МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Кафедра «Двигунів внутрішнього згоряння»

Обгрунтування параметрів гібридної силової установки на базі вітчизняного легкового автомобіля

Шифр роботи: «ГібридСЕНС»

Виконали: Скрєбцов М.К., Стебливець В.А.

Керівник: доц. Осетров О.О.

Харків 2021р.

Мета роботи - обгрунтування параметрів конструкції і режимів роботи елементів гібридної силової установки на базі вітчизняного автомобіля ЗАЗ-СЕНС.

Задачі дослідження:

1. Визначення потрібних параметрів силової установки автомобіля в умовах експлуатації

2. Розробка схеми гібридної силової установки, вибір параметрів її елементів

3. Обгрунтування режимів роботи елементів гібридної установки.

4. Дослідження параметрів гібридної силової установки при русі автомобіля з максимальним прискоренням

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОЕКТУ

На сьогодні в Україні існує великий парк автомобілів з ДВЗ. Їх кількість щорічно зростає як за рахунок імпорту нових, а ще більше за рахунок ввезення вживаних автомобілів. Це погіршує екологічну ситуацію в країні, збільшує потребу в імпортному нафтовому та газовому паливах.

ВИБІР ПРОТОТИПУ

В якості об’єкта дослідження обрано вітчизняний автомобіль ЗАЗ Сенс.

В країнах Європи, зокрема Україні, при розробці стандартів визначення і нормування токсичності автомобільного транспорту прийнято європейський їздовий цикл NEDC.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЗА РЕЖИМАМИ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ЦИКЛУ NEDC

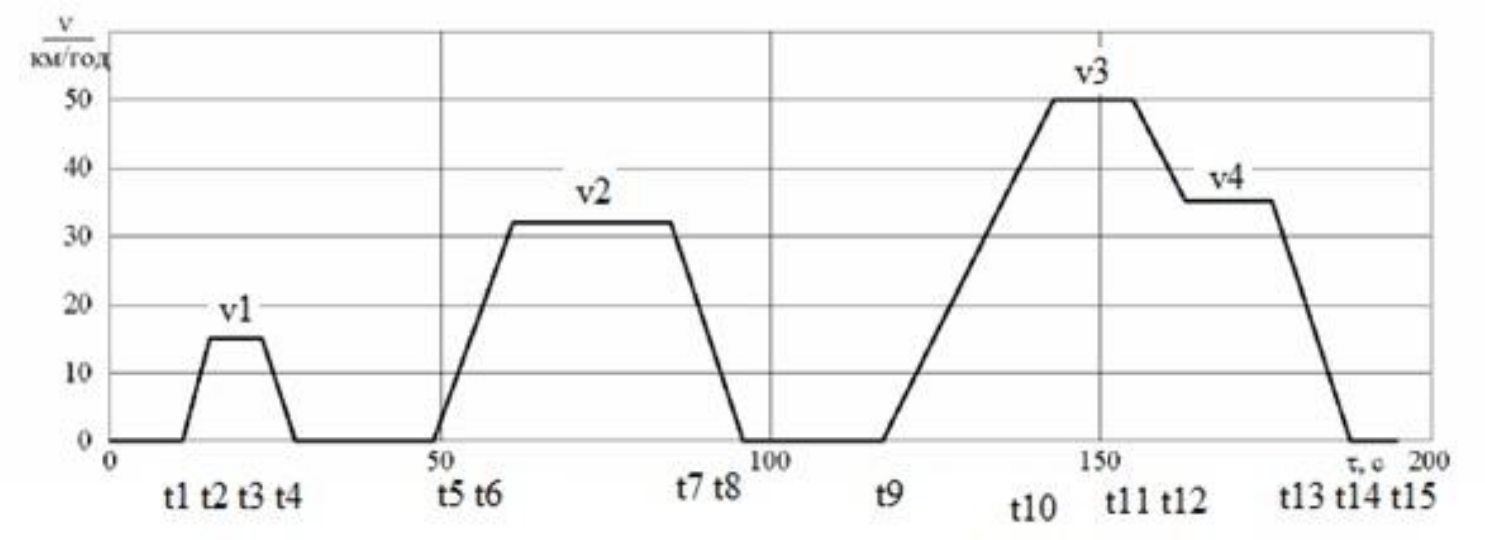


Рисунок 1.1 - Розрахункова схема міського їздового циклу EUDC

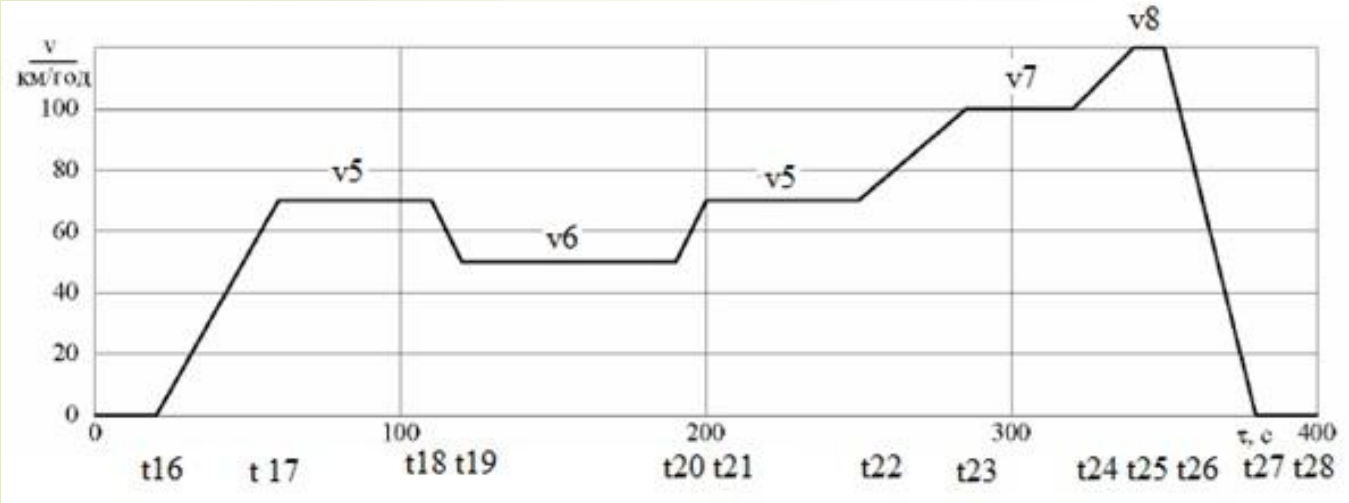


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема позаміського їздового циклу EUDC

