

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Кондратьевой Натальи Сергеевны «Разработка программного обеспечения для трехмерного численного моделирования электромагнитных процессов с учетом вихревых токов в технических устройствах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

1. Актуальность темы

Предметом диссертационного исследования является разработка методов для компьютерного моделирования трехмерных электромагнитных процессов с существенным влиянием вихревых токов и создание на их основе программного обеспечения для решения задач, возникающих при проектировании элементов ускорителей заряженных частиц.

На сегодняшний день существует немало универсальных конечноэлементных пакетов, позволяющих, в частности, решать довольно сложные задачи электромагнетизма: ANSYS, FLUX3D, OPERA3D и др. Однако универсальность этих пакетов во многих случаях не способствует эффективности, поскольку часто при решении какой-либо сложной задачи использование специальных вычислительных схем позволяет получить решение с гораздо меньшими затратами и лучшей точностью.

Наиболее сложными для математического моделирования являются существенно трёхмерные объекты, при изучении которых невозможно ограничиться двумерными моделями. Поэтому работа Кондратьевой Н.С., посвященная повышению эффективности численного моделирования электромагнитных полей в сложных трёхмерных объектах, является, безусловно, актуальной.

2. Научный уровень диссертации. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе выдвинуто четыре защищаемых научных положения.

Первое защищаемое положение посвящено разработанной автором математической модели с использованием неполного скалярного магнитного потенциала в непроводящей среде и полного векторного магнитного потенциала в проводящей среде, позволяющих учитывать вихревые токи и предысторию намагниченности в ферромагнитных объектах. В этой модели используется представление магнитной индукции через вектор намагниченности, позволяющее перенести зависимость от поля в правую часть уравнения и удобное для учета предыстории. Эффективность модели продемонстрирована автором при решении нескольких задач.

Второе из рассмотренных в работе защищаемых положений посвящено вычислительным схемам на основе совместного использования методов конечных и граничных элементов для разработанной математической модели. В

работе продемонстрировано на примере решения модельной задачи, что использование граничных элементов позволяет заметно повысить эффективность моделирования

Третье защищаемое положение посвящено вычислительным схемам и алгоритмам для учета предыстории намагниченности в ферромагнитных объектах при решении нестационарных задач электромагнетизма. Одной из основных проблем, которая успешно решается автором, является проблема преобразования зависимости намагниченности поля от напряженности, которая задается в моделях гистерезиса, в зависимость намагниченности от индукции, которая требуется в модели с векторным потенциалом.

Четвертое положение – это части и модули объектно-ориентированного программного комплекса Quasar, реализующие все описанные в работе вычислительные схемы и алгоритмы. Этот комплекс достаточно подробно рассмотрен в четвертой главе, его эффективность подтверждается решением ряда практических задач, в том числе и сравнением результатов расчетов с экспериментами.

Таким образом, научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, можно считать вполне обоснованными.

3. Соответствие требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней. Оценка новизны и достоверности

Новыми могут быть признаны разработанные автором вычислительные схемы моделирования электромагнитных процессов, основанные на совместном использовании метода конечных и граничных элементов для аппроксимации векторного и скалярного потенциалов с возможностью учета остаточной намагниченности. Автором показано, что данный подход позволяет получать характеристики поля с высокой точностью при меньших вычислительных затратах в сравнении со стандартным подходом в методе конечных элементов. Благодаря этому открываются новые возможности для решения задач электромагнетизма, связанные с упрощением алгоритмов построения дискретизации расчетных областей и, следовательно, с автоматизацией построения конечноэлементных сеток, что в значительной степени сократит временные затраты пользователя-проектировщика на задание конструкции моделируемого устройства.

Основные результаты диссертации опубликованы в 19 работах, в том числе 4 статьи опубликованы в журналах, входящих перечень изданий, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских диссертаций, 6 публикаций, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus. Результаты диссертационной работы неоднократно были представлены на различных научных конференциях и семинарах. Практическая ценность работы подтверждена актом внедрения.

4. Общие замечания по диссертационной работе

Из описания модели в главе 1 не ясно, как предполагается учитывать непроводящие ферромагнетики – полный скалярный потенциал в модели отсутствует, а полный векторный для единственности решения требует ненулевой проводимости.

Из описания рис.2.2 не ясно, какая именно характеристика поля изображена на нем в процентах, и, если это производная потенциала, то как именно была получена непрерывная кривая.

Отмеченные недостатки не снижают качество проведенных исследований и не влияют на положительную оценку основных теоретических и практических результатов диссертации.

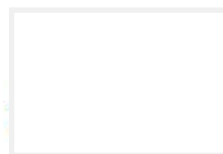
Заключение

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их как научные достижения в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа «Разработка программного обеспечения для трехмерного численного моделирования электромагнитных процессов с учетом вихревых токов в технических устройствах», а её автор Кондратьева Н.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

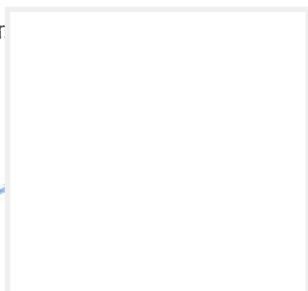
Официальный оппонент,
к.т.н., доцент,
ведущий научный сотрудник
ЗАО «Аэрогеофизическая разведка»,
630007, Новосибирск, Октябрьская магистраль, 4, оф.1207
Телефон: +73833477758
E-mail: chernshv@aerosurveys.ru



А.В.Чернышев

06.12.2019

Подп _____ яю



Отзыв поступил
в совет 9.12.2019 г.

с отзывом ознакомлен

9.12.2019