



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Брянский государственный технический университет

Л.А. Потапов, И.Ю. Бутарев

**COMSOL MULTIPHYSICS:
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

Утверждено редакционно-издательским советом
в качестве учебного пособия

Брянск 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современные персональные компьютеры и соответствующее программное обеспечение сделали доступными для широкого круга специалистов 2D- и 3D- моделирование различных технических устройств. Это позволяет исследовать процессы, протекающие в недоступных для физических экспериментов местах: внутри массивного ротора, в различных сечениях магнитопроводов и т.д., что ускоряет и упрощает разработку новых устройств. При этом можно отказаться от многочисленных макетных образцов, ранее необходимых для оптимизации и доводке разрабатываемой конструкции.

Программный комплекс Comsol Multiphysics, разработанный шведской фирмой Comsol, позволяет получить модели сложных технических устройств со всеми разнообразными процессами, протекающими в этих устройствах. Однако пособий на русском языке по данному программному комплексу нет.

В предлагаемом учебном пособии даны основы работы в одном из разделов этого комплекса (AC/DC) и на примере нескольких электромеханических устройств подробно рассмотрены особенности получения 2D- и 3D- моделей. Полученные при этом результаты моделирования, характеризующие процессы распределения токов и магнитных потоков в глубине роторов, представляют интерес для специалистов, связанных с разработкой аналогичного оборудования.

Учебное пособие состоит из трех глав.

В первой главе рассмотрены основы работы в программном комплексе Comsol Multiphysics.

Во второй главе приведены примеры построения 2D-моделей электромагнитных тормозов с массивными и полыми роторами.

В третьей главе приведены примеры построения 3D-моделей электромагнита и электромагнитного демпфера с дисковым ротором.

Работы при подготовке учебного пособия распределились следующим образом:

И.Ю. Бутарев – разработка и описание моделей электромеханических устройств, перевод с английского языка имеющихся материалов по комплексу Comsol Multiphysics;

Л.А. Потапов – общее руководство работой, подготовка рукописи к изданию.

Учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов и магистрантов электротехнических специальностей высших учебных заведений. Оно может быть использовано при изучении дисциплин «Теория электромагнитного поля», «Электрические машины», «Электрические аппараты» и др., а также при курсовом и дипломном проектировании. Пособие также представляет интерес для инженерно-технических работников, связанных с разработкой электротехнического оборудования.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О COMSOL MULTIPHYSICS.....	6
1.1. Общая характеристика	6
1.2. Основы моделирования.....	8
Навигатор моделей	8
Рабочая область и изображение объекта исследования.....	10
Константы, выражения, функции	16
Задание электромагнитных свойств материалов и начальных условий.....	17
Задание граничных условий и изменение дифференциальных уравнений	20
Построение сетки	22
Решающее устройство	24
Визуализация результатов	29
Вопросы для самопроверки.....	33
2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В РЕЖИМЕ 2D	34
2.1. Электромагнит постоянного тока.....	34
2.2. Электромагнитный тормоз с массивным ротором на основе статора асинхронного двигателя.....	46
2.3. Электромагнитный тормоз с полым ферромагнитным ротором.....	62
2.4. Упрощенная модель явнополюсного тормоза с полым немагнитным ротором.....	69
Вопросы для самопроверки.....	81
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В РЕЖИМЕ 3D	82
3.1. 3D-модель электромагнита.....	82
3.2. 3D-модель демпфера с дисковым ротором.....	93
Вопросы для самопроверки.....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	111