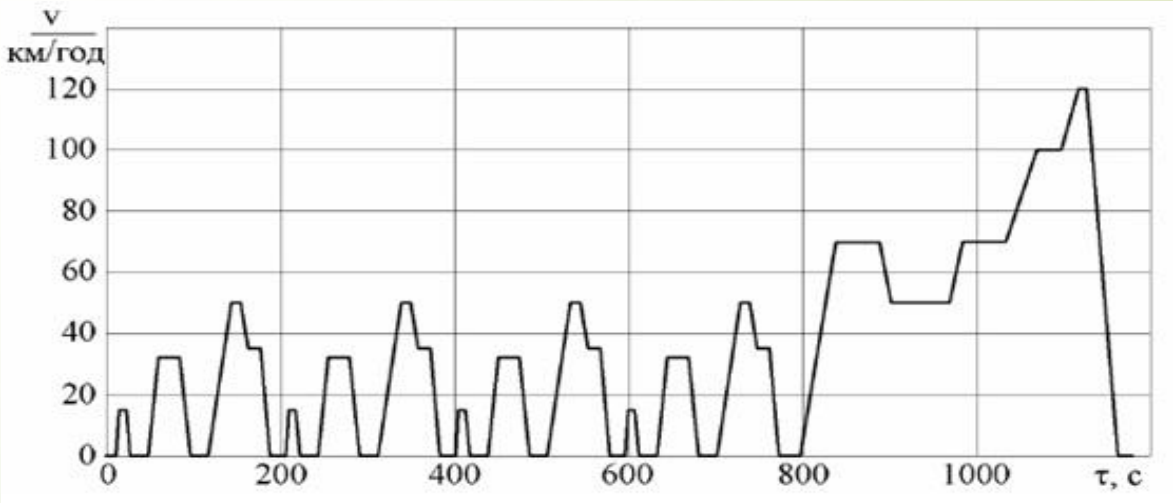


Рисунок 1.3 – Розрахункова схема комбінованого їздового циклу NEDC

Аналіз результатів дослідження

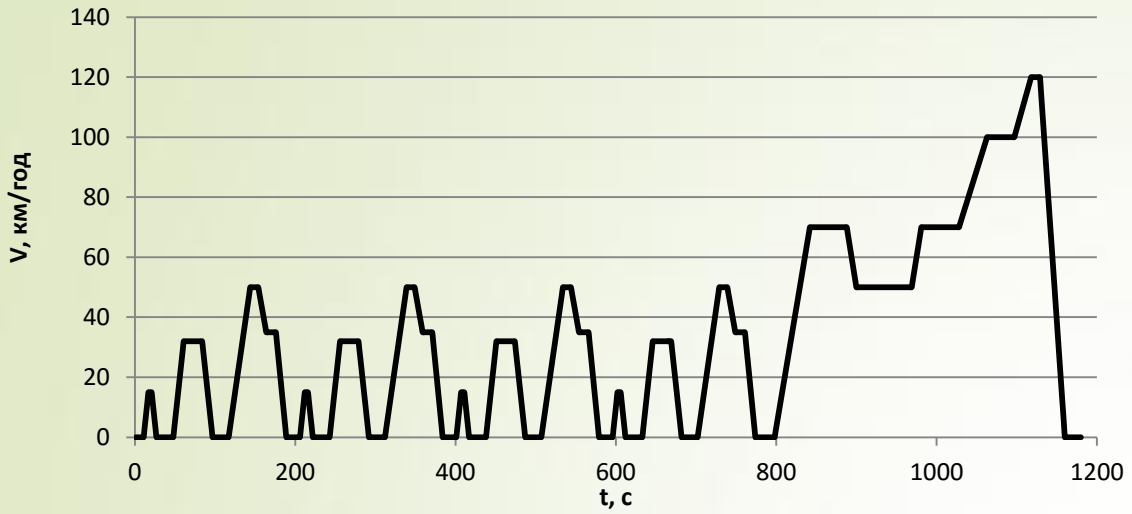


Рисунок 1.4 – Швидкість автомобіля на режимах випробувального циклу NEDC

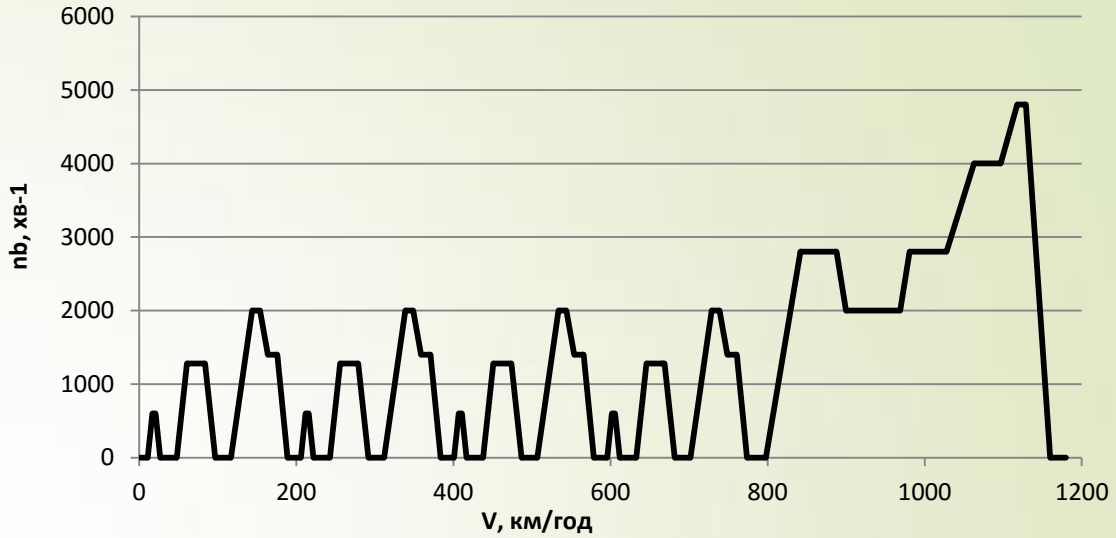


Рисунок 1.6 – Частота обертання ведучої шестрені планетарного редуктора на режимах випробувального циклу NEDC

