольтна батарея Toyota Prius Hybrid має варіюючу ємність залежно від моделі і року випуску, і зазвичай вона становить близько 4-8 kWh.

Розташування: Високовольтна батарея Toyota Prius Hybrid зазвичай розташовується під заднім сидінням або у багажному відділенні автомобіля. Це спеціально спроектоване місце для забезпечення оптимального розподілу ваги та забезпечення безпеки пасажирів.

Управління та контроль: Високовольтна батарея Toyota Prius Hybrid має вбудовану систему управління та контролю, яка відповідає за заряджання, розряджання, моніторинг стану батареї та захист від перевантажень або коротких замикань.

Життєвий цикл: Літій-іонні батареї мають високий життєвий цикл, що

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

означає, що вони можуть пройти велику кількість циклів заряду-розряду до того, як їх потрібно буде замінити або обслуговувати. Зазвичай високовольтна батарея Toyota Prius Hybrid має тривалий термін служби, але це також може залежати від умов експлуатації та правильного обслуговування.

Важливо відзначити, що конкретні технічні характеристики високовольтної батареї можуть відрізнятися залежно від моделі та року випуску Toyota Prius Hybrid. Для отримання докладної інформації рекомендується звернутися до офіційних джерел, таких як керівництво користувача або сертифіковані сервісні центри Toyota.

2.6 Пристрій розподілу потужності

Розподільник потужності Power Split Device (PSD) є ключовим компонентом гібридної системи автомобіля Toyota Prius. Його основною функцією є керування потоками потужності між двигуном згорання та електричними моторами для досягнення оптимальної ефективності палива. Ось детальна характеристика розподільника потужності Power Split Device:

Основний принцип роботи: Розподільник потужності Power Split Device використовує планетарну передачу для комбінації потоків потужності від двигуна згорання і електричних моторів. Він забезпечує можливість одночасної роботи двигуна згорання та електричних моторів, а також перемикання між режимами руху, такими як електромобільний режим, заряджання батареї та генерація електричної енергії під час гальмування.

Електричні мотори: Розподільник потужності PSD має два електричних мотори - MG1 (Motor Generator 1) і MG2 (Motor Generator 2). MG1 виконує функції генератора, який забезпечує заряджання батареї та створення електричної потужності для руху автомобіля, а також функції стартера для запуску двигуна. MG2 відповідає за привід коліс та надання потужності для руху автомобіля.

Планетарна передача: Розподільник потужності PSD використовує

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

планетарну передачу, що складається з сонячного колеса, планетарного колеса та обігруючого колеса. Ця конструкція дозволяє розподілити потужність між різними компонентами системи залежно від потреб і забезпечити оптимальну ефективність роботи.

Керування електронікою: Розподільник потужності PSD керується спеціальною електронною системою, яка моніторить стан автомобіля, вимірює швидкість, оберти двигуна та електричних моторів, і приймає рішення щодо розподілу потужності для оптимальної продуктивності та ефективності.

Режими роботи: Розподільник потужності PSD дозволяє автомобілю Toyota Prius працювати в різних режимах руху, таких як електричний режим, коли автомобіль працює виключно на електричній потужності, та гібридний режим, коли двигун згоряння та електричні мотори працюють спільно для найбільшої ефективності палива.

Ці характеристики є загальним описом розподільника потужності Power Split Device в автомобілі Toyota Prius.

2.7 Оптимізація роботи системи генератор-ДВЗ-електромотор

Графіки, що відображають взаємозв'язок між роботою двигуна згоряння, генератора та електричного мотора на прикладі автомобіля, який не перебуває в режимі роботи або не запущений.

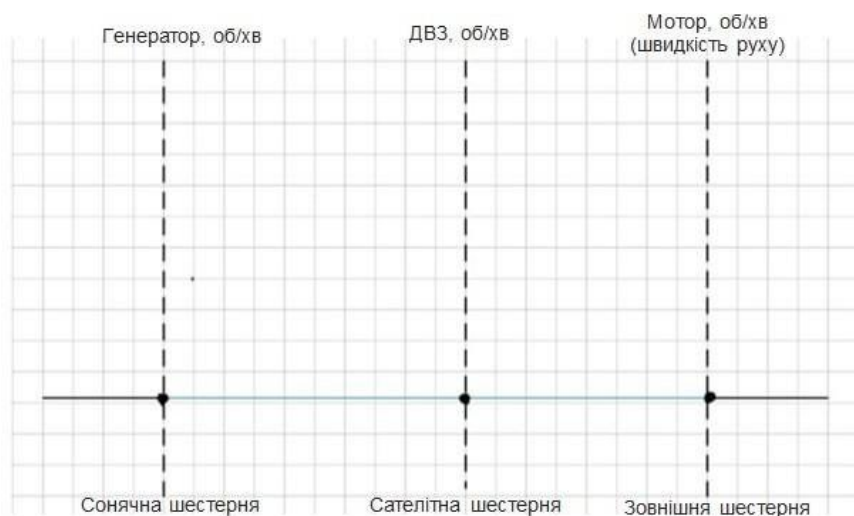


Рис. 2.2. Графік, який відображає залежність крутного моменту в не запущеному стані.

Під час процесу запуску двигуна внутрішнього згорання, генератор та електромотор знаходяться в неактивному стані.

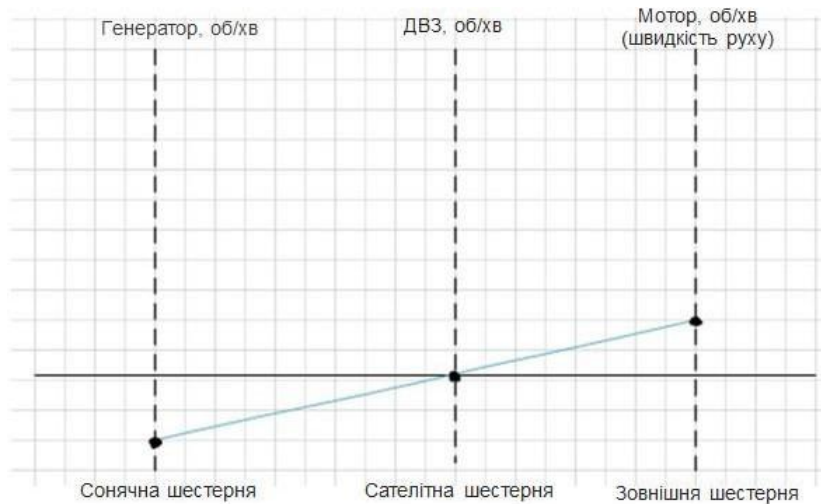


Рис. 2.3. Графік, що відображає залежність крутного моменту під час процесу запуску.

Під час розгону зі старту автомобіль використовує тільки електричний двигун.

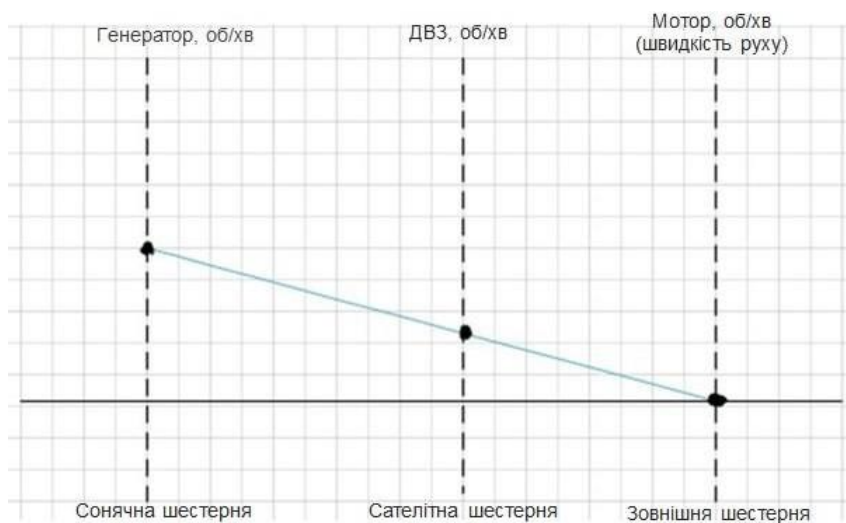


Рис. 2.4. Графік, який показує залежність крутного моменту під час процесу розгону.

Під час процесу прискорення в нормальному режимі руху, оберти двигуна внутрішнього згоряння зростають, і одночасно генератор починає генерувати електрику. Ця електрика використовується разом з електрикою з високовольтної батареї, при цьому двигун внутрішнього згоряння додає свою власну потужність для збільшення прискорення.

2.8 Система керування гібридною установкою

Система керування THS II (Toyota Hybrid System II) є комплексною гібридною установкою, яка використовується в гібридних автомобілях Toyota. Ось детальна характеристика цієї системи:

Структура: THS II складається з декількох ключових компонентів, включаючи двигун внутрішнього згоряння, електричні мотори, високовольтну батарею, генератор, розподільник потужності (Power Split Device), і електронну керуючу систему.

Режими роботи: Система THS II має кілька режимів роботи, включаючи електричний режим, коли автомобіль працює виключно на електричній потужності, і гібридний режим, коли двигун внутрішнього згоряння та електричні мотори працюють спільно для досягнення оптимальної ефективності палива.

Енергетичний потік: Система THS II керує енергетичним потоком між двигуном внутрішнього згоряння, електричними моторами і батареєю з метою забезпечення оптимального використання енергії та ефективності палива. Вона вирішує, коли використовувати електричний режим, коли запустити двигун внутрішнього згоряння та коли комбінувати роботу обох.

Рекуперація енергії: THS II включає функцію рекуперації енергії, яка дозволяє відновлювати частину енергії, яка віддається під час гальмування або сповільнення автомобіля. Ця енергія зберігається в батареї для подальшого використання.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ефективність роботи інших компонентів.

Це загальна характеристика системи керування THS II гібридною установкою, яка використовується в гібридних автомобілях Toyota.

Принцип роботи системи керування THS II (Toyota Hybrid System II) гібридною установкою полягає в ефективному комбінуванні роботи двигуна внутрішнього згорання та електричних моторів для забезпечення оптимальної ефективності палива і низького рівня викидів.

Основні принципи роботи системи THS II включають:

Старт і зупинка двигуна: Під час старту система THS II використовує електричний мотор для запуску двигуна внутрішнього згорання, забезпечуючи плавний і ефективний старт. Після запуску двигуна система автоматично керує його режимами роботи, включаючи зупинку на холостому ході під час стоячого режиму.

Рекуперація енергії: Система THS II використовує функцію рекуперації енергії під час гальмування або сповільнення. Електричні мотори переключаються на генераторний режим, щоб відновити частину енергії, яка віддається під час гальмування, і перетворити її на електричну енергію, яка зберігається у високовольтній батареї для подальшого використання.

Розподільник потужності: Один з ключових компонентів системи THS II - розподільник потужності (Power Split Device). Цей пристрій дозволяє ефективно комбінувати потужність двигуна внутрішнього згорання і електричних моторів для приведення автомобіля в рух. Розподільник потужності контролює розподіл потоку енергії між різними приводними системами, забезпечуючи оптимальну ефективність та швидкість руху.

Управління режимами роботи: Система THS II автоматично переключається між різними режимами роботи, в залежності від умов дороги, потреби в потужності та заряду високовольтної батареї. Вона може працювати в електричному режимі, коли автомобіль рухається виключно на електричній енергії, або в гібридному режимі, коли працюють і двигун внутрішнього

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

згоряння, і електричні мотори.

Оптимізація потужності: Система керування THS II надає оптимізоване керування потужністю, враховуючи режими руху, швидкість, навантаження та інші фактори. Вона розподіляє потужність між двигуном внутрішнього згоряння і електричними моторами таким чином, щоб забезпечити ефективність палива та оптимальну продуктивність автомобіля.

Це загальний принцип роботи системи керування THS II гібридною установкою. Врахуйте, що деталі принципу роботи можуть варіюватися в залежності від конкретної моделі гібридного автомобіля Toyota.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3. МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗОВАНОГО ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ

3.1 Принципова схема системи керування рухом гібридного автомобіля

Для даної гібридної установки була розроблена та зроблена в MS Office Visio - принципова схема.

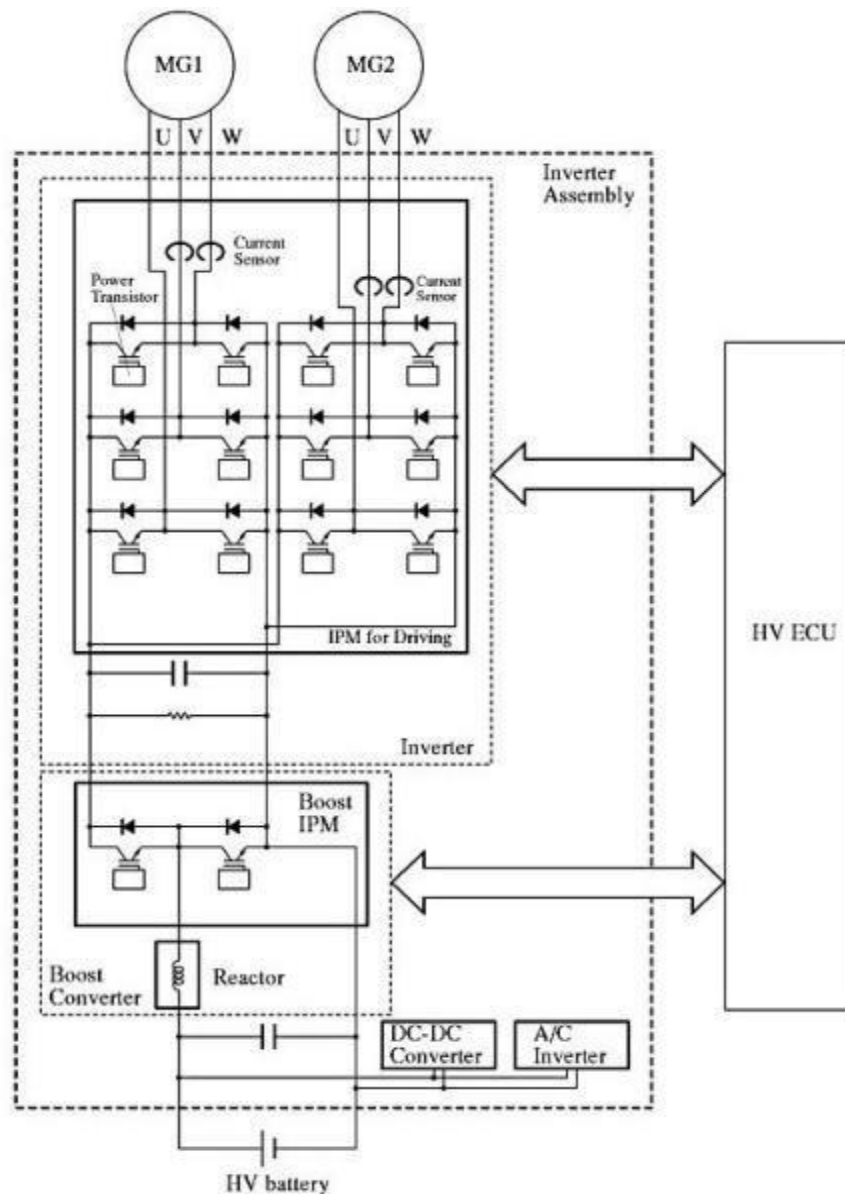


Рис. 3.1 Принципова схема системи керування силової гібридної установки

У даній моделі основним тяговим електромотором є трифазний змінного струму електричний двигун з потужністю 50 кВт. Крім того, використовується планетарна передача.

