

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Маруні Юлії Василівни

«Силові гібридні фільтри для систем  
децентралізованого електропостачання»,

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.09.12 – напівпровідникові перетворювачі електроенергії

### **Актуальність теми.**

Використання в системах децентралізованого електропостачання електроприймачів, що мають у своєму складі випрямлячі з ємнісним фільтром призводить до спотворення форми споживаного струму. За обмеженої потужності системи електропостачання це ускладнює забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) та призводить до значного погіршення параметрів якості електроенергії.

Для приведення показників якості електроенергії до значень, нормованих діючими міжнародними стандартами, застосовують різні технічні рішення. Найбільш розповсюдженими є встановлення на вході нелінійних навантажень активних та пасивних фільтрів. За обмеженої потужності мережі живлення важливим питанням є вибір раціональних структур силових фільтрів в залежності від заданих показників якості з урахуванням параметрів мережі та навантаження. Перспективним рішенням є використання гібридних структур, що складаються з пасивних фільтрів та активних коректорів форми струму (АКФС). Їхнє використання передбачає визначення оптимального співвідношення внесків в ефект придушення вищих гармонік струму пасивного та активного фільтруючих пристроїв, враховуючи умови мінімальних вартості та встановленої потужності обладнання. У разі необхідності реалізації джерела струму для мостового випрямляча з активним навантаженням та ємнісним фільтром раціональним рішенням є вибір індуктивно-ємнісного перетворювача (ІЄП), що одночасно виконує функцію фільтра вищих гармонік вхідного струму.

Вище зазначене підкреслює, що розвиток принципів побудови, вдосконалення структур та оптимізації елементів силових фільтрів, спрямованих на забезпечення електромагнітної сумісності однофазних мостових випрямлячів з активним навантаженням та ємнісним фільтром у системах обмеженої потужності, є актуальною науковою задачею, чому і присвячено дисертаційну роботу Маруні Юлії Василівни.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт Інституту електродинаміки НАН України: Розвиток теорії та створення засобів забезпечення електромагнітної сумісності споживачів в системах децентралізованої генерації електроенергії «Децентралізація» (Постанова Бюро ВФТПЕ НАНУ від 27.09.11 р., протокол №12, № ДР 0111U009251); Розробка електронного та електротехнічного обладнання для нової технології плавлення та обробки скла та гірських порід індукційними струмами середнього діапазону частот «Розплав» (Постанова Бюро ВФТПЕ НАН України від 05.07.2016 р., протокол №11, № ДР0117U002584). Участь автора – виконавець.

Відповідно до мети і задач у роботі чітко визначені об'єкти і предмет досліджень, які належать до переліку напрямів науково-дослідних робіт за паспортом спеціальності 05.09.12 – напівпровідникові перетворювачі електроенергії.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації, їх достовірність і новизна.** Наукові положення, висновки і рекомендації дисертації є обґрунтованими та підтверджуються проведенням комплексних досліджень із застосуванням відомих теоретичних та експериментальних методів, відповідністю теоретичних розробок з результатами математичного моделювання та експериментальних досліджень. Основні наукові положення та результати дисертаційної роботи базуються на відомих положеннях теоретичної електротехніки, теорії електричних кіл з напівпровідниковими перетворювачами енергії, теорії планування цілеспрямованих експериментів, методах фізичного та математичного моделювання, а також є обґрунтованими достатнім обсягом публікацій і апробацій матеріалів дисертації.

Основні наукові положення, висновки та рекомендації відповідають меті дисертації та поставленим задачам. До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- розвиток принципів побудови та визначення параметрів гібридних фільтрів на вході випрямлячів з ємнісним фільтром із забезпеченням заданого рівня електромагнітної сумісності за мінімальних вартості та встановленої потужності обладнання в умовах використання в мережі обмеженої потужності;

- параметричну оптимізацію пасивних фільтрів з властивостями джерела струму на основі ІСП при активному навантаженні з ємнісним фільтром шляхом визначення впливу такого навантаження на значення встановлених потужностей реактивних елементів, що дало змогу виявити найкращий з позицій забезпечення електромагнітної сумісності ІСП за схемою T1-LCL;

- отримані залежності величини номінального струму силового реактора АКФС від внутрішнього опору короткого замикання мережі живлення при заданому значенні  $THD_I < 3\%$ , що дало змогу оптимізувати елементи коректора за показниками встановленої потужності за умови забезпечення заданого значення  $THD_U < 8\%$ ;

- встановлені оптимальні співвідношення вартості елементів структури на основі АКФС та LMC-фільтра в залежності від заданої величини  $THD_I$  та спектру споживаного з мережі струму на вході зазначеного фільтра, враховуючи що за рахунок введення пасивного фільтра досягається зниження встановленої потужності активного коректора відносно загальної потужності нелінійного споживача;

- метод керування АКФС, що дозволяє зменшити частоту імпульсної модуляції струму в реакторі АКФС, кількість керованих напівпровідникових елементів та втрати при їх комутації.

**Практичне значення результатів роботи.** В роботі отримано нові важливі для практики результати, що дозволяють підвищити ефективність використання силових фільтрів:

- встановлено залежності показників якості електроенергії силових фільтрів при зміні активного навантаження на виході однофазних мостових випрямлячів з ємнісним фільтром, що дозволяє визначити рівень електромагнітної сумісності нелінійного споживача з мережею живлення;

- розроблено рекомендації щодо вибору варіантів реалізації та визначення параметрів силових фільтрів.

Практична цінність дисертації підтверджується актами впровадження.