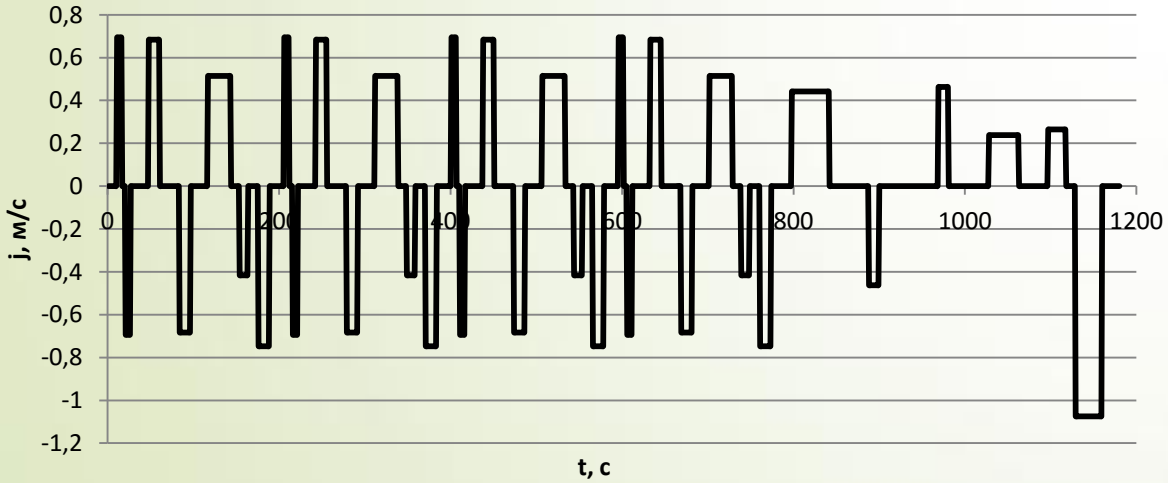


Рисунок 1.5 – Прискорення автомобіля на режимах випробувального циклу NEDC

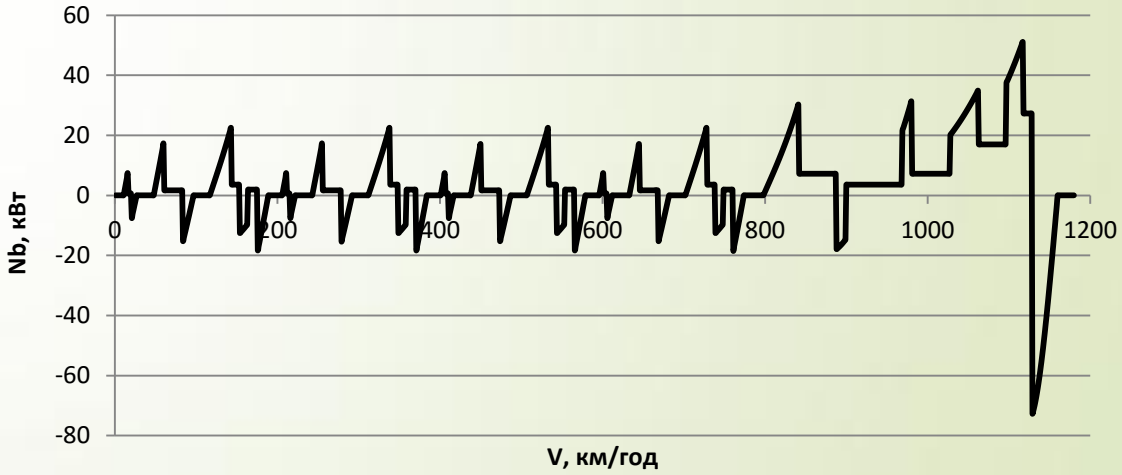


Рисунок 1.7 – Потужність на ведучій шестрені планетарного редуктора на режимах випробувального циклу NEDC

Таблиця 3.1 - Параметри гібридного привода

Параметр	Значення параметру
Двигун внутрішнього згоряння:	
Робочий об'єм двигуна, zVh, л	1,3
Діаметр циліндра D, м	0,075
Хід поршня S, м	0,0735
Ступінь стиску ε	9,8
Номінальна эфективна потужність ДВЗ Nен, кВт	50
Номінальна частота обертання колінчастого вала $n_н$, мин$^{-1}$	5400
Електричні двигуни/генератори:	
Максимальна потужність тягового електродвигуна ЕД2 $N_{ЕД1max}$, кВт	50
Максимальна частота обертання тягового електродвигуна ЕД2 $n_{ЕД2max}$, хв$^{-1}$	6000
Максимальний крутний момент тягового електродвигуна ЕД2, Н·м	400
Максимальна потужність генератора ЕД1 $N_{ЕД1max}$, кВт	13
Максимальна частота обертання генератора ЕД1 $n_{ЕД1max}$, хв$^{-1}$	10000
Акумуляторна батарея:	
Потужність акумуляторної батареї, кВт·год	21
Напруга на клемах акумуляторної батареї, В	201,6
Маса акумуляторної батареї m, кг	80
Редуктор:	
Конструктивний параметр планетарного ряда редуктора $K_{ред}$	2,6
Передавальне число передачі від коронної шестерні колесам U_0	4,113
Число зубів шестерен: Коронна Zb	78
Сонячна Za	30
Ведуча шестерня ланцюгової передачі Z_1	36
Ведома шестерня ланцюгової передачі Z_2	35
Ведуча шестерня проміжної передачі Z_3	30
Ведома шестерня проміжної передачі Z_4	44
Ведуча шестерня головної передачі Z_5	26
Ведома шестерня головної передачі Z_6	75

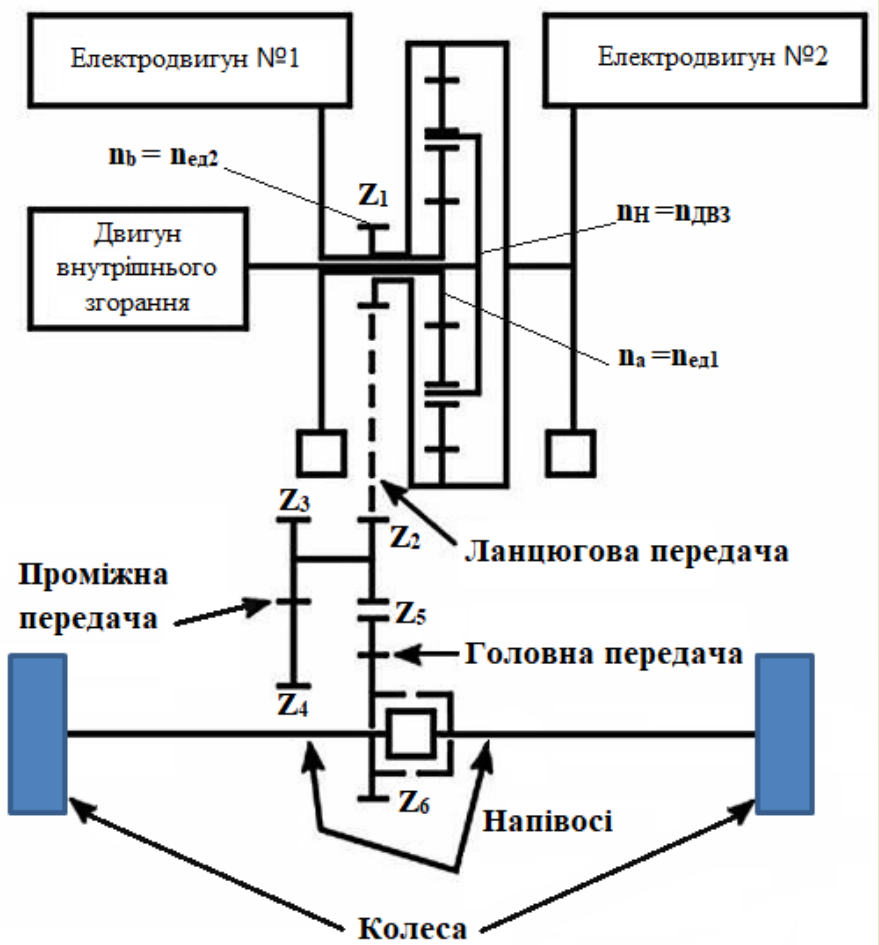


Рисунок 3.1 – Схема гібридного приводу

Визначення параметрів ДВЗ і тягового електричного двигуна/генератора при роботі з максимальним навантаженням

