

П. А. Жуков – студент кафедры электротехники и технической диагностики

В. Я. Лавров (канд. техн. наук, проф.) – научный руководитель

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПОЛЕЙ

Во внешней области любого электротехнического устройства образуется низкочастотное (магнитное) поле. Для его исследования на кафедре электроники и технической диагностики ГУАП была разработана теория идентификации физических полей, в частности электромагнитных. Эта теория позволила разработать математические модели электромагнитных полей низкочастотных электротехнических изделий, работающих в реальных условиях. Такие математические модели могут быть использованы для решения различных инженерных задач, в частности, диагностики электротехнических изделий внешними средствами, решения задач электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии, оптимального размещения устройств в бытовых условиях для определения областей интенсивного и слабого электромагнитного загрязнения.

Математическое и программное обеспечение для идентификации низкочастотных магнитных полей должны быть проверены на их достоверность. Для проведения проверки достоверности идентификации низкочастотных полей необходимо произвести выбор математического обеспечения вычислительного эксперимента. Проверку можно осуществить на основе натурного экспериментального исследования полей, но проблема этого пути состоит в том, что при отсутствии достаточного финансирования нет возможности приобрести нужные технические средства.

Суть вычислительного эксперимента состоит в следующем. Строится математическая модель эталонного низкочастотного поля и осуществляется задача идентификации этого поля на основе использования обобщенной математической модели. Для этого на некоторой поверхности рассчитывается распределение радиальной составляющей эталонного магнитного поля и определяются весовые коэффициенты, затем рассчитывается поле на некоторой поверхности по эталонной модели и по обобщенной математической модели низкочастотных полей. Условие достоверности вычислительного подхода состоит в совпадении результатов расчетов по эталонной и обобщенной моделям.

Для подготовки вычислительного эксперимента составлен алгоритм расчета специальных функций математической физики и на его основе разработано программное обеспечение. В качестве специальных функций математической физики использованы присоединенные функции Лежандра – ряд, зависящий от количества слагаемых (n). Трудности программирования этого ряда заключаются в невозможности рассчитать большое количество слагаемых.

В качестве модели эталонного поля используется виток, находящийся в экваториальной плоскости, а модель помехонесущего внешнего поля имеет смещенный виток. Были выбраны эталонные модели¹ внешнего и внутреннего полей, которые являются основным алгоритмом расчета для программы.

Затем необходимо произвести выбор количества гармоник (n) при расчете полей, или иначе, количество слагаемых в эталонных моделях полей. Рекомендуемое число слагаемых (n), обеспечивающее приемлемую точность расчета по программе, не может быть ниже 20. Реально программа выполняет расчет до 80 слагаемых, что обеспечивает очень высокую точность.

Данные вводятся при запуске программы. Программа выполнена на языке VBA (Visual Basic Application) в качестве макроса для Microsoft Excel. По результатам расчета построены графики эталонных полей.

¹ Методическое обеспечение и средства электромагнитного контроля составляющих скорости жидких полупроводящих сред / Ганьшин Ю.А. Санкт-Петербург, 2011. 3 с.