

В І Д Г У К

**офіційного опонента КОЦУРА Михайла Ігоревича
на дисертаційну роботу БАБЕНКА Миколи Володимировича
Енергоефективна електротехнічна система катодного захисту
підземного сталевих трубопроводу
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю
– «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Актуальність теми

Надзвичайно важливими елементами у системах підземного транспортування газу є електротехнічні комплекси, які відповідають за захист металевих конструкцій від електрохімічної корозії. Налаштування електричних режимів цих установок з урахуванням факторів геології ґрунтів, умов прокладання траси, нестабільного стану ізоляції є складним процесом та вимагає глибинного аналізу та високої кваліфікації.

Орієнтація на відновлювані джерела енергії для живлення розподіленої системи активних станцій катодного захисту надає нові можливості електропостачання важкодоступних, віддалених та малонаселених регіонів країни. У поєднанні з сучасними схемними рішеннями та архітектурами вентильних перетворювачів, існує досить велика кількість схемних та режимних комбінацій для формування захисного потенціалу вздовж траси прокладання підземних сталевих трубопроводів. Таким чином, сама ідея роботи та підходи до її реалізації цілком відповідають сучасним положенням концепції та ідеології з до «зеленого» переходу.

Враховуючи першочергові завдання Уряду України щодо реалізації енергетичної безпеки саме створення надійних та якісних систем електро та

газопостачання дозволяє забезпечити промисловість та населення енергоресурсами.

У даній роботі запропоновано вибір певних енергетичних модулів для станцій катодного захисту за децентралізованим принципом, що є новим рішенням для подібних систем. Вибір структури та потужності електрогенеруючих комплексів виконано на основі аналізу показників графіків електричних навантажень, які мають імовірнісний характер.

В зв'язку з цим вдосконалення методів та моделей побудови автономних систем електропостачання з відновлюваними джерелами енергії для систем електрохімічного захисту є актуальною науковою задачею вирішенню якої і присвячено дисертаційну роботу Бабенка М.В.

У дисертаційній роботі поставлена наукова задача реалізації раціональних значень потенціалів захисту трубопроводу шляхом встановлення закономірностей існування енергоефективних режимів роботи автономних електрогенеруючих комплексів з відновлюваними джерелами енергії та системами керування вентильними перетворювачами, які відрізняються від існуючих можливостями реалізації раціональних значень потужності станцій катодного захисту у спектрі частот до 50 кГц, що забезпечить необхідний рівень електромагнітної сумісності, оптимізує витрати електроенергії, дозволить створити децентралізовану розгалужену систему живлення станцій.

Положення висновки і рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Бабенка Миколи, в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів.

Перший розділ роботи присвячений аналізу стану проблематики захисту від електрохімічної корозії, показано різноманіття технічних параметрів сталевих підземних трубопроводів для транспортування нафти та газу. Дослідження та публікації в області електрохімічної корозії показують, що єдиного підходу до визначення оптимальних значень захисного потенціалу та закономірностей його розподілу по довжині траси трубопроводу не існує. Але

налаштування режимів роботи активних та пасивних станцій з урахуванням усього діапазону варіативних змінних, пов'язаних з електротехнічними, гідрогеологічними та електрохімічними процесами, дозволяє забезпечити надійну та безаварійну експлуатацію підземних сталевих металокопункцій.

У *другому розділі* досліджено аналітичні моделі для визначення рівнів захисного потенціалу системи захисту від електрохімічної корозії, як функції часу та координати відстані трубопроводу. При цьому був прийнятий обґрунтований рівень припущень та початкових умов, який дозволив створити адекватні схеми заміщення трубопроводів з урахуванням геометричних розмірів конструкції, параметрів ґрунтів, наявності полімерних вставок для з'єднання секцій трубопроводів, якісних показників ізоляції та параметрів вентильних перетворювачів станцій катодного захисту

У *третьому розділі* проведено аналіз електричних режимів та енергетичної ефективності при роботі СКЗ з вентильними перетворювачами. Наведено аналітичні залежності для визначення частотного складу первинного струму перетворювачів АС/DC при централізованому живленні системи захисту та можливостям реалізації стабільного рівня потенціалу при автономному живленні від сонячних та вітрових електростанцій (DC/DC перетворювачі).

Рівні вищих гармонік та інтергармонік при роботі випрямлячів та інверторів моделювались за допомогою стандартного математичного апарату на основі рядів Фур'є, що є ефективним інструментом дослідження періодичних функцій.

Четвертий розділ стосується моделювання складу та електричних режимів генерації та енергетичної ефективності гібридної сонячної електростанції потужністю 3 кВт для умов розташування у трьох географічних регіонів України (Дніпропетровська, Одеська та Закарпатська область). Визначено діапазон розбіжності показників генерації для урахування у методиці вибору структури та потужності джерел генерації та акумулювання електроенергії.