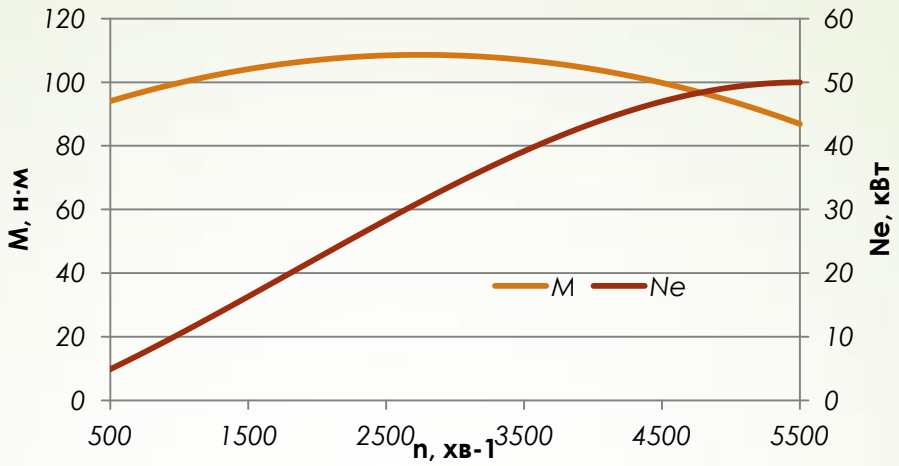


Рисунок 3.2 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна МЕМЗ-307

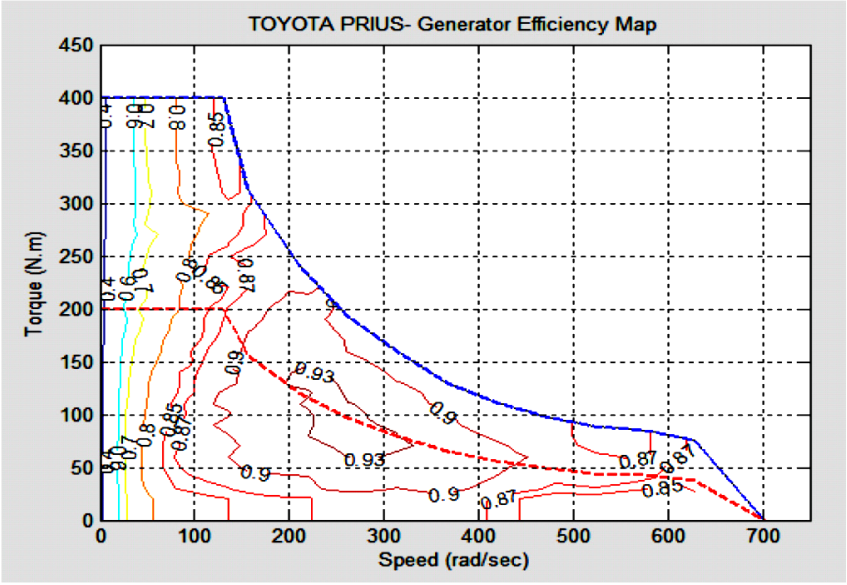


Рисунок 3.3 - Характеристика крутного моменту і ККД тягового електричного двигуна Toyota Prius II

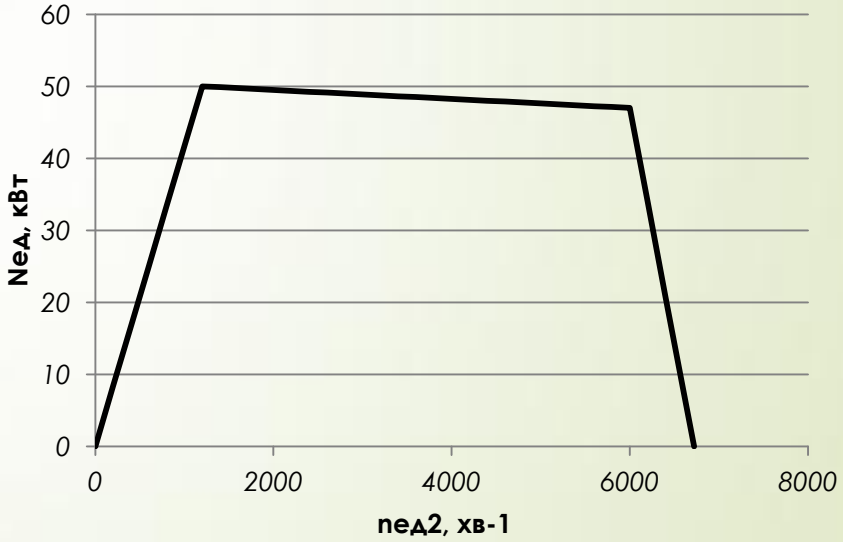


Рисунок 3.4 - Характеристика потужності тягового електричного двигуна Toyota Prius II

Режими роботи елементів гібридної силової установки

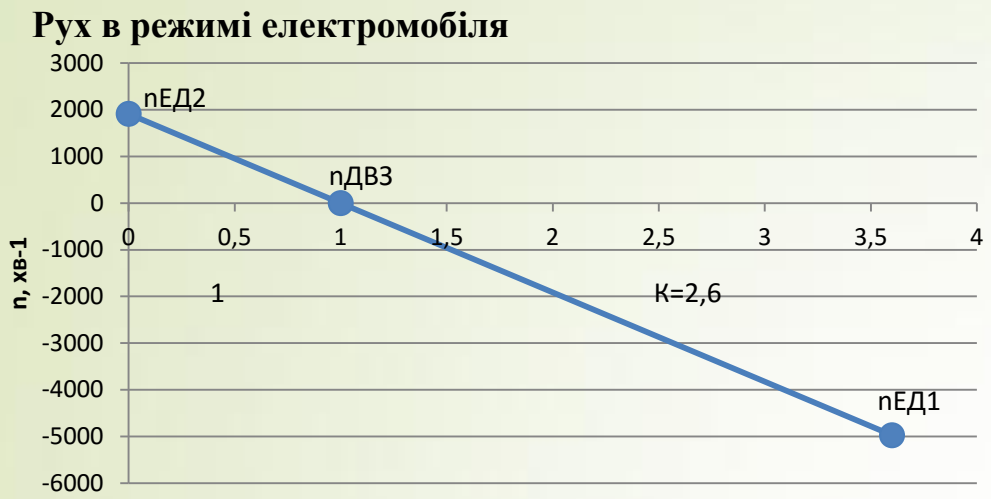


Рисунок 3.5. Взаємозв`язок швидкостей обертання елементів енергетичної установки русі автомобіля за міським циклом. Швидкість автомобіля 50 км/год.

