

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Шевченка Сергія Юрійовича "Вплив вищих гармонік напруги на вибір та експлуатацію обмежувачів перенапруг для захисту систем електропостачання ", представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи

Актуальність проблеми.

Одним з важливих питань при виборі та експлуатації обмежувачі перенапруг нелінійних (ОПН) є вибір найбільшої робочої напруги, яка дозволяє ОПН достатній час витримувати її дію. На сьогодні значення найбільшої припустимої напруги визначають за значенням напруги системи електропостачання де встановлено ОПН. Слід звернути увагу на відмінність режимів роботи ОПН від усіх захисних апаратів. Така відмінність полягає у тому, що ОПН постійно підключений до шин системи електропостачання без іскрових проміжків, які існують у конструкціях інших захисних апаратів. Таким чином елементи конструкції ОПН постійно знаходяться під впливом напруги системи електропостачання.

Аналізу роботи ОПН в зоні струмів витоку вольт амперних характеристик (ВАХ) дослідники приділяють дуже мало уваги. В той же час подібний аналіз є необхідним для визначення спроможності ОПН залишатися під впливом найбільшої робочої напруги без порушення теплового балансу на протязі всього строку експлуатації.

Усі нормативні документи з вибору ОПН рекомендують оцінювати їх енергетичні характеристики при впливах досить великих перенапруг та не враховують впливи вищих гармонійних коливань напруги. Подібні впливи можуть мати досить великі значення та призводити до порушення теплового балансу ОПН в нормальних режимах роботи. Чітко науково – обґрунтованих методів та методик вибору ОПН при впливі вищих гармонік напруги немає. Таким чином, проблема вибору та експлуатації ОПН з урахуванням впливу вищих

гармонік напруги, які можуть виникнути в системі електропостачання є актуальною.

Актуальність теми дисертації обумовлюється також її зв'язком з науковими програмами за тематикою, що виконана відповідно до завдань держбюджетних НДР: «Розробка теоретичних засад створення інформаційно-діагностичного комплексу для оцінювання стану об'єктів електроенергетичних систем» (№ ДР 0106U001490, МОН України), «Розробка теоретичних засад створення інформаційно-діагностичного комплексу для контролю ізоляції об'єктів електроенергетичної системи (№ ДР 0108U001458, МОН України), «Розробка методів для підвищення ефективності транспорту електричної енергії та експлуатаційної надійності електроенергетичних мереж України» (№ ДР 0109U006061, МОН України).

Основні наукові положення дисертації викладено в 40 друкованих працях, з них 4 монографії, 25 публікацій у наукових фахових виданнях України (6 – у наукометричних базах), 2 – у іноземних фахових періодичних виданнях, 2 – технічний нормативний документ України, 4 – у матеріалах наукових конференцій.

Наукова новизна отриманих результатів дисертації полягає в наступному:

- 1 Вперше запропоновано метод вибору найбільшої робочої напруги ОПН, який відрізняється тим, що враховує наявність та склад гармонійних коливань напруги в системі електропостачання, що дозволить підвищити надійність роботи ОПН;
- 2 Вперше запропоновано метод вибору енергетичних характеристик ОПН, який відрізняється тим, що критерієм вибору є активна енергія виділена в ОПН за одну секунду. Порівняння її з активною потужністю що можуть витримати варистори ОПН, дає можливість обрати апарат з урахуванням впливу вищих гармонік напруги у місці приєднання ОПН до системи електропостачання;
- 3 Вперше визначено напругу переходу ОПН з діелектричного стану до стану провідника на основі аналізу експериментальних досліджень, що дозволить

враховувати при розрахунках теплових та електричних режимів, як діелектричні так і провідникові властивості ОПН;

4 Вперше запропоновано метод розрахунку потужності, яка виділяється в ОПН в нормальному режимі роботи системи електропостачання, який враховує електрофізичні властивості варисторної кераміки, що дає можливість обирати тип ОПН з урахуванням впливу вищих гармонік напруги в системі електропостачання;

5 Удосконалено модель електричних процесів в ОПН, яка відрізняється від існуючих врахуванням електрофізичних властивостей варисторної кераміки, що дозволить отримати значення енергії враховуючи діелектричні та провідникові властивості ОПН.

Практична цінність роботи полягає у наступному:

1. Сформульовані та науково обґрунтовані основні засади вибору та експлуатації ОПН для захисту систем електропостачання при впливі вищих гармонік напруги;
2. Розроблено методики вибору ОПН, які дозволяють врахувати вплив вищих гармонік напруги системи електропостачання на енергетичні характеристики апарату;
3. Обґрунтована можливість використання тепловізорів для проведення експлуатаційного контролю стану ОПН;
4. Визначено способи визначення ВАХ ОПН в зоні струмів витоку, які дають можливість, в умовах недостатньої інформації, отримати значення струмів витоку та енергії, що розсіює ОПН під час довготривалої експлуатації;
5. Отримані у дисертаційній роботі результати використані при розробці технічних нормативних документів для Мінпаливенерго України.