Сформульовано та представлено вирішення оптимізаційної задачі вибору структури автономного електрогенеруючого комплексу з відновлюваними джерелами енергії для живлення активних станцій захисту. Обґрунтовані важливі енергетичні критерії прийняття рішення за показниками надійності, якості електроенергії та мінімуму загальних витрат. Даний алгоритм дозволяє обрати оптимальний варіант при компромісних взаємовиключних рішеннях за різних умов інсоляції, сили вітру та вартості логістичних перевезень для регіонів України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Бабенка М.В. є високою й базується на аналізі інформаційних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і детальному критичному аналізу отриманих результатів з результатами інших дослідників, у якісному формулюванні отриманих висновків.

Положення, висновки і рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Бабенка М.В., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів.

Достовірність результатів досліджень забезпечується коректністю методів математичного апарату, статистичного аналізу та законів розподілу. Дослідження виконані з використанням математичного апарату та сучасного комп'ютерного моделювання. Отримані результати перевірені використанням інформації від діючих об'єктів газотранспортної системи України, що підтверджує достовірність сформульованих в дисертаційній роботі результатів дослідження, наукових положень, висновків і рекомендацій.

Основні результати отримані Бабенко М.В. в дисертаційній роботі, які мають суттєву наукову новизну

Вперше науково обґрунтовано необхідність і важливість врахування стохастичності електричних режимів навантаження для розробки універсальної методики вибору технічних параметрів комплексу

електрохімічного захисту та встановлення оптимального режиму роботи за результатами моделювання графіків генерації електроенергії від вітроенергетичних та сонячних електростанцій за територіальним принципом

Отримали подальший розвиток моделі електромагнітних процесів формування захисного потенціалу катодними станціями які відрізняються від існуючих рівнем припущення щодо геометричних розмірів трубопроводів (діаметр труби, товщина стінки, матеріал, ізоляція), що дало можливість визначати значення потенціалу у будь якій координаті відстані

Вперше розроблено метод приєднання активних та пасивних катодних станцій, який відрізняється прийняттям умов прокладання траси трубопроводу, наявності перетинів з залізничними коліями, коліями міського електротранспорту, автомагістралей тощо, що дозволяє для кожної ділянки трубопроводів середнього та високого тиску приймати індивідуальну схему розподілу захисних станцій з урахуванням геології ґрунтів.

Дисертація Бабенка М.В. складається з анотації двома мовами, змісту, переліку умовних позначень і скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел на 115 пунктів, додатків. Обсяг дисертації складає 1 сторінок.

Розроблені методики підтверджені актами впровадження на потужному промисловому підприємстві АТ «Нікопольський завод феросплавів », ТОВ «КІТВІС» та у навчальний процес Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи Бабенка М.В. опубліковано у наукових публікаціях, з яких статті у наукових фахових виданнях України, статті проіндексовано у міжнародній наукометричній базі даних Scopus, взята участь у двох міжнародних наукових конференціях отримано один патент на корисну модель

Академічна доброчесність.

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

Усі результати, які винесено автором 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 здобувача. Використання ідей, результатів та текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

По дисертаційній роботі Бабенка М.В. є зауваження

Потребують уточнення вихідні дані для побудови аналітичних моделей визначення рівнів захисного потенціалу. Які чинники найбільше впливають на нерівномірність розподілу потенціалу по дистанції трубопроводу?

Чи враховувались джерела точкових неоднорідностей та блукаючих струмів при перетині трас трубопроводів з іншими інженерними комунікаціями? Який вплив при цьому відбувається?

3. На стор. Ви зазначаєте, «Основним критерієм системи катодного захисту вважається наявність поляризаційного потенціалу ...». Поясніть, які умови були прийняті при моделюванні та вигляд функціональної залежності, представленої на рис. 2.

4. З тексту дисертації не зрозуміло, як в моделі визначення рівня вищих гармонік враховано шестипульсну схему вентильного перетворювача (стор.

. З тексту дисертації (р.4. стор.) не зрозуміло, як обирались критерії вибору оптимальної структури комплексного джерела живлення

6. При моделюванні річних графіків генерації електроенергії у професійному програмному середовищі яким чином Ви обирали координати розташування станцій катодного захисту?

Щодо загальної оцінки змісту, структури та оформлення результатів роботи. У роботі зустрічаються орфографічні, пунктуаційні та граматичні помилки, стилістичні неточності і описки (наприклад, на стор. але кількість їх допустима.

Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Бабенка М.В., її наукову новизну і практичну цінність

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Бабенка Миколи Володимировича **Енергоефективна електротехнічна система катодного захисту підземного сталевих трубопроводу** є завершеною науково дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково задачу та полягає у вдосконаленні моделей і методів вибору структури та режимних співвідношень комплексних джерел живлення для станцій катодного захисту, що дозволить ефективно та надійно захищати газогони на ділянках, віддалених від населених пунктів

Дана дисертаційна робота за своїм змістом 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 Бабенко Микола Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент:

доцент кафедри електричних
та електронних апаратів

Національного університету «Запорізька політехніка»

кандидат технічних наук, доцент



Михайло КОЦУР

Підпис Михайла КОЦУРА засвідчую,

учений секретар

Національного університету «Запорізька політехніка»

кандидат соціологічних наук, доцент



Віктор КУЗЬМІН