

УДК 621.313.013

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПЛОСКОГО ВИТКА С ТОКОМ, РАСПОЛОЖЕННОГО ВБЛИЗИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА СРЕД С РАЗЛИЧНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

В.И. Загрядский, Е.Т. Кобяков

Орловский государственный
технический университет

Orlovsky State Technical
University

Разработана методика определения силовых характеристик магнитного поля, порождаемого плоским токонесущим витком, расположенным вблизи границы раздела двух сред с различной магнитной проницаемостью. Характеристики магнитного поля представлены в форме совокупности гармонических составляющих.

Ключевые слова: плоский виток с током, магнитное поле, векторный потенциал, напряженность, индукция, гармонические составляющие.

A method of determination of magnetic field characteristics is developed. The magnetic field is created by the flat coil in which current flows. The coil is located on the border of two environments having various magnetic permeability. The characteristics of the magnetic field are shown as a harmonic row.

Key words: flat coil with current, magnetic field, vector potential, intensity, induction, harmonic components.

МАГНИТНОЕ поле, порождаемое плоским токонесущим витком (рис. 1) в однородной изотропной среде, рассмотрено в [1], где для составляющих векторного потенциала и магнитной индукции получены аналитические выражения в замкнутой форме, содержащей эллиптические интегралы и логарифмические функции.

Такая форма представления силовых характеристик, как показали дальнейшие исследования, не всегда удобна для решения ряда задач, в частности, для описания магнитного поля витка, расположенного вблизи границы раздела сред с различной магнитной проницаемостью. В этой связи в [2] предложены аналитические зависимости для векторного потенциала в другой форме, а именно, в виде совокупности гармонических составляющих. Такая запись позволяет получить развернутые аналитические выражения составляющих индукции магнитного поля в двух сопряженных средах с различной магнитной проницаемостью в форме, более удобной для расчетов.

При выводе составляющих векторного потенциала A_p и A_a (рис. 1) были приняты следующие обозначения:

μ_0, μ_1 – абсолютная магнитная проницаемость среды, окружающей виток, и среды пространства по другую сторону границы раздела, соответственно; α, ρ, z – цилиндрические координаты точки среды, в которой подлежат определению характеристики магнитного поля; h – расстояние от плоскости витка до плоскости раздела сред; A_p, A_a – составляющие векторного потенциала в исследуемой точке среды.

Начало координат помещаем в точке O , лежащей в плоскости витка на пересечении направлений его радиальных участков AB и CD .

Задача состоит в отыскании аналитических выражений для определения составляющих вектора магнитной индукции в любой точке каждой из сред при следующих допущениях:

1) поперечные размеры проводников контура витка малы по сравнению с его размерами в плане;

2) каждая из сред является однородной и изотропной;

3) ток i витка может рассматриваться как постоянный или медленно изменяющийся во времени.