

Магнитные поля проводника с током в линейных изотропных concentрически ориентированных областях

ЗАГРЯДЦКИЙ В.И., КОБЯКОВ Е.Т.

Предложена методика формирования аналитических выражений векторных потенциалов магнитного поля, созданного проводником с