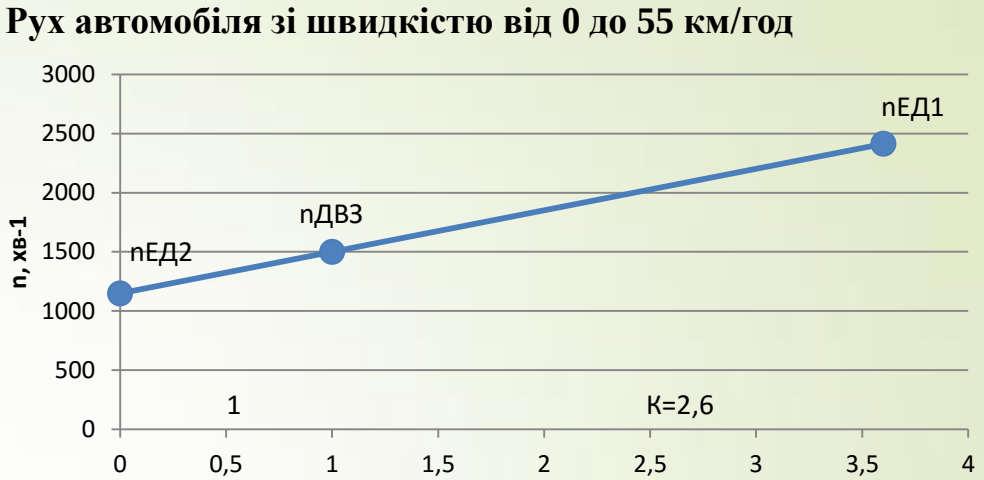


Рисунок 3.6. Взаємозв`язок швидкостей обертання елементів енергетичної установки русі автомобіля з великим навантаженням. Швидкість автомобіля 30 км/год.

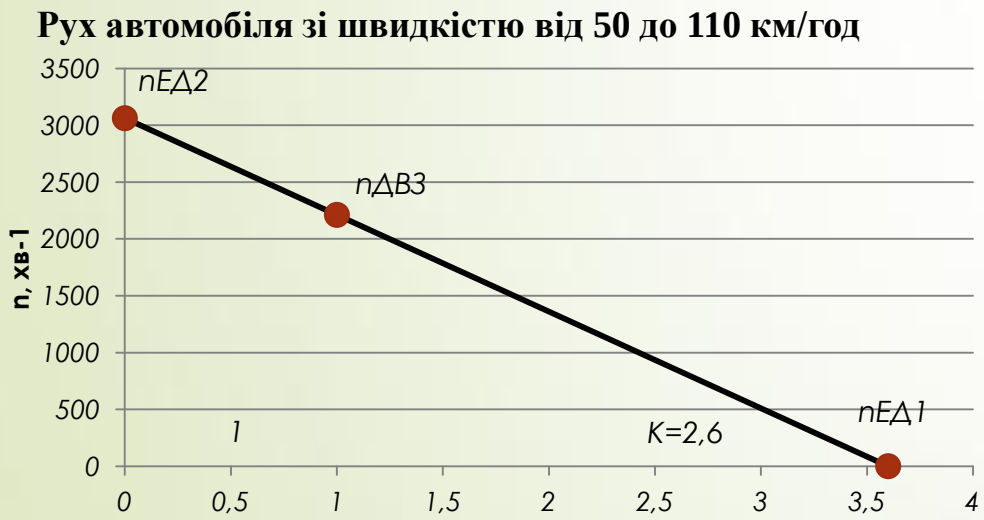


Рисунок 3.7. Взаємозв`язок швидкостей обертання елементів енергетичної установки русі автомобіля з великим навантаженням. Швидкість автомобіля 80 км/год.

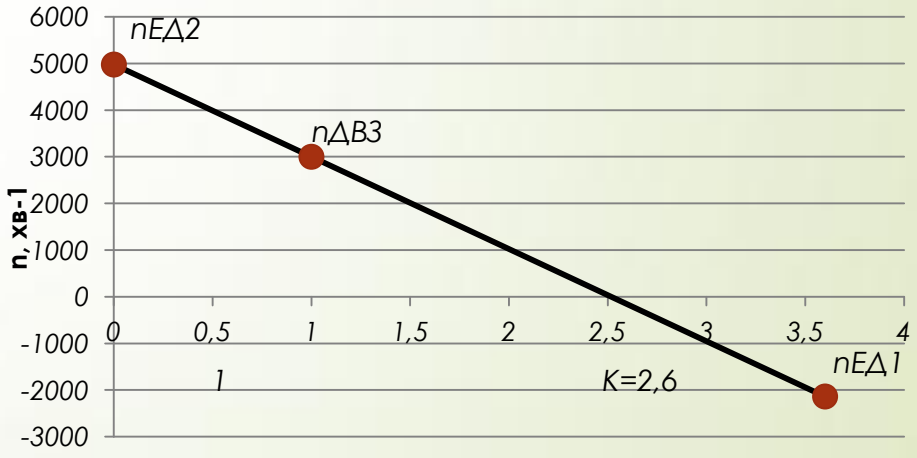
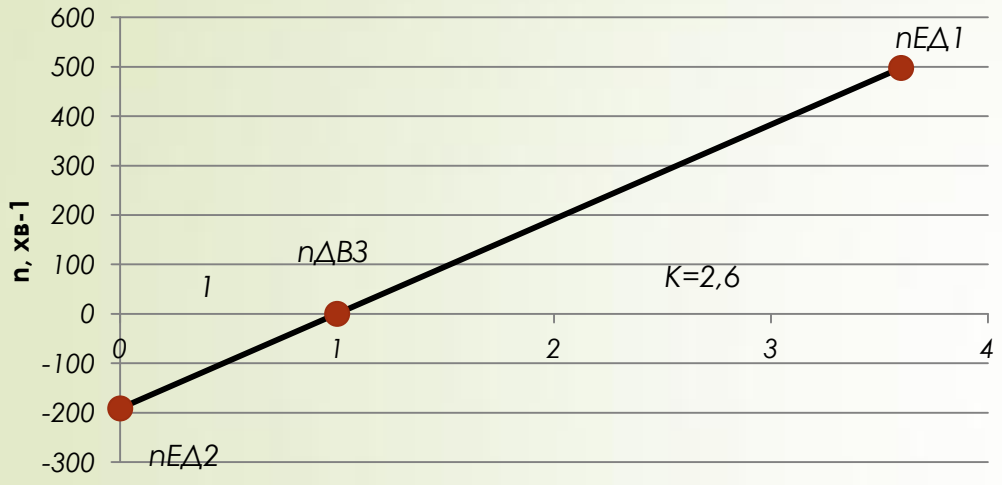


Рисунок 3.8. Взаємозв`язок швидкостей обертання елементів енергетичної установки русі автомобіля з великим навантаженням. Швидкість автомобіля 130 км/год.

