

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Антонця Тараса Юрійовича «Метод і пристрій контролю короткочасної перевантажувальної здатності високовольтного кабелю в умовах виробництва», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

### 1. Актуальність теми дисертації

Передача електричної енергії від її постачальника до споживача з мінімальними втратами є однією із найголовніших вимог, яким повинні задовольняти силові кабелі.

Однією з найважливіших характеристик силового кабелю, котра багато в чому визначає умови експлуатації кабелю, є його навантажувальна та перевантажувальна здатність. В зв'язку з цим для виконання кабелем покладених на нього задач важливо знати достовірні значення цих характеристик, і особливо для тих силових кабелів, котрі розроблюються і впроваджуються у виробництво останнім часом, зокрема кабелів зі зшитою поліетиленовою ізоляцією.

Дисертаційна робота Антонця Т.Ю. присвячена розробці методу і пристрою контролю короткочасної перевантажувальної здатності високовольтного кабелю в умовах виробництва. Всі існуючі ресурси випробування для кабелів зі зшитою поліетиленовою ізоляцією, що передбачені нормативними документами, є довготривалими. Тобто їх використання в реальному виробництві викликає певні труднощі. Тому важливою науково-прикладною задачею контролю перевантажувальної спроможності високовольтних кабелів є розробка методу, котрий забезпечить швидкодію та достовірність контролю в умовах реального виробництва.

Дисертаційна робота виконувалась в рамках держбюджетної теми «Розроблення стандартів, гармонізованих з міжнародними та європейськими» (ДР № 1148/92873) та договору між НТУ «ХП» та ДП «УкрНДНЦ» (ДР № 767/81888).

Враховуючи вищесказане, тема дисертації, в якій розв'язується задача розробки методу і пристрою контролю короткочасної перевантажувальної здатності високовольтних кабелів в умовах поточного виробництва є актуальною.

## 2. Зміст дисертації і основні результати в роботі

У **вступі** наведена загальна характеристика роботи, обґрунтовано актуальність досліджень, поставлено їх мету і задачі, викладена наукова новизна і практичне значення отриманих результатів.

**Перший розділ** присвячено аналізу існуючих методів контролю пропускної здатності силових кабелів. Наведено переваги та недоліки кожного методу. Розглянуто конструктивні особливості силових кабелів високої напруги із зшитою поліетиленовою (ЗПЕ) ізоляцією. Проаналізовано динаміку нагріву силових кабелів. Показано, що динаміка нагріву ЗПЕ кабелів відрізняється від інших.

Встановлено доцільність розробки мультимірної моделі оптимізації товщини ізоляції, яка забезпечує баланс між пропускною здатністю кабелю, максимальною напруженістю електричного поля в ізоляції і вартістю ізоляції.

Обґрунтовано необхідність у визначенні кількісного критерію оцінки динаміки нагріву жили в умовах поточного виробництва і співставленні його з результатами електричних випробувань.

У **другому розділі** за допомогою використання аналогії процесів переносу зарядів і тепла одержано аналітичний вираз розподілу градієнта теплового потенціалу та температури в елементах конструкції кабелю.

Запропоновано математичну модель, котра дозволяє оперативно визначити параметри тепловіддачі для кабелю у повітрі. Багатовимірною моделлю представляє собою систему рівнянь з параметрами нагріву кабелю, що дозволяє провести експериментальну перевірку значень. Встановлено, що теплове поле в ізоляції ЗПЕ кабелю більш однорідне. Значення градієнта теплового потенціалу для водоблокуючого шару на порядок вище ніж у ізоляції. Наведено залежності допустимого струму від напруженості електричного поля в ізоляції кабелю.

Розглянуто вплив сусідніх кабелів на розподіл теплового поля в кабелі. Показано, що для ЗПЕ- кабелів характерні великі значення теплового опору навколишнього середовища і наявність водоблокуючої шару знижує тривало допустимий струм на (40...50) А.

**Третій розділ** присвячено дослідженню динаміки нагріву високовольтного силового кабелю із зшитою поліетиленою ізоляцією.

