

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ В КОАКСІАЛЬНОМУ КАБЕЛІ ЗАСОБАМИ COMSOL MULTIPHYSICS

Новик К.С., студ. гр. ВТ-161

Красножон А.В., к.т.н., ст. викладач кафедри ЕСіМ
Чернігівський національний технологічний університет

Для передачі різноманітних сигналів використовують коаксіальні кабелі, які складаються з жили, оболонки та діелектрику, який заповнює простір між ними. Особливість конструкції коаксіального кабелю полягає у тому, що електричне і магнітне поле зосереджено в діелектрику між жилою та оболонкою кабелю. При вивченні курсу фізики, теорії сигналів і т.д. вивчають розподіл потенціалу та напруженості електричного поля всередині кабелю, що можна робити шляхом розрахунку за допомогою відомих формул [1, 2], однак, отримані таким способом результати часто не є достатньо інформативними.

Підвищити рівень візуалізації результатів можна за допомогою моделювання електростатичного поля кабелю в спеціалізованому програмному пакеті для мультифізичного моделювання Comsol Multiphysics [3], в якому застосовується метод сіток та кінцевих елементів, а також враховуються граничні умови.

В даній роботі було промодельовано електростатичне поле одножильного кабелю з радіусом оболонки 20 мм та жилою радіусом від 2 мм до 16 мм, до якої прикладено робочу напругу 5кВ. Відносна діелектрична проникність приймалась рівною 4. На рисунку 1 приведено зображення моделі кабелю.



Рис.1. Модель кабелю

На рисунку 2 приведено розраховану в програмі Comsol Multiphysics карту розподілу потенціалу з екіпотенціальними лініями для кабелю з радіусом жили 8 мм.

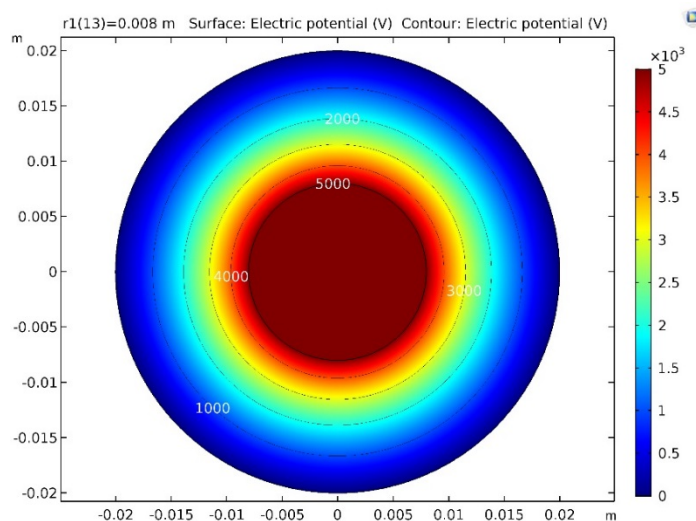


Рис.2. Карта розподілу потенціалу в кабелі з радіусом жили 8 мм

На рисунку 3 зображено карту розподілу напруженості електричного поля в кабелі з радіусом жили 8 мм. З рисунку видно, що найбільша напруженість спостерігається на поверхні жили і вона перевищує 650 кВ/м.

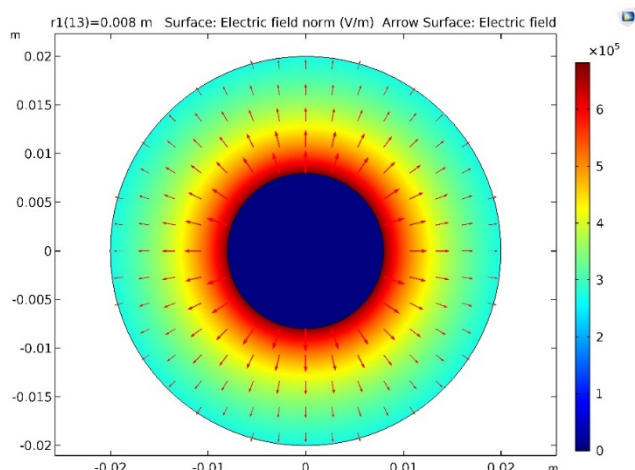


Рис.3. Карта розподілу напруженості електричного поля в кабелі з радіусом жили 8 мм

При певному значенні радіусу жили напруженість поля на її поверхні буде мінімальною – в Comsol Multiphysics передбачена можливість проведення параметричного дослідження для побудови залежності напруженості на поверхні жили від величини радіусу жили при незмінному радіусі оболонки кабелю. Результати такого дослідження наведено на рисунку 4, з них очевидно, що найменше значення напруженості буде саме при радіусі жили у 8 мм, збільшення або зменшення радіусу жили відносно цього значення призводить до зростання напруженості.

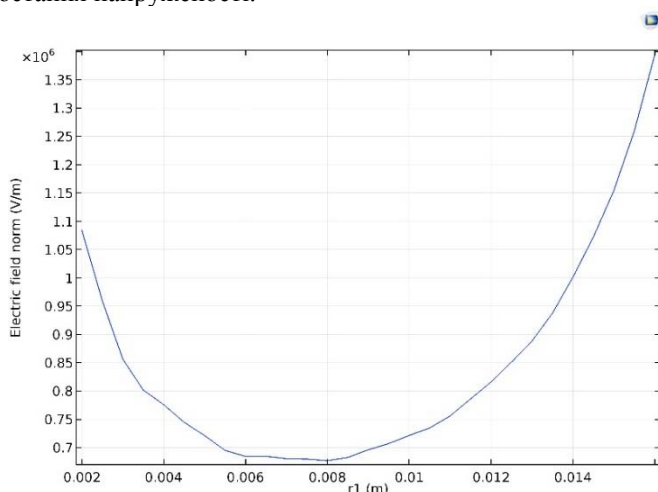


Рис.4. Графік залежності напруженості електричного поля на поверхні жили від її радіусу

Можливості пакету Comsol Multiphysics дозволяють також визначати ємність кабелю на одиницю довжини, будувати розподіл в діелектрику векторів поляризації та електричної індукції, досліджувати поле при наявності декількох шарів діелектрику з різною величиною діелектричної проникності, при неспіввідношенні жили та оболонки кабелю і т.д.

Таким чином, пакет Comsol Multiphysics дозволяє моделювати електростатичне поле в коаксіальному кабелі та має засоби для наочного відображення результатів у вигляді карт розподілу та графіків різних величин, побудови картини еквіпотенціальних ліній і т.д. Все вищезазначене дозволяє використовувати даний пакет як у навчальних дисциплінах, так і з суто практичної точки для побудови картини поля в конструкції реальних коаксіальних кабелів.

Список використаних джерел

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник для электротехн., энерг., приборостроит. спец. вузов: 8-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 263 с.
2. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 319 с.
3. Модуль AC/DC пакета Comsol Multiphysics. URL: <https://www.comsol.ru/acdc-module> (дата звернення 5.01.2019).