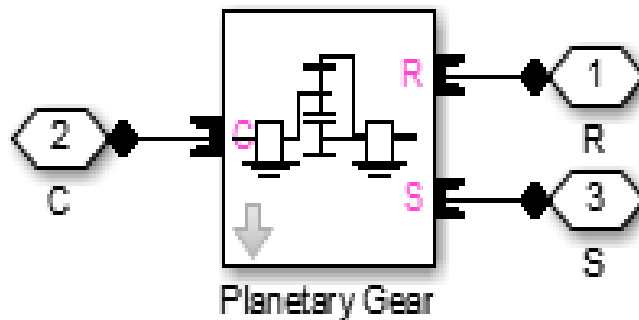


Рис. 3.5. Модель планетарної передачі

У якості трансмісії було вибрано діляник потужності (Power Split Device, PSD). Основним компонентом автомобільної трансмісії є планетарний механізм, який використовується як діляник потужності (Split Device).

Контролер.

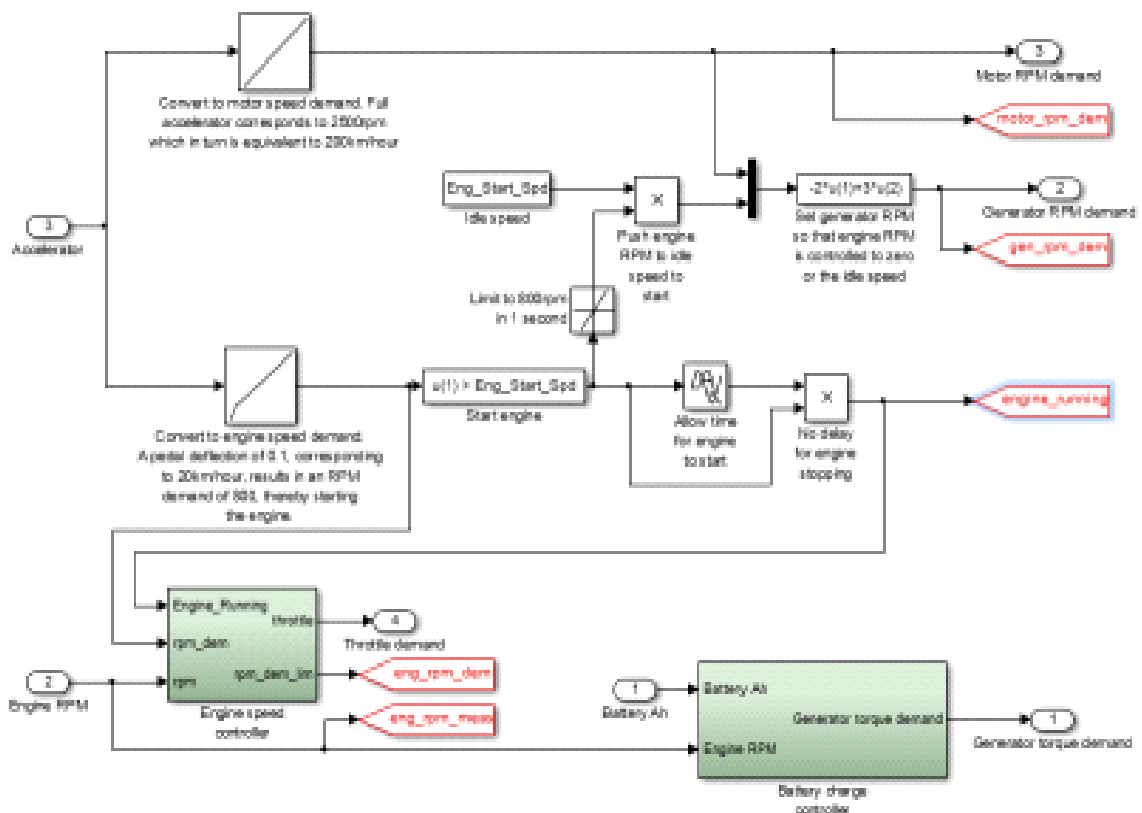


Рис. 3.6 Модель контролера

Це є системою, що розподіляє потужність. Вона складається з двох компонентів: контролера швидкості електродвигуна та контролера заряду батареї.

Генератор.

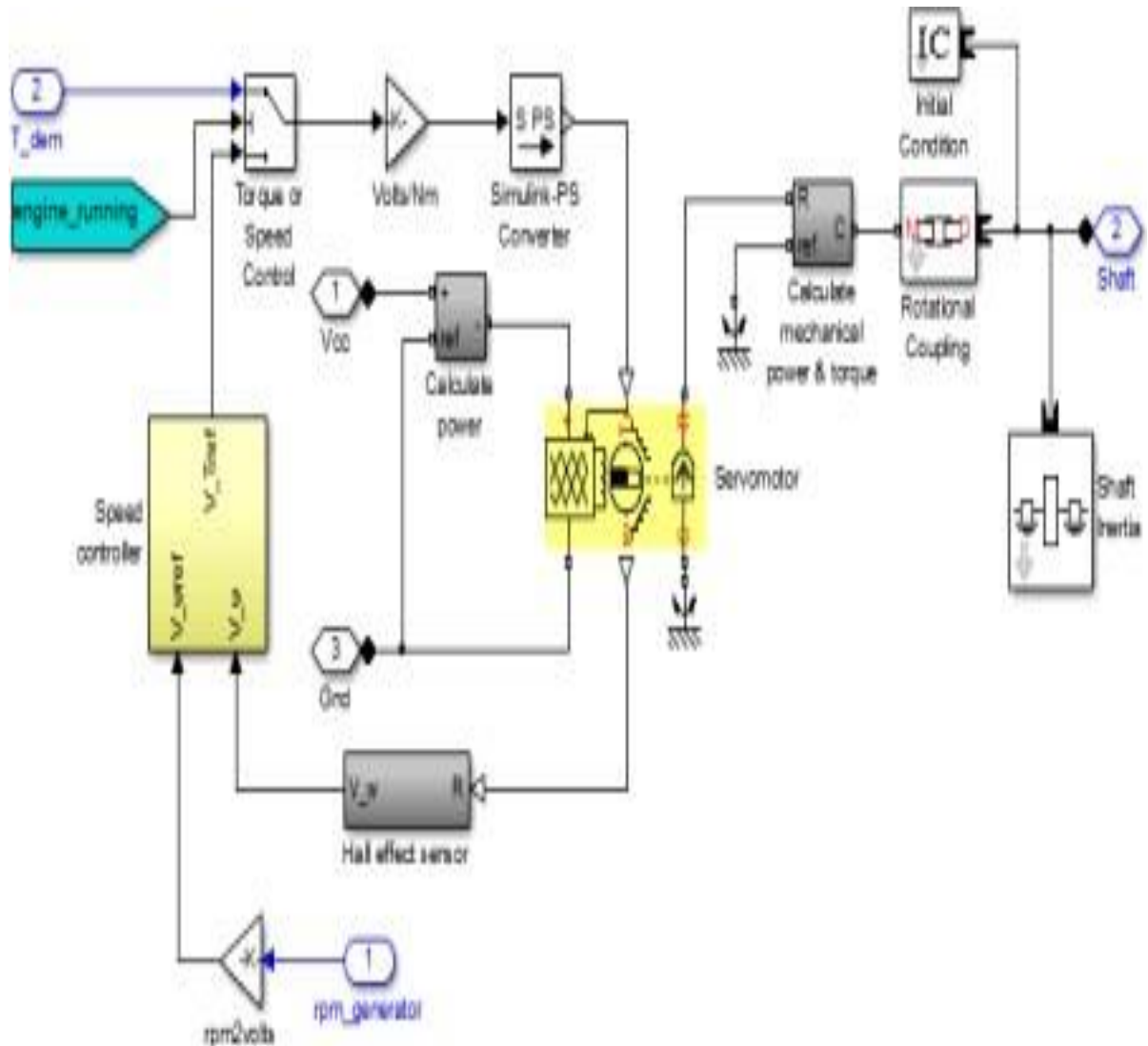


Рис. 3.7. Модель генератора MG1

У цій моделі використовується генератор потужністю 18 кВт. Генератор MG1 використовується як стартер та призначений для роботи з двигуном. Контролер генератора використовується для керування зарядом високовольтної батареї під час роботи двигуна. Крім того, генератор може відновлювати енергію під час гальмування. Високовольтна батарея також є частиною цієї системи.

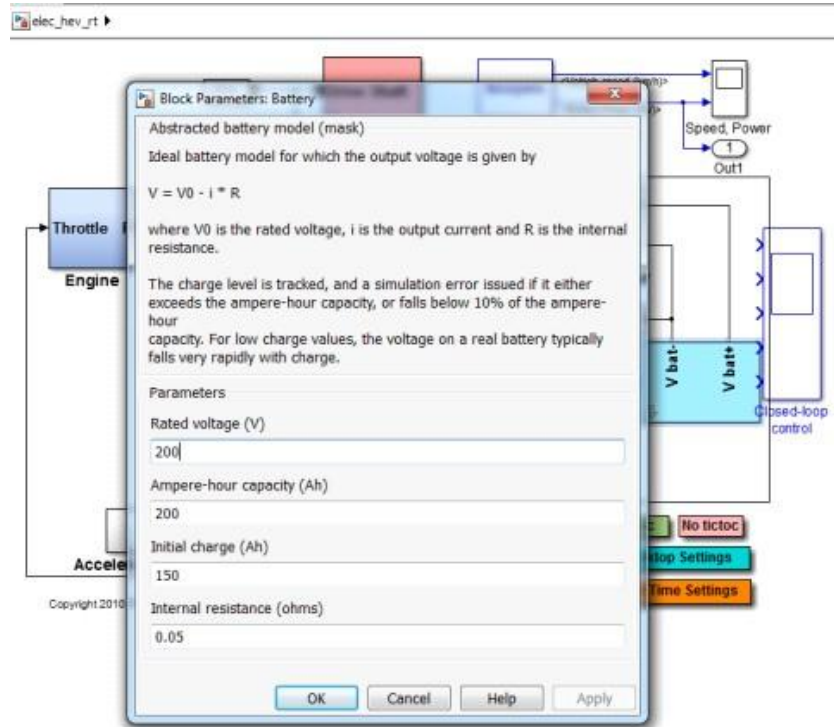


Рис. 3.8. Модель високовольтної батареї

У даному випадку, акумулятор має ємність 200 Ач, напругу 200 В і максимальний струм 80 А. Для використання у інверторі, напруга батареї піднімається до 500 В за допомогою спеціального пристрою - DC-DC конвертера, відомого як "booster".

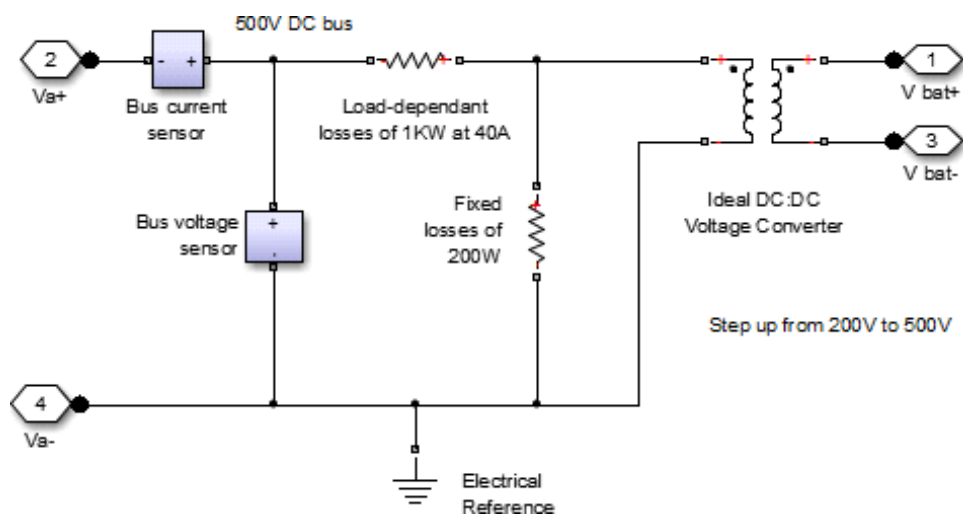


Рис. 3.9 Модель конвертера DC-DC

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Для перетворення напруги з 200 В на 12 В було використано DC-DC конвертер, який був обраний як перетворювач.

Була створена модель гібридної послідовно-паралельної установки, в яку внесені дані, що відповідають нашим компонентам.

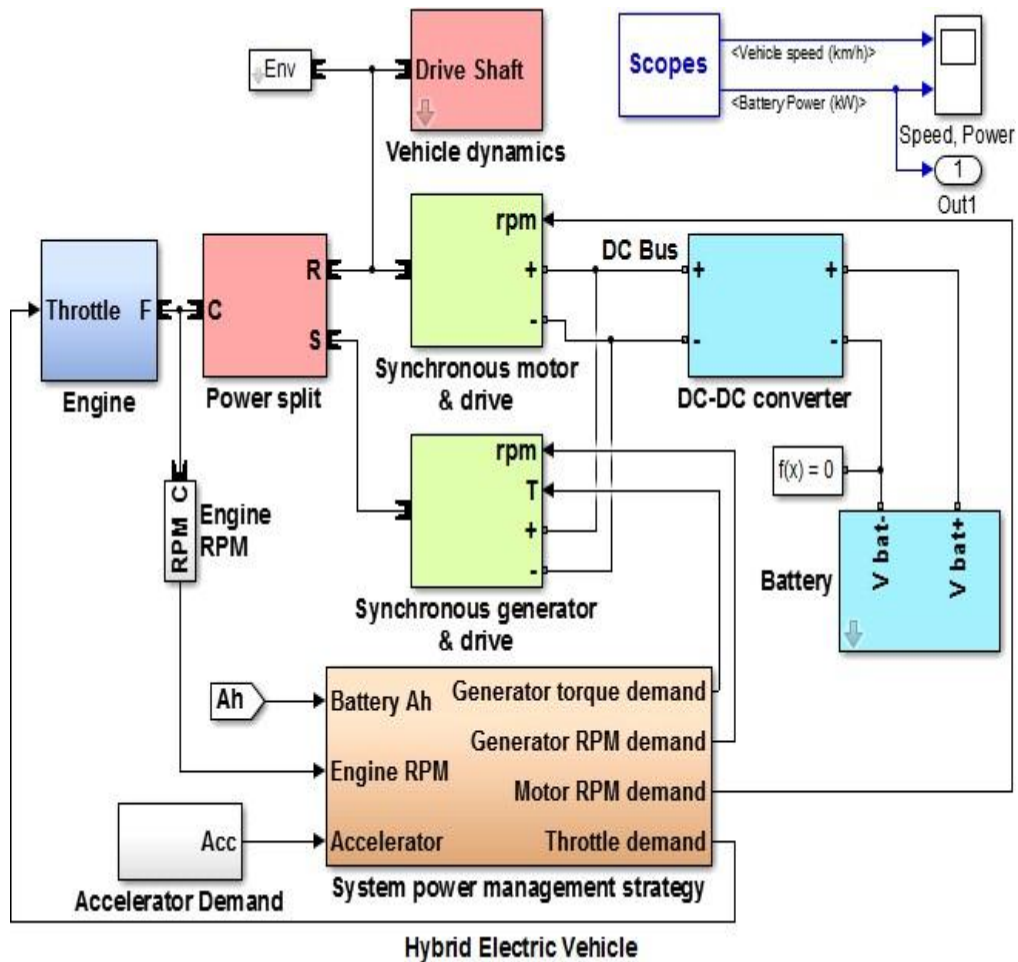


Рис. 3.10. Модель послідовно-паралельної гібридної установки.

