**Резинкіна Марина Михайлівна. Розрахунок тривимірних електричних полів в неоднорідних середовищах методом скінченних об'ємів : дис... д-ра техн. наук: 05.09.05 / НАН України; Інститут електродинаміки. - К., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Резинкіна М.М. Розрахунок тривимірних електричних полів в неоднорідних середовищах методом скінченних об’ємів. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.05 - теоретична електротехніка. – Інститут електродинаміки НАН України, Київ, 2005.  Дисертація присвячена розвитку теорії розрахунку електричних полів у галузі розробки методів та математичних моделей чисельного розрахунку тривимірних квазістаціонарних електричних полів в неоднорідних діелектричних та слабкопровідних середовищах з гетерогенними включеннями складної конфігурації, яка може змінюватися у часі. Для цього використовуються методи скінченних об’ємів та поглинаючих граничних шарів. Застосування розроблених методик для розрахунків параметрів електричних процесів, які відбуваються під впливом сильних електричних полів в неоднорідних слабкопровідних включеннях зі складною конфігурацією, котра може зміцнюватися під впливом високої напруги, дозволило визначити безпечні режими роботи систем заземлення енергетичних об’єктів, твердої полімерної ізоляції, а також людей при їхньому знаходженні у зоні дії електричних полів. | |
| |  | | --- | | У дисертації отримала подальший розвиток теорія неоднорідних електричних полів у частині розробки методу скінченних об’ємів, наукових підходів і математичних моделей для чисельного розрахунку тривимірних квазістаціонарних електричних полів у діелектричних і слабкопровідних середовищах з включеннями, що мають складну конфігурацію, яка може змінюватися у часі. Отримані результати у сукупності складають суттєвий внесок у вирішення науково-прикладної проблеми розрахунку електричних полів у середовищах з гетерогенними включеннями складної конфігурації, яка може змінюватись у часі.  При цьому одержано такі основні наукові результати:  1. На основі узагальненого аналізу відомих підходів і методів розрахунку електричних полів у неоднорідних середовищах обґрунтовано доцільність розробки методу скінченних об'ємів для чисельного розрахунку тривимірних електричних полів у діелектричних і слабкопровідних середовищах з гетерогенними включеннями складної конфігурації, що дозволило розробити наукові підходи та методики для розрахунку квазістаціонарних полів у неоднорідних діелектричних і слабкопровідних середовищах, в тому числі з включеннями, конфігурація яких може змінюватись у часі.  2. Розроблено метод скінченних об’ємів та програмні засоби для чисельного розрахунку тривимірних квазістаціонарних електричних полів у діелектричних і слабкопровідних середовищах з гетерогенними включеннями складної конфігурації, яка може змінюватися у часі. Отримані результати у сукупності складають нову наукову концепцію чисельного розрахунку електричних полів у неоднорідних середовищах, яка базується на ітераційному визначенні розподілу електричного поля біля провідних включень у припущенні, що вони є ідеальними провідниками, та подальшим розрахунком електричного поля усередині включень у припущенні, що зовнішнє середовище є ідеальним діелектриком, а також використанні розробленої різницевої схеми для знаходження рішення систем тривимірних еліптичних рівнянь.  3. Запропоновані граничні умови для напруженості електричного поля на межах розрахункової області при застосуванні метода поглинаючих граничних шарів та скінченних об’ємів при розрахунку впливу однорідного зовнішнього поля на середовища, розташовані у відкритих областях. Це дозволило суттєво, у 10 і більше разів, знизити порядок розв’язуваної системи рівнянь, час роботи електронно-обчислюваної техніки та вимоги до оперативної пам’яті комп’ютера.  4. Визначений характер зміни анізотропних електричних параметрів середовища, яке оточує розташовані в ньому тонкі провідні канали з діаметром у багато разів меншим за їхню довжину, що забезпечує проведення розрахунків розподілів електричних полів методом скінченних об’ємів з кроком розрахункової сітки у 10-104 разів більшим, ніж діаметри каналів.  