Розроблено математичну модель нагріву жили на початку роботи кабелю. Кількісний показник короточасної перевантажувальної здатності кабелю є стала часу нагріву жили. Встановлено, що цей параметр не залежить від умов оточуючого середовища, тобто є характеристикою самого кабелю.

Із застосування критеріїв подібності теплових процесів визначено теплофізичні параметри відведення тепла з поверхні кабелю.

Встановлено, що загальноприйняті математичні моделі у вигляді суми двох експонент дають значну похибку на початковому етапі нагріву кабелю. Для кабелів малого діаметра охолодження в повітрі визначається переважно конвекцією, а для кабелів більшого діаметра внесок конвекції і теплового випромінювання стають сумірними.

Розроблено багатовимірну математичну модель пропускної здатності з урахуванням теплового поля ізоляції в ЗПЕ- кабелях.

Запропоновано математичну модель нагріву жили кабелю, яка дозволяє оцінити його короточасну перевантажувальну здатність. Дана модель базується як на параметрах самого кабелю і його навантаженні, так і на експериментальному визначенні характерної точки на кривій нагріву. Цю точку можна визначати через кілька годин після включення кабелю під навантаження, що важливо при організації контролю перевантажувальної здатності кабелю в реальних виробничих умовах.

Співставлення теоретично визначених і експериментальних значень коефіцієнту тепловіддачі, довготривалого допустимого струму, кривих нагріву підтвердило можливість використання запропонованих математичних моделей.

У **четвертому розділі** описано метод контролю короточасної перевантажувальної здатності високовольтного силового кабелю зі зшитою поліетиленою ізоляцією. Запропоновано комплекс апаратури для реалізації методу. Наведені результати апробації методу контролю короточасної перевантажувальної здатності кабелю в умовах виробництва підтвердили його ефективність.

У **висновках** наведено основні результати досліджень.

### **3. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Оцінити позитивно ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень розроблених математичних моделей і рекомендацій, наведених в дисертації, дозволяє використання в теоретичних дослідженнях фундаментальних засад теорій електротехніки та теплопередачі.

Основні теоретичні висновки підкріплені експериментальними дослідженнями.

Можна стверджувати, що вихідні положення дисертації є коректними, одержані результати логічно та математично аргументовані. Результати теоретичних досліджень при розробці методів и засобів контролю короткочасної перевантажувальної здатності високовольтного силового кабелю показали працездатність і впроваджені на виробництві в підприємствах України та в навчальному процесі, про що свідчать акти впровадження.

### **4. Наукова новизна одержаних результатів**

Наукова новизна матеріалів дисертації полягає в тому, що:

1. Розроблено математичну модель визначення градієнта теплового потенціалу в елементах конструкції кабелю, яка дозволяє визначити розподіл температур в елементах конструкції кабелю з урахуванням водоблокуючого шару.
2. Науково обґрунтовано існування діапазону товщини ізоляції, в межах котрого за зменшенням товщини ізоляції пропускна здатність кабелю знижується.
3. Розроблено математичну модель нагріву жили високовольтного силового кабелю, яка дозволяє оцінити його короткочасну перевантажувальну здатність.
4. Розроблено метод контролю короткочасної перевантажувальної здатності на основі визначення сталої нагріву жили.

### **5. Практичне значення**

Розроблені математичні моделі нагріву високовольтного силового кабелю та метод контролю його короткочасної перевантажувальної здатності, модернізація комплексу вимірювальної апаратури (що підтверджено

патентом України) є основою для створення більш ефективних промислових приладів контролю короткочасної перевантажувальної здатності. Результати роботи дозволяють також здійснювати за рахунок конструкції кабелю оптимізацію його пропускнув здатності і їх можна використати в різноманітних галузях промисловості.

Результати роботи прийняті до впровадження в ПАТ «ЗАВОД «ПІВДЕНКАБЕЛЬ» (м. Харків), а також у навчальний процес кафедри «Електроізоляційна і кабельна техніка» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

## **6. Перспективи використання результатів роботи**

Результати проведених досліджень можуть бути застосовані в різноманітних галузях народного господарства, на підприємствах та організаціях, де проводиться розробка та виготовлення силових кабелей, а також пристроїв та систем контролю перевантажувальної і пропускнув здатності, зокрема на підприємствах машинобудувального, металургічного, енергетичного виробництва, в конструкторських бюро та проектних інститутах.

