

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н. проф. Кузнецова Бориса Івановича
на дисертаційну роботу Кундіус Катерини Дмитрівни

«СИСТЕМИ АКТИВНОГО ЕКРАНУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ВБУДОВАНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ»

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми

Дослідження магнітного поля вбудованих підстанцій 10/0,4 кВ потужністю 600 – 1000 кВА, які виконані в Європі, показали, що максимальний рівень індукції магнітного поля фіксується у житлових приміщеннях над підстанціями і лежить в діапазоні 4–13 мкТл. Це істотно перевищує безпечний для населення рівень згідно із рекомендаціям Всесвітньої організації охорони здоров'я (0,2–0,3 мкТл), а також допустимий рівень магнітного поля промислової частоти, прийнятий в Україні (0,5 мкТл), що потребує його зменшення більш ніж на порядок.

В Україні до останнього часу дослідженню зовнішнього магнітного поля міських трансформаторних підстанцій та створенню методів і засобів його екранування достатньої уваги не приділялось.

Тому дисертаційна робота Кундіус Катерини Дмитрівни, що спрямована на вирішення науково-практичної задачі створення систем активного екранування зовнішнього магнітного поля вбудованих трансформаторних підстанцій для його зменшення до безпечного для населення рівня є актуальною. Дослідження за темою дисертації виконується в Україні вперше.

В дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача синтезу систем активного екранування зовнішнього магнітного поля вбудованих у житлові будинки міських трансформаторних підстанцій потужністю 100–1260 кВА для зменшення індукції їх магнітного поля до безпечного для населення рівня в прилеглих житлових приміщеннях.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт:

1. «Розвиток наукових засад нормалізації геомагнітного поля в приміщеннях сучасних житлових будинків» (шифр «БІОМАГ 2», № ДР 0116U005462, 2017 – 2021 рр.), де здобувачка була відповідальним виконавцем;

2. «Розвиток методів та засобів нормалізації магнітного поля промислової частоти у приміщеннях житлових будинків, що створюється вбудованими трансформаторними підстанціями та побутовим електрообладнанням» (шифр «ЕКОМ», № ДР 0122U001772, 2022 – 2026 рр.), де здобувачка є виконавцем окремих розділів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Кундіус Катерини Дмитрівни., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні фундаментальних положень теоретичної електротехніки, методах математичного та фізичного моделювання джерел магнітного поля, аналітичних та чисельних методів аналізу та сучасних інформаційних технологій з використанням ліцензійного програмного забезпечення.

Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність теоретичних результатів, отриманих у дисертації, підтверджено експериментальною перевіркою удосконаленої математичної моделі магнітного поля підстанції ТП 100 кВА та синтезованої для неї системи активного екранування на лабораторній установці із повномасштабними фізичними макетами струмопроводу підстанції 100 кВА та синтезованої системи активного екранування, результати якого показали співпадіння отриманих в дисертації теоретичних положень та експерименту із похибкою менше 10%.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Запропонована та експериментально обґрунтована удосконалена мультидипольна математична модель зовнішнього магнітного поля трифазного струмопроводу, яка ґрунтується на двофазній дипольній моделі магнітного поля трифазного електричного кола. Вперше показано, що удосконалена двофазна мультидипольна математична модель в порівнянні із відомою трифазною мультидипольною моделлю дозволяє без збільшення похибки вдвічі наблизити розрахункову область, та забезпечує розрахунок магнітного поля від вбудованої трансформаторної підстанції для всіх наближених до неї житлових приміщень будинку, які розташовані на відстані від одного метра.

2. Вперше розроблена та експериментально обґрунтована методика синтезу систем активного екранування магнітного поля вбудованих трансформаторних підстанцій потужністю 100–1260 кВА.

3. Вперше запропоновано здійснювати синтез систем активного екранування потенційного магнітного поля вбудованих трансформаторних підстанцій із визначенням магнітного поля не у всьому об'ємі житлового приміщення, а на контрольній площині.

4. Набули подальшого розвитку методи розрахунку зовнішнього магнітного поля активних конструктивних елементів трансформаторної підстанції, які реалізовані на основі удосконаленої мультидипольної моделі магнітного поля струмопроводів.

Достовірність теоретичних результатів, отриманих у дисертації, підтверджено експериментальною перевіркою удосконаленої математичної моделі магнітного поля та синтезованої для неї системи активного екранування на лабораторній установці.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Основні теоретичні положення та результати експериментальних досліджень дисертації використано в Державній установі «Інститут технічних проблем магнетизму Національної академії наук України» при виконанні фундаментальних і прикладних досліджень в рамках тематичного плану за бюджетною тематикою, про що складено відповідний акт.

Результати дисертаційних досліджень передані до впровадження ТОВ «КиївПромЕлектроПроект» для розробки нормативних документів з проектування міських трансформаторних підстанцій із екологічно безпечним для населення рівнем електромагнітного поля промислової частоти.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

За темою дисертації опубліковано 8 наукових праць, у тому числі: 1 стаття у науковому виданні, включеного до переліку наукових фахових видань України, 4 статті в наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародної наукометричної бази Web of Science, та 1 стаття в наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародної наукометричної бази Scopus (Q3) та 3 тез доповідей та матеріалів конференцій.