Режими роботи елементів гібридної силової установки

Задній хід



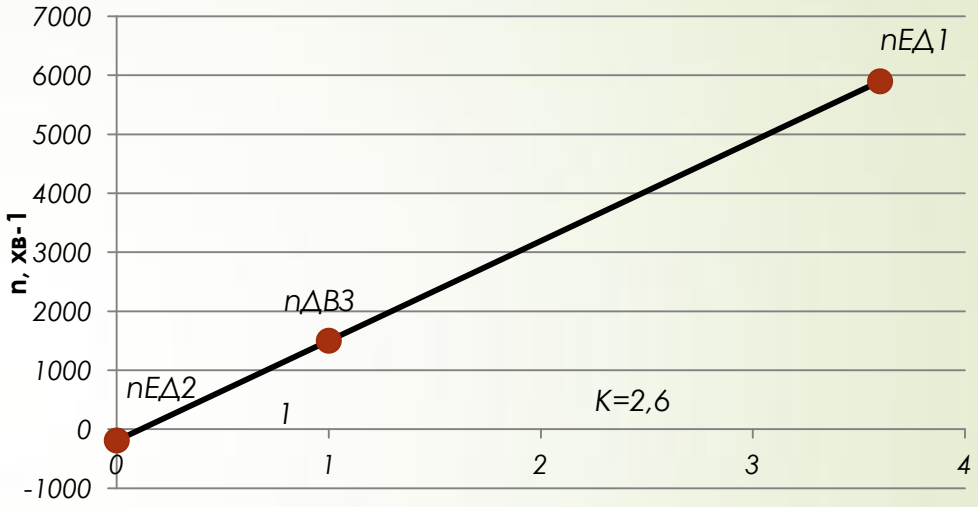


Рисунок 3.9. Взаємозв`язок швидкостей обертання елементів енергетичної установки русі автомобіля заднім ходом і **зарядженому** акумуляторі. Швидкість руху автомобіля 5 км/год

Рисунок 3.10. Взаємозв`язок швидкостей обертання елементів енергетичної установки при русі автомобіля заднім ходом і **розрядженому** акумуляторі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ З МАКСИМАЛЬНИМ ПРИСКОРЕННЯМ

Методика дослідження

Параметри динаміки руху автомобіля при русі з максимально можливим прискоренням визначалися проводилося за методикою Чудакова Е.А. і Яковлева Н.А.

Інтервал швидкості від 0 до 150 км/год було розбито на дрібні ділянки тривалістю 1 км/год, як показано на рис.4.1.

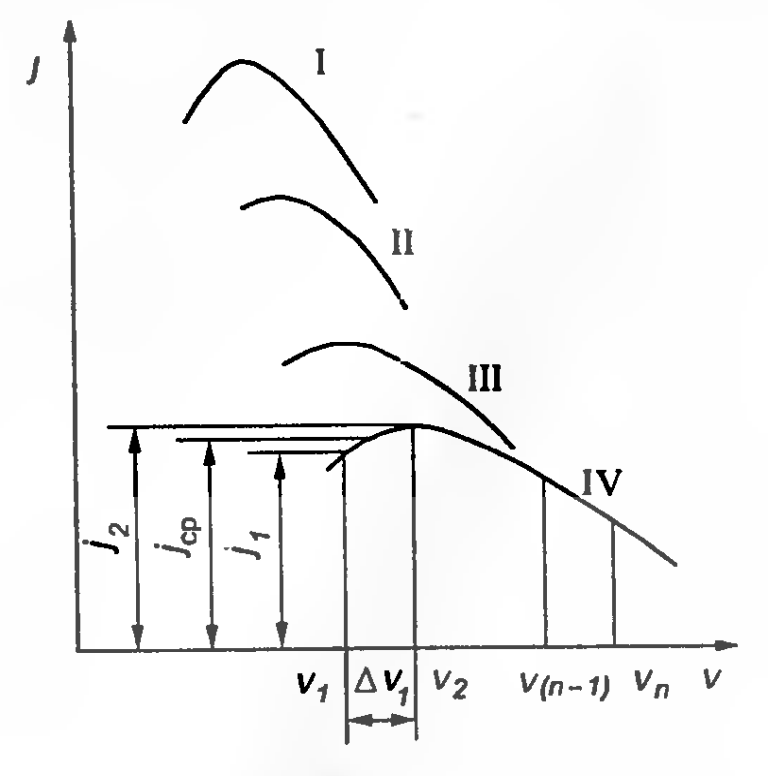


Рисунок 4.1 - Схема до визначення поточного значення прискорення автомобіля

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ З МАКСИМАЛЬНИМ ПРИСКОРЕННЯМ

Результати дослідження

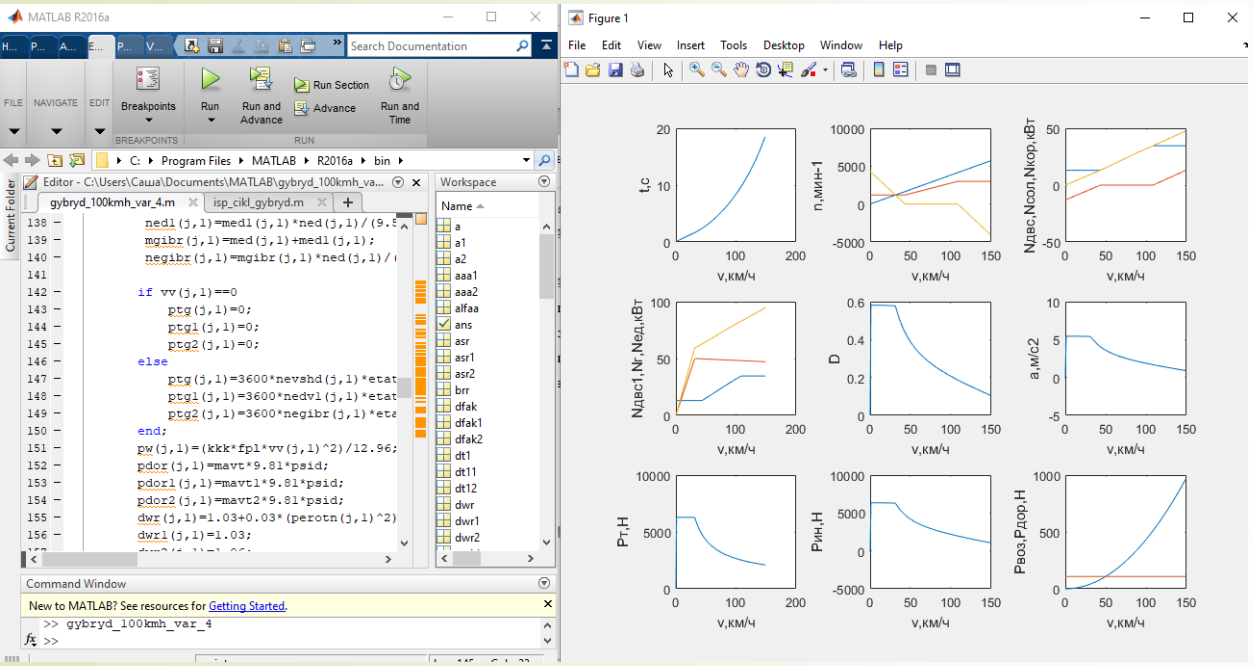


Рисунок 4.2 - Зовнішній вид вікна з програмою та результатами розрахунків.