## **7. Повнота викладення результатів в опублікованих працях**

Основний зміст дисертації відображено у 17 наукових публікаціях, з них: 12 статей у наукових фахових виданнях України (2 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз), 1 стаття у закордонному періодичному фаховому виданні), 1 патент України, 3- у тезах доповідей міжнародних науково-практичних конференцій.

Дисертація пройшла апробацію на трьох міжнародних науково-практичних конференціях.

Це дозволяє зробити висновок про ознайомлення широкого кола науковців з основними положеннями дисертаційної роботи. В опублікованих працях забезпечена повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи.

## **8. Оформлення дисертаційної роботи**

Матеріал роботи викладено за деяким виключенням послідовно, грамотно, математично коректно з використанням загальноприйнятої

термінології та з дотриманням сучасних правил подання наукової інформації. Дисертацію та автореферат оформлено згідно з вимогами до оформлення науково-технічної документації. Результати дослідження в достатній мірі проілюстровані графічним матеріалом.

Автореферат ідентичний за змістом основним науковим положенням, висновкам та результатам дисертації.

Таким чином, дисертаційна робота та автореферат за змістом і оформленням відповідають вимогам ДАК вищої кваліфікації МОН України..

### **9. Зауваження за дисертацією**

До недоліків дисертації можна віднести наступне:

1. В дисертації відмічено 5 пунктів наукової новизни, а в авторефераті 4.
2. В формулі 2.3 не відображено, що інтеграл береться по виділеній поверхні.

3. У розділі 2 при розробці математичної моделі градієнта теплового потенціалу в елементах конструкції кабелю не описана геометрична модель конструкції кабелю, для котрої вирішується це завдання.

4. При розрахунку градієнта теплового потенціалу, розподілу температур, пропускної здатності кабелю не вказано, яким чином визначалися значення питомого теплового опору елементів конструкції кабелю, що досліджується.

5. Не обґрунтовано, чому при виборі геометричної моделі ЗПЕ-кабелю струмопровідна жила обрана у вигляді однорідного провідника, в той час як в реальній конструкції (рис.1.2) вона складається з окремих провідників, що розділені водоблокуючими стрічками.

6. Не обґрунтована можливість застосування диференціальних рівнянь (3.5, 3.11) до даної геометричної моделі ЗПЕ-кабелю при обчисленні його кривої нагріву.

7. Наведені в табл.3.1 значення, які названі як сталі часу нагріву, в строгому сенсі цього поняття не відповідають їх справжнім значенням.

8. На рисунках 3.12-3.14 наведені результати експерименту для підтвердження достовірності розробленої математичної багатовимірної моделі пропускної здатності (ММП). Разом з тим методика проведення експерименту і похибка результатів вимірювань в дисертації не відображені.

9. В дисертації не наведено визначення сталої часу нагріву, не відображено її фізичний зміст і не сказано, яким чином вона визначається на практиці.

Однак ці зауваження не торкаються принципових положень роботи і не можуть знизити її позитивні оцінки.

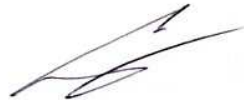
### 10. Загальний висновок по дисертації

З урахування вищенаведеного, можна зробити висновок, що роботу здобувача Антонця Тараса Юрійовича «Метод і пристрій контролю короткочасної перевантажувальної здатності високовольтного кабелю в умовах виробництва» слід вважати закінченим науковим дослідженням.

В роботі отримані нові науково-обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують важливу для народного господарства України науково-прикладну задачу підвищення швидкодії та достовірності технічного контролю короткочасної перевантажувальної здатності високовольтного кабелю в умовах виробництва в галузі неруйнівних методів контролю.

Робота відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертацій, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07. 2013 р. № 567 (зі змінами), а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри  
«Метрологія та безпека життєдіяльності»  
Харківського національного  
автомобільно-дорожнього Університету



В.Д. Сахацький

07.06.16

