

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

Пискун Г.А., Кистень О.А., Брылева О.А., Алексеев В.Ф.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Алексеев В.Ф.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: alexvikt@bsuir.by

Аннотация — Рассмотрены три наиболее популярных и универсальных программного пакета для моделирования разряда статического электричества в газовой среде — *Comsol Multiphysics*, *ANSYS*, *CFD-ACE*.

1. Введение

Проведение имитационного моделирования (ИМ) осложнено поиском программных комплексов, с помощью которых можно реализовать ИМ воздушного разряда статического электричества.

Отдельную нишу в инженерных расчетах занимают программные пакеты для решения уравнений в частных производных методом конечных элементов — это *ANSYS*, *Comsol Multiphysics*, *CFD-ACE*.

2. Основная часть

Выполнен сравнительный анализ некоторых программ, применяемых для моделирования электростатического разряда в газовой среде.

ANSYS — программный пакет конечноэлементного анализа, решающий задачи в различных областях инженерной деятельности (прочность конструкций, термодинамика, динамика жидкостей и газов, электромагнетизм), включая связанный междисциплинарный анализ [1].

COMSOL Multiphysics — это мощная интерактивная среда для моделирования и расчетов большинства научных и инженерных задач, основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных методом конечных элементов. С этим программным пакетом можно расширять стандартные модели, используя одно дифференциальное уравнение (прикладной режим) в мультифизической модели для расчета связанных между собой физических явлений [2].

CFD-ACE — программное обеспечение, позволяющее моделировать поведение жидких, термических, химических, биологических, электрических и механических систем. Данное программное обеспечение является модульной и масштабируемой системой. Оно включает в себя ряд числовых и физических моделей, а также продвинутые процессорные модули.

Сравнивая программные пакеты *ANSYS* и *Comsol Multiphysics* можно выделить следующие их общие функции:

- расчеты производятся методом конечных элементов и позволяют использовать большое количество взаимосвязанных модулей;
- мощные *CAD*-редакторы;
- работа с геометрическими объектами как с множествами.

Основное отличие *ANSYS* и *Comsol Multiphysics* заключается в их концепции. В *Comsol Multiphysics* всегда при использовании любого модуля ясно видна постановка задачи, то есть пользователю доступны и уравнения, описывающие процесс, и краевые условия в явном виде. В *ANSYS*, напротив, математическая постановка скрыта от пользователя за выбором элемента. Инженер не видит уравнений и краевых условий в том виде, в которых их привыкли ви-

деть физики и математики. В *ANSYS* выбор элемента означает выбор уравнений, описывающих процесс. В *Comsol Multiphysics* выбор элемента ни к чему не обязывает, уравнения задаются отдельно при выборе модуля или заданием их коэффициентов и констант.

Для решения задачи моделирования электростатического разряда в газовой среде *Comsol Multiphysics* обладает более гибким математическим аппаратом, позволяющим задавать уравнения, определять граничные условия и т.д. по сравнению с *ANSYS*.

Что касается программных пакетов *CFD-ACE* и *Comsol Multiphysics*, то они обладают рядом схожих возможностей:

- задавать геометрию расчетной области (2D/3D) или экспортировать ее из внешней *CAD* и генерировать расчетную сетку;
- создавать «свою» нестандартную математическую модель и решать систему уравнений на основе метода конечных элементов;
- решать систему уравнений на основе других численных методов;
- решать системы уравнений в частных производных.

Основное отличие этих программных пакетов — время, которое затрачивается на решение системы уравнений. В *Comsol Multiphysics* оно значительно меньше, при этом точность моделирования высокая.

3. Заключение

На основе сравнительного анализа программных пакетов *Comsol Multiphysics*, *ANSYS*, *CFD-ACE* можно сделать вывод, что для моделирования разряда статического электричества целесообразнее использовать *Comsol Multiphysics*.

4. Список литературы

- [1] Жидков А.В. Применение системы *ANSYS* к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования / А.В. Жидков. — Нижний Новгород: ННГУ, 2006. — 115 с.
- [2] Егоров В.И. Применение ЭВМ для решения задач теплопроводности / В.И. Егоров. — СПб : СПбГУ ИТМО, 2006. — 77 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE PACKAGES FOR MODELLING OF THE ELECTROSTATIC DISCHARGE IN THE GAS ENVIRONMENT

Piskun G.A., Kistsen O.A., Bryleva O.A., Alekseev V.F.

Scientific adviser: Alekseev V.F.

Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — Three universal and most popular software products for electrostatic discharge modeling in the gas environment (*Comsol Multiphysics*, *ANSYS*, and *CFD-ACE*) are considered.