

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОПОРНОГО ИЗОЛЯТОРА В ПРИЛОЖЕНИИ FEMM

А.Л. Адамович, канд. техн. наук, доц.,

В.В. Прозоров, студент группы 22-ЭС

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
Новополоцк, Беларусь*

Рассмотрены возможности приложения для персонального компьютера FEMM для расчета распределения напряженностей электрических и магнитных полей для объектов электроэнергетики высокого напряжения. Приведен расчет распределения электрического поля по поверхности и вблизи опорного изолятора с применением приложения FEMM как осесимметричного объекта. Выявлены области поверхности изолятора с повышенными напряженностями и потенциальными рисками появления коронных разрядов. Использование приложения FEMM позволяет детально исследовать влияние параметров конструкции изоляторов на его электрические характеристики.

Основы и возможности программного обеспечения FEMM. Приложение FEMM (Finite Element Method Magnetics) позволяет проводить на персональных компьютерах расчет плоскомеридианных (осесимметричных) и плоскопараллельных стационарных или квазистационарных магнитных, а также электростатических полей. Приложение состоит из трех модулей: графического препроцессора, решателя и графического постпроцессора. Первый этап заключается в геометрическом построении исследуемых объектов в полярных или декартовых координатах. Второй этап – задание для частей или блоков объекта свойств материалов (в том числе кривых намагничивания) и ввод граничных условий (Дирихле, Неймана, смешанных, периодичности и антипериодичности, специальных и др.). Третий этап – построение сетки конечных элементов и автоматическое решение. Постпроцессор создает зонные картины напряженности магнитных или электрических полей [1, 2].

Моделирование опорного изолятора. В современной электроэнергетике опорные изоляторы изолируют шины от земли (фундаментов) и играют важную роль в обеспечении надежности и безопасности электрической сети напряжением 6, 10, 35, 110 кВ и выше на подстанциях.

В начале рассчитывалось распределение напряженности электрического поля на поверхности и в пространстве опорного изолятора без выравнивающего экрана и с экраном. Так как изолятор симметричен относительно его оси, то использовалась осесимметричная геометрия и с созданием только одна половины изолятора.

Для создания геометрии устанавливалась сетка, добавлялись узлы и линии, изоляционному телу изолятора присваивалась диэлектрическая проницаемость $\epsilon_r = \epsilon_z = 5$, характерная для фарфора, для воздуха $\epsilon_r = \epsilon_z = 1$. Потенциал земли принимался нулевым,

потенциал верхней границы изолятора, где находится верхний металлический крепежный фланец принимался равным 90 кВ, как амплитудное значение фазного напряжения сети класса 110 кВ. После создания сетки конечных элементов и автоматического расчета получали картину распределения напряженности электрического поля $|E|$ в векторном и цветовом виде, как показано на рисунке 1.

