

**ОСВОЕНИЕ ПРОГРАММЫ ANSYS MAXWELL НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

Сальникова Т.В., Дуплинская М.В., Юшкова И.С.

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

milena0000@mail.ru

**DEVELOPMENT OF THE ANSYS MAXWELL PROGRAM ON THE BASIS  
OF MODELLING OF ELECTRIC FIELD**

Salnikova T.V., Duplinskaya M.V., Yushkova I.S.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

*This article studied the distribution of the electric field around the dielectric. It has been acquainted with the simulation software package ANSYS Maxwell, program interface, which allowed an easy way to solve difficult problems. The program includes a model of the electric field around the cylinder. There have also been derived formulas for the calculation of further tension.*

В данной статье изучено распределение электрического поля вокруг диэлектрика, осуществлено знакомство с программный пакетом моделирования ANSYS Maxwell, интерфейсом программы, который позволил более простым способом решить непростые задачи. В программе построена модель электрического поля вокруг цилиндра. Также были выведены формулы для дальнейшего расчета напряженности.

ANSYS Maxwell - это ведущее программное обеспечение для моделирования электромагнитных полей, используемое для проектирования и исследования двумерных и трехмерных моделей, типа двигателей, датчиков, трансформаторов и других электрических и электромеханических устройств различного применения. Maxwell базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method - FEM) и точно рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах.

Программное обеспечение ANSOFT Maxwell / ANSYS Maxwell характеризуется выгодным на фоне аналогов сочетанием широты возможностей и простоты освоения. Программа ANSYS Maxwell нацелена на то, чтобы разработчик электротехнического оборудования тратил как можно меньше времени непосредственно на решение полевых задач. Каждая ее версия включает новые и расширяет прежние возможности пакета, что делает программу быстродействующей, более гибкой и удобной. Для этого предусмотрена библиотека свойств материалов, удобные средства для параметризации модели и автоматизации расчетов при различных сочетаниях параметров.

При построение поля равномерно заряженного бесконечно длинного цилиндра, был использован программный пакет, описанный выше.

Бесконечный цилиндр радиуса  $R$  заряжен равномерно; объемная плотность заряда равна  $10\ 000\ \text{А/м}^3$ . Из соображений симметрии следует, что линии напряженности будут направлены по радиусам круговых сечений с одинаковой густотой во все стороны относительно оси цилиндра. В качестве замкнутой поверхности был построен заряженный параллелепипед с высотой  $l$ , в основании которого квадрат со стороной  $a$  (рис.1).

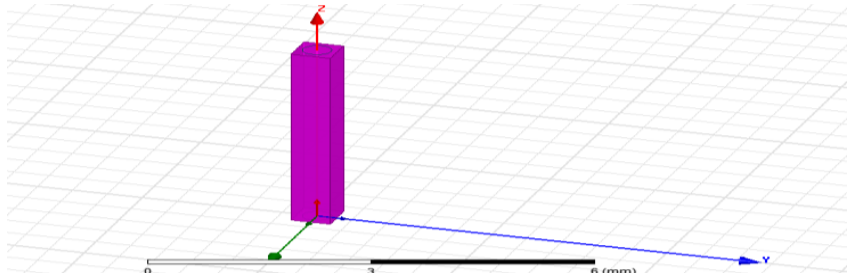


Рис. 1. Цилиндр, ограниченный прямоугольным параллелепипедом

Далее приведен подробный алгоритм построения электрического поля.

Алгоритм для создания электрического поля вокруг цилиндра

1. Запускаем программу и переходим в режим конструирования 3d моделей (insert Maxwell 3d design). Появляется поле (сетка) построения;
2. Так как дальнейшее построение будет связано с электрическим полем переходим во вкладку Project manager, далее Maxwell 3d design в открывшемся окне solution type (тип решения) выбираем electrostatic (электростатика);
3. В развернутом окне Maxwell 3d design выбираем из предложенных на панели функций (draw cylinder). Далее строим цилиндр;
4. После присваиваем объекту материал (assign material → diamond);
5. Создаем граничные условия, с помощью функции (Create region);
6. Чтобы задать объемную плотность тока на объект в дереве конструирования выбираем (cylinder → assign excitation → volume charge density excitation → value =  $10\,000\text{ A/m}^3$ );
7. Устанавливаем параметры (Assign Parameters → Force → Virtual → Parameters → Force1);
8. Для проведения анализа и выявления ошибок выполняем следующие действия:
  - a. во вкладке Project Manager → Analysis → Add Solution Setup → Convergence → Refinement Per Pass =10%
  - b. Project Manager → Analysis → Analyze All → Save
9. В дереве конструирования выбираем Planes → выделяем все три плоскости : Global: XY, Global: XZ, Global: YZ → Project Manager → Field overlays → Fields → E → E\_Vector → Cylinder

