

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Кожушко Юлії Віталіївни «Перетворювачі електроенергії гібридних ємнісних накопичувачів для систем з імпульсним навантаженням», що подана на здобуття наукового ступеня доктор філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка

Актуальність дисертаційної роботи

Досягнення в галузі промислового виробництва акумуляторних батарей призвело до стрімкого розвитку портативних електронних приладів та систем. Зважаючи на розвиток галузі електротранспорту та автономних пристроїв попит на портативні накопичувачі невідмінно зростає. Крім того, використання ємнісних накопичувачів в системах з високим піковим споживанням потужності відносно низької середньої залишається критичним питанням як для промисловості, так і науки оскільки такий режим роботи призводить до деградації акумуляторних батарей внаслідок підвищення температури. Такий характер споживання енергії типовий для більшості автономних пристроїв, зокрема електроінструментів та електротранспорту. Тому для забезпечення необхідних параметрів джерела живлення можливе використання гібридних накопичувачів. Застосування гібридного накопичувача енергії батарея-суперконденсатор в системах з імпульсним піковим споживанням енергії стає новою тенденцією в силовій електроніці. Останнім часом батареї та суперконденсатори широко використовуються для електромобілів, Microgrid, систем відновлюваної енергії та інших портативних пристроїв для промисловості та побуту. Завдяки високій щільності енергії акумулятор слугує основним накопичувачем, а суперконденсатор, завдяки високій щільності потужності забезпечує енергію при пікових навантаженнях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, та темами

Результати досліджень, що представлені в дисертаційній роботі отримані на кафедрі електронних пристроїв та систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України відповідно до пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки України “Енергетика та енергоефективність” та в рамках виконання планів науково-дослідних робіт за темами: ДБ № 0116U006924, ДБ № 0119U100189, ДБ № 0120U101285 та від міжнародної організації IEEE. В цих науково-дослідних роботах здобувачем запропоновано топологію гібридного накопичувача енергії на основі акумуляторної батареї, суперконденсатора та напівпровідникового перетворювача, що застосовується в джерелах живлення апаратів для контактного мікрозварювання.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Представлена робота є завершеним, послідовно викладеним дослідженням, що складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 182 сторінки, у тому числі 127 сторінок основного тексту, 60 рисунків, 13 таблиць, списку використаних джерел з 213 найменувань та 4 додатків.

У *вступі* розкрито актуальність теми дисертаційної роботи, наведено огляд найбільш значущих наукових публікацій, які присвячено дослідженню гібридних ємнісних накопичувачів енергії, сформовано мету і задачі роботи. Наведено наукову новизну та практичні результати, що були представлені науковій спільноті на міжнародних конференціях та опубліковані у фахових виданнях про що свідчить наведений у Додатку А перелік публікацій здобувача.

В *першому розділі* наведено огляд літератури за темою дисертації, стисло розглянуто характеристики імпульсного споживання струму під час контактного зварювання, проведено аналіз енергетичних характеристик та основних параметрів акумуляторних батарей та суперконденсаторів. Визначено передумови та перспективи використання гібридних накопичувачів та

перетворювачів електроенергії в їх структурі для систем з імпульсним струмом навантаження.

В *другому розділі* представлено аналіз характеристик перетворювачів електроенергії в системах з імпульсним навантаженням. Автором отримано математичну модель гібридного ємнісного накопичувача на основі акумуляторної батареї, суперконденсатора та перетворювача SEPIC. Також, отримано математичну модель, яка є спрощеною за рахунок представлення суперконденсатора джерелом напруги.

В *третьому розділі* стисло представлено огляд робастних методів керування перетворювачами електроенергії, запропоновано дволанкову систему керування, яка забезпечує керування струмом акумуляторної батареї та напругою суперконденсатора гібридного накопичувача. На основі методу Харитонова підібрано коефіцієнти регулятора, що забезпечать стійкість системи, якщо значення параметрів схеми змінюються в межах допуску.

Четвертий розділ присвячено розробці та моделюванню системи вирівнювання напруги комірок суперконденсаторного модулю. Крім того, наведено аналіз потужності втрат в компонентах перетворювача та ємнісних накопичувачах.

В *п'ятому розділі* представлено результати моделювання та експериментальні дослідження роботи гібридного ємнісного накопичувача та перетворювача електроенергії під час заряду суперконденсатора від акумуляторної батареї та імпульсному споживанні струму навантаження.

У *загальних висновках* здобувачем наведено основні теоретичні та практичні результати дослідження, які відповідають поставленим задачам дисертаційного дослідження.

