

ВІДГУК

рецензента БОРОДАЯ Валерія Анатолійовича

на дисертаційну роботу Шихова Станіслава Кириловича

«Електротехнічна система катодного захисту підземного сталевих газопроводу з неоднорідною структурою», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Актуальність теми

Проблема забезпечення довговічності та надійності підземних сталевих трубопроводів залишається однією з найважливіших для газотранспортної галузі України. Тривала експлуатація трубопровідних систем, старіння ізоляційних покриттів, змінність фізико-хімічних властивостей ґрунтів, а також вплив блукаючих струмів призводять до розвитку електрохімічної корозії, яка є однією з основних причин передчасного виходу трубопроводів з експлуатації. За сучасних умов особливого значення набуває підвищення ефективності систем катодного захисту, що повинні забезпечувати необхідний рівень захисного потенціалу за мінімальних енергетичних витрат та з урахуванням електротехнічної структури трубопроводу.

Водночас існуючі методи розрахунку та керування станціями катодного захисту не повною мірою враховують електротехнічні особливості сучасних газотранспортних мереж, спектральний склад вихідної напруги силових випрямлячів, параметри трубопроводів та зміни технічного стану їх ізоляційного покриття. У зв'язку з цим удосконалення математичних моделей систем катодного захисту, дослідження режимів роботи силових перетворювачів та розроблення алгоритмів керування, спрямованих на зменшення струмів взаємного впливу між суміжними станціями і підвищення енергоефективності електрохімічного захисту, є актуальною науково-технічною задачею, вирішенню якої присвячена дисертаційна робота Шихова С.К.

У дисертаційній роботі поставлена наукова задача полягає у розробленні математичних моделей, методів та алгоритмів керування станціями катодного захисту підземних сталевих трубопроводів, які, на відміну від існуючих, враховують взаємний вплив суміжних станцій, спектральний склад вихідної напруги силових перетворювачів, електротехнічні характеристики трубопроводу та цілісність його ізоляційного покриття. Реалізація запропонованого підходу забезпечує підвищення корозійної безпеки трубопроводів, мінімізацію струмів перетікання між суміжними станціями катодного захисту, підвищення енергоефективності систем електрохімічного захисту та надійності експлуатації підземних трубопровідних мереж.

Положення, висновки і рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Шихова Станіслава Кириловича, в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів.

Достовірність результатів досліджень забезпечується використанням сучасних теоретичних положень електротехніки, методів математичного моделювання, спектрального аналізу, теорії електричних кіл та чисельних методів дослідження. Коректність побудованих математичних моделей забезпечується обґрунтованістю прийнятих припущень, адекватністю схем заміщення електротехнічної системи «станція катодного захисту – трубопровід – ґрунт» та використанням сучасних програмних засобів для проведення комп'ютерного моделювання. Отримані результати перевірені на діючих об'єктах газотранспортної системи України, що підтверджено актами впровадження та демонструє достовірність сформульованих в дисертаційній роботі результатів дослідження, наукових положень, висновків і рекомендацій.

Оцінка змісту дисертації та відповідність встановленим вимогам

Дисертаційна робота Шихова С.К. є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел із 143 найменувань та 2 додатка.

У вступі належним чином обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну,

практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про їх апробацію та публікації автора.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану досліджень у галузі електрохімічного захисту підземних сталевих трубопроводів, розглянуто причини виникнення електрохімічної корозії, особливості функціонування газотранспортної системи України, сучасні типи станцій катодного захисту та існуючі підходи до забезпечення необхідного рівня захисного потенціалу. За результатами проведеного аналізу визначено проблемні питання, які потребують подальшого наукового дослідження, та сформульовано основні завдання дисертаційної роботи.

У другому розділі розроблено математичну модель електротехнічної системи «станція катодного захисту – трубопровід – ґрунт», що враховує індуктивні та ємнісні параметри трубопроводу, характеристики ізоляційного покриття, параметри кабельних ліній та особливості роботи силових випрямлячів. Наведено теоретичне обґрунтування прийнятих математичних залежностей, побудовано відповідні схеми заміщення та визначено основні фактори, що впливають на формування захисного потенціалу.

У третьому розділі досліджено режими роботи силових перетворювачів станцій катодного захисту із застосуванням методів спектрального аналізу та комп'ютерного моделювання. Проаналізовано вплив гармонічних складових вихідної напруги, електротехнічних параметрів трубопроводу та технічного стану ізоляційного покриття на ефективність електрохімічного захисту, а також обґрунтовано впливи транзисторних випрямлячів із широтно-імпульсною модуляцією на струми через ізоляцію трубопроводу.

У четвертому розділі наведено результати дослідження взаємодії суміжних станцій катодного захисту при їх одночасній роботі на спільний трубопровід. За результатами математичного моделювання встановлено закономірності виникнення струмів взаємного впливу, досліджено вплив параметрів системи на розподіл захисного потенціалу та запропоновано

алгоритми керування силовими випрямлячами, спрямовані на підвищення енергоефективності та надійності роботи систем катодного захисту.