Для візуальної демонстрації розподілу потужності команда Scopes була задіяна. За допомогою Scopes виводяться два графіки. Перший графік відображає швидкість автомобіля у км/год, а другий графік показує криву потужності високовольтної батареї. Виведені результати демонструють залежність між вироблюваною потужністю та швидкістю автомобіля. Тестуються режими прискорення, крейсерської швидкості та уповільнення.

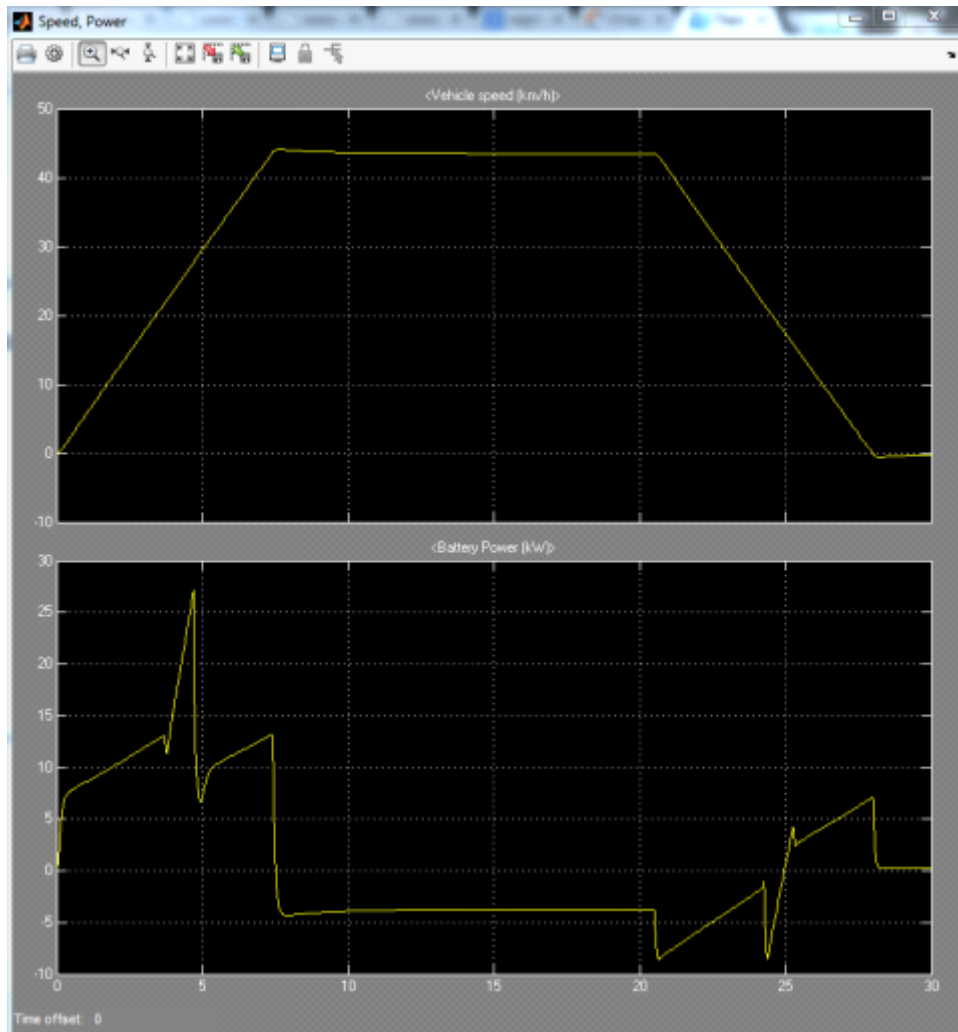


Рис. 3.11. Потужність, яку генерує високовольтна батарея в залежності від режиму руху.

З рисунка 3.11 можна зрозуміти, яку потужність генерує високовольтна батарея в залежності від режиму руху.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ДІАГНОСТУВАННЯ КПП АВТОМОБІЛЯ-ГІБРИДА CHEVROLET VOLT

4.1 Характеристики автомобіля

Автомобіль моделі Chevrolet Bolt EV (Opel Ampera-e), випущено у 2018 році. Цей автомобіль обладнаний приводом на передні колеса, при цьому його двигун розташований уздовж осі. В оригінальну конфігурацію, яка включала електромотор Chevrolet, батарею та трансмісію, були внесені зміни, замінивши їх на комплектуючі, що розглядаються у подальших розділах для аналізу ефективності та споживання енергії. Додаткові технічні деталі викладені в таблиці 4.1 нижче.

Таблиця 4.1. Технічні характеристики Chevrolet Bolt EV.

Споряджена маса, кг	1616
Коефіцієнт опору повітря	0.3
Площа фронтальної проекції, м ²	2.22
Коефіцієнт опору кочення шин	0.01
Динамічний діаметр шини, 225/50R16	0.632
Коефіцієнт тертя шини	4.1

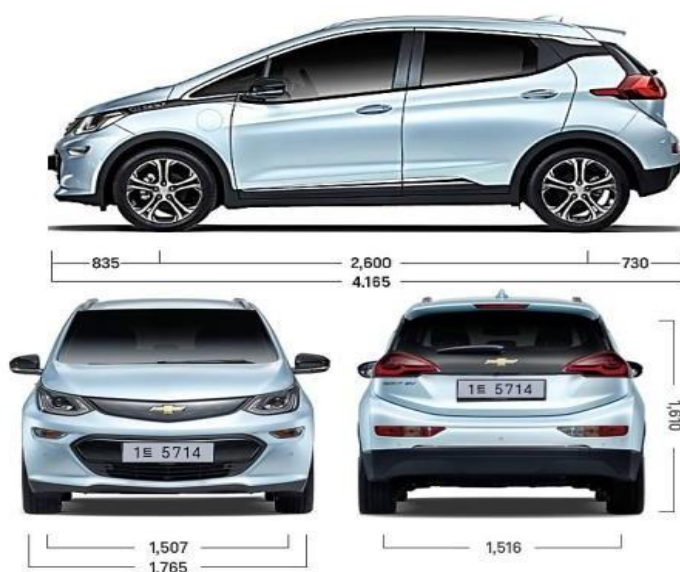


Рис. 4.4. Автомобіль Chevrolet Bolt EV.

4.2 Конфігурація силової установки

Вибрано конструкцію, де електродвигун та трансмісія розміщені поперек на передній частині, що демонструється на рисунку 4.2. Механізм з подвійним зчепленням застосовується тільки у машинах з багатошвидкісною коробкою передач. Приводом обладнана передня вісь авто (FWD).

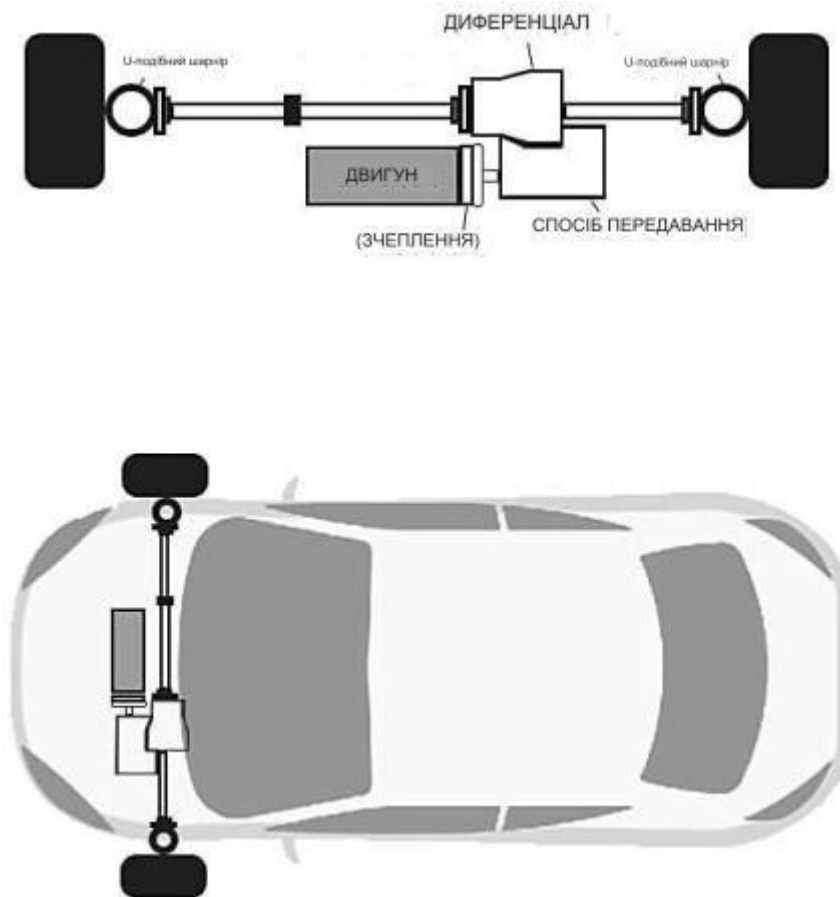


Рис. 4.2. Конфігурація моторної установки.

Електродвигун з'єднується з первинним валом трансмісії за допомогою зчеплення. Шестерня диференціалу встановлена на вихідному валу трансмісії. Трансмісія та диференціал розташовані у спільному корпусі як один блок. Це дозволяє використовувати як одношвидкісні, так і багатошвидкісні коробки передач. Обрана конфігурація забезпечує компактне розміщення всієї двигунної установки. Таким чином зменшується кількість необхідних компонентів, таких як вали і зчеплення, що призводить до зниження ваги та витрат.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Для приводу транспортного засобу використовується трифазний синхронний двигун зі сталими магнітами, який користується популярністю серед автовиробників. З метою адаптації до різних видів трансмісій, кожен тип коробки передач доповнюється підходящим електродвигуном. Характеристики кожного двигуна були підібрані таким чином, щоб відповідати встановленим вимогам до ефективності авто, визначеним замовником, враховуючи розрахунки. Щоб мінімізувати відхилення, які можуть виникнути внаслідок теоретичних обчислень опору руху, у подальших симуляціях використані двигуни з незначно вищою віддачею.

Використання в автомобілі багатоступінчатої коробки передач дозволяє застосовувати менш потужний тяговий двигун у порівнянні з одноступінчатою трансмісією для забезпечення необхідної продуктивності. Такий менш потужний двигун має компактніші розміри та меншу вагу, що є значною перевагою в автомобільній галузі. В таблиці 4.2. наведено основні параметри ефективності трьох двигунів. Характеристики роботи двигуна для пікової та тривалої віддачі потужності 120 кВт представлені на рисунку 4.3.

Таблиця 4.2. Характеристики синхронних двигунів з постійними магнітами.

	Коробка передач з фіксованою передачею	Двоступінчаста коробка передач	Триступінчаста коробка передач
Максимальна пікова потужність, кВт	130	120	115
Максимальна постійна потужність, кВт	63	58	56
Максимальний піковий момент, Нм.	272	252	241
Максимальний постійний момент, Нм.	113	105	100
Тривалість максимального пікового виходу, с	30	30	30
Максимальні оберти, хв ⁻¹	12000	12000	12000
ККД	80-95%	80-95%	80-95%
Вага, кг	57.5	47.5	42.5
Максимальна напруга живлення [ВПС]	720	720	720

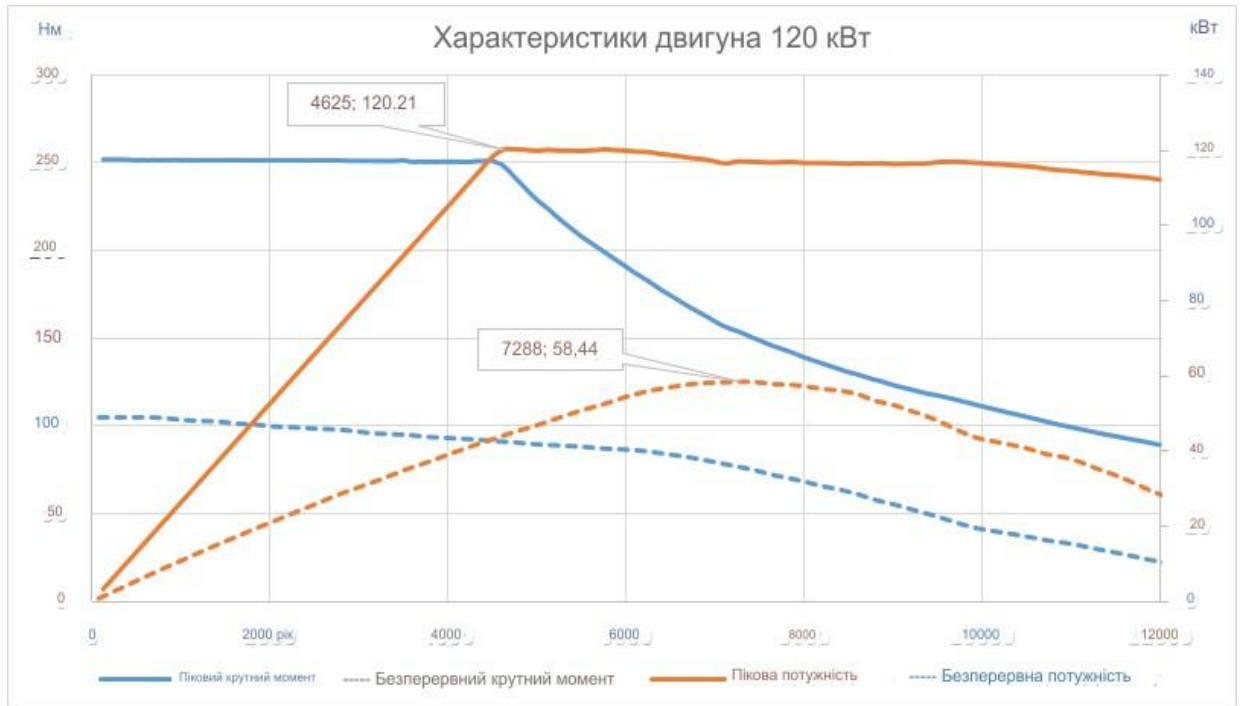


Рис. 4.3. Характеристики продуктивності двигуна.