Наукова новизна дисертаційної роботи

В результаті виконання дисертаційного дослідження вперше було отримано математичну модель гібридного ємнісного накопичувача енергії з перетворювачем, який забезпечує розподіл енергії між ємнісними елементами,

яка враховує паразитні параметри компонентів схеми перетворювача, також запропоновано спрощену математичну модель гібридного ємнісного накопичувача, яка за рахунок зменшення кількості реактивних компонентів топології дозволяє знизити порядок системи диференціальних рівнянь і відповідно спростити аналіз системи. Вдосконалено топологію гібридного ємнісного накопичувача енергії за рахунок використання перетворювача постійного струму, що дозволяє розширити галузі застосування таких накопичувачів в системах з імпульсним споживанням струму навантаження. Запропоновано систему вирівнювання напруги комірок суперконденсаторного модулю гібридного ємнісного накопичувача, яка за допомогою перетворювача постійного струму дозволяє забезпечити необхідні значення точності вирівнювання напруги на комірках такого модулю за умов імпульсного споживання струму навантаження.

Практична цінність дисертаційної роботи

Практичні результати дисертаційної роботи полягають в тому, що автором запропоновано схему напівпровідникового перетворювача, що застосовується для гібридного ємнісного накопичувача; розроблено мікропроцесорну систему керування перетворювачем гібридного ємнісного накопичувача; програмний код, який реалізує алгоритм керування перетворювачем гібридного ємнісного накопичувача. Здобувачем в роботі наведено експериментальний прототип. Отримані практичні результати впроваджені науково-дослідницькі проекти НДІ ЕМСТ та ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Айтек» про що свідчать наведені в Додатку Б Акти впровадження.

Дотримання академічної доброчесності в роботі

Аналіз тексту викладу дисертаційного дослідження, використаних наукових публікацій та інших джерел на які в роботі посилається автор, свідчать про відсутність порушень академічної доброчесності здобувачем та про відсутність плагіату.

Зміст дисертаційної роботи Кожушко Ю.В. відповідає спеціальності 171 Електроніка, галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації, за якою вона подана до захисту.

Однак слід зазначити ряд зауважень та дискусійних питань:

1. На мій погляд, четвертий пункт наукової новизни слід віднести до практичних результатів, бо методика за формальними ознаками не відноситься до наукової новизни.

2. У дисертаційній роботі імпульсне споживання струму навантаження практично розглянуто лише на прикладі споживання струму під час процесу контактного зварювання та не розглядаються інші системи з імпульсним споживанням струму.

3. В Розділ 1 (підпункт 1.2.1 та 1.2.2) наведено еквівалентні схеми заміщення акумуляторної батареї та суперконденсатора, методики отримання параметрів цих моделей, що займає значну частину першого розділу, однак далі в роботі застосовується для моделювання накопичувачів застосовуються лише найпростіші еквівалентні схеми заміщення першого порядку.

4. На Рис. 5.2 (ст. 125), Рис. 5.3 (ст. 126) та Рис. 5.12 (ст. 138) наведено результати моделювання та експериментальної перевірки роботи гібридного ємнісного накопичувача та перетворювача SEPIC під час споживання імпульсного струму навантаження. Амплітуда імпульсу струму становить 30 А та не підходить для практичного застосування в процесі зварювання, крім того, в Розділі 1.1 автор зазначає «Амплітуда струму зазвичай варіюється від сотень до тисяч ампер і залежить від форми та матеріалу зварюваних деталей».

5. В тексті дисертації присутні граматичні, орфографічні та стилістичні помилки, деякі формулювання є нечіткими та не завершеними.

Загалом, наведені вище зауваження не впливають на рівень виконаного дослідження та на позитивну оцінку всієї дисертаційної роботи.

Загальні висновки

На основі аналізу дисертаційної роботи «Перетворювачі електроенергії гібридних ємнісних накопичувачів для систем з імпульсним навантаженням» Кожушко Ю.В., можна зробити висновок, що представлена робота є повноцінним науковим дослідженням в ході якого отримано нові наукові та практичні результати, що є актуальними для розвитку сучасних електронних систем.

Дисертація Кожушко Ю.В. виконана на високому рівні. В роботі продемонстровано сучасні рішення на основі гібридних накопичувачів для задач живлення електронної апаратури з нелінійним споживанням енергії.

Таким чином, вважаю, що дисертаційна робота Кожушко Ю.В. «Перетворювачі електроенергії гібридних ємнісних накопичувачів для систем з імпульсним навантаженням» за своїм змістом, отриманими результатами, науковою та практичною цінністю повністю відповідає вимогам пунктів 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №167 від 6 березня 2019 р., а її автор заслуговує на присудження звання доктор філософії за спеціальністю 171 Електроніка з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації.

Офіційний опонент:

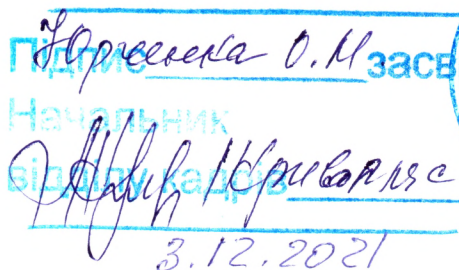
доктор технічних наук, професор,

завідувач відділу транзисторних перетворювачів

Інституту електродинаміки

Національної академії наук України

 Олег ЮРЧЕНКО


Голова
Начальник
відділу кадрів
3.12.2021

