

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК НА ПРИКЛАДІ ПРИВОДА ЕЛЕКТРОСКУТЕРА

Реуцький М.О., к.т.н., доц., Трінчук Д.Я., аспірант
НТУУ «КПІ», кафедра електромеханіки

На сьогоднішній день в галузі транспорту значного розвитку набувають електромобілі, джерелом енергії для яких є літій-іонні акумулятори. Одним з основних варіантів вибору перетворювача енергії є двигун постійного струму, а в якості регулювального механізму – напівпровідниковий перетворювач, найчастіше – широтно-імпульсний модулятор (ШІМ). Таке виконання має ряд недоліків: великий внутрішній опір акумулятора обмежує пускову потужність транспортного засобу та зменшує ККД привода, імпульсна форма навантаження на акумулятор, яка утворюється при роботі ШІМ, та великі пускові струми скорочують термін його дії. Підключення паралельно до акумулятора суперконденсаторів може вирішити всі вище перераховані проблеми, оскільки останні мають суттєво менший активний опір, ніж літій-іонні акумулятори, та менш чутливі до ударних струмів.

Для дослідження були обрані наступні об'єкти:

- Електроскутер Genata Gtle 250: потужність – 1,6 кВт, максимальна швидкість – 55 км/год, максимальна відстань пробігу – 80 км при швидкості 30 км/год, маса – 45 кг, максимальне навантаження – 150 кг;
- ДПС зі змішаним збудженням ИУС-08 з номінальними потужністю 800 Вт, напругою 27 В, частотою обертання 6800 об./хв., ККД – 0,74;
- Батарея літій-полімерних акумуляторів Polymer Lithium-ion Rechargeable Battery: номінальна напруга – 27 В, ємність – 40 А*год, внутрішній опір 0,1 Ом;
- Батарея суперконденсаторів WIMA SuperCap C: номінальна напруга – 27,5 В, ємність – 109,1 Ф, внутрішній опір – 5,5 мОм.

Для моделювання електроприводу був застосований програмний пакет Matlab Simulink і розроблена в ньому модель, що зображена на рис. 1.

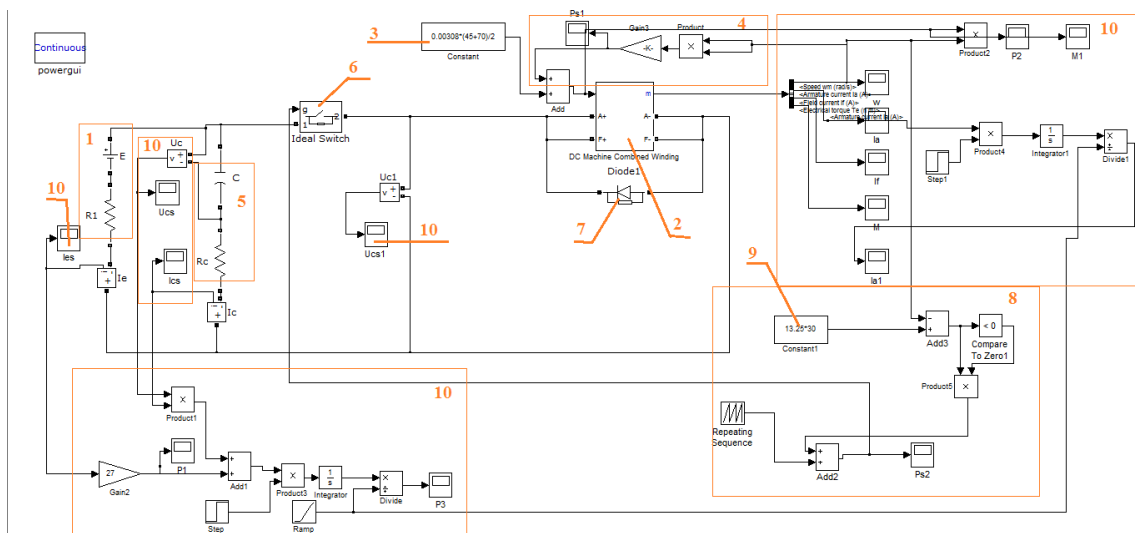


Рисунок 1 – модель привода електроскутера:

1 – Літій-полімерний акумулятор напругою 27 В та опором 0,1 Ом; 2 – двигун постійного струму зі змішаним збудженням ИУС-08; 3 – блок завдання постійного моменту навантаження; 4 – схема обчислення моменту опору, пропорційного до квадрату швидкості; 5 – батарея суперконденсаторів ємністю 109,1 Ф та опором 5,5 мОм; 6 – ключ ШІМ; 7 – зворотний діод, що замикає коло для протікання струму через обмотку якоря двигуна, коли ключ 6 розімкнений; 8 – схема зворотного зв'язку за швидкістю для завдання прогальності імпульсів ШІМ; 9 – блок завдання швидкості руху електроскутера; 10 – блоки та схеми виводу на екран обчислених величин.

Точність моделі була перевірена за допомогою експериментальної установки рис. 2.

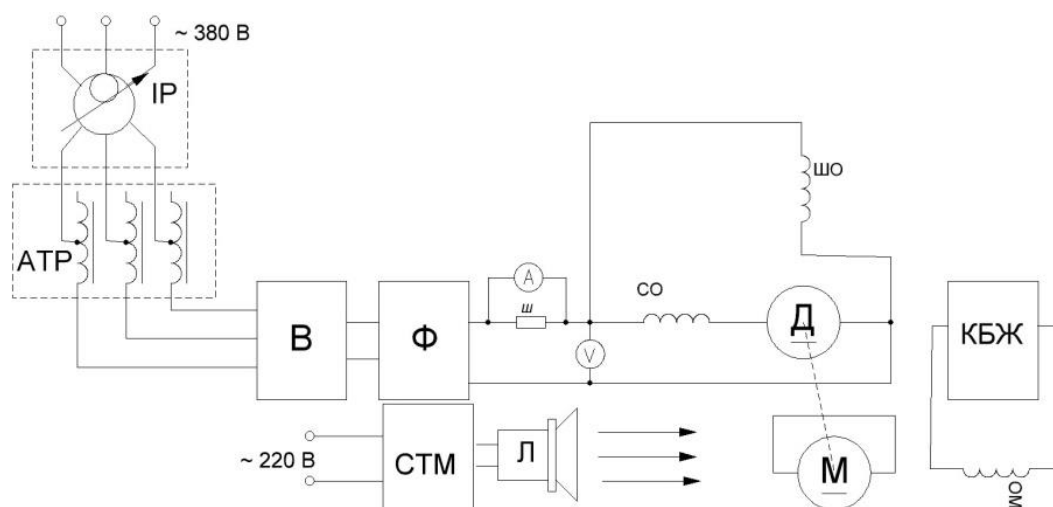


Рисунок 2 – Схема експериментальної установки

Графічне порівняння експериментальних та змодельованих механічних характеристик наведено на рис. 3.

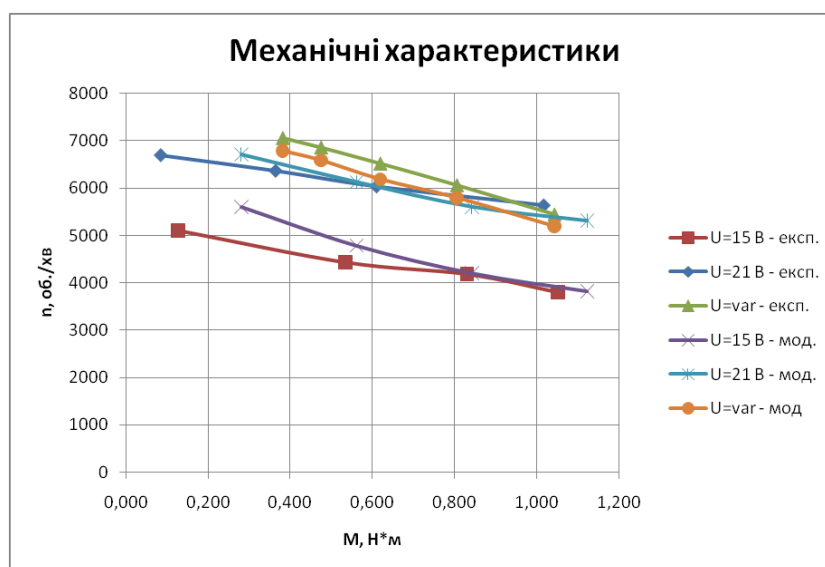


Рисунок 3 – Порівняння характеристик привода електроскутера, визначених експериментально та за допомогою комп'ютерної моделі