Структура, зміст і основні положення дисертації. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 385 сторінок з них 280 сторінок основного та список використаних джерел з 242 найменувань. У додатках подаються також документи, що свідчать про використання та впровадження результатів роботи.

Виклад матеріалу вирізняється хорошим стилем, стислістю і чіткістю формулювань. Композиція дисертації характеризується логічністю і стрункістю.

У першому розділі дисертації наведені результати аналізу методів й методик вибору ОПН, якими користуються в Україні та світі. Зроблено висновки щодо подальшого розвитку розглянутих методів та методик за допомогою урахування впливу вищих гармонік наруги на теплові режими роботи ОПН. У висновках сформульовано завдання подальших досліджень.

На наш погляд, треба було би вказати на економічний аспект питань, що розглядаються в роботі.

У другому розділі Розглянуто методи визначення параметрів режиму ОПН. Визначені математичні методи необхідні для проведення подальших досліджень роботи ОПН при дії на нього найбільшої робочої напруги. Розглянуто схеми заміщення ємності та визначено, які елементи повинна включати в себе схема заміщення ОПН в зоні струмів витоку ВАХ. Показана необхідність проведення експериментальних досліджень електрофізичних характеристик ОПН та їх вплив на основні положення вибору апаратів на етапі проектування. Визначено математичний апарат для проведення чисельного аналізу теплових режимів ОПН з урахуванням конвективного теплового обміну з їх поверхні. Висновки цього розділу, на наш погляд, цілком коректні.

У третьому розділі Проведені експериментальні дослідження електрофізичних характеристик ОПН у зібраному стані. Отримані результати дозволили стверджувати, що залежність електрофізичних параметрів ОПН від частоти прикладеної напруги має слабкий характер. Цей факт дозволяє використати, для всього діапазону розглянутих частот, єдине значення таких параметрів, що, дозволить вибирати ОПН з запасом по енергетичним характеристикам.

Отримана математична модель, яка відображає фізичні процеси, що відбуваються в матеріалі варисторів, та дають можливість проведення розрахунків потужності, що втрачається в ОПН при дії на нього найбільшої робочої напруги мережі. Цю модель, можна назвати моделлю теплової стійкості

ОПН, в режимі довготривалого прикладання робочої напруги, що відображує процеси при роботі ОПН в зоні струмів витоку ВАХ. Така математична модель дозволяє досить просто оцінювати вплив на ОПН любого спектрального складу гармонійних коливань.

Проведено експериментальні дослідження ВАХ варисторів різних виробників. Отримані експериментальні ВАХ визначили напругу при якій здійснюється перехід ОПН з стану діелектрика до стані провідника.

На базі удосконаленої математичної моделі, розроблено метод оцінювання спроможності ОПН підтримувати тепловий баланс на протязі всього строку експлуатації.

Отримані вирази математичних моделей температурного режиму ОПН, на базі диференційних рівнянь, враховують електрофізичні властивості варисторної кераміки та наявність в мережі гармонійних коливань, що дозволяє розрахувати температури варистору та ізоляційної покриття для будь якої конструкції апарату.

Вважаю, що в композиційному плані можна було б частину матеріалу розділу 3 навести в розділі 3.

У четвертому розділі показано, що при діагностиці стану високовольтної ізоляції значну увагу необхідно приділяти появі високочастотних складових електромагнітних коливань, що свідчать про погіршення її стану. За результатами проведених експериментальних і теоретичних досліджень електричного поля одного ізолятора показано, що при напрузі на ізоляторі 30 кВ виникають поверхневі розряди на його внутрішній поверхні, які можуть ініціювати перекриття всієї гірлянди ізоляторів. Проведені експерименти показали, що на картину розрахункового розподілу напруги частоти 50 Гц за елементами гірлянди може накладатися значна високочастотна складова, яка також має випадковий характер.

На основі експериментальних досліджень зроблено висновок, що для всіх категорій споживачів (металургія, машинобудування і магістральний електротранспорт) зафіксовані порушення допустимих значень коефіцієнта n-ої

гармонійної складової напруги. Для споживачів найгірша ситуація щодо несинусоїдальності напруги виникає в системах електропостачання на кордоні з магістральним електротранспортом, де присутній практично весь спектр вищих гармонік. Висновки цього розділу, на наш погляд, цілком коректні.

