

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Основний зміст роботи складають результати досліджень, які проводились протягом 2017–2019 років, відповідно до наукового напрямку кафедри «Автоматизації електромеханічних систем та електроприводу» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та держбюджетної теми №2005р «Розробка енергоефективної електромеханічної системи електробусу на основі адаптивного векторно-керованого асинхронного електроприводу з акумуляторно-суперконденсаторним живленням» (№ ДР 0117U004284), в якій автор був співвиконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розвиток методів керування DC-DC перетворювачами у складі ГДЖ на основі повністю керованої топології, спрямований на підвищення показників енергетичної ефективності електромеханічних систем ЕТЗ завдяки поліпшенню режиму роботи АКБ за рахунок використання методів лінеаризації зворотнім зв'язком за вимірюваним виходом.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались наступні основні задачі:

1. Формулювання задачі дослідження і обґрунтування необхідності її вирішення на основі огляду існуючих методів керування гібридними джерелами живлення електричних транспортних засобів.

2. Розвиток методів синтезу алгоритмів керування підвищувальними DC-DC перетворювачами, що базуються на концепції лінеаризації зворотнім зв'язком, і забезпечують асимптотичне відпрацювання напруги в ланці постійного струму та асимптотичне регулювання вхідного струму.

3. Розвиток методів керування гібридним джерелом живлення повністю керованої топології, що базуються на концепції лінеаризації зворотнім зв'язком та принципі частотної декомпозиції сигналів СК та АКБ, і забезпечують асимптотичне регулювання напруги в ланці постійного струму.

4. Розробка комп'ютерних математичних моделей синтезованих систем керування DC-DC перетворювачами та ГДЖ для дослідження їх динамічних та статичних характеристик в типових режимах роботи.

5. Обґрунтування переваг ГДЖ над акумуляторним живленням на основі даних про рух транспортного засобу, що отримані за допомогою програмного середовища, яке дозволяє емулювати рух реального транспортного засобу.

6. Розробка структури, виготовлення і налагодження станції швидкого прототипного тестування для дослідження ГДЖ, розробка програмних засобів, повномасштабне експериментальне дослідження динамічних та енергетичних характеристик розробленої системи.

*Об'єктом дослідження* є процеси керування перетворенням енергії постійного струму в системах гібридних джерел живлення електричних транспортних засобів.

*Предметом дослідження* є алгоритми керування DC-DC перетворювачами та ГДЖ з розділенням процесів керування АКБ та СК.

**Методи дослідження.** В основу досліджень покладено методи сучасної нелінійної теорії керування, такі як: другий метод Ляпунова, керування по вимірюваному виходу, лінеаризація зворотним зв'язком, а також методи математичного моделювання та експериментальних досліджень.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у наступному:

1. Розвинуто метод синтезу алгоритму керування підвищувальними DC-DC перетворювачами, що базується на лінеаризації зворотним зв'язком та методі підпорядкованого керування, який на відміну від існуючих забезпечує асимптотичність регулювання напруги ланки постійного струму.

2. Розвинуто метод синтезу алгоритму керування підвищувальними DC-DC перетворювачами, що базується на лінеаризації зворотним зв'язком та методі пасивності, який має властивості робастності до параметричних збурень та забезпечує асимптотичність регулювання вихідної напруги.

3. Розроблено концепцію проведення експериментальних досліджень електромеханічних систем електричних транспортних засобів з гібридними

джерелами живлення на основі АКБ та СК. Концепція дозволяє спроектувати установку для експериментальних досліджень ГДЖ.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в розвитку теоретичної бази для розробки і проектування систем керування DC-DC перетворювачами та гібридним джерелом живлення, в розробці структури, виготовленні та налагодженні станції швидкого прототипного тестування для дослідження ГДЖ, а також в розробці програмних засобів для їх дослідження.

При виконанні дисертаційної роботи отримано наступні практичні результати:

1. Розроблено структуру, виготовлено і налагоджено станцію швидкого прототипного тестування для дослідження ГДЖ. Сформовано основні вимоги до функціональних можливостей експериментальної установки та розроблено її структуру. Розроблена концепція та уніфікована експериментальна установка можуть застосовуватися для досліджень широкого спектру алгоритмів керування, що використовуються в електромеханічних системах електричних транспортних засобів.

2. Розроблено програмне забезпечення для практичної реалізації запропонованих алгоритмів векторного керування, яке може бути використане при проектуванні ГДЖ на основі АКБ та СК для ЕТЗ.

3. Проведено верифікацію математичних моделей АКБ, СК за допомогою розробленої експериментальної установки. Методика верифікації може бути використана для отримання параметрів всіх типів АКБ та СК.

**Публікації.** Основний зміст дисертаційної роботи відображено у 12 наукових публікаціях, у тому числі у 2 статтях у спеціалізованих фахових виданнях України (з них 1 – у виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази Scopus) та у 10 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях (з них 1 – в працях конференції IEEE, яка індексується в базі Scopus).