Середньоквадратичне відхилення змодельованих даних від експериментальних для різних параметрів на перевищує 10%.

В ході досліджень комп'ютерної моделі привода електроскутера були розглянуті наступні режими роботи: перехідний процес при розгоні електроскутера; робота на усталеній швидкості руху електроскутера; робота електроскутера в їздовому циклі, відповідно до європейського міського їздового циклу The UN/ECE Elementary Urban Cycle.

Дослідження моделі показали, що використання суперконденсатора паралельно з акумулятором надає ряд переваг: зменшення потужності, що споживається, на величину до 9,2%; збільшення ККД електропривода на величину до 12,5%; зменшення часу на розгін електроскутера до усталеної швидкості на величину від 39% до 63%; зменшення максимального струму, що проходить через акумулятор в усталеному режимі роботи на величину до 81%; зменшення максимального ударного струму через акумулятор при розгоні електроскутера на величину від 68% до 87%; збільшення шляху, який можна проїхати на одному заряді на величину до 10%.

Дослідження моделі при навантаженні, що задається відповідно до європейського міського їздового циклу The UN/ECE Elementary Urban Cycle, показали, що окрім вищенаведених переваг використання суперконденсатора також дозволяє зменшити кількість спожитої електроенергії (рис. 4).

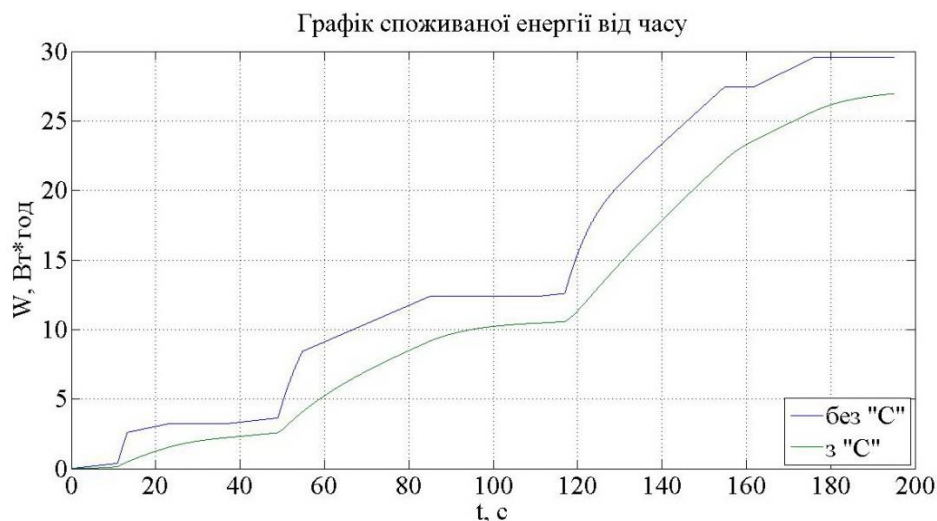


Рисунок 4 – Залежність спожитої енергії від часу при роботі на міському їздовому циклі The UN/ECE Elementary Urban Cycle

Таким чином, використання суперконденсатора призводить до зменшення спожитої електроскутером енергії при їзді в місті на 4,5%.

Отже використання у якості джерела потужності для електропривода транспортних засобів паралельного з'єднання акумулятора та суперконденсатора надає значні переваги порівняно з роботою лише від акумулятора, такі як покращення динамічних та енергетичних характеристик електропривода, обмеження та вирівнювання струмів через акумулятор, що збільшує термін служби останнього, збільшення відстані, яку може подолати транспортний засіб на одному заряді