У п'ятому розділі розроблено метод урахування наявності гармонійних коливань напруги в системі електропостачання при виборі ОПН, на етапі проектування системи блискавкозахисту. Визначені та систематизовані вимоги до ОПН різних класів напруги при їх використанні для захисту систем електропостачання. Проведені дослідження ізоляційних характеристик ОПН під час експлуатації та визначені мінімальні відстані між струмопровідними та заземленими частинами систем електропостачання. Визначені та систематизовані вимоги до монтажу ОПН. Визначені та систематизовані вимоги до експлуатації ОПН різних класів напруги при їх використанні для захисту систем електропостачання. Визначені та систематизовані вимоги по експлуатаційним випробуванням ОПН різних класів напруги при їх використанні для захисту систем електропостачання. Висновки даного розділу не викликають заперечень.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, на наш погляд, великий і дозволяє опоненту зробити висновок про їхню коректність. Його підтвердженням є:

- використання в дисертації математичних методів у повній відповідності з характером розв'язуваних завдань та їх експериментальною перевіркою;
- широке обговорення робіт автора з теми дисертації на багатьох міжнародних та українських конференціях, симпозіумах і семінарах; опонент, як учасник деяких з них, засвідчує позитивну реакцію на виступи С.Ю. Шевченка ;
- використання результатів досліджень автора в практиці експлуатації, проектування і в навчальному процесі.

Висновки узагальнюють результати дисертаційних досліджень, вони в повній мірі відображають отримані наукові результати. Текст дисертації викладено послідовно. Зміст дисертації і її структура в цілому логічно відтворюють завдання дослідження.

Автореферат з достатньою повнотою висвітлює основні наукові положення, отримані результати, висновки і рекомендації та зміст дисертаційної роботи.

Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи та вимогам ВАК України щодо докторських дисертацій. Наукові положення кандидатської дисертації здобувача на захист не винесено.

Зауваження по роботі

1. У розділі 3 розглядаються вищі гармонійні складові до сорокової гармоніки, отримані оцінки впливу потужності n -ої гармонійної складової на енергетичні характеристики ОПН, однак при цьому ніяк не враховані інструментальні похибки, що будуть внесені вимірювальними пристроями, при вимірюванні струму та напруги, насамперед трансформаторами струму. Варто очікувати істотного впливу трансформаторів на криву вторинного струму, саме за рахунок вищих гармонік.
2. В третьому розділі наведені результати експериментальних досліджень вольт-амперних характеристик різних видів варисторів та ОПН у зібраному стані за допомогою установки TSA-25. Подібна установка повинна мати свідоцтво про метрологічну атестацію. З наведеного матеріалу не ясно чому використана саме ця установка.
3. У розділі чотири проведені експериментальні дослідження ізолятора, який знаходився в експлуатації на повітряній лінії електропередавання понад 30 років та отримані характерні високочастотні коливання. При аналізі чинників які призводять до виникнення подібних явищ необхідно враховувати той факт, що діелектрична проникність бетону з якого зроблено ізолятор може змінюватися в досить великих межах.
4. У розділі п'ять наведені типові кратності грозових та комутаційних перенапруг (5.16) та (5.17) та отримані їх значення, які на наш погляд не відповідають реальним величинам перенапруг та потребують уточнення.

5. В розділі п'ять розглянуті питання діагностики ОПН підчас експлуатації та визначено, що для такої діагностики можуть бути використані тепловізори та пірометри. В якості пошкодження ОПН прийняті часткові теплові пробої у варисторах, в той же час конструктивні особливості апарату дозволяють припустити наявність і інших за характером пошкоджень, що може ускладнити процес діагностування.

6. При викладанні матеріалу автор допускає технічні помилки та описки.

- Рис. 2.13 виконано російською мовою
- С. 253 відсутня кома після слова коефіцієнт;
- С.15 відсутній відступ слід писати м. Харків
- Таблиці (5.1), (5.2) та підписи до них виконані шрифтами різного розміру.
- Формули 1.1, 1.2, 1.3 мають бути виконані у відповідності до вимог курсивом.

Зроблені зауваження не знижують загальної високої оцінки дисертації Шевченка С.Ю і не позначилися на обґрунтованості отриманих у роботі результатів.

Висновок

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук Шевченко Сергія Юрійовича є закінченою науковою роботою, в якій одержані нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, необхідні для розв'язання важливої для теорії і практики проблеми вибору та експлуатації ОПН при впливі вищих гармонік напруги, яка дозволяє створити науково-технічну базу для визначення параметрів апарату для забезпечення працездатності на протязі довгострокової експлуатації.

З міст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

Незважаючи на зауваження, за актуальністю, науковому рівню, практичній цінності, об'єму інформації, достовірності результатів та оформленню дисертаційна робота С.Ю. Шевченка відповідає вимогам п. 9, 10, 12 "Положення про порядок присудження наукових ступенів", які пред'являються до дисертацій

на здобуття ученого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи. Шевченко Сергій Юрійович заслуговує присудження йому вченого ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент –
професор кафедри
технотроніки та теоретичної електротехніки
Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка,
Міністерства освіти і науки України
доктор техн. наук, доцент

О.В. Саприка



Саприка О.В.
АСВІДЧУЮ
канцелярії ХНТУСГ
Ужас Кускова С.В.

14. 12. 2015р.

Відзив надійшов « 15 » 12. 2015 р.
Вчений секретар спец. раці: 264.050.04

Ошчеп О.В.