4.3 Розміщення коробки передач

За цією вимогою, для аналізу використані три види коробок передач. Перша – це трансмісія з незмінною передачею та паралельно розташованим валом (рис. 4.4), зі сталою відносністю передач і кінцевим приводом.

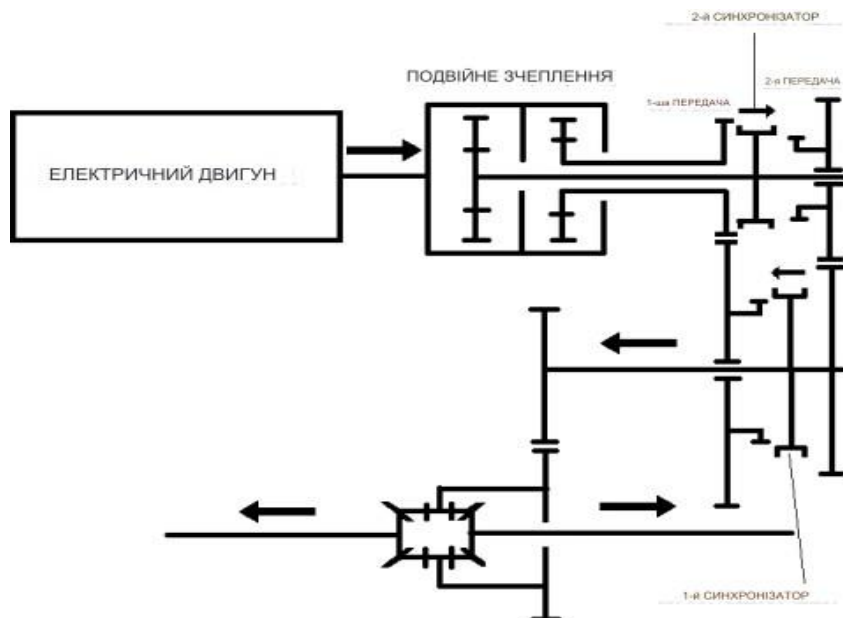


Рис. 4.4. Двоступінчаста коробка передач з подвійним зчепленням.

Наступна модель – це двоступінчата коробка з подвійним зчепленням та двома синхронізаторами (рис. 4.5), що забезпечує зміну передач без перервання передачі потужності. При старті з місця активується перша передача. Датчик вимірює оберти двигуна, і коли двигун досягає визначених обертів, за допомогою механізму зчеплення та синхронізатора включається друга передача. Остання – триступінчаста коробка з подвійним зчепленням і трьома синхронізаторами (рис. 4.6), яка функціонує за аналогічним принципом як і попередня модель.

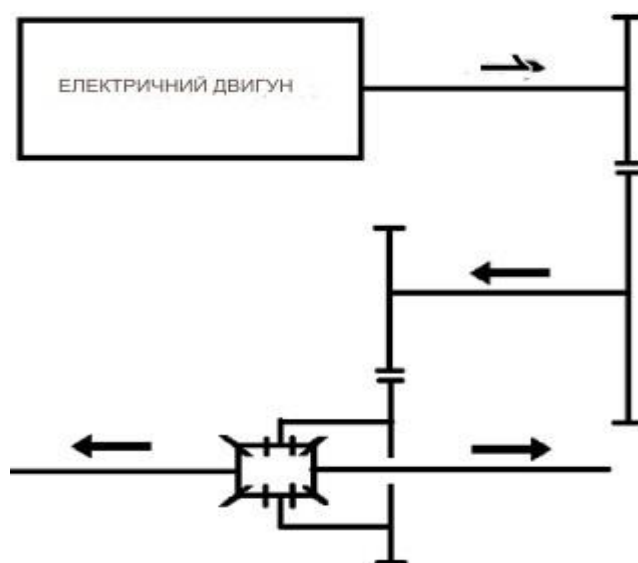


Рис. 4.5. Коробка передач з фіксованою передачею та паралельним валом.

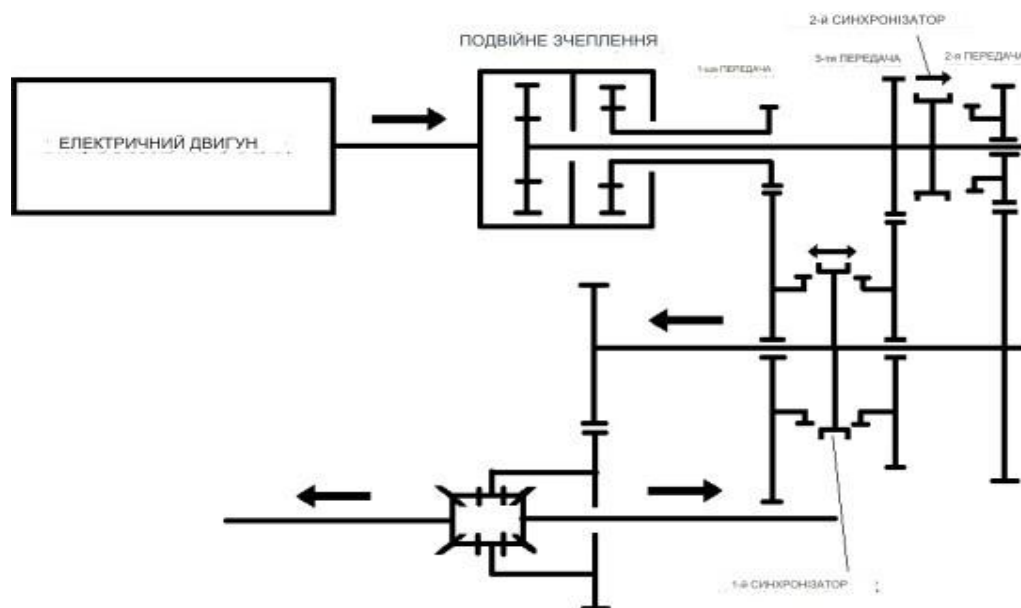


Рис. 4.6. Триступінчаста коробка передач з подвійним зчепленням.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4.4 Розробка технологічного процесу діагностування КПП

Процес діагностики коробки перемикачів передач електромобіля Chevrolet Bolt включає наступні кроки:

1. Підготовка. Збір інформації. Ознайомлення з технічною документацією на Chevrolet Bolt, зокрема, з інструкцією користувача та сервісним мануалом.

Перед початком будь-яких діагностичних робіт необхідно детально вивчити технічну документацію на Chevrolet Bolt.

Ознайомлення з основними функціями автомобіля, системою коробки передач та рекомендаціями виробника щодо експлуатації та обслуговування.

Вивчення специфічних процедур ремонту та обслуговування коробки передач, зокрема методик діагностики специфічних несправностей коробки передач для Chevrolet Bolt, рекомендованих виробником. Це також включає розгляд схем, таблиць вирішення проблем, та вказівок по використанню спеціалізованого обладнання.

2. Візуальний огляд. Перевірка зовнішніх ознак пошкоджень. Позиціонування та доступ: Забезпечте безпечний доступ до коробки передач. Це може вимагати підняття автомобіля на підйомнику або використання ями, що дозволить легко переглядати нижню частину коробки передач.

Виявлення будь-яких ознак витоків трансмісійної рідини, які можуть вказувати на несправні ущільнення, тріщини в корпусі або нещільно закріплені болти.

Особливу увагу зверніть на місця, де рідина може накопичуватися, такі як з'єднувальні фланці або піддон коробки передач.

Ретельно перевірте корпус коробки передач на наявність тріщин або сколів, особливо у місцях, де коробка зазнає найбільшого навантаження.

Оцініть видимий стан зовнішніх компонентів, таких як монтажні фланці, болти та інші кріплення.

Зверніть увагу на ознаки оксидації чи корозії на металевих поверхнях, що може свідчити про недостатній захист або тривалу експлуатацію в агресивному середовищі.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переконайтеся, що ізоляція на кабелях ціла, без тріщин або пошкоджень, які можуть призвести до короткого замикання або втрати з'єднання.

Перевірте, що всі конектори міцно і безпечно приєднані, без ознак окислення на контактах.

Забезпечте, що кронштейни та кріплення, які утримують кабелі, надійні та не допускають надмірного руху кабелів, що може викликати їх знос.

3. Перш за все, необхідно знайти порт OBD-II у вашому Chevrolet Bolt. Зазвичай він розташований під кермовою колонкою, біля педалей або в центральній консолі. Інформація про точне розташування порту зазначена в інструкції користувача.

Перевірка стану порту OBD-II: Перед підключенням сканера переконайтеся, що порт не має механічних пошкоджень і що контакти чисті і не окислені.

Вийміть сканер OBD-II з упаковки та перевірте, чи він заряджений і готовий до роботи. Переконайтеся, що останнє програмне забезпечення та бази даних кодів помилок оновлені.

Акуратно вставте роз'єм сканера у порт OBD-II. Зазвичай роз'єм має універсальну форму, що запобігає його неправильному підключенню.

Увімкніть сканер і дочекайтеся, коли він автоматично встановить зв'язок з комп'ютером автомобіля. Деякі сканери вимагають введення марки та моделі автомобіля, а також року випуску.

З допомогою меню сканера виберіть опцію зчитування кодів помилок. Це може включати зчитування як активних, так і збережених кодів помилок.

Після зчитування кодів помилок сканер покаже їх на своєму екрані. Зверніть увагу на коди, які вказують на проблеми з коробкою передач. Це можуть бути коди, що починаються з P07xx, де "xx" вказує на конкретну проблему в системі коробки передач.

Використовуйте вбудовану базу даних сканера або зовнішні ресурси для інтерпретації кодів помилок, щоб зрозуміти потенційні причини та методи усунення виявлених проблем.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Збережіть зчитані коди помилок у пам'яті сканера або запишіть їх для подальшої діагностики та ремонту.

Після завершення діагностики безпечно від'єднайте сканер від порту OBD-II.

4. Спочатку потрібно налаштувати стенд, який дозволить симулювати різні умови експлуатації коробки передач. Це може включати в себе монтаж коробки передач на спеціалізованому обладнанні, яке імітує навантаження на трансмісію, як у реальних дорожніх умовах.

Коробка передач повинна бути підключена до системи діагностики, яка зможе вимірювати та записувати різні параметри роботи, такі як швидкість обертання, температура, тиск у системі, а також час і точність перемикавання передач.

Стенд має змогу імітувати різні умови їзди, включаючи прискорення, гальмування та рух на постійній швидкості при різних навантаженнях.

Тестування різних режимів роботи коробки передач, включаючи автоматичний і ручний режими перемикавання, а також відтворення сценаріїв, які викликають максимальне навантаження на трансмісію.

За допомогою діагностичного обладнання здійснюється зчитування і аналіз даних в реальному часі для оцінки, як коробка передач реагує на задані умови. Важливо звернути увагу на будь-які затримки, шум або інші нерегулярності під час перемикавання передач.

Виявлення і аналіз помилок або відхилень в роботі коробки передач, які можуть вказувати на потенційні несправності або необхідність додаткового налаштування або ремонту.

Після завершення симуляції проводиться детальний аналіз зібраних даних. Це дозволяє оцінити загальну ефективність коробки передач та ідентифікувати області, що потребують уваги.

На основі результатів тестування вирішується, чи потрібно коробці передач додаткове налаштування, ремонт або заміна компонентів.

5. Аналіз даних. Аналіз кодів помилок і тестових даних. Вивчення

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

отриманих кодів помилок і даних, отриманих під час тестування, для ідентифікації потенційних проблем.

6. Фізична перевірка коробки передач. Демонтаж для детального огляду. За необхідності, демонтаж коробки передач для детального внутрішнього огляду компонентів на предмет зносу або пошкоджень.

7. Ремонт або заміна компонентів. Виправлення виявлених проблем. Заміна або ремонт пошкоджених компонентів згідно з виявленими під час діагностики проблемами.

8. Перевірка після ремонту. Фінальне тестування. Проведення фінальних тестів для переконання в тому, що всі проблеми були вирішені і коробка передач працює належним чином.

9. Звітність. Документування процесу. Запис усіх виконаних робіт, заміненних частин, та результатів тестувань для подальшого використання або передачі клієнту.

Цей процес дає змогу всебічно оцінити стан коробки передач Chevrolet Volt, виявити потенційні проблеми та вчасно їх усунути, забезпечуючи надійність та продуктивність автомобіля.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ АВТОМОБІЛІВ

5.1 Обов'язкові роботи з профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів

У місцях виконання та під час виконання робіт профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

падіння підважених частин транспортних засобів при обслуговуванні та ремонті підвіски, коліс, мостів тощо;

падіння кузова автомобіля-самоскида при обслуговуванні та ремонті гідропідйомника;

падіння перекидної кабіни вантажного автомобіля;

падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту;

падіння працюючих на поверхні, з висоти (буфера, драбини, естакади, площадок), в оглядову канаву;

наїзди автомобілів: внаслідок самовільного руху, при запуску двигуна, в'їзді (виїзді) в зону ремонту, русі на оглядовій канаві та конвеєрі;

термічні фактори (пожежі при зливанні пально-мастильних матеріалів з автомобілів, митті ними деталей, вузлів, агрегатів, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях);

осколки металу, що відлітають при випресовуванні та запресовуванні шкворнів, пальців, підшипників, валів, вісей, при рубці металу;

наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (акролеїну, вуглецю оксиду, вуглеводнів аліфатичних граничних тощо);

знижена температура повітря в холодний період року;

недостатнє освітлення.

Автомобілі, агрегати та деталі, що направляються на пости профілактичного обслуговування та ремонту, повинні бути вимиті, очищені від бруду і снігу.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

В'їзд (виїзд) у приміщення і постановка автомобілів на пости профілактичного обслуговування та ремонту здійснюються з дозволу та під керівництвом відповідальної особи — майстра (начальника дільниці). Після постановки автомобіля на пост профілактичного обслуговування або ремонту (без примусового переміщення) необхідно обов'язково зупинити двигун, установити важіль перемикачів передач (контролера) в нейтральне положення, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом, а під колесо з обох боків підкласти упорні колодки. На рульове колесо повинна бути вивішена табличка з написом «Двигун не запускати - працюють люди!». На автомобілях, що мають дублюючі пристрої для запуску двигуна, аналогічна табличка повинна бути вивішена і біля цього пристрою. Автомобіль на оглядовій канаві повинен бути встановлений так, щоб був вільним не тільки основний, але і запасний вихід.