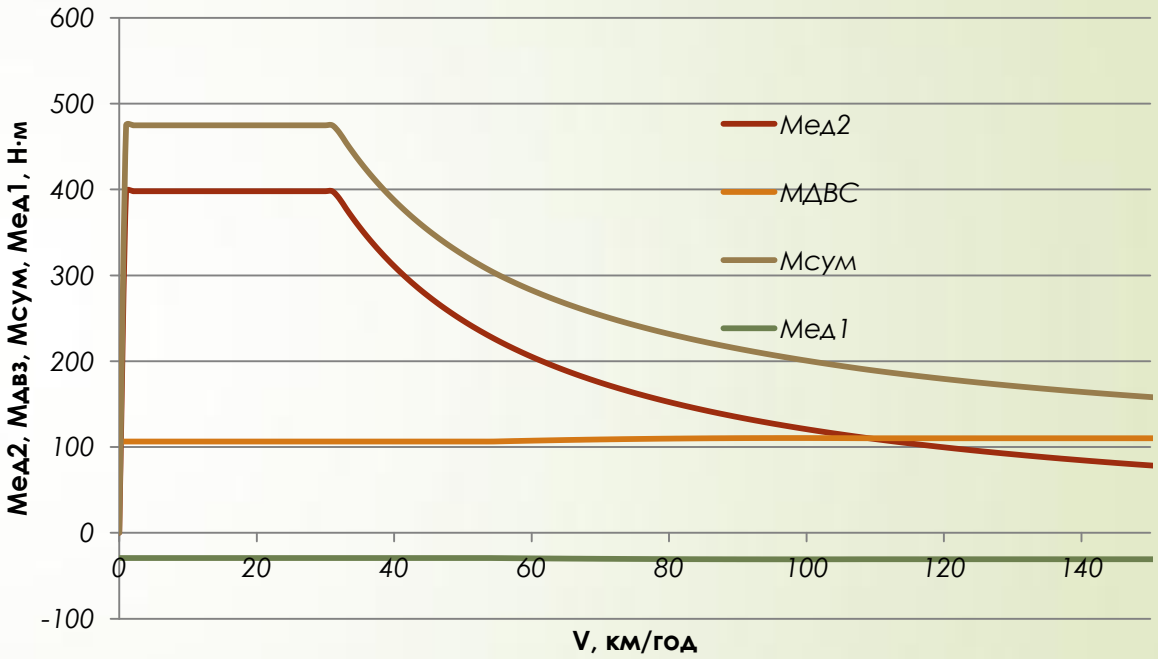


Рисунок 4.3 – Крутні моменти, що створюються елементами гібридної енергоустановки на зубчастих колесах планетарного редуктора.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ З МАКСИМАЛЬНИМ ПРИСКОРЕННЯМ

Результати дослідження

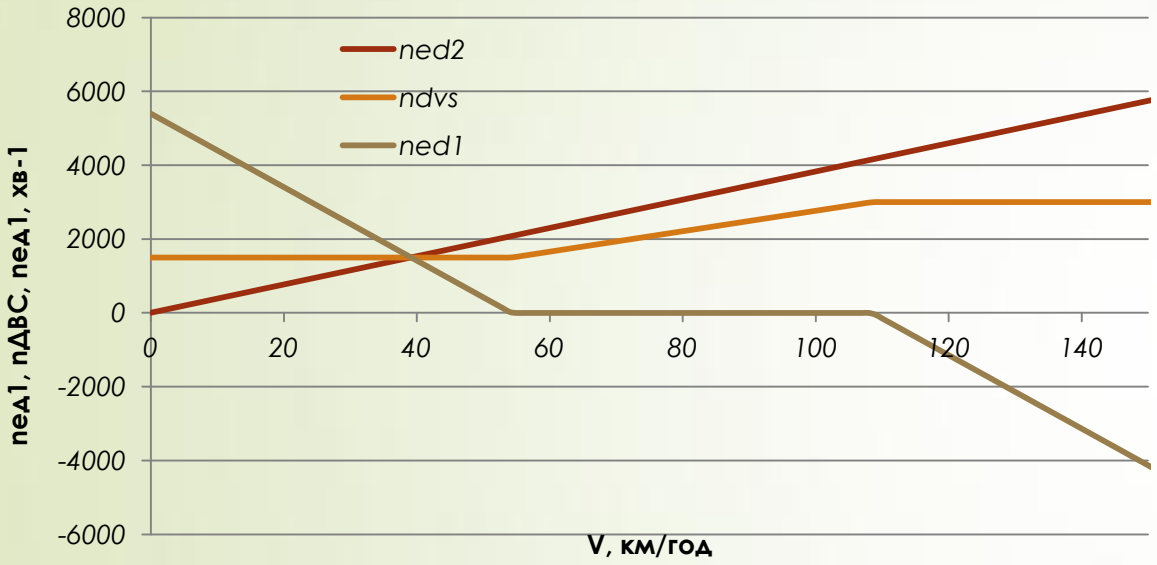


Рисунок 4.4 – Частота обертання валів елементів гібридної енергоустановки

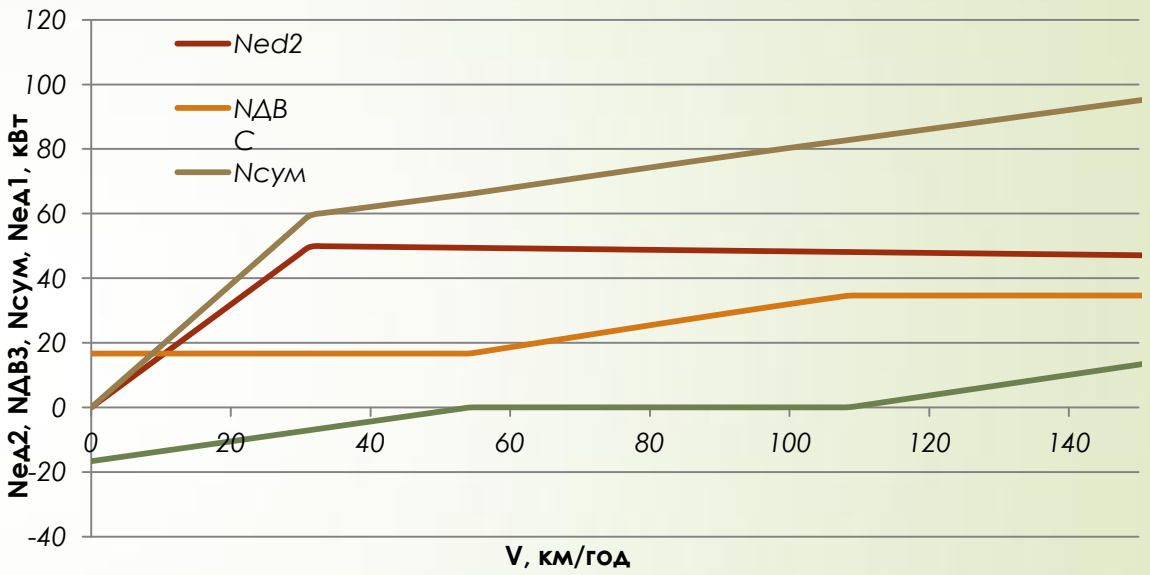


Рисунок 4.5 – Потужність, що створюється елементами гібридної енергоустановки на зубчастих колесах планетарного редуктора