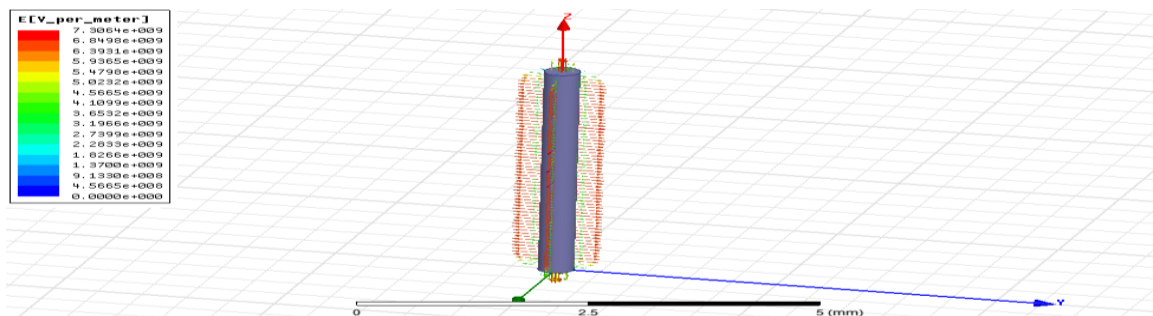


Рис. 2. Электрическое поле вокруг цилиндра

Такое расположение векторов (рис.2.) обусловлено тем, что вектор напряженности перпендикулярен к эквипотенциальной поверхности в каждой ее точке.

Применяем функцию Show overlade visualization in active view для наглядности представления электрического поля.

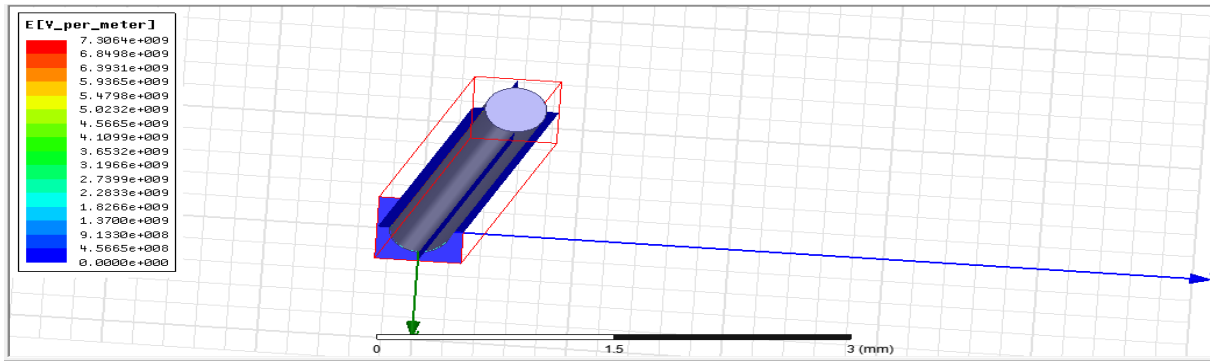


Рис. 3. Электрическое поле вокруг цилиндра без применения функции Show overlade visualization in active view

Задав значение плотности тока объему цилиндра (материал цилиндра - алмаз, с диэлектрической проницаемостью 16,5) равное  $10000 \text{ A/m}^3$ , а к стенкам параллелограмма приложив напряжение равное  $10000 \text{ В}$ , можно пронаблюдать картину распределения напряженности электрического поля внутри цилиндра. Электрическая проводимость в вакууме бесконечно мала, следовательно, между цилиндром и стенками параллелограмма отсутствует напряженность (данная область обозначена на рисунке синим цветом). Цветная карта показывает распределение выбранной физической величины. Цветная карта сопровождается цветовой шкалой, показывающей соответствие между цветом и значением физической величины. Вы можете настраивать цветную карту, изменяя количество цветовых градаций и границы диапазона выбранной величины. Цветная карта может быть изображена в виде градаций серого цвета. Представление электрического поля может изображаться в виде векторов разных цветов (рис. 4.).

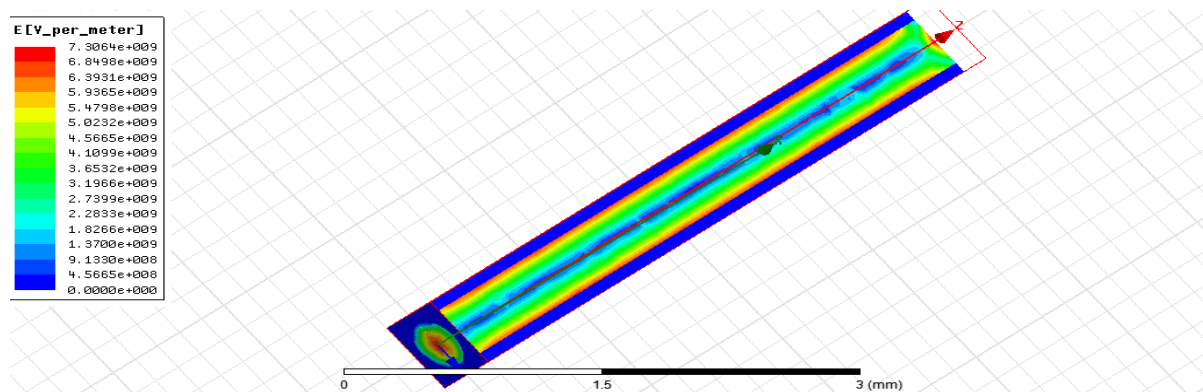


Рис. 4. Электрическое поле, изображенное в виде векторов вокруг цилиндра с цветовой картой

## Литература

1. Интернет ресурс <http://ansoft-maxwell.narod.ru/documentation>.
2. Интернет ресурс [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/UMK\\_Electrostat/Pages/Теория/Электрическое%20поле.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/UMK_Electrostat/Pages/Теория/Электрическое%20поле.htm)