

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЕЛЕКТРОВОЗА ЗМІННОГО СТРУМУ

Доповідач: ст. гр. ЕТЗ-18м
Галушко В.Г.

Керівник: доц. каф. ЕМСАПТ
Паянок О.А.

Вступ, об'єкт, предмет, мета, задачі дослідження

Об'єктом дослідження є процеси перетворення енергії, які протікають у електротехнічній системі електропривода електровоза змінного струму типу ВЛ80.

Предметом дослідження є математичні моделі та структури, які дозволяють підвищити енергетичну ефективність тягового електропривода електровоза змінного струму.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження в даній роботі є підвищення енергоефективності та працездатності електроприводів електровоза змінного струму типу ВЛ-80 в режимах тяги та рекуперативного гальмування.

Для досягнення цієї мети потрібно розв'язати наступні **задачі**:

- Розглянути загальні експлуатаційні та технічні характеристики об'єкта дослідження.
- Провести додаткові розрахунки для вибору потужності двигунів електровозу, виконати розрахунки та побудову навантажувальної діаграми досліджуваного електропривода.
- Провести розрахунки економічної доцільності використання найбільш оптимального з технічної та економічної точки зору варіанту системи електропривода електровоза типу ВЛ-80.
- Розробити функціональну та принципову електричні схеми електропривода електровоза із ВІП на IGBT-транзисторах для застосування в тяговому електроприводі електровоза.
- Розробити алгоритм управління транзисторним ВІП та тяговим електроприводом електровоза в цілому для режимів тяги та рекуперативного гальмування.
- Провести моделювання запропонованої системи керування з метою перевірки адекватності поведінки системи реальним фізичним та електромеханічним процесам.

Практичне значення одержаних у роботі результатів полягає у підвищенні енергетичної ефективності тягового електропривода електровоза за рахунок реалізації нових алгоритмів управління розробленої силової принципової електричної схеми ВІП на IGBT-транзисторах в режимах тяги і рекуперативного гальмування, які підвищують його коефіцієнт потужності.

Загальна характеристика об'єкту дослідження

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики електровоза ВЛ 80



Рисунок 1 – Загальний вигляд досліджуваного електровоза

Показники	Значення
Марка	ВЛ 80
Довжина	32480 мм
Номінальна напруга	25 кВ
Коля	1520 мм
Конструкційна швидкість	110
Потужність при тривалому режимі	6160 кВт
Конструкційна швидкість	110 км / год
Сила тяги годинного режиму	442 кН
Сила тяги тривалого режиму	400 кН
Швидкість тривалого режиму	53,6 км / год

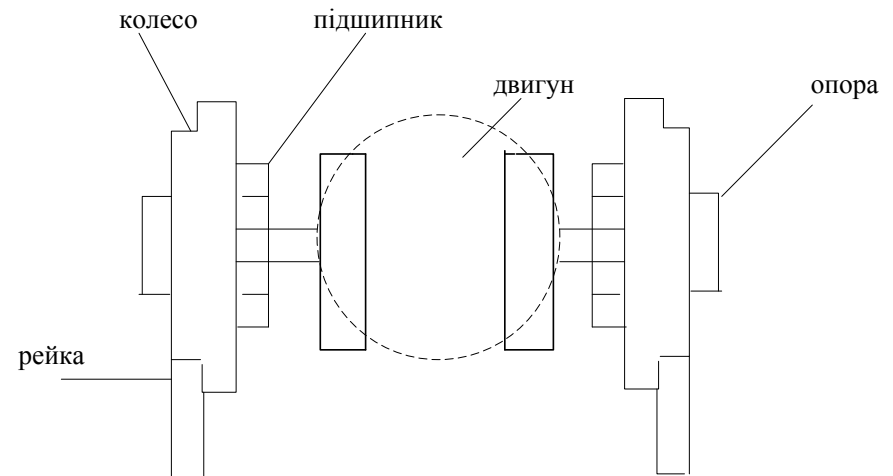


Рисунок 2 – Кінематична схема та характеристики електровоза

Техніко-економічне обґрунтування вибору системи ЕП електровоза

Таблиця 1 – ТЕО вибору показників ефективності

Показники	Тип системи електроприводу			
	ТП-ДПС	ШП-ДПС	РКС-ДПС	ПЧ-АД
Розрахункове значення потужності двигуна P_n , кВт	770,5			
Вартість двигуна (Д), грн.	0	0	0	680730
Вартість системи керування (СК), грн.	674000	628000	752000	640290
Капіталовкладення $K=D+СК$, грн	674000	628000	752000	1321020
Амортизаційні відрахування, $C_a = E_a * K$, грн.	33700	31400	37600	66051
Витрати на обслуговування і ремонт, $C_o = E_o * K$, грн.	10110	9420	11280	19815
Кількість втраченої електроенергії за рік, кВт	180400	172400	210315	170315
Витрати на електроенергію, грн	430669	411571	502084	406592
Собівартість $C = C_a + C_o + C_{\Delta W}$, грн.	474478,9	452390	550964	492458
Зведені витрати $Z = E_n * K + C$, грн.	575578,9	546590	663764	690611
Термін окупності $T = K/Z$, р.	1,17	1,15	1,13	1,91

Вибір та побудова навантажувальної діаграми тягового ЕД

Таблиця 2 - Вибір тягового електричного двигуна

Тип двигуна	НБ418К6
Номінальна потужність P_H , кВт	790/740
Номінальна частота обертання n_H , об/хв	890/915
Кількість вентилюючого повітря, не менше, $m^3/хв$	105
Номінальна напруга живлення U_H , В	950
Номінальний струм якоря I_H , А	880/820
Номінальний к.к.д. %	94,5/94,8
Система вентиляції	Незалежна
Маса двигуна без зубчатої передачі, кг	4350