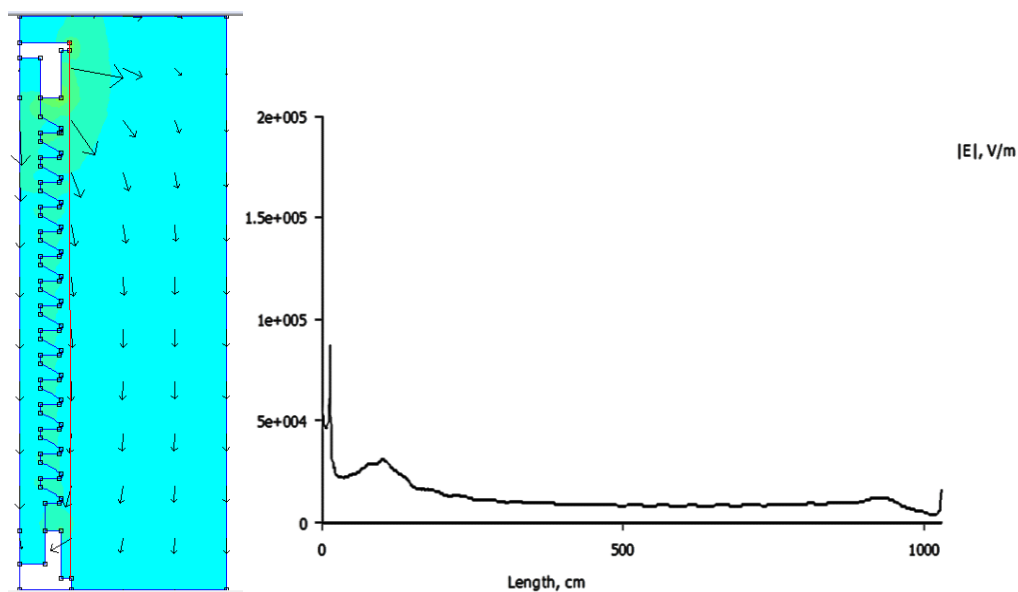


Рисунок 1. – Распределение напряженности электрического в векторном и цветовом виде и в виде графика вдоль поверхности изолятора

Для снижения напряженности поля в области верхних фланцев изоляторов применяют кольцевые и роговые металлические экраны, имеющие тот же потенциал что и верхний металлической фланец. Результаты расчета распределения электрического поля с металлическим экраном показан на рисунке 2.

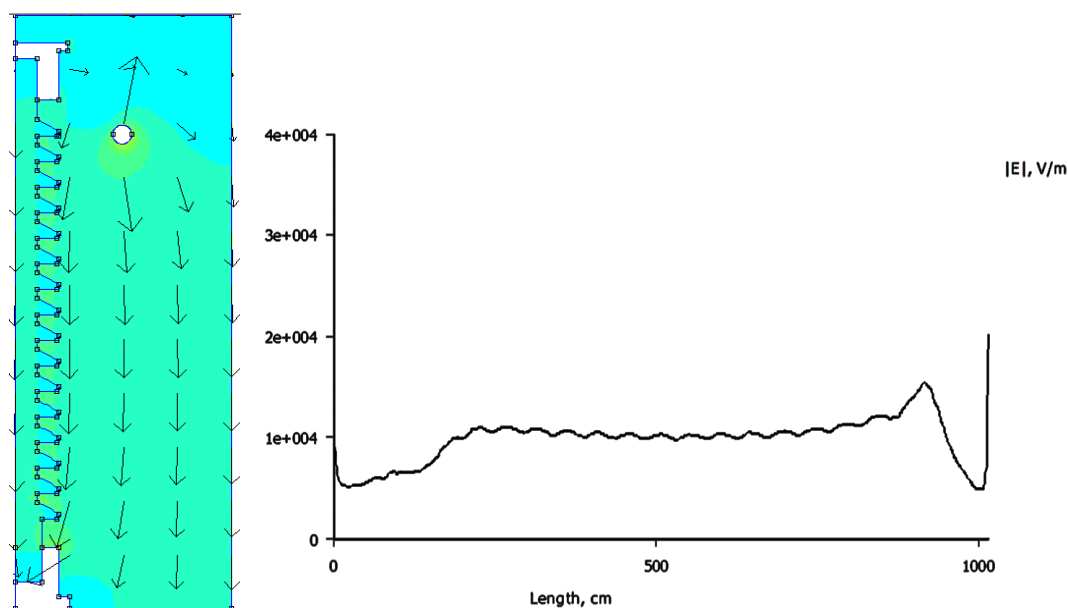


Рисунок 2. – Распределение напряженности поля и линейный график напряженности поля вдоль изолятора

Заключение. Приложение FEMM позволяет получать, изучать и анализировать распределение напряженности электрического в электроустановках. Являясь бесплатным и простым для применения, может использоваться в учебном процессе при проведении лабораторных занятий по электроэнергетическим дисциплинам, таких как «Техника высоких напряжений» и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. FEMM // Version 4.2 User's Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.femm.info/wiki/Manual/>. – Дата доступа: 30.10.2024.
2. Схем.net // Finite Element Method Magnetism [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cxem.net/software/finiteElementMethodMagnetism.php?ysclid=m0v7varka238574195/>. – Дата доступа: 30.10.2024.