При включенні двигуна автомобіля необхідно передбачати відведення вихлопних газів за межі приміщення. Перед проведенням робіт, які пов'язані з прокручуванням колінчастого та карданного валів відповідно до технологічного процесу, необхідно додатково перевірити відключення запалювання (перекриття подачі палива для дизельних двигунів), нейтральне положення важеля перемикачів передач (контролера); звільнити важіль стоянкового гальма. Після виконання необхідних робіт автомобіль слід загальмувати стоянковим гальмом.

Забороняється прокручувати карданний вал за допомогою монтажної лопатки або інших предметів. За необхідності виконання робіт під автомобілем, що знаходиться поза межами оглядової канави, підйомника, естакади, робітники повинні забезпечуватися і користуватися лежаками.

5.2 Техніка безпеки при роботі на підйомно-транспортному обладнанні

При обслуговуванні автомобіля на підйомнику (гідравлічному, пневматичному, електромеханічному) на пульті управління підйомником повинна бути вивішена табличка із написом «Підйомник не включати -

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

працюють люди!»).

Плунжер гідравлічного, пневматичного підйомника в робочому (піднятому) положенні повинен надійно фіксуватися упором (штангою), що гарантує неможливість довільного опускання підйомника.

У приміщеннях профілактичного обслуговування з потоковим рухом автомобілів обов'язкове влаштування сигналізації (світлової, звукової), яка своєчасно попереджує працюючих на лінії обслуговування про момент початку руху автомобіля з поста на пост або про виїзд автомобіля.

Переміщення транспортних засобів з поста на пост дозволяється тільки після подання сигналу (звукового, світлового).

Перед підважуванням частини автомобіля (причепи, напівпричепи) підйомними механізмами (домкратами, накатними пересувними підйомниками, телями тощо), крім стаціонарних, необхідно спочатку встановити транспортний засіб на рівній поверхні, зупинити двигун, включити знижену передачу, загальмувати його стоянковим гальмом, підставити під колеса, що не підіймаються, упорні колодки, в автобуса перевірити стан опорної площадки кузова.

При підважуванні частини транспортного засобу плунжер домкрата (накатного пересувного підйомника) або надставка до нього повинні бути встановлені в місцях, зазначених у технологічній документації. Домкрат треба встановлювати на рівну неслизьку поверхню. У разі неміцного ґрунту під основу домкрата необхідно підкласти міцну дерев'яну підставку площею не менше 0,1 м² або дошку. Під підважуванні частини транспортного засобу за допомогою домкратів (пересувних накатних підйомників, телей тощо) для огляду, виконання профілактичних робіт та ремонту повинні бути встановлені підставки (козелки).

Підставки (козелки) під вивішені частини транспортного засобу повинні встановлюватися в місцях, зазначених у технологічній документації.

Огляд і ремонт необхідно виконувати на спеціально облаштованих для цього оглядових канавах, обладнаних пересувними накатними

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

підйомниками, або на стаціонарних підйомниках. Виконання працюючими робіт, дозволяється тільки після проведення цільового інструктажу і оформлення наряду-допуску.

У виконанні робіт, пов'язаних із зняттям та установленням агрегатів, повинні брати участь два слюсарі з ремонту автомобілів. Допускається замість одного слюсаря брати участь водієві при відповідній підготовці та обов'язковому інструктажу з охорони праці при виконанні цих робіт.

При обслуговуванні та ремонті автомобілів (у т.ч. двигунів) на висоті понад 1 м робітники повинні бути забезпечені і користуватися спеціальними помостами; естакадами, площадками або драбинами-стрем'янками. Застосовувати приставні драбини не дозволяється. При підйманні драбиною робітникові забороняється тримати в руках інструмент, деталі, матеріали та інші предмети. Для цієї мети повинна застосовуватися сумка або спеціальні ящики.

Забороняється проводити одночасно роботу на драбині, помостах, площадках та під ними. При роботі на поворотному стенді (перекидачі) необхідно попередньо надійно укріпити на ньому автомобіль, злити паливо із паливних баків і рідину із системи охолодження в призначені для цього ємності, щільно закрити маслорозливну горловину двигуна і зняти акумуляторну батарею. Забороняється пуск двигуна автомобіля на постах профілактичного обслуговування та ремонту працівникам, які не мають на це права. Для роботи попереду та позаду автомобіля і для переходу через оглядову канаву необхідно користуватися перехідними містками. Усі регулювальні роботи на двигуні, за винятком регулювання паливної системи, повинні проводитися при непрацюючому двигуні.

Перед зняттям вузлів та агрегатів, які пов'язані із системами живлення, охолодження, мащення автомобіля (паливні баки, двигуни, коробки передач, задні мости тощо), необхідно спочатку злити з них паливо, масло та охолоджувальну рідину в спеціальну тару, не допускаючи їх проливання.

При проведенні ремонту паливних баків, а також паливопроводів, через

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які може витікати паливо з баків, останні перед ремонтом повинні бути повністю звільнені від нього. Зливання палива має здійснюватися в місцях, що виключають можливість його загорання. Важкодоступні точки мащення необхідно змащувати за допомогою наконечників з гнучким шлангом або наконечників із шарнірами. Для подання мастила у високо розміщені маслянки необхідно в оглядовій канаві користуватися підставкою.

При профілактичному обслуговуванні та ремонті транспортних засобів забороняється:

виконувати будь-які роботи на автомобілі, який виважений тільки на одних підйомних механізмах (домкратах, наканавних пересувних підйомниках, талях тощо);

установлювати домкрат на випадкові предмети або підкладати їх під плунжер домкрата;

знімати і ставити колеса на транспортні засоби усіх конструкцій і типів без попереднього їх розвантаження від маси кузова шляхом виважування кузова з установленням підставок (козелків) під нього;

проводити обслуговування та ремонт автомобілів при працюючому двигуні, за винятком окремих видів робіт, технологія проведення яких потребує запуску двигуна;

підіймати (виважувати) автомобіль за буксирні пристрої (гаки) шляхом захоплення їх тросами, ланцюгами або гаком підйомного механізму;

підіймати (навіть короткочасно) вантажі масою більше, ніж це зазначено на табличці даного підйомного механізму;

оглядати, поправляти, ремонтувати підвіску, якщо робітник знаходиться між кузовом і колесом;

знімати, установлювати і транспортувати агрегати тросами або канатами без спеціальних захватів;

підіймати вантаж при косому натягуванні троса або ланцюгів;

транспортувати агрегати на візках, не обладнаних пристроями, що запобігають їх падінню.

					БР.АТ - 69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі було виконано аналіз гібридних схем автомобілів, розглянуто переваги та недоліки гібридної установки послідовного типу, паралельного типу, послідовно-паралельної гібридної установки. Були ідентифіковані основні компоненти цих схем і з'ясований їх принцип роботи.

Досліджено вимоги до автомобільних датчиків струму гібридних автомобілів. Розглянуто особливості двигунів внутрішнього згорання для гібридних автомобілів. Вивчено вимоги до мотор-генераторів гібридних автомобілів та зроблено вибір перетворювачів електричної напруги. Досліджено вимоги та характеристики високовольтних батарей.

Розроблено структурну та принципову електричну схему системи керування рухом гібридного автомобіля. Здійснена оптимізація роботи системи генератор-ДВЗ-електромотор. Складено алгоритми режимів руху гібридного автомобіля.

Застосовано програму SIMULINK для моделювання послідовно-паралельної схеми гібридного автомобіля. Розроблено моделі елементів гібридного автомобіля: контролера, планетарної передачі, електричного двигуна, двигуна внутрішнього згорання, високовольтної батареї, конвертера DC-DC. Виконано моделювання роботи гібридного автомобіля згідно розробленої моделі у програмі SIMULINK.

Виконано удосконалення технологічного процесу діагностування КПП CHEVROLET BOLT EV.

					БР.АТ-69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с.
2. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР. Навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
3. Кисликов В.Ф., В.В. Лушик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
4. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с.
5. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. посібник. Ліра-К, 2017 – 288 с.
6. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
7. Формальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).
9. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018. 400 с.
10. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. / Львів: Видавництво НУЛП, 2004. 168 с.
11. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 132 с.

					БР.АТ-69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

12. Двигуни внутрішнього згорання : [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 «ХП», 2004. – 367 с.

13. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. / Львів: Видавництво НУЛП, 2006. 440 с.

14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.

					БР.АТ-69.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Тема бакалаврської роботи

«Дослідження та розрахунків силового приводу гібридних автомобілів»