**Повнота викладу результатів досліджень в опублікованих працях.** Результати досліджень за темою дисертації викладені в 14 публікаціях в журналах і в матеріалах науково-технічних конференцій. Серед них – 13 статей опубліковано у фахових наукових виданнях (з них 5 статей у виданні категорії «А»).

Публікації повністю відображають зміст дисертації, а їх зміст і обсяг відповідають темі дисертації. Основні положення і результати роботи доповідалися та обговорювалися на чотирьох міжнародних науково-технічних конференціях.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

**Оцінка об'єму та змісту дисертації, її завершеності.** Дисертація складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 139 найменувань та 2 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 174 сторінок, до якого входять 154 сторінок основного тексту.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі наукового дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, викладено наукову новизну, практичне значення та реалізацію результатів дисертаційних досліджень, надано дані про їх апробацію, публікацію та впровадження.

**У першому розділі** проаналізовано шляхи вирішення проблем електромагнітної сумісності однофазного мостового випрямляча з ємнісним фільтром та активним навантаженням за умови живлення від децентралізованої системи електроживлення, яка характеризується обмеженою потужністю, досліджено

тенденції розвитку та особливості побудови силових гібридних фільтрів. На підставі вивчення властивостей, недоліків та переваг цих фільтруючих пристроїв визначено умови та принципи побудови силових гібридних фільтрів як основи комплексного підходу при їхній розробці.

У другому розділі досліджено режими роботи широкосмугового LMC-фільтра та АКФС з урахуванням режимів зміни навантаження на виході випрямляча на основі теорії планування цілеспрямованих експериментів та проведено оптимізацію елементів цих силових фільтрів.

У третьому розділі досліджено однофазні та трифазні гібридні фільтри на вході випрямляча з ємнісним фільтром та активним навантаженням, надано обґрунтування та рекомендації щодо визначення параметрів з урахуванням отриманих залежностей, наведено вдосконалений метод керування силовими ключами активного коректора.

У четвертому розділі досліджено електромагнітні процеси в однофазному мостовому випрямлячі з ємнісним фільтром та активним навантаженням при живленні безпосередньо від індуктивно-ємнісних перетворювачів. З позицій електромагнітної сумісності обґрунтовано ефективність використання перетворювача за схемою *T1-LCL*.

**Висновки** до розділів та за результатами роботи повністю висвітлюють отримані у роботі наукові результати.

Список використаних джерел із 139 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Дисертація та автореферат написані державною мовою. Стиль викладення матеріалів відповідає загальноприйнятому і в основному має достатній рівень. Оформлення дисертації та автореферату відповідає чинним вимогам.

#### **Зауваження по дисертації:**

1. Перший пункт наукових результатів «розвиток принципів побудови гібридних фільтрів...» не є інформативним стосовно того, в чому розвиток.

2. Перший пункт практичного значення результатів роботи щодо встановлення залежності показників якості електроенергії має вказувати для чого вони можуть бути використані – для визначення, розрахунку або інше.

3. Не представлено схеми керування розглянутого АКФС та вдосконаленого, що запропоновано автором. До того ж, назва підрозділу 3.2 включає в свою назву «... алгоритмами переключення транзисторів інвертора», проте мова йде про один алгоритм. Доречно було б здійснити моделювання АКФС з відповідним алгоритмом керування транзисторами. Це зробило би отримані результати більш переконливими.

4. Дисертантом не наведено у разі імітаційного моделювання, яким чином враховані параметри, якими характеризується мережа обмеженої потужності.

5. Автор, в певній мірі, зловживає використанням поверхонь, наводяться осцилограми струмів, напруги, але не завжди вказується як вони отримані: розрахунок, моделювання, експеримент.

6. На жаль, в роботі не наведені використані моделі та їх опис, а лише згадуються використані програмні пакети.

7. У роботі мають місце деякі орфографічні помилки і неточності, що погіршує сприйняття роботи у цілому. Крім того, висновки з розділів сформульовано без ретельного відображення отриманих наукових результатів та носять в деяких випадках тривіальний характер.

Зазначені зауваження не є суттєвими, частина з них носить рекомендаційний характер, тому вони не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

**Висновок.** Дисертаційна робота Маруні Юлії Василівни «Силові гібридні фільтри для систем децентралізованого електропостачання» є завершеною науковою працею, в якій вирішено актуальну наукову задачу розвитку принципів побудови, вдосконалення структур та оптимізації елементів силових фільтрів для систем децентралізованого електропостачання. Отримані результати дозволяють забезпечити високий рівень електромагнітної сумісності однофазних мостових випрямлячів з активним навантаженням та ємнісним фільтром у системах обмеженої потужності.

За актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення наукових та практичних задач, новизною та ступенем обґрунтованості отриманих результатів робота відповідає вимогам, які ставляться до кандидатських дисертацій, а за змістом поданого в ній матеріалу відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.09.12 – напівпровідникові перетворювачі електроенергії.

Таким чином, дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами), а її автор, Маруня Юлія Василівна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.12 – напівпровідникові перетворювачі електроенергії.

Професор кафедри комп'ютерної інженерії

та електромеханіки

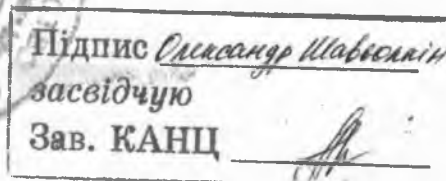
Київського національного університету

технологій та дизайну МОН України,

доктор технічних наук, професор



Олександр ШАВЬОЛКІН



Посл. до СВР  
15.04.2021р.  
@H