У висновках наведено основні результати роботи щодо вирішення поставлених задач дослідження.

Список використаних джерел із 143 найменувань достатньо охоплює предметне поле дослідження і відображає опрацювання автором значної кількості іноземних та вітчизняних інформаційних джерел.

У додатках наведені перелік публікацій та інформація щодо практичного впровадження результатів.

Повнота викладення результатів дослідження в опублікованих працях

Основні положення і результати дисертаційних досліджень, відображено у 13 наукових публікаціях: 5 статей, з яких 3 – у наукових періодичних фахових виданнях України категорії «Б», 2 – проіндексовано у Міжнародних наукометричних базах даних Scopus; 7 у матеріалах апробаційного характеру; патент на корисну модель.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що дослідження, представлені у дисертаційній роботі Шихова С.К. є достатньо висвітленими, виконаними самостійно. У написаних у співавторстві працях зазначено особистий внесок здобувача, який відповідає його дисертаційним дослідженням.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі та наукових публікаціях, в 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.

Основні результати отримані Шиховим С.К. в дисертаційній роботі, які мають суттєву наукову новизну

- Удосконалено математичну модель електротехнічної системи «станція катодного захисту – підземний сталевий трубопровід – ґрунт», яка, на відміну від існуючих, враховує індуктивно-ємнісні властивості трубопроводу, параметри ізоляційного покриття, характеристики кабельних ліній та спектральний склад вихідної напруги силових перетворювачів. Це дозволяє більш точно оцінювати вплив електротехнічних параметрів системи та параметрів випрямляча на ефективність електрохімічного захисту.
- Набули подальшого розвитку закономірності взаємного впливу суміжних станцій катодного захисту залежно від режимів роботи та спектрального складу вихідного сигналу силових випрямлячів, технічного стану ізоляційного покриття та електротехнічних характеристик трубопроводу. Отримані результати дозволяють визначати умови виникнення струмів перетікання між суміжними станціями, струмів стікання через ізоляцію та оцінювати їх вплив на формування захисного потенціалу і енергоефективність системи катодного захисту.
- Дістали подальшого розвитку засоби комп'ютерного моделювання взаємодії станцій катодного захисту, що електрично з'єднані одним трубопроводом. Це дозволило дослідити процеси виникнення струмів перетікання між сусідніми станціями та оцінити їх вплив на розподіл захисного потенціалу вздовж трубопроводу.
- Вперше розроблені методи керування силовими випрямлячами станцій катодного захисту шляхом узгодження режимів роботи суміжних станцій та вибору параметрів випрямляча, що забезпечує зменшення струмів взаємного впливу та струмів через ізоляції, підвищення корозійної безпеки та зниження втрат електричної енергії під час експлуатації систем електрохімічного захисту.

Практична цінність роботи полягає в:

- удосконаленні методичного підходу до проєктування та налаштування систем катодного захисту підземних сталевих трубопроводів з урахуванням неоднорідностей їх структури;
- розробці математичної моделі системи «станція катодного захисту – ґрунт – трубопровід», що забезпечує більш точне моделювання процесів формування захисного потенціалу;
- розробці рекомендацій щодо вибору типу силових випрямлячів і алгоритмів керування сусідніми станціями катодного захисту для зменшення струмів перетікання та підвищення енергоефективності систем;
- можливості використання запропонованих моделей і алгоритмів під час проєктування, модернізації та експлуатації систем електрохімічного захисту магістральних і розподільних трубопроводів;
- впровадженні результатів дослідження у виробничу діяльність ТОВ «Дайвер», що підтверджує їх практичну придатність та сприяє підвищенню надійності й довговічності трубопровідних систем, а також зниженню експлуатаційних витрат.

По дисертаційній роботі Шихова С.К. є зауваження

1. У першому розділі достатньо повно проаналізовано сучасний стан розвитку систем катодного захисту, однак огляд небезпечних чинників обмежено лише звітом однієї профільної організації. Доцільно було б доповнити перелік розглянутих матеріалів за рахунок баз даних пошкоджень трубопроводів від інших представників галузі.
2. У третьому розділі досить детально досліджено спектральний склад вихідних сигналів різних типів випрямлячів. Разом із тим доречно було б доповнити, ці данні реальними вимірюваннями на станціях катодного захисту.
3. У тексті дисертації зустрічаються окремі стилістичні неточності, повтори та незначні редакційні огріхи.

4. Чому для дослідження було обрано саме спектральний аналіз, а не часові або статистичні методи оцінювання ефективності роботи випрямлячів?
5. Які параметри математичної моделі найбільше впливають на точність результатів моделювання?

Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Шихова С.К., її наукову новизну і практичну цінність.

ВИСНОВОК

Дана дисертаційна робота за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 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 **Шихов Станіслав Кирилович** заслуговує присудження наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю **141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**.

Рецензент:

доцент кафедри електропривода

Національного технічного університету

«Дніпровська політехніка»,

кандидат технічних наук, доцент

Валерій БОРОДАЙ