Сокирко Максим Віталійович

ІСНУЮЧІ СХЕМИ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ

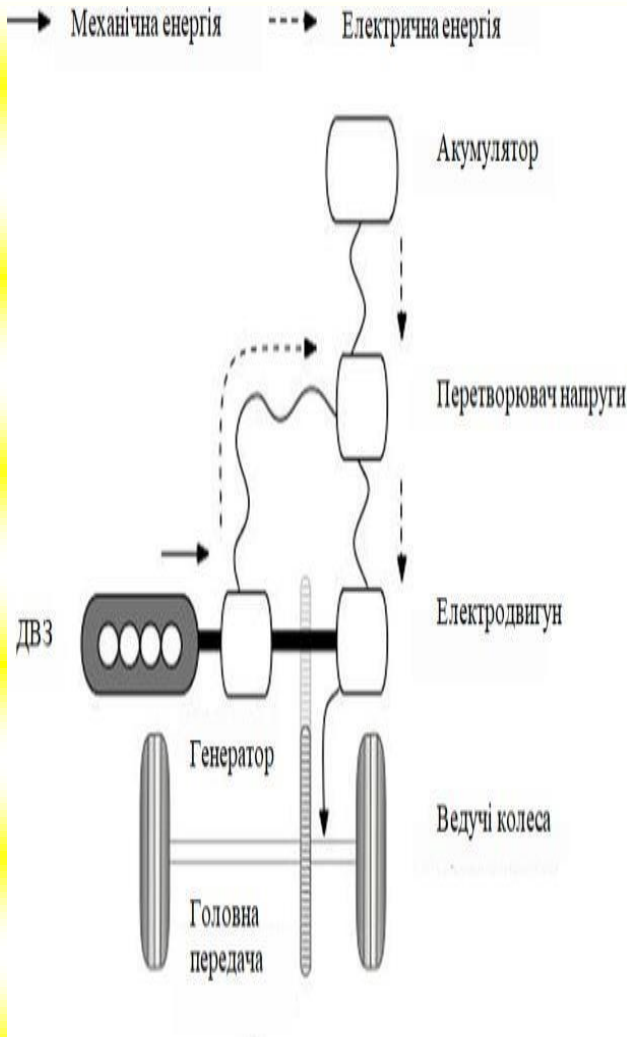


Рис. 2.1 – Схема гібридної установки послідовного типу

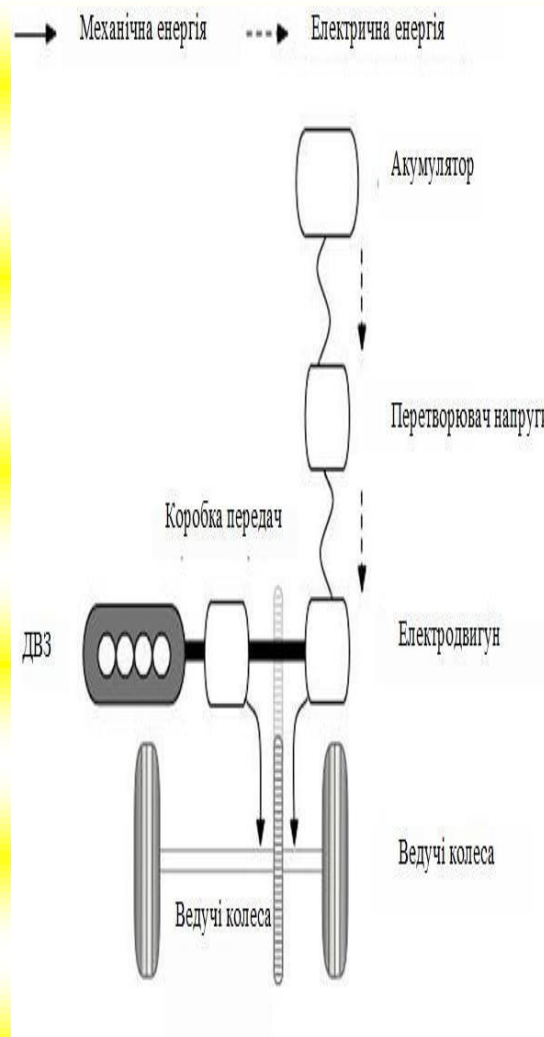


Рис. 2.2 – Схема гібридної установки паралельного типу

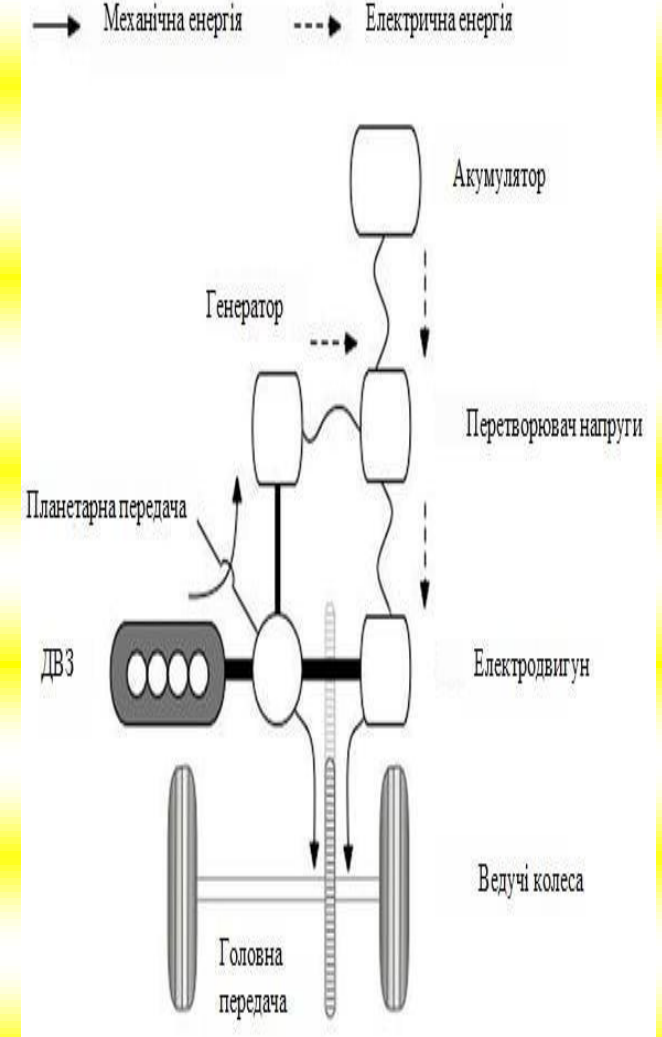
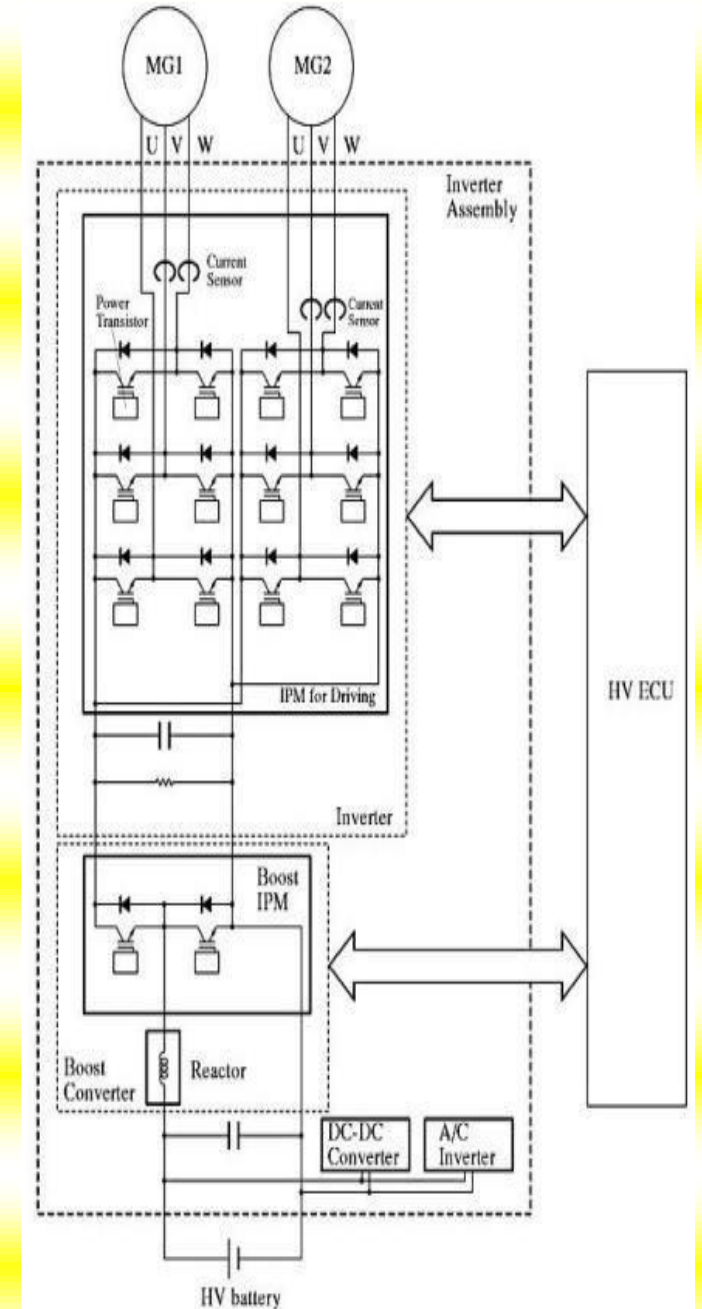
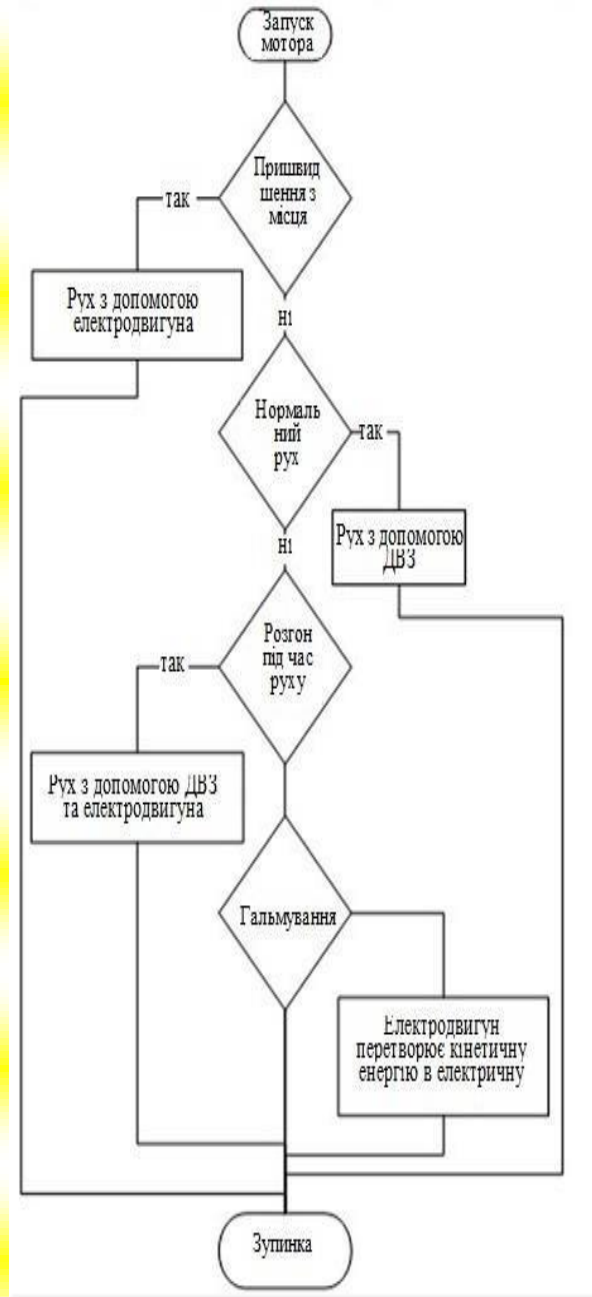
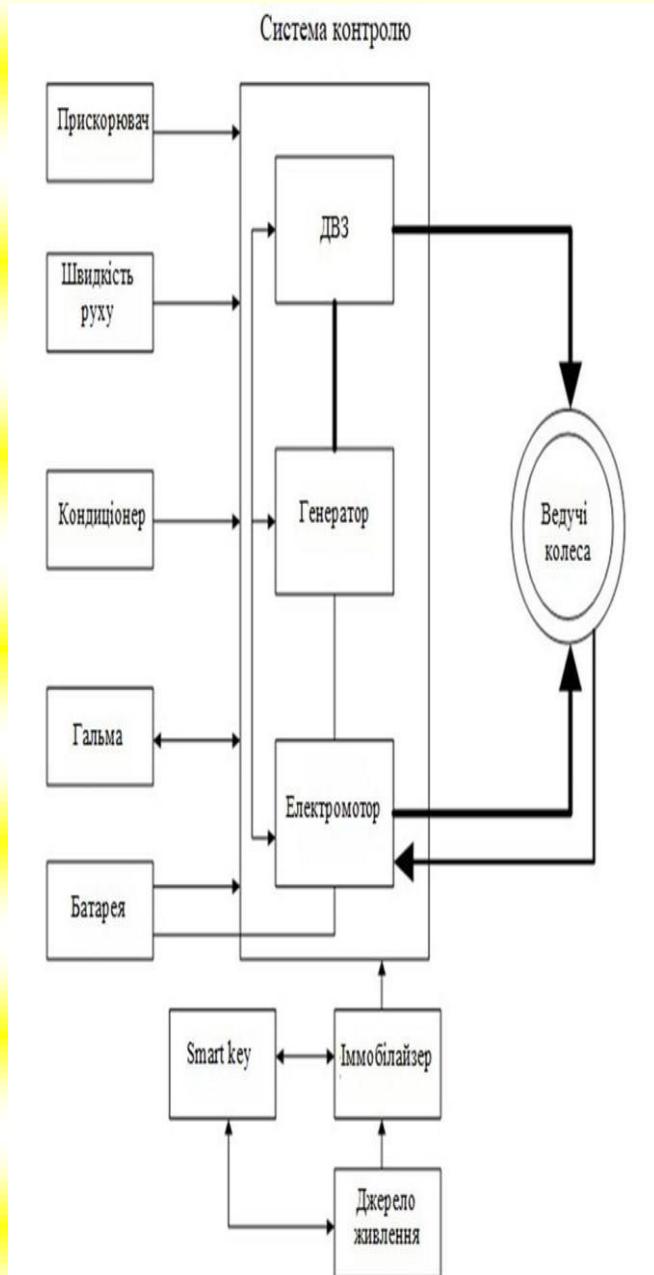


Рис. 2.3 – Схема послідовно-паралельної гібридної установки

БЛОК-СХЕМА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІБРИДНОЮ СИСТЕМОЮ ТА АЛГОРИТМ РЕЖИМІВ РУХУ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ



МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОЇ УСТАНОВКИ

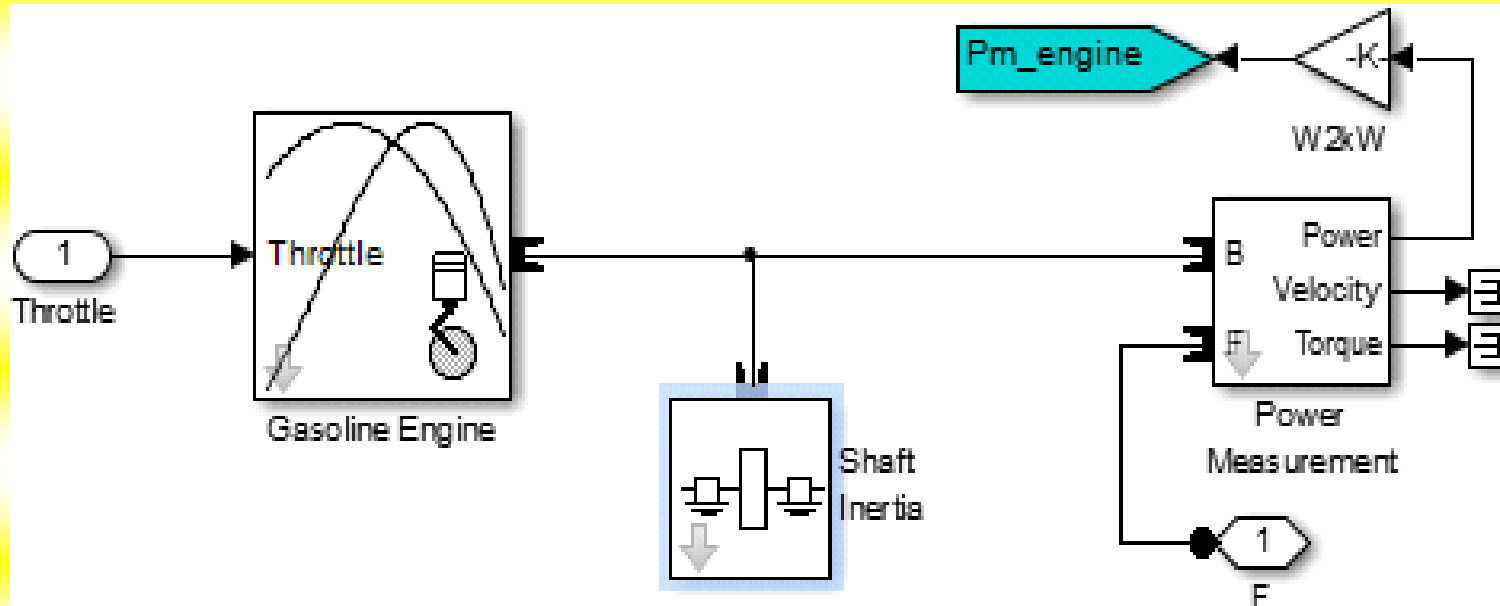


Рис. 4.1. Модель двигуна внутрішнього згоряння

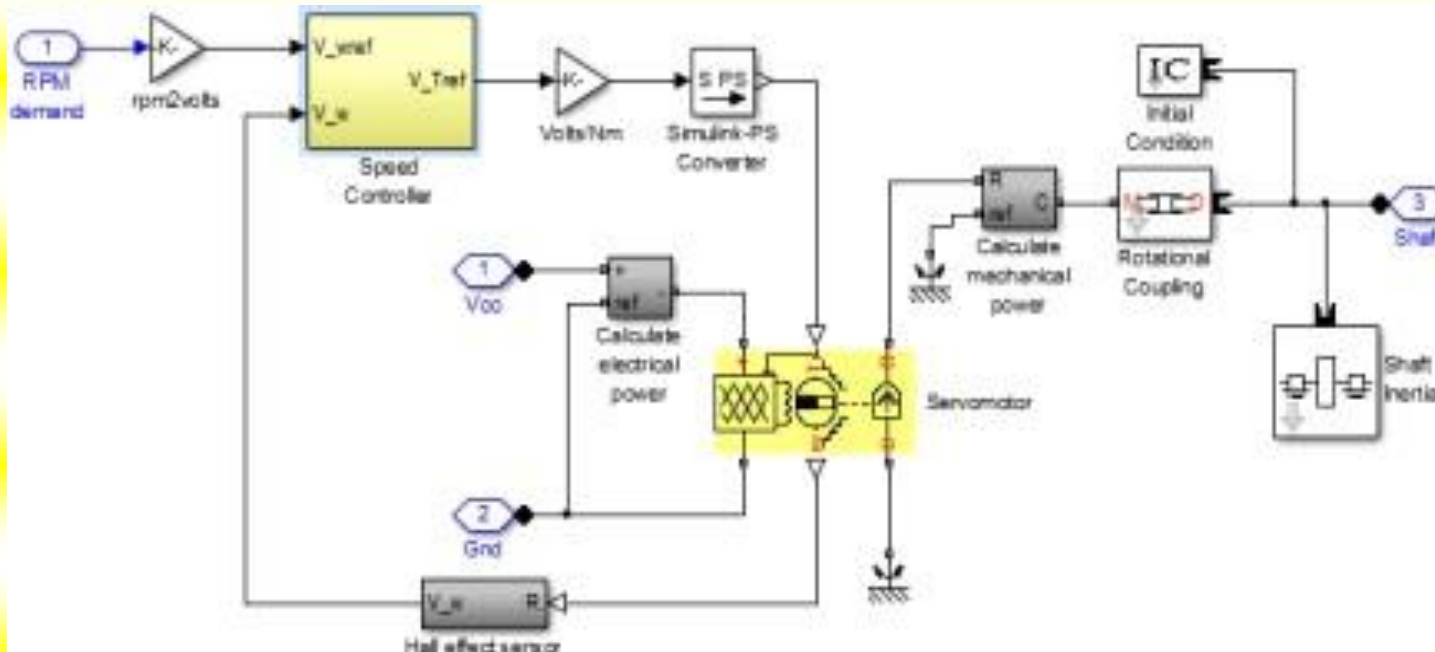


Рис. 4.2. Модель електричного двигуна MG2

МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОЇ УСТАНОВКИ

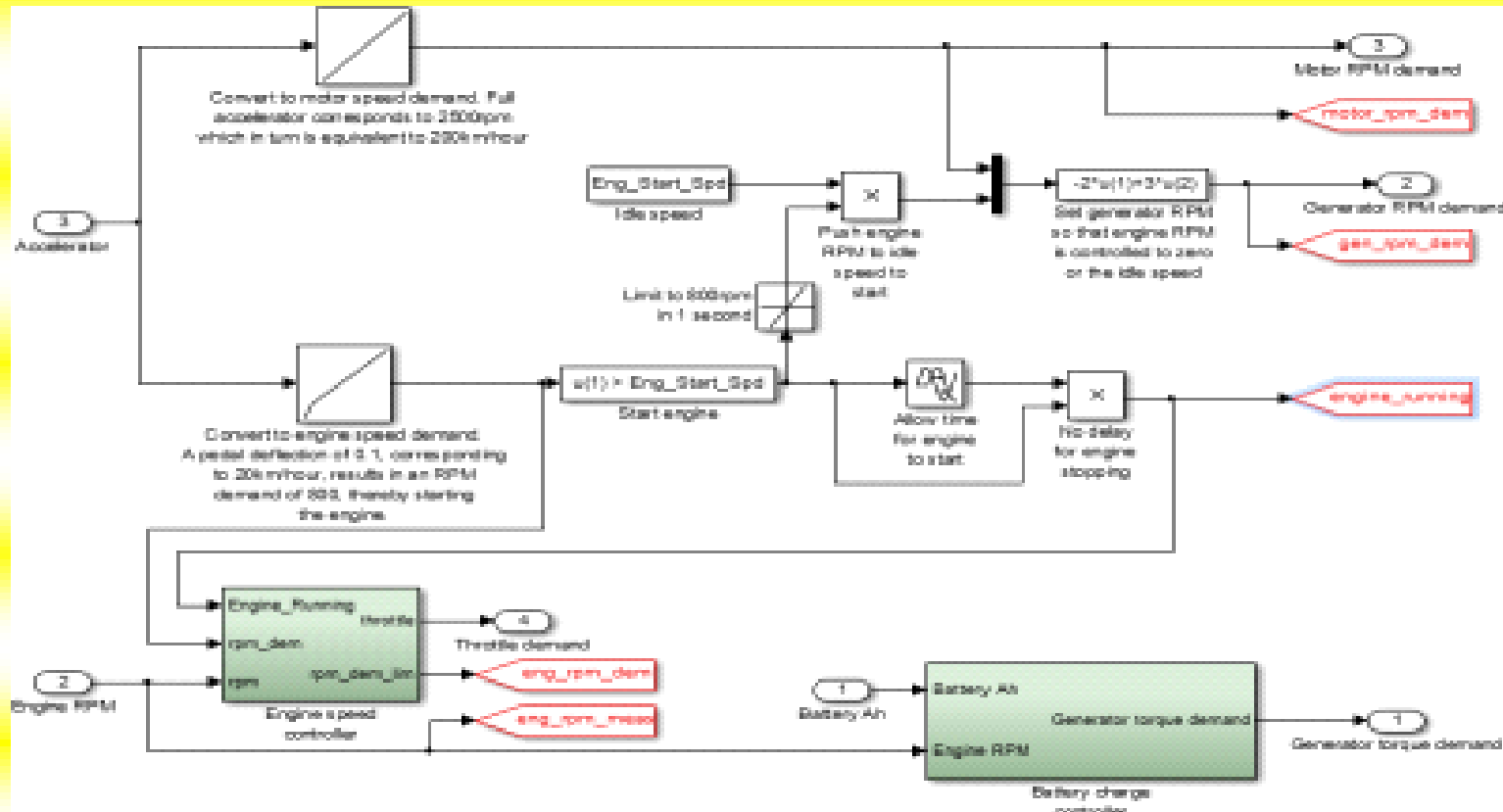


Рис. 5.1. Модель контролера

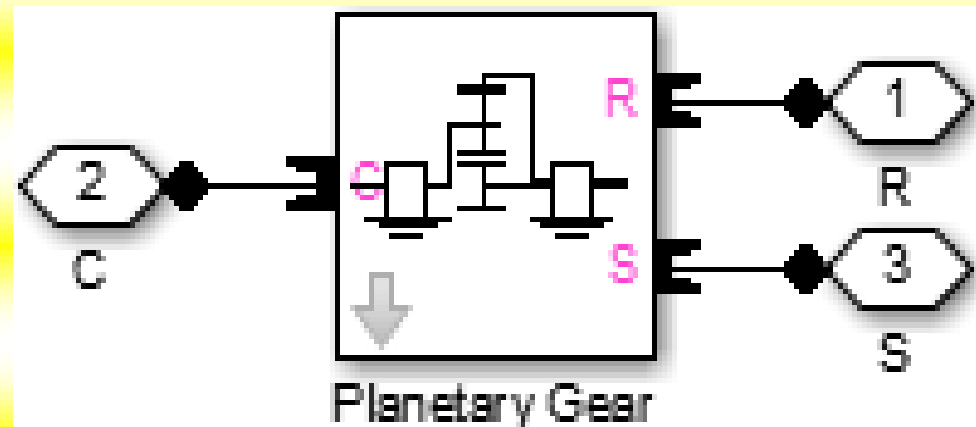
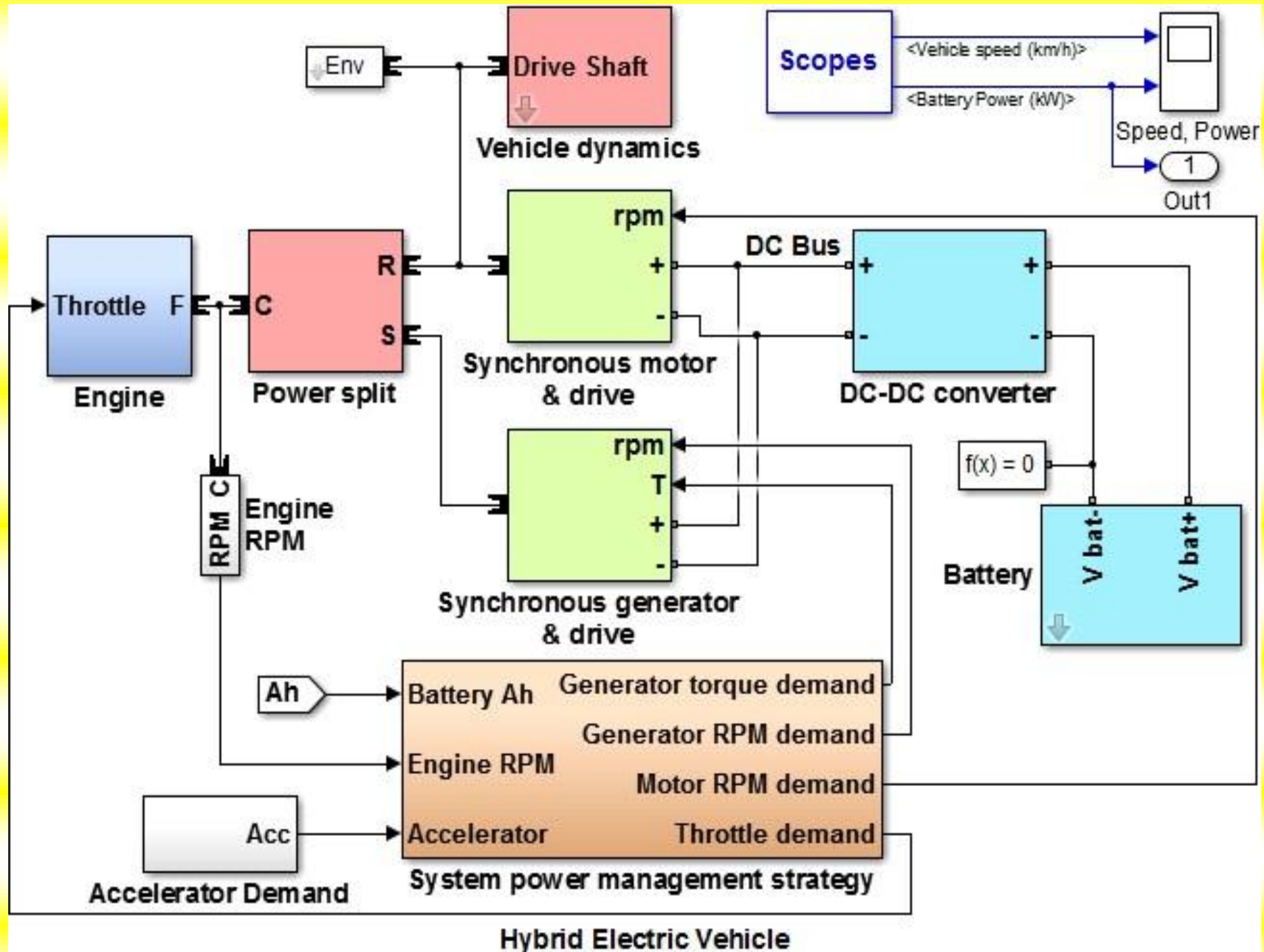
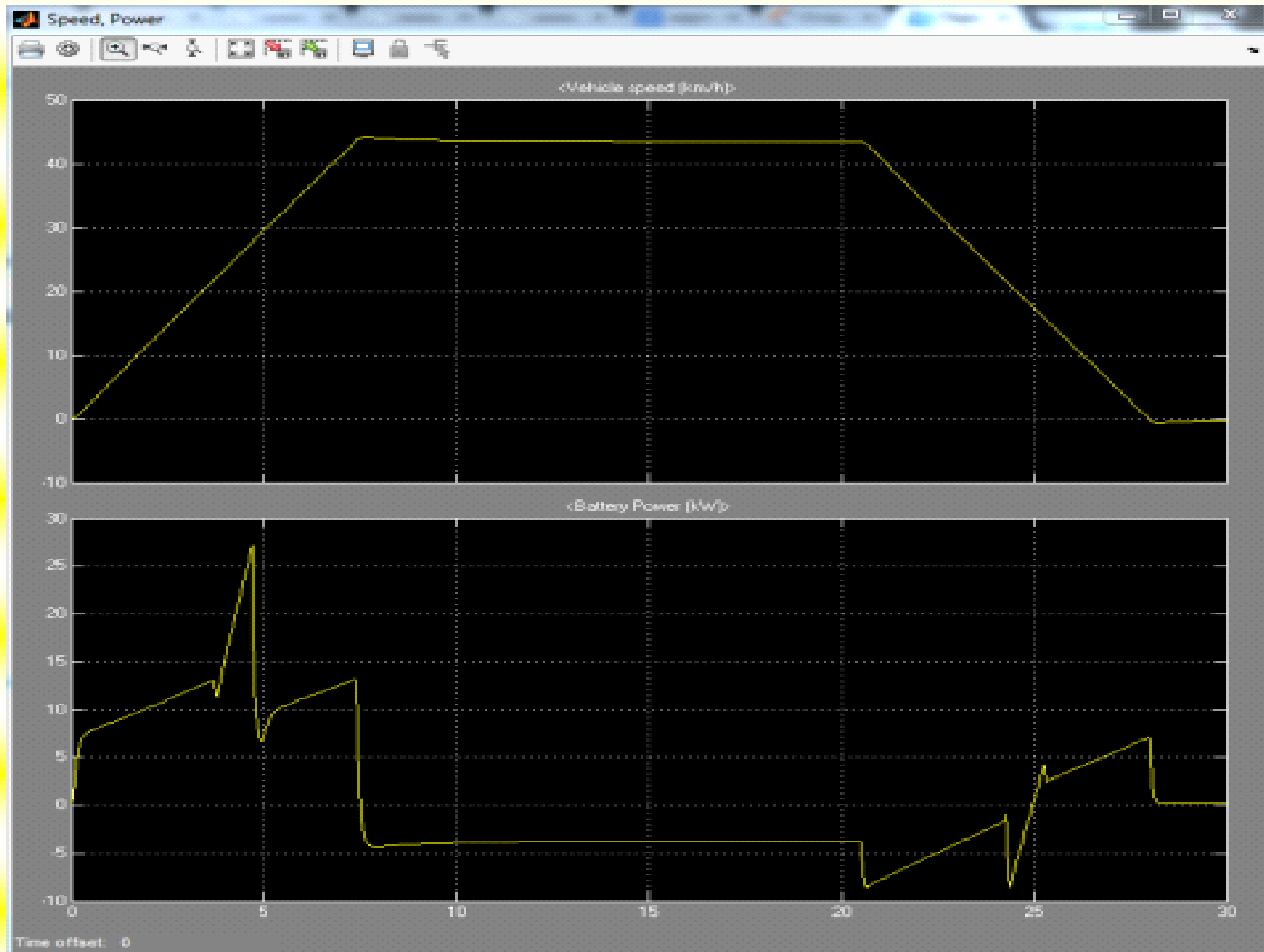


Рис. 5.2. Модель трансмісійної передачі

МОДЕЛЬ ПОСЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНОЇ ГІБРИДНОЇ УСТАНОВКИ



ПОТУЖНІСТЬ, ЯКУ ГЕНЕРУЄ ВИСОКОВОЛЬТНА БАТАРЕЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РЕЖИМУ РУХУ



ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ГЕНЕРАТОР-ДВЗ-ЕЛЕКТРОМОТОР

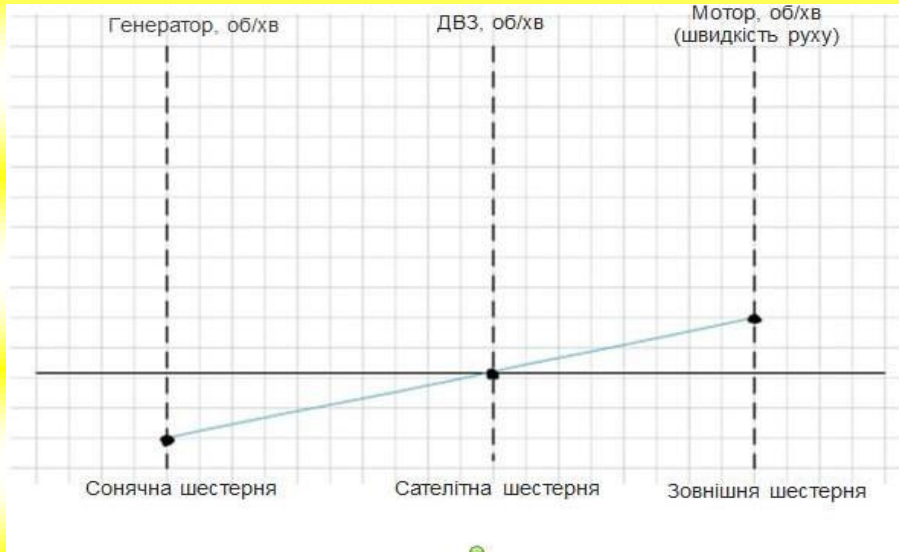


Рис. 9.1 – Графік, що відображає залежність крутного моменту під час процесу запуску