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

За темою дисертації зараховано 5 публікацій: 1 стаття у науковому виданні, включеного до переліку наукових фахових видань України, 4 статті в наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародної наукометричної бази Web of Science, та 1 стаття в наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародної наукометричної бази Scopus (Q3).

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Кундіус Катерини Дмитрівни складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 3 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі проведено аналіз результатів виконаних в Європі досліджень магнітного поля вбудованих підстанцій 10/0,4 кВ потужністю 600 – 1000 кВА, де максимальний рівень індукції магнітного поля істотно перевищує безпечний для населення рівень згідно із рекомендаціям Всесвітньої організації охорони здоров'я а також допустимий рівень магнітного поля промислової частоти, прийнятий в Україні, що потребує його зменшення більш ніж на порядок.

Обґрунтована актуальність досліджень. Обрано напрями досліджень, поставлені основні задачі дисертаційної роботи.

У другому розділі удосконалено та експериментально обґрунтовано мультидипольну математичну модель зовнішнього магнітного поля трифазних струмопроводів підстанцій шляхом її побудови на основі двофазної моделі трифазного електричного кола. Виконано розрахунок індукції магнітного поля в житлових приміщеннях будинків з вбудованими підстанціями та здійснено експериментальну перевірку результату. Визначена необхідна ефективність екранування магнітного поля у прилеглих житлових приміщеннях.

У третьому розділі обґрунтовано виконання систем активного екранування магнітного поля вбудованих підстанцій в розімкненій структурі управління та розроблено методика їх синтезу. Виконано синтез систем із однією та двома плоскими чотирикутними компенсаційними обмотками при різних відстанях до житлових приміщень для різних типів вбудованих підстанцій різної потужності.

У четвертому розділі приведено розробку лабораторної установки із повномасштабним фізичним макетом низьковольтного струмопроводу підстанції 100 кВА та повномасштабним фізичним макетом синтезованої для нього системи активного екранування, на яких здійснено експериментальні дослідження їх магнітного поля за розробленою здобувачем методикою вимірювань. Розроблені практичні рекомендації з побудови систем активного екранування.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 107 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

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

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено авторкою на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Запропонована дисертантом удосконалена двофазна мультидипольна математична модель струмопроводу трансформаторної підстанції побудована на основі відомих досліджень [Розов В.Ю. Пелевин Д.Е. Дипольная модель магнитного поля трехфазной электрической цепи. *Технічна електродинаміка*, 2012, №4, С. 3-7]. При цьому виникає питання більш чіткого формулювання п. 1 наукової новизни, доопрацьована редакція якого надана мною на стор. 3 цього відгуку.
2. На сторінці 18 авторка стверджує що «Розрахунок МП струмопроводу ТП в більшості робіт виконується на основі закону Біо-Савара або чисельними методами, які є досить трудомісткими». Тому доцільно було б порівняти ефективність розробленого методу розрахунку магнітного поля трифазного струмопроводу на основі двофазної мультидипольної моделі із розрахунком магнітного поля на основі закону Біо Савара.
3. До запропонованого в роботі розімкненого контуру регулювання доцільно було б розглянути замкнутий контур регулювання по результуючому магнітному полю. За допомогою цього контуру регулювання було б можливим додатково компенсувати магнітне поле, яке генерується трансформатором та побутовими електроприладами.
4. Доцільно було б провести аналіз чутливості синтезованої системи активного екранування до зміни величин струмів трансформаторної підстанції, асиметрії струмів, відключення окремих фаз і т. п.

5. Матеріал по експериментальним дослідженням адекватності удосконаленої двофазної мультидипольної моделі магнітного поля трифазного струмопроводу на повномасштабній фізичній моделі струмопроводу доцільно було б перенести із другого розділу у четвертий розділ, який присвячено експериментальним дослідженням.

6. На мою думку, більш вдалою була б назва роботи «СИНТЕЗ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЕКРАНУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ВБУДОВАНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ»

7. Існують недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Кундіус Катерини Дмитрівни «СИСТЕМИ АКТИВНОГО ЕКРАНУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ВБУДОВАНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ» за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу - синтез систем активного екранування зовнішнього магнітного поля вбудованих у житлові будинки міських трансформаторних підстанцій потужністю 100–1260 кВА для зменшення індукції їх магнітного поля до безпечного для населення рівня в прилеглих житлових приміщеннях.

Подана дисертаційна робота «СИСТЕМИ АКТИВНОГО ЕКРАНУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ВБУДОВАНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ» Кундіус К.Д. відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової

установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Кундіус Катерина Дмитрівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент

Доктор технічних наук, професор, професор
кафедри «Електромеханічних та комп'ютерних
систем», Навчально-науковий
професійно-педагогічний інститут
Української інженерно-педагогічної академії



Борис КУЗНЕЦОВ

Борис Кузнецов
Начальник ВК УІІА
30 липня 2023 р.