**Перетятко Юлія Вікторівна. Чисельний розрахунок тривимірних електричних полів в полімерній ізоляції самоутримних ізольованих проводів : Дис... канд. наук: 05.09.05 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Перетятко Ю.В. Чисельний розрахунок тривимірних електричних полів в полімерній ізоляції самоутримних ізольованих проводів. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.05 – теоретична електротехніка. – Національний технічний університет України „КПІ”, м.Київ, 2008.  Дисертація присвячена розв’язанню наукової задачі розробка нових математичних моделей і методик для чисельного розрахунку тривимірних електричних полів у полімерній ізоляції самоутримних ізольованих проводів з урахуванням наявності гетерогенних близько розташованих мікронеоднорідностей (поверхневих і об’ємних, провідних і діелектричних) та просторового розташування провідників у трифазній лінії електропередачі. В роботі визначено узагальнюючий критерій збільшення напруженості ЕП в ЗПЕІ СІП та в її діелектричних включеннях, який враховує змінення розмірів та електрофізичних параметрів мікронеоднорідностей, відстаней між ними і розмірів дендритів на їх поверхні. Цей критерій використано для підвищення точності розрахунків напруженості ЕП та визначення локальних об’ємів в ізоляції з недопустимою напруженістю.  Розроблено нові методики розрахунку неоднорідних тривимірних ЕП в СІП з урахуванням сукупності різних гетерогенних мікродефектів у ЗПЕІ. Методики є ефективними для уточнення технологічних режимів промислового виробництва СІП, що підтверджується їх впровадженням на ЗАТ „Завод „Південкабель” (м.Харків) при освоєнні промислового виробництва СІП з характеристиками на рівні кращих світових зразків. Використання СІП виключає короткі замикання між проводами ЛЕП при ожеледі, сильному вітру, снігопаді та інших стихійних лихах, зменшує реактивний опір трифазних ЛЕП напругою до 1 кВ (*з 0,35 Ом/км – до 0,1 Ом/км*), зменшує падіння напруги та втрати потужності та підвищує надійність, безпеку та енергоефективність повітряних ЛЕП. | |
| |  | | --- | | В дисертації вирішено нову наукову задачу розробки математичних моделей для чисельного розрахунку тривимірних електричних полів у полімерній ізоляції самоутримних ізольованих проводів з урахуванням наявності гетерогенних близько розташованих мікронеоднорідностей (поверхневих і об’ємних, провідних і діелектричних) та просторового розташування провідників у трифазній лінії електропередачі. Отримані результати у сукупності мають суттєве значення для розвитку теорії та методів розрахунку електричних полів в неоднорідних діелектричних середовищах та підвищення надійності та безпеки ЛЕП з самоутримними ізольованими проводами.  1. На основі аналізу методів розрахунку ЕП у неоднорідних діелектричних середовищах обґрунтовано доцільність розвитку МСЕ та розробку нових математичних моделей для розрахунку тривимірних ЕП у СІП з урахуванням наявності сукупності різних гетерогенних мікродефектів у ЗПЕІ.  2. Створено нові багаторівневі математичні моделі розрахунку тривимірних ЕП у неоднорідній полімерній ізоляції СІП, що забезпечило створення методик розрахунку просторового розподілу напруженості ЕП в їх ЗПЕІ з урахуванням наявності гетерогенних близько розташованих мікродефектів (поверхневих і об’ємних, провідних і діелектричних) та розташування СІП у повітряній трифазній ЛЕП.  3. Визначено новий критерій неоднорідного збільшення напруженості ЕП, який залежить від розмірів, конфігурації та параметрів мікровключень в ЗПЕІ, відстаней між ними та їх розташування. Використання такого критерію формалізує та спрощує розрахунки напруженості тривимірних ЕП в СІП незалежно від зміни різних параметрів ЗПЕІ.  4. Розвиток методу скінчених елементів (МСЕ) і розробка нових математичних моделей