

Л. А. ЧЕРНОВ, Е. Г. ПАСТУХОВ, Д. С. МАЛУШИН
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Москва, Россия

В настоящее время проблема предотвращения террористических актов и различных диверсий стоит как никогда остро. Одним из наиболее эффективных способов является применение металлоискателей. Наиболее распространенной группой являются вихретоковые металлоискатели, так как их принцип работы предусматривает возможность портативного конструктивного исполнения. В их основе лежит следующий алгоритм: возбуждающая катушка создает электромагнитное поле, которое наводит вихревые токи в объекте, создающие в свою очередь поле отклика, которое регистрируется приемной катушкой. Полезная информация извлекается в результате анализа этого ответного сигнала.

Работа посвящена созданию теоретической базы для последующей разработки портативного устройства, способного не только обнаруживать металлические объекты, но и выдавать о них максимально полную информацию, а именно: материал, из которого изготовлен объект, его геометрические размеры и положение в пространстве. Также такое устройство должно быть рассчитано на поиск металлических предметов не только в центральной зоне приемной и передающей катушек, характеризующейся максимальной чувствительностью прибора, но и на некотором расстоянии от них. Последнее свойство сделает прибор незаменимым для поиска скрытых нежелательных объектов, например, в строительных конструкциях, когда нет прямого доступа к объекту контроля. С учетом статистических данных о средней толщине стен, дальность обнаружения металлического объекта должна быть около 200 мм. Минимальный размер объекта на таком расстоянии должен быть не более 12 мм.

Таким образом, предстояло провести исследование физических основ взаимодействия возбуждающей катушки, объекта и приемной катушки, создать математическую модель, описывающую это взаимодействие, осуществить выбор формы возбуждающего импульса, позволяющей провести численный расчет взаимодействия возбуждающей катушки, объекта и приемной катушки, и обеспечивающей получение максимального количества информации. Все вычисления были произведены в среде MathCAD путем создания программного алгоритма, представляющего собой гибкую математическую модель расчета сигналов приемника с возможностью изменения различных параметров объекта.

Рассмотрим основные результаты проведенных исследований. Во-первых, на основе анализа существующих форм возбуждающего импульса

были сформулированы их основные недостатки и предложена оптимальная форма – трапециевидная. Данная форма возбуждающего импульса тока отвечает всем условиям. А именно, обеспечивается разнесение во времени действия возбуждающего импульса и регистрации данных, наводимых «откликом» в приемной катушке. ЭДС в объекте наводится только на участках с линейно изменяющимся током возбуждения. А когда ток в катушке постоянен, производная поля равна нулю и ЭДС в объекте отсутствует. Именно в этот момент предполагается регистрация наводимого в приемной катушке напряжения «отклика» от затухающего в объекте тока. Также, если длительность соответствующих участков трапеции достаточна, то будет соблюдаться и условие «накачки» объекта током. Для этого необходимо, чтобы за время длительности импульса линейно изменяющегося тока возбуждения, ток в объекте успевал достигнуть установившегося значения. Также были рассмотрены два варианта решения задачи по расчету тока в эквивалентном витке при воздействии на него трапециевидным полем: кусочный анализ с помощью расчета эквивалентных схем и разложение функции возбуждающего поля в ряд Фурье, то есть для каждой гармоники отдельно с последующим суммированием.

В ходе анализа была доказана возможность решения с помощью разложения функции возбуждающего поля в ряд Фурье и, оценив возникающую погрешность, определено количество гармоник порядка тысячи, при котором точность метода становится допустимой. После этого был произведен анализ распределения наведенных вихревых токов в проводящем объекте дисковой формы.

E-mail: tabulyator@rambler.ru