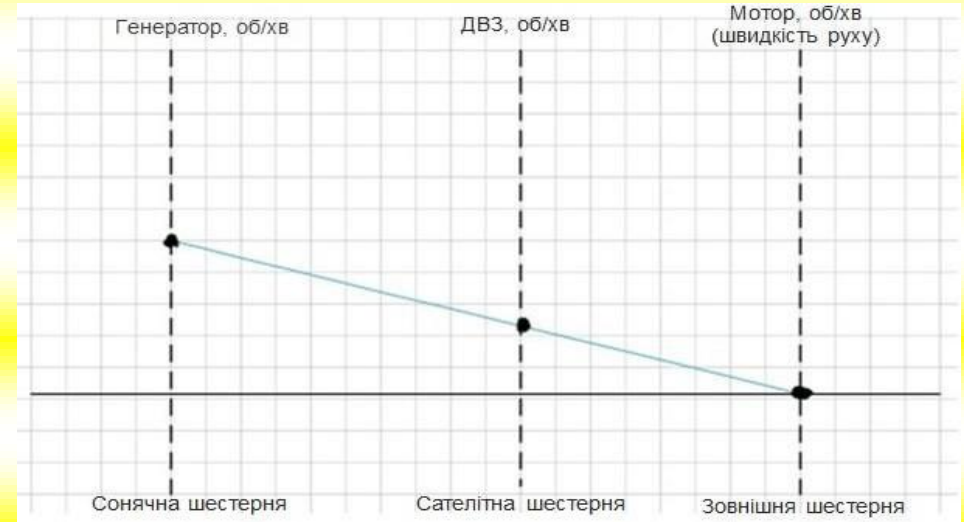


Рис. 9.2 – Графік, який показує залежність крутного моменту під час процесу розгону

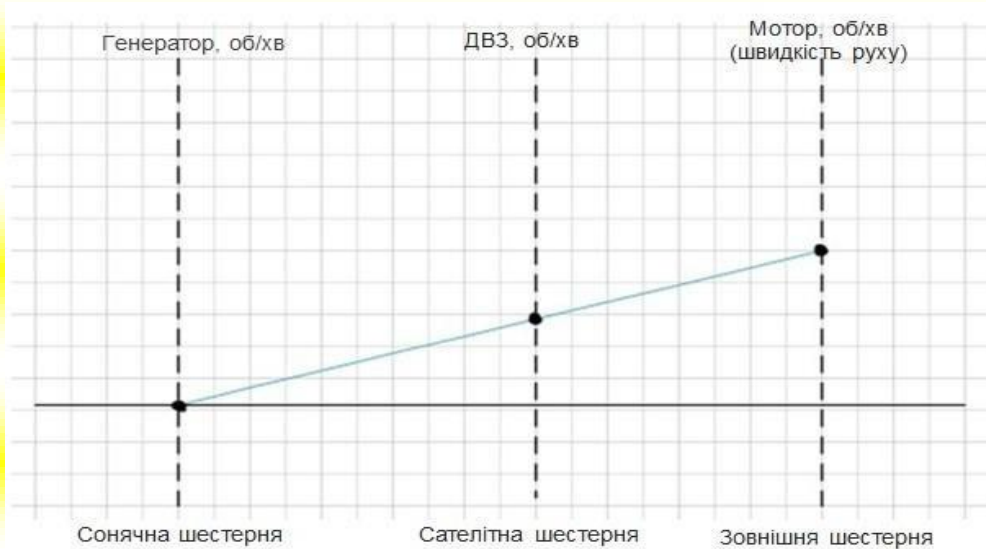


Рис. 9.3 – Графік, що відображає залежність крутного моменту під час типового руху

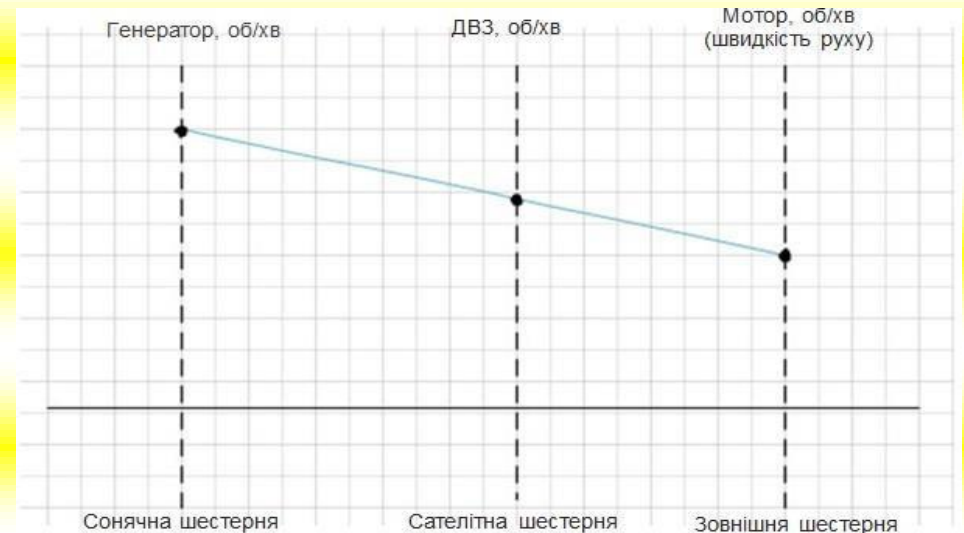


Рис.9.4 – Графік, що відображає залежність крутного моменту під час процесу прискорення

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ КПП CHEVROLET BOLT EV

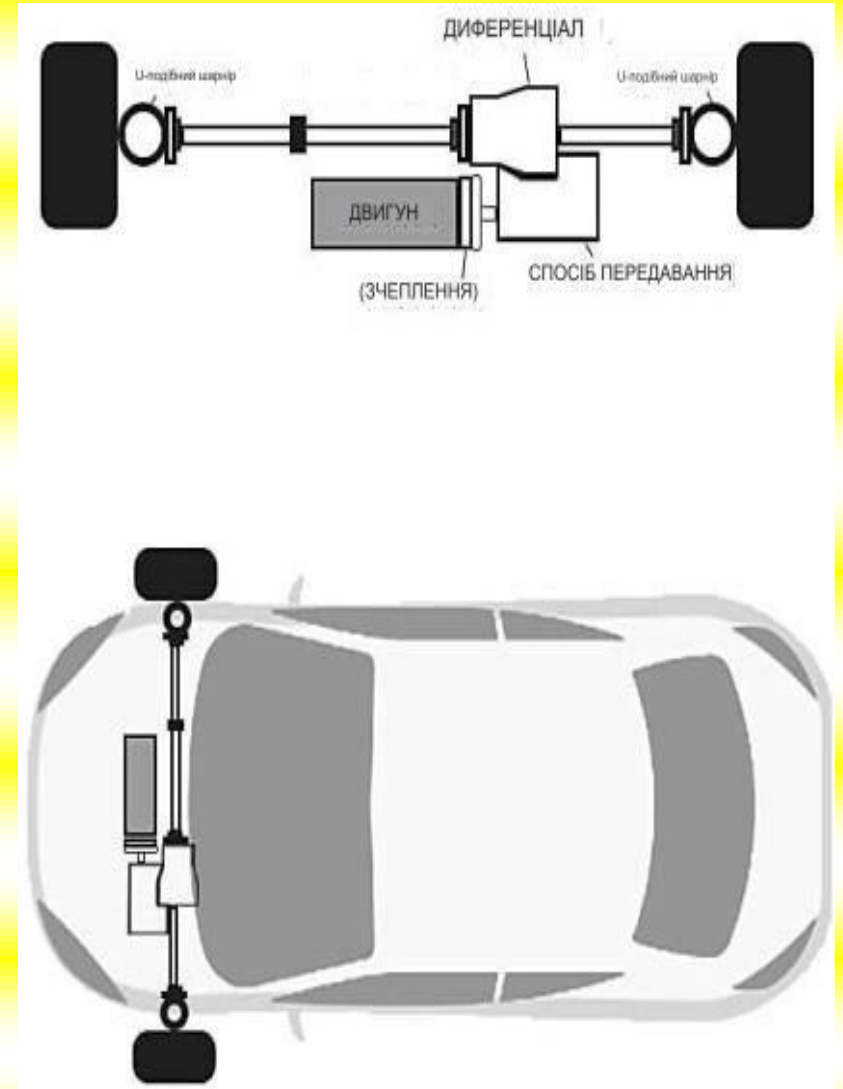


Рис. 10.1. Автомобіль Chevrolet Bolt EV та конфігурація його силового приводу

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ КПП CHEVROLET BOLT EV

Процес діагностики коробки перемикачів електромобіля Chevrolet Bolt включає наступні кроки:

1. Підготовка. Збір інформації. Ознайомлення з технічною документацією на Chevrolet Bolt, зокрема, з інструкцією користувача та сервісним мануалом. Це також включає розгляд схем, таблиць вирішення проблем, та вказівок по використанню спеціалізованого обладнання.

2. Візуальний огляд. Перевірка зовнішніх ознак пошкоджень. Позиціонування та доступ: Забезпечте безпечний доступ до коробки перемикачів. Це може вимагати підняття автомобіля на підйомнику або використання ями, що дозволить легко переглядати нижню частину коробки перемикачів. Перевірте, що всі конектори міцно і безпечно приєднані, без ознак окислення на контактах.

3. Перш за все, необхідно знайти порт OBD у Chevrolet Bolt. Він розташований під кермовою колонкою, біля педалей. Перед підключенням сканера переконайтеся, що порт не має механічних пошкоджень і що контакти чисті і не окислені. Вийміть сканер OBD-II з упаковки та перевірте, чи він заряджений і готовий до роботи. Переконайтеся, що останнє програмне забезпечення та бази даних кодів помилок оновлені. Акуратно вставте роз'єм сканера у порт OBD-II.

4. Увімкніть сканер і дочекайтеся, коли він автоматично встановить зв'язок з комп'ютером автомобіля. З допомогою меню сканера виберіть опцію зчитування кодів помилок. Це може включати зчитування як активних, так і збережених кодів помилок. Після зчитування кодів помилок сканер покаже їх на своєму екрані. Зверніть увагу на коди, які вказують на проблеми з коробкою перемикачів. Це можуть бути коди, що починаються з P07xx, де "xx" вказує на конкретну проблему в системі коробки перемикачів.

5. Використовуйте вбудовану базу даних сканера або зовнішні ресурси для інтерпретації кодів помилок, щоб зрозуміти потенційні причини та методи усунення виявлених проблем. Збережіть зчитані коди помилок у пам'яті сканера або запишіть їх для подальшої діагностики та ремонту. Після завершення діагностики безпечно від'єднайте сканер від порту OBD-II.

6. Потрібно налаштувати стенд, який дозволить симулювати різні умови експлуатації коробки перемикачів. Це може включати в себе монтаж коробки перемикачів на спеціалізованому обладнанні, яке імітує навантаження на трансмісію, як у реальних дорожніх умовах. Коробка перемикачів повинна бути підключена до системи діагностики, яка зможе вимірювати та записувати різні параметри роботи, такі як швидкість обертання, температура, тиск у системі, а також час і точність перемикачів.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ КПП CHEVROLET BOLT EV

7. Стенд повинен мати змогу імітувати різні умови їзди, включаючи прискорення, гальмування та рух на постійній швидкості при різних навантаженнях. Тестування різних режимів роботи коробки передач, включаючи автоматичний і ручний режими перемикавання, а також відтворення сценаріїв, які викликають максимальне навантаження на трансмісію.
 8. За допомогою діагностичного обладнання здійснюється зчитування і аналіз даних в реальному часі для оцінки, як коробка передач реагує на задані умови. Важливо звернути увагу на будь-які затримки, шум або інші нерегулярності під час перемикавання передач.
 9. Виявлення і аналіз помилок або відхилень в роботі коробки передач, які можуть вказувати на потенційні несправності або необхідність додаткового налаштування або ремонту.
Після завершення симуляції проводиться детальний аналіз зібраних даних. Це дозволяє оцінити загальну ефективність коробки передач та ідентифікувати області, що потребують уваги.
 10. На основі результатів тестування вирішується, чи потрібно коробці передач додаткове налаштування, ремонт або заміна компонентів.
 11. Аналіз даних. Аналіз кодів помилок і тестових даних. Вивчення отриманих кодів помилок і даних, отриманих під час тестування, для ідентифікації потенційних проблем.
 12. Фізична перевірка коробки передач. Демонтаж для детального огляду. За необхідності, демонтаж коробки передач для детального внутрішнього огляду компонентів на предмет зносу або пошкоджень.
 13. Ремонт або заміна компонентів. виправлення виявлених проблем. Заміна або ремонт пошкоджених компонентів згідно з виявленими під час діагностики проблемами.
 14. Перевірка після ремонту. Фінальне тестування. Проведення фінальних тестів для переконання в тому, що всі проблеми були вирішені і коробка передач працює належним чином.
 15. Звітність. Документування процесу.
 16. Запис усіх виконаних робіт, заміненних частин, та результатів тестувань для подальшого використання або передачі клієнту.
- Цей процес дає змогу всебічно оцінити стан коробки передач Chevrolet Bolt, виявити потенційні проблеми та вчасно їх усунути, забезпечуючи надійність та продуктивність автомобіля.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній бакалаврській роботі було виконано аналіз гібридних схем автомобілів, розглянуто переваги та недоліки гібридної установки послідовного типу, паралельного типу, послідовно-паралельної гібридної установки. Були ідентифіковані основні компоненти цих схем і з'ясований їх принцип роботи.

Досліджено вимоги до автомобільних датчиків струму гібридних автомобілів. Розглянуто особливості двигунів внутрішнього згоряння для гібридних автомобілів. Вивчено вимоги до мотор-генераторів гібридних автомобілів та зроблено вибір перетворювачів електричної напруги. Досліджено вимоги та характеристики високовольтних батарей.

Розроблено структурну та принципову електричну схему системи керування рухом гібридного автомобіля. Здійснена оптимізація роботи системи генератор-ДВЗ-електромотор. Складено алгоритми режимів руху гібридного автомобіля.

Застосовано програму SIMULINK для моделювання послідовно-паралельної схеми гібридного автомобіля. Розроблено моделі елементів гібридного автомобіля: контролера, планетарної передачі, електричного двигуна, двигуна внутрішнього згоряння, високовольтної батареї, конвертера DC-DC. Виконано моделювання роботи гібридного автомобіля згідно розробленої моделі у програмі SIMULINK.

Виконано удосконалення технологічного процесу діагностування КПП CHEVROLET BOLT EV.