для розрахунку тривимірних ЕП в ЗПЕІ СІП базуються на використанні:  - триступеневого підходу: спочатку визначались макропараметри неоднорідного двовимірного ЕП з урахуванням близькості СІП у трифазній ЛЕП і допущенням відсутності мікровключень у ЗПЕІ, потім визначались граничні умови і мікропараметри тривимірного ЕП з урахуванням сукупності різних гетерогенних мікровключень в ЗПЕІ, а потім уточнювались розрахунки ЕП в областях найбільших неоднорідностей і визначались об’єми з недопустимою напруженістю ЕП;  - граничних умов для об’єднання задач розрахунку ЕП поза та всередині мікровключень;  - ітераційного методу змінних напрямків при реалізації тривимірного прогону;  - залежності кроку розрахункової сітки від визначеного критерію неоднорідності ЕП, що забезпечило підвищення точності розрахунків 1,5-6 разів.  5. На основі аналізу неоднорідних ЕП в ЗПЕІ СІП підтверджено, що:  - напруженість ЕП збільшується в ЗПЕІ зі зменшенням відстані між: мікровиступами на жилі СІП; мікровиступом і провідним мікровключенням; провідними включеннями;  - напруженість ЕП збільшується у повітряних включеннях ЗПЕІ зі зменшенням відстані між двома повітряними мікровключеннями та між повітряним і водяним включеннями.  Визначено, що напруженість ЕП може зрости в 10 і більше разів, тому деградаційні процеси в ЗПЕІ можуть виникати навіть при середній напруженості ЕП*1 кВ/мм*і меншій. При цьому можуть виникати електродендрити діаметрами *d<2 мкм* і довжиною *l>5d,*що призводить до подальшого збільшеннянапруженості ЕП в ЗПЕІ.  6. Обґрунтовано, що зі зменшенням відстані між проводами СІП напруженість ЕП найбільш зростає в ЗПЕІ біля поверхні струмопровідних жил СІП та в повітряному проміжку біля поверхні ЗПЕІ. Зважаючи, що критична напруженість для повітря становить *близько 3 кВ/мм*, визначено, що при тривалому (більшому 1 тижня) знаходженні СІП на відстанях менших *0.03 м* в трифазній ЛЕП напругою 35 кВ можуть виникати деградаційні процеси (іонізація, часткові розряди та електроерозія), які зменшує надійність ізоляції.  7. Розроблено математичну модель для аналізу імпульсних процесів у полімерній ізоляції СІП при наявності повітряних включень та часткових розрядів, що виникають в її об’ємі. Для чисельної реалізації цієї моделі на комп'ютері запропоновано використати МСЕ, реалізований у прикладному пакеті FEMLAB Проведений аналіз показав, що розрядний струм в повітряному включенні частково замикається у вигляді зворотних струмів через об'єм ЗПЕІ (75-70 %) і частково через зовнішнє коло (25-30 %).  8. Розроблено математичну модель і методику для розрахунку МСЕ тривимірного ЕП в СІП трифазної ЛЕП з сементованими жилами (типу Miliken). Розглянуто особливості проявлення поверхневого ефекту й ефекту близькості в діапазоні частот 50-1000 Гц, що підтвердило, що еквівалентний опір такої ЛЕП залежить як від конструкції СІП, так і від відстаней між ними в ЛЕП. Використання в СІП сегментованих алюмінієвих жил загальним перетином 1000 мм2 і більше зменшує їх опір на 5-10%.  9. Для розрахунку низькочастотних ЕП у відкритих областях розроблено математичну модель з використанням МСО та методу добре узгоджених граничних шарів зі змінною величиною діелектричної проникності, що дозволяє проводити розрахунки ЕП з похибкою не більше 3 %.  10. Розроблено нові методики розрахунку неоднорідних тривимірних ЕП в СІП з урахуванням сукупності різних гетерогенних мікродефектів у ЗПЕІ. Методики є ефективними для уточнення умов реалізації оптимальних технологічних режимів виробництва СІП зі ЗПЕІ з метою зменшення розмірів та неоднорідності розподілу різних гетерогенних мікронеоднорідностей. Методики впроваджено на ЗАТ „Завод „Південкабель” (м. Харків) при освоєнні промислового виробництва СІП з характеристиками на рівні кращих світових зразків. | |