5. З використанням методу скінченних об’ємів, теорії фракталів і експериментальних даних про електричне старіння твердих полімерів розроблено програмні засоби для аналізу в них напруженості електричного поля поблизу тонких провідних включень складної конфігурації, що може змінюватись у часі. Створено методику статистичного моделювання процесів розвитку у часі тонких провідних розгалужених каналів (дендритів) у полімерних діелектриках.  6. Чисельно реалізовано новий метод ітераційного розрахунку тривимірних електричних полів при протіканні електричного струму через розгалужені провідні включення з урахуванням нелінійних змін електричних параметрів зовнішнього середовища та з вирішенням задачі аналізу нелінійних електричних кіл. Це забезпечило розробку методики аналізу електричних параметрів (потенціалів, напруженостей, опорів розтіканню струму, напруг дотику і крокових напруг) на території високовольтних електричних підстанцій і визначення зон, в яких небезпечні фактори можуть перевищувати допустимі рівні, а також перевірити заходи щодо модернізації систем електрозаземлення.  7. На основі розвитку методу скінченних об’ємів для розрахунку електричних полів у діелектричних середовищах із провідними включеннями складної конфігурації розроблено програмні засоби для визначення параметрів систем протикоронних екранів, що дозволило забезпечити зниження максимальних рівнів напруженості електричного поля до 16 кВ/см і уникнути завдяки цьому появи електричної корони у високовольтних елементах конструкції електростатичного прискорювача важких іонів.  8. На базі нової концепції розрахунку електричних полів у неоднорідних середовищах розроблено ефективні наукові підходи і програмні засоби для чисельного розрахунку розподілу напруженості електричного поля навколо й усередині неоднорідного включення, яким з електричної точки зору є тіло людини, з урахуванням його реальної геометричної конфігурації та електричних параметрів. Це дозволяє аналізувати вплив електричних полів на життєдіяльність людей та визначати зони, які можуть бути небезпечними для роботи персоналу. Розрахунки показали, що зовнішнє низькочастотне електричне поле викривляються у присутності тіла людини: рівні його напруженості можуть збільшуватися у 2-11 разів в залежності від умов впливу.  9. Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення та результати є достатньо обґрунтованими і достовірними, що підтверджується збіжністю ітераційних процесів, збігом рішень при подвійному зменшенні кроку розрахункової сітки та подвоєнні габаритів розрахункової області; відповідністю отриманих результатів з відомими тестовими аналітичними та опублікованими чисельними рішеннями, узгодженням розроблених математичних моделей з результатами, отриманими на експериментальних та промислових електротехнічних об’єктах.  10. Отримані результати впроваджено:  - в Науково-дослідному та проектно-конструкторському інституті (НДПКІ) "Молнія" Національного технічного університету (НТУ) "Харківський політехнічний інститут" ("ХПІ") при визначенні надійності систем захисного заземлення електроенергетичних об'єктів Міненерго України;  - в Інституті фізики плазми ННЦ Харківського фізико-технічного інституту (ХФТІ) НАН України при розробці системи протикоронних екранів електростатичного прискорювача іонів, який експлуатується у м. Мадрид (Іспанія), та у НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ" при розрахунках властивостей металевих корпусів, що екранують зовнішнє електричне поле (розраховано розподіл полів усередині корпусів під дією зовнішнього електричного поля напруженістю до 5 кВ/м, на основі чого проведено оцінку відповідності виробів вимогам п.5.4 НП306.5.02/3.035-2000 "Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних і керуючих систем, що важливі для безпеки атомних станцій");  - в Харківському науково-дослідному інституті гігієни праці та професійних захворювань при розробці нормативів для рівнів електричних полів, безпечних для життєдіяльності людей.  11. Результати дисертаційної роботи використовуються також у навчальних планах підготовки бакалаврів, спеціалістів та магістрів на кафедрі теоретичної електротехніки Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут” та кафедрі імпульсних процесів і технологій Українського державного морського технічного університету ім. адм. О.Макарова. | |