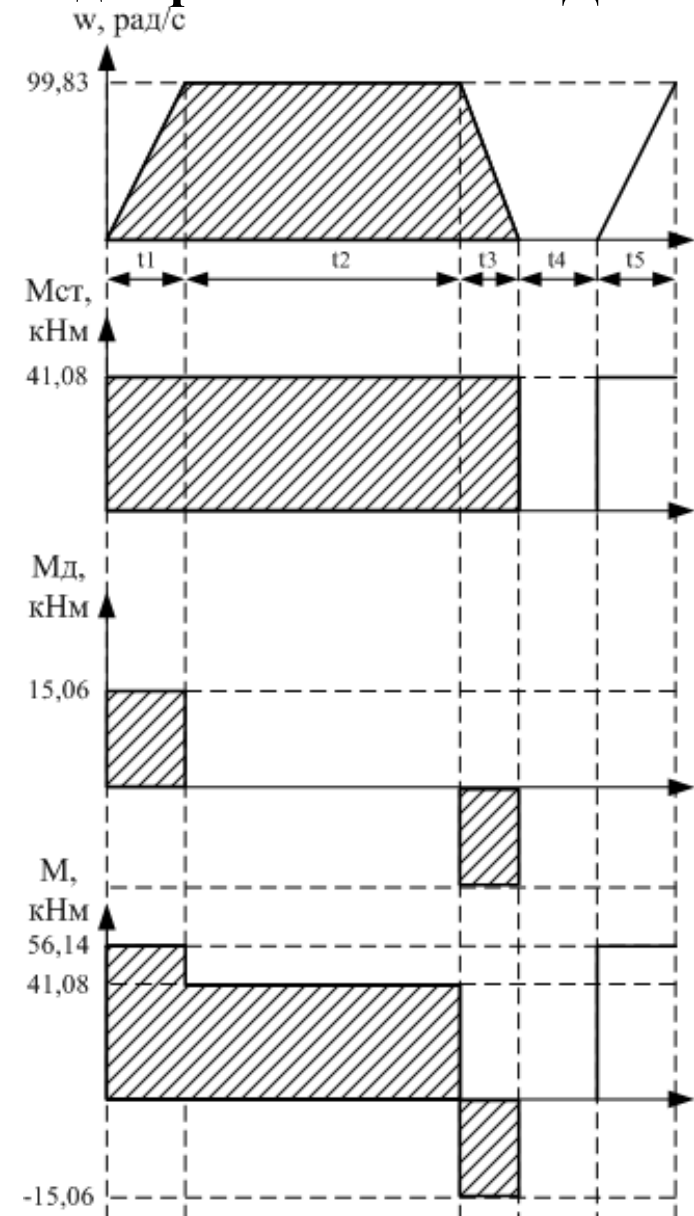


Рисунок 3 – Навантажувальна діаграма електропривода

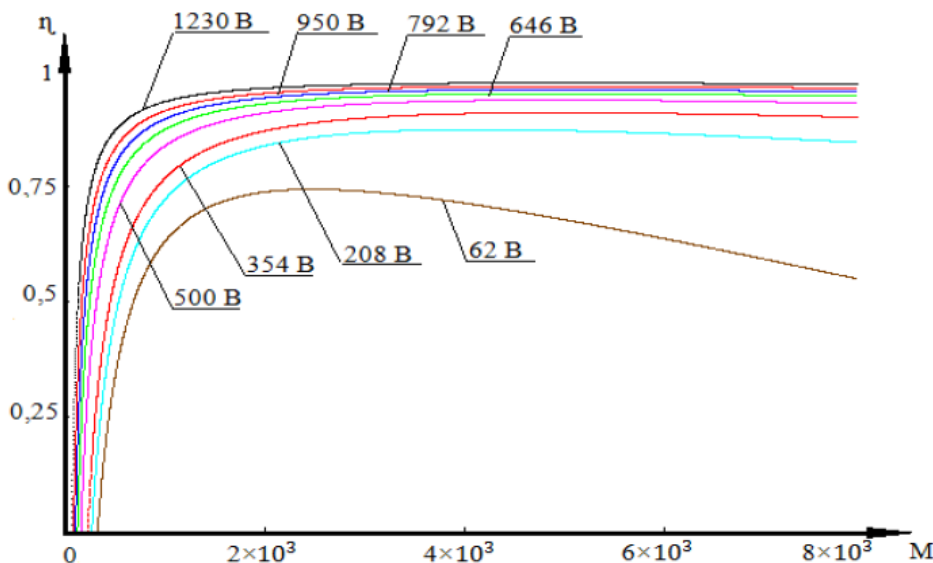


Рисунок 4 – Енергетичні характеристики моменту тягового двигуна

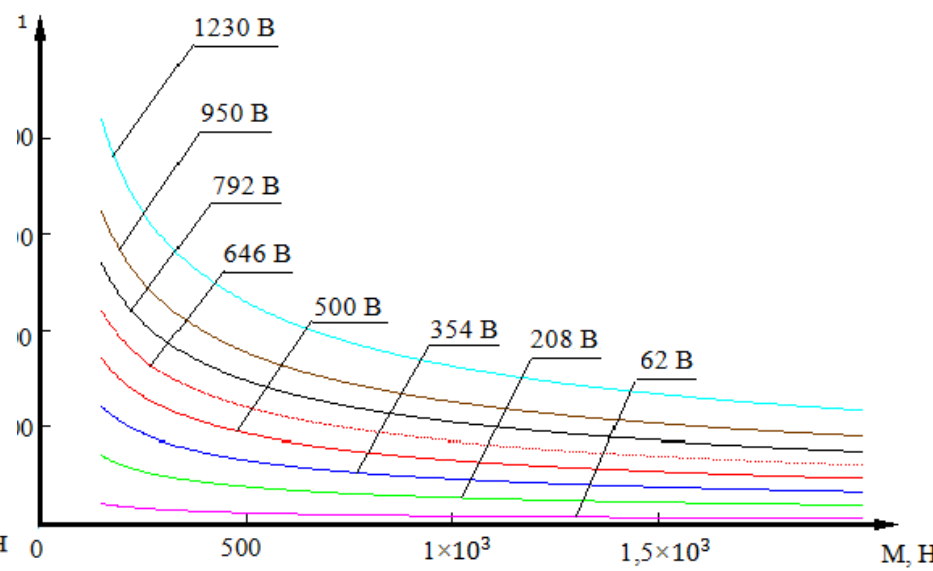


Рисунок 5 – Статичні характеристики моменту тягового двигуна при регулюванні напруги живлення