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ РУСІ АВТОМОБІЛЯ З МАКСИМАЛЬНИМ ПРИСКОРЕННЯМ

Параметри руху автомобіля

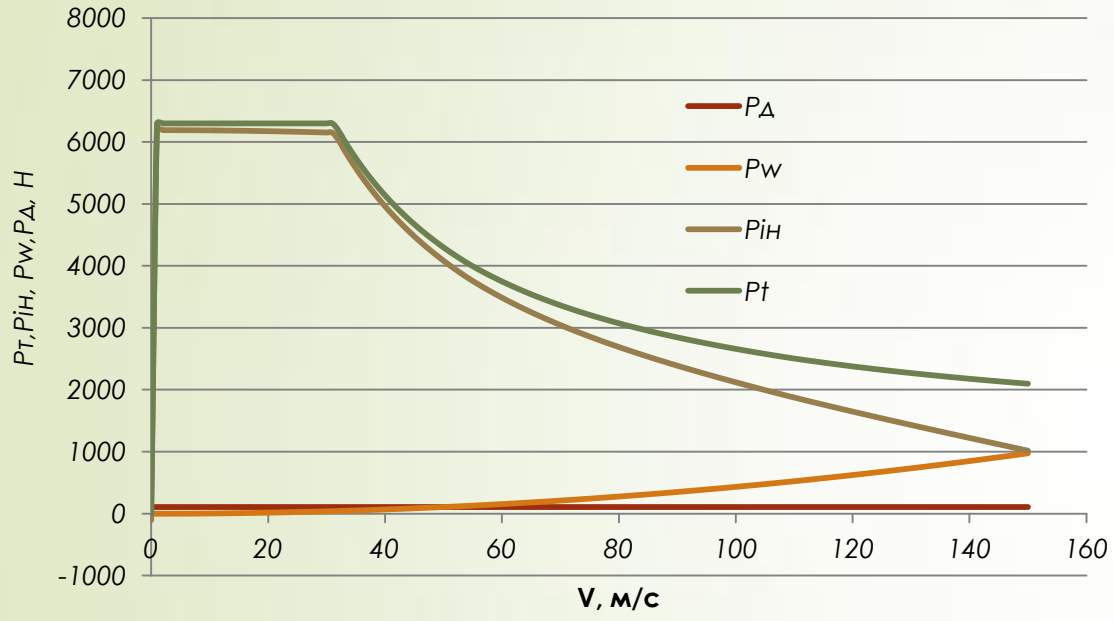


Рисунок 4.6. Сили, що діють на автомобіль в процесі розгону автомобіля в процесі розгону

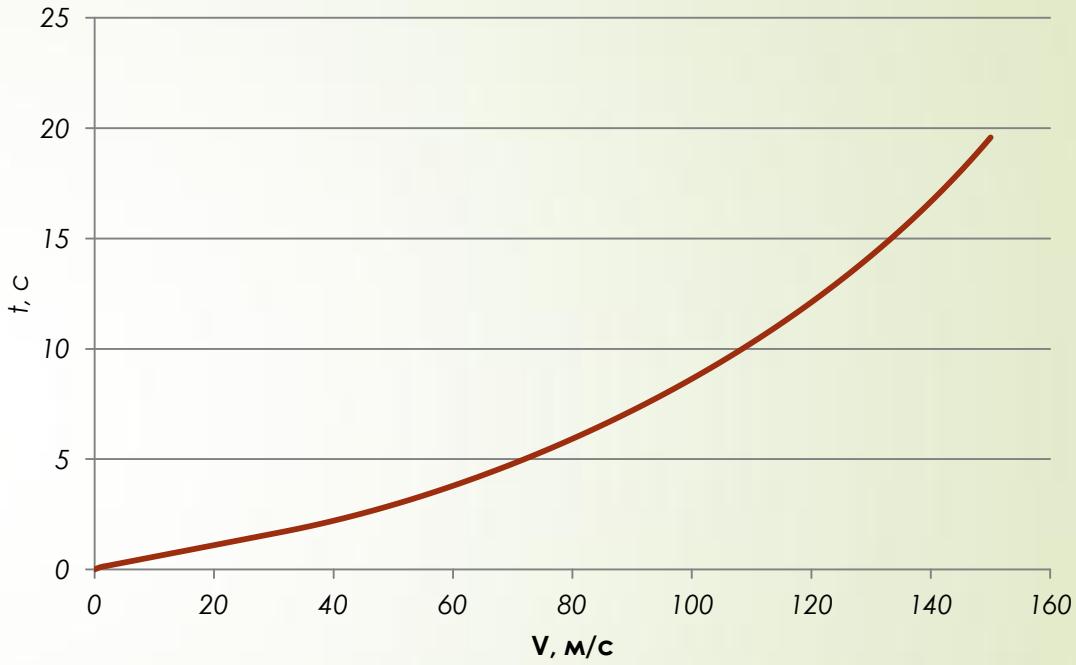


Рисунок 4.7. Час розгону автомобіля

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано методику розрахунку швидкості і прискорення автомобіля, частоти обертання ведучої шестерні і потужності на ведучій шестрені легкового автомобіля на режимах європейського випробувального циклу NEDC.

2. В результаті розрахунку показано, що на режимах міського випробувального циклу UDC частота обертання ведучої шестерні гібридної силової установки не перевищує 2000 хв$^{-1}$, а потужність на цій шестерні – 23 кВт. На режимах позаміського випробувального циклу EUDC частота обертання ведучої шестерні гібридної силової установки не перевищує 4800 хв$^{-1}$, а потужність на цій шестерні – 51 кВт.

3. На гальмування транспортного засобу витрачається достатньо велика потужність (до 70 кВт) при гальмуванні на режимі позаміського циклу EUDC. При застосуванні повної регенерації електричної енергії в процесі гальмування середня потужність силової установки в усьому діапазоні режимів роботи за циклом NEDC складає 3 кВт.

4. Розроблено схему гібридної силової установки, обгрунтовано конструктивні параметри її елементів. Запропоновано емпіричні залежності максимальної потужності тягового електричного двигуна/генератора від частоти обертання.

5. Обгрунтувано режими роботи електричних двигунів/генераторів, а також ДВЗ у складі гібридної установки, запропоновано методику оцінки їх потужності і частоти обертання валів.

6. Досліджено параметри автомобіля і гібридної силової установки у його складі при русі автомобіля з максимальним прискоренням. Показано, що при обраних параметрах елементів гібридної силової установки і режимах її роботи автомобіль розганяється до швидкості 100 км/год за 8,5 с, шо є набагато кращим показником порівняно з базовою силовою установкою.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!