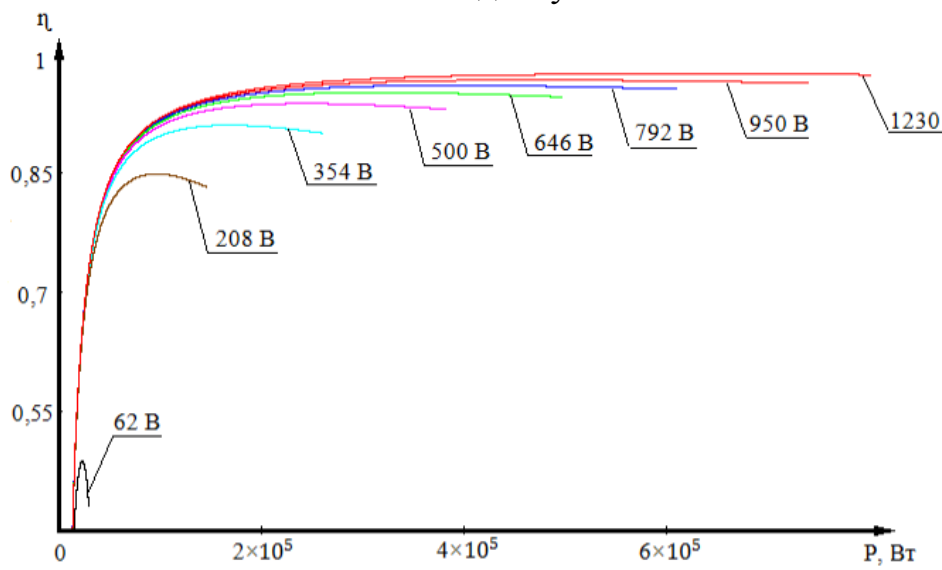


Рисунок 6 – Енергетичні характеристики моменту тягового двигуна

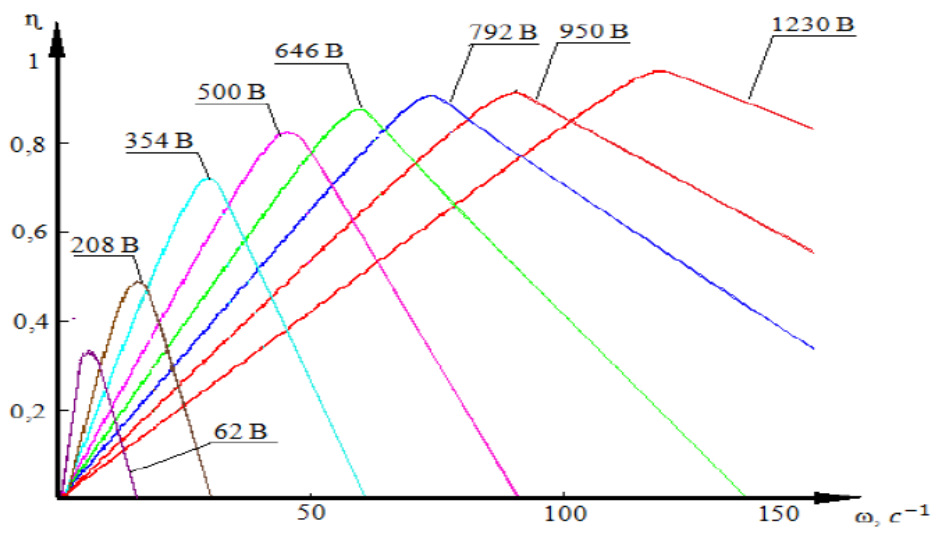


Рисунок 7 – Енергетичні характеристики швидкості тягового двигуна

Розробка схеми електричної функціональної системи електропривода

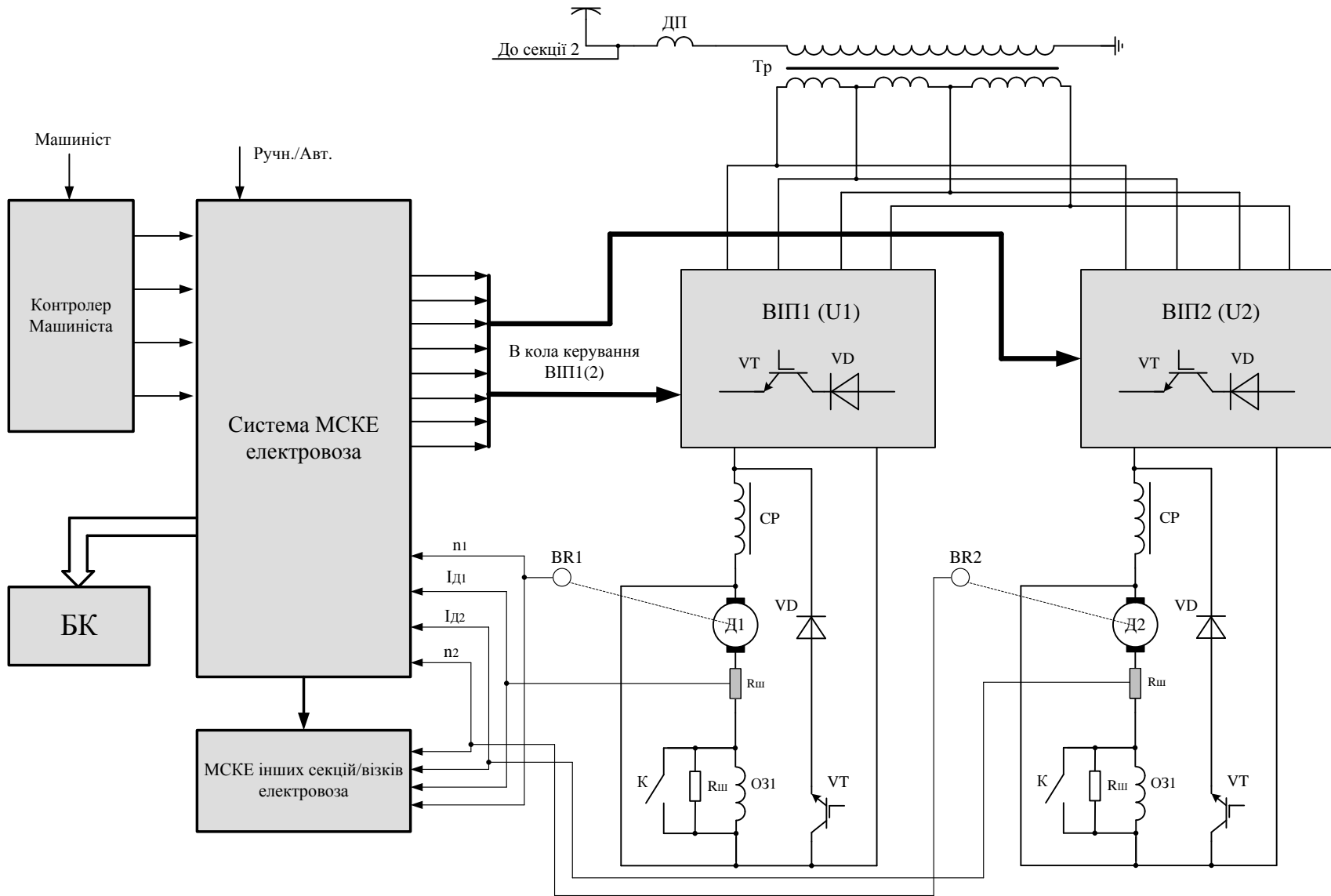


Рисунок 8 – Схема електрична функціональна САЕП візка електровоза ВЛ-80

Розробка схеми електричної принципової системи ЕП електровоза

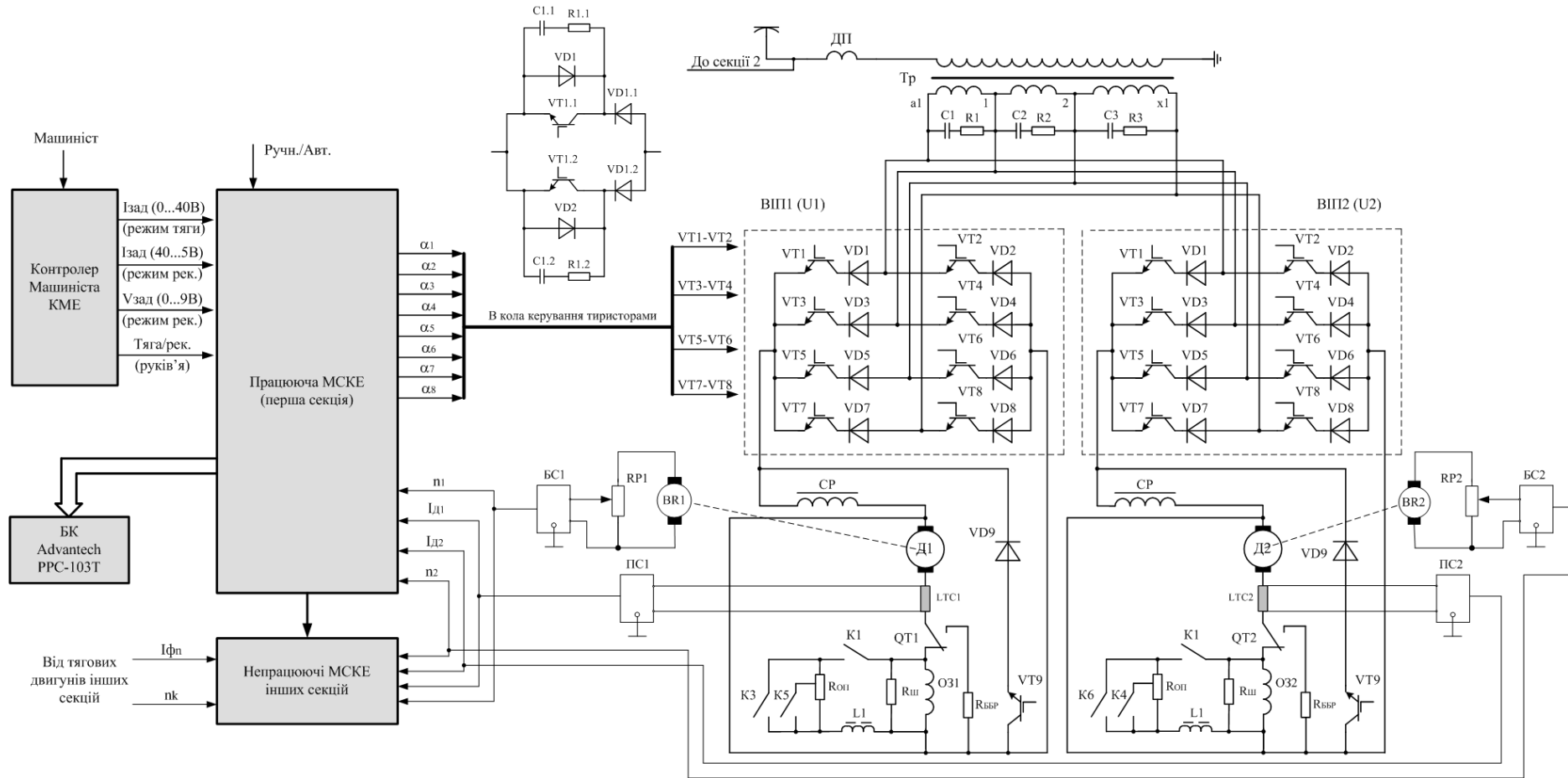
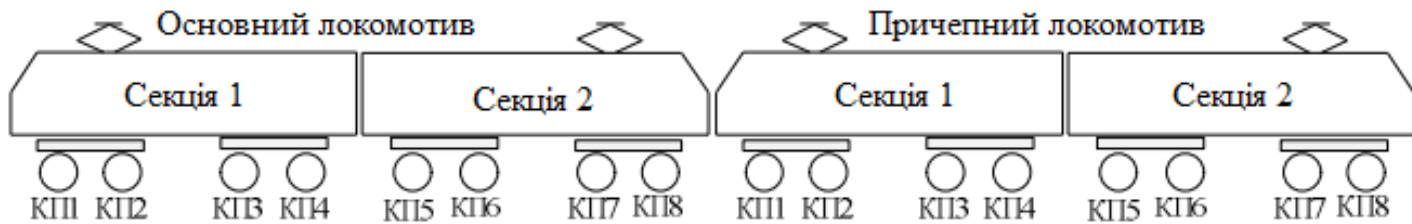
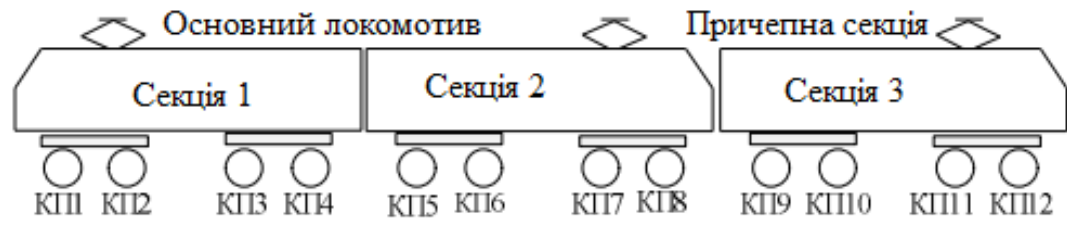


Рисунок 9 – Схема електрична принципова мікропроцесорної системи керування електропривода електровоза

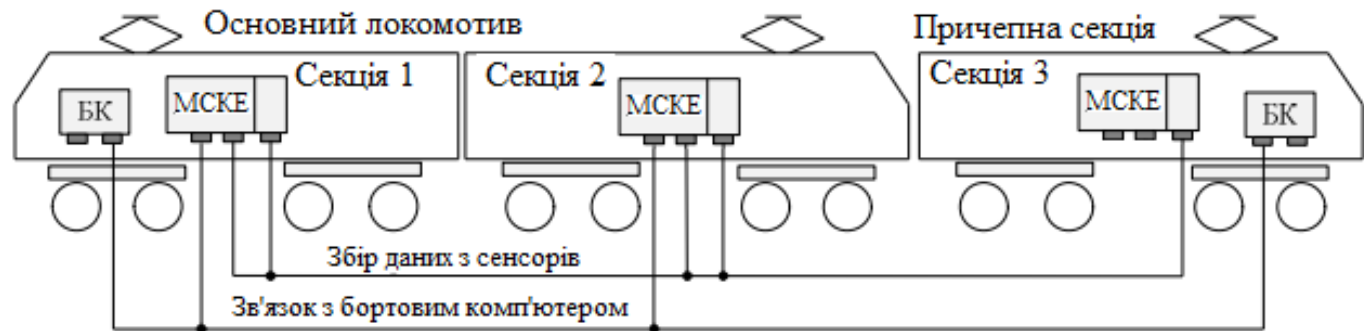
Особливості керування МСКЕ



а. Чотирьохсекційне виконання потягу



б. Трьохсекційне виконання



в. Взаємодія МСКЕ по інтерфейсу RS-485

Рисунок 10 – Схема виконань потягів та взаємодії МСКЕ секцій

АЛГОРИТМИ ТА СТІЙКІСТЬ РОБОТИ МСКЕ

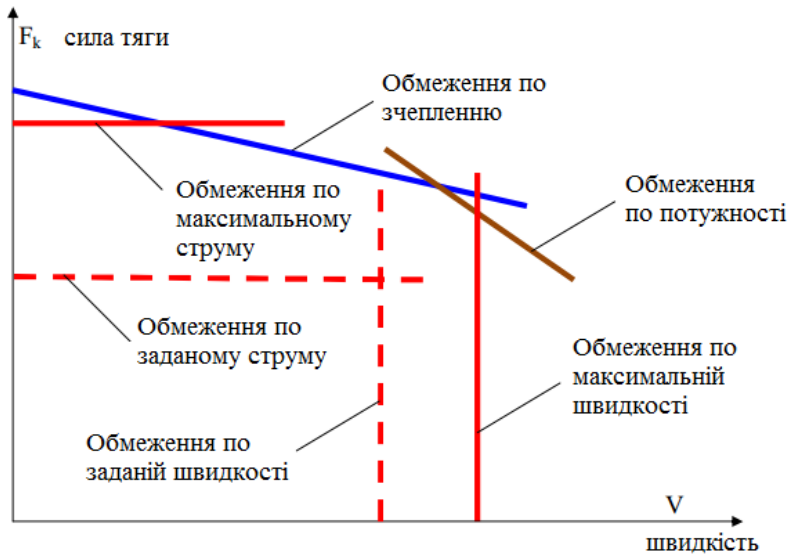


Рисунок 11 – Основні програмні захисти МСКЕ

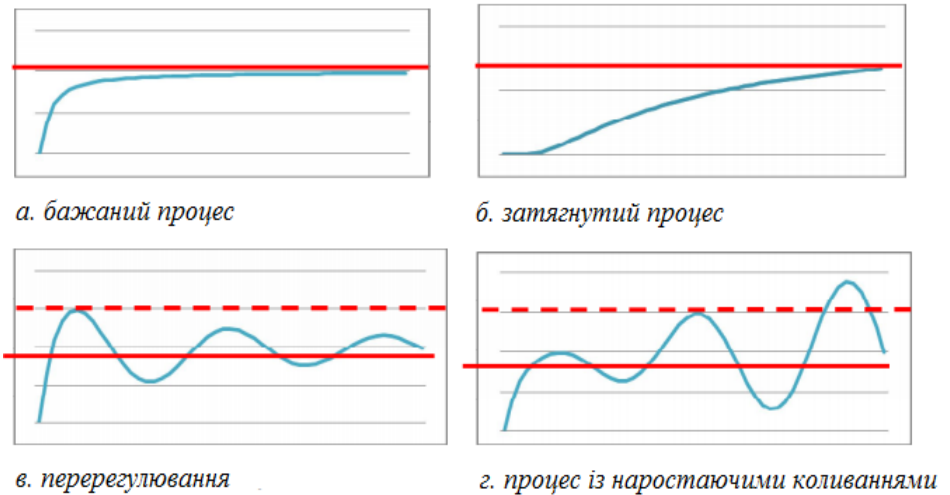


Рисунок 12 – Динаміка перехідних процесів МСКЕ

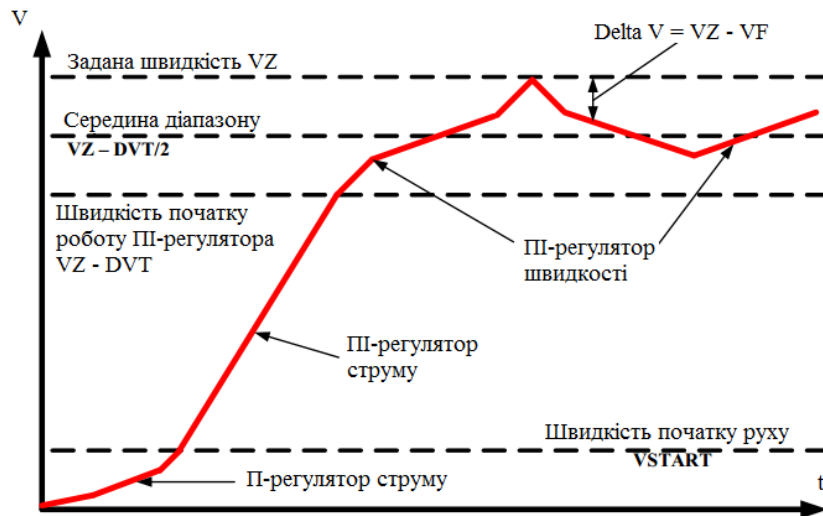


Рисунок 13 – Характер зміни потужності в регуляторі швидкості в режимі тяги



Рисунок 14 – Етапи авторегулювання в режимі рекуперації

Розрахунок динамічних режимів САЕС

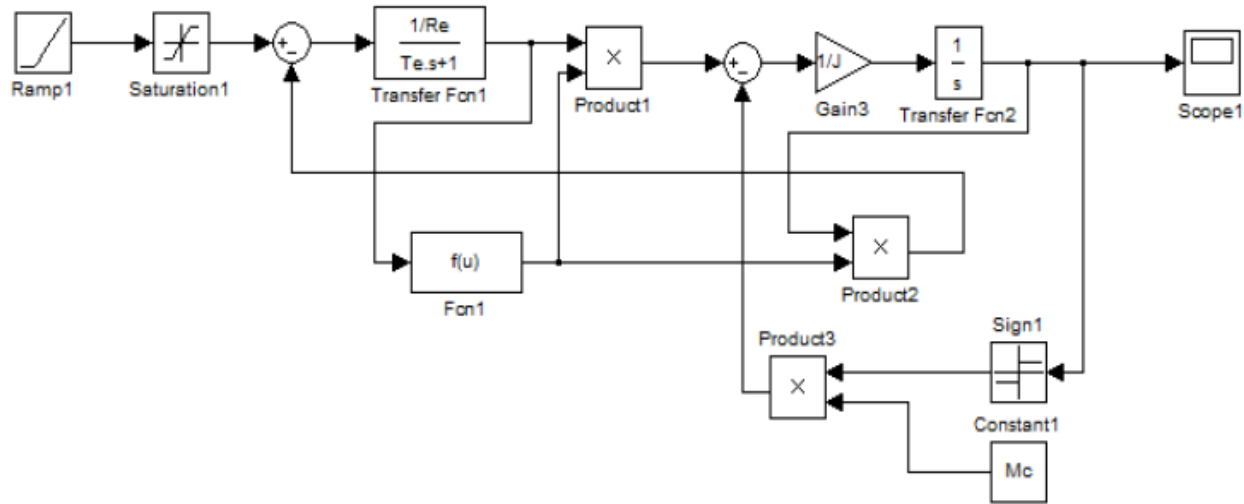


Рисунок 15 – Модель ДПС ПЗ в ППП Matlab Simulink

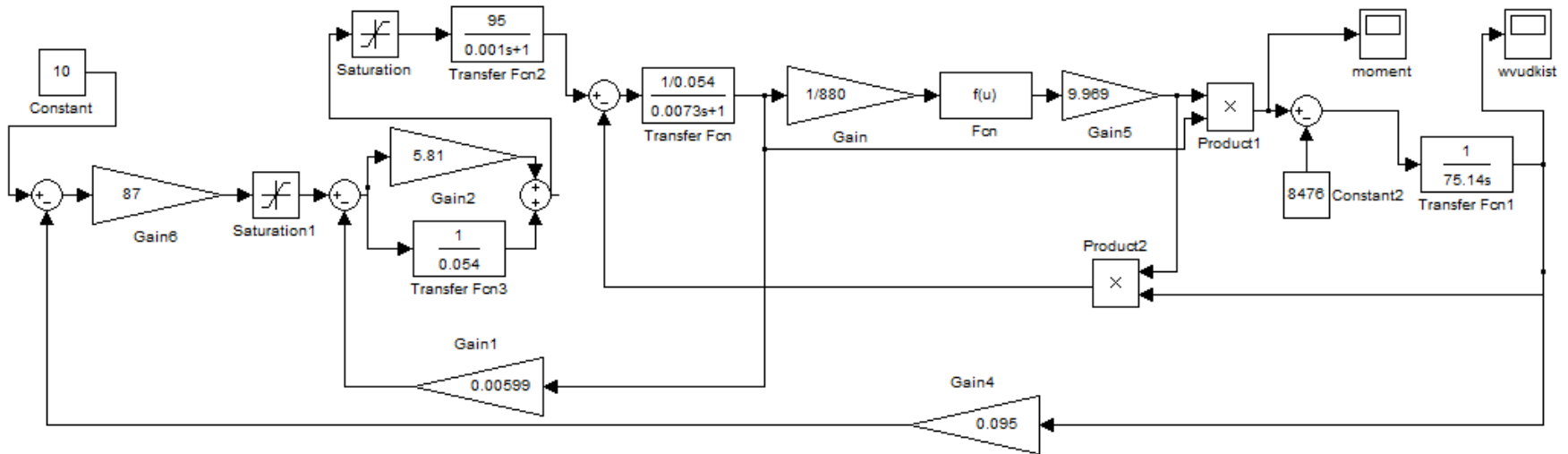


Рисунок 16 – Модель системи ШП-Д в ППП Matlab Simulink

Побудова перехідних процесів динамічних режимів САЕП

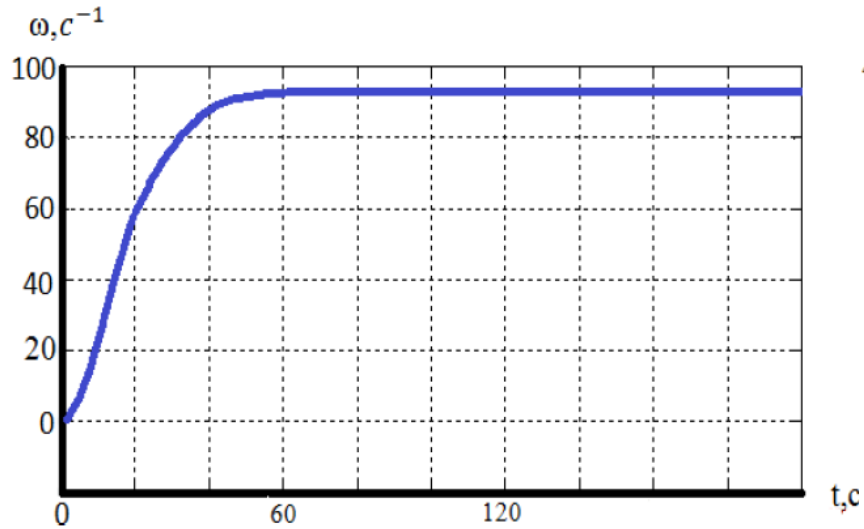


Рисунок 17 – Перехідний процес по швидкості двигуна при прямому пуску

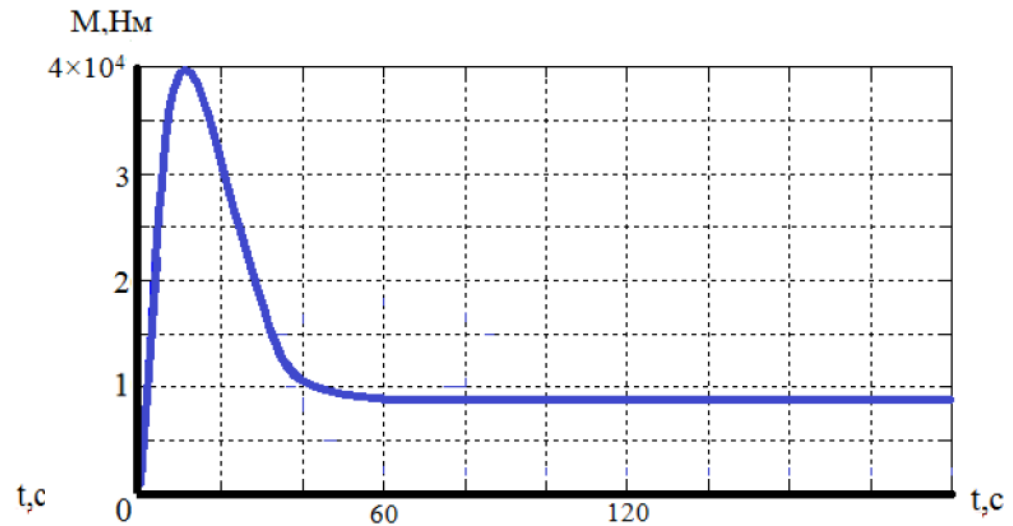


Рисунок 18 – Перехідний процес по моменту двигуна при прямому пуску

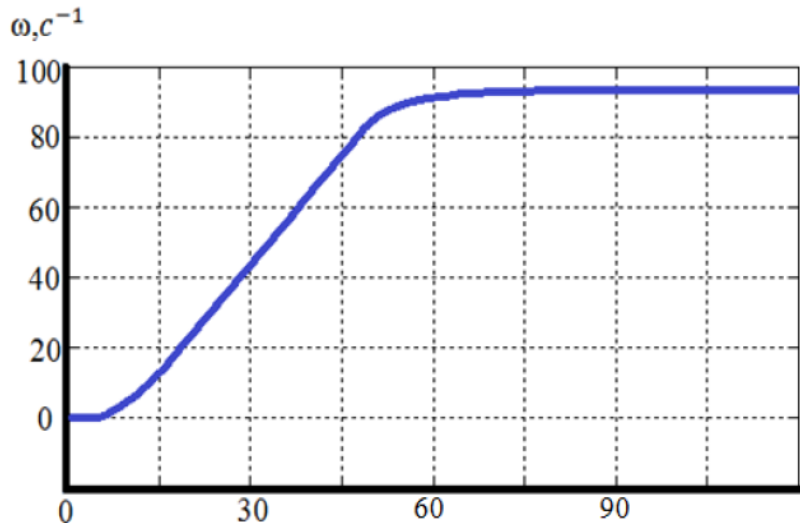


Рисунок 19 – Перехідний процес по швидкості САЕП при плавному пуску

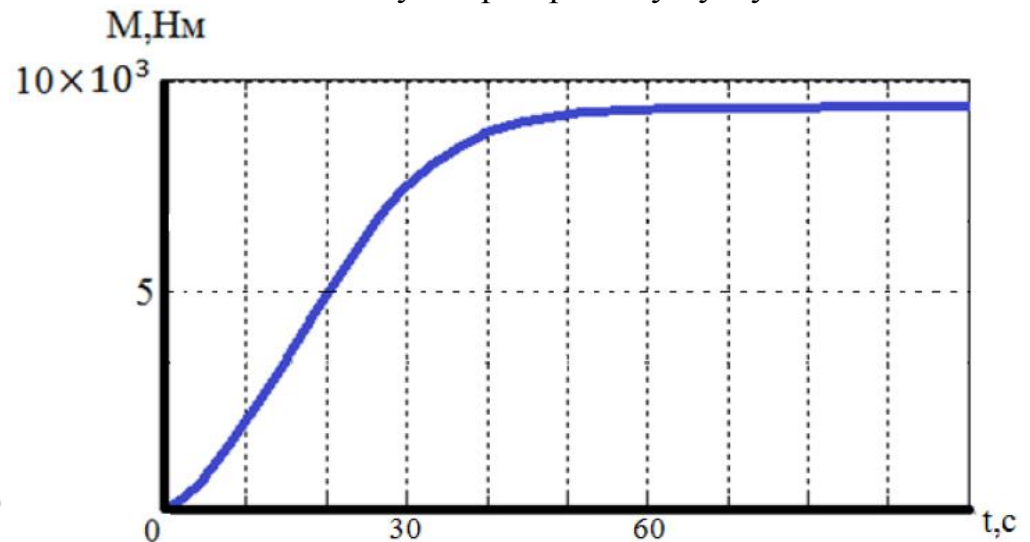


Рисунок 20 – Перехідний процес по моменту САЕП при плавному пуску

Висновки

1. Розглянуто загальні експлуатаційні та технічні характеристики об'єкта дослідження. Проведено розрахунки та вибрано потужності двигунів електровозу, виконано розрахунки та побудову навантажувальної діаграми досліджуваного електропривода.

2. Проведено розрахунки економічної доцільності використання найбільш оптимального з технічної та економічної точки зору варіанту системи електропривода електровоза типу ВЛ80.

3. Розроблено функціональну та принципову електричні схеми електропривода електровоза із ВІП на IGBT-транзисторах для застосування в тяговому електроприводі електровоза. Застосування повністю керованих транзисторів в ВІП дозволило розробити нові алгоритми його управління в режимах тяги і рекуперативного гальмування, які значно компенсують індуктивний характер навантаження електровоза і, відповідно, підвищують його коефіцієнт потужності.

4. Запропонований алгоритм управління транзисторним ВІП, який виключає можливість утворення перекидання інвертора за рахунок надійного закриття попередніх працюють плечей ВІП (зняттям сигналів управління) в 150 ел. град.

5. Проведено моделювання запропонованої системи електропривода з метою перевірки адекватності поведінки системи реальним фізичним та електромеханічним процесам.

6. Виконано розрахунок ефективності капіталовкладень для базового та нового варіантів системи електроприводу електровоза.

7. Визначено основні положення щодо безпечної експлуатації електротранспортної системи та міського електричного транспорту в умовах дії шкідливих чинників оточуючого середовища.

8. В роботі використовувалися математичні програми ППП "Matlab" та «Mathcad». Графічні матеріали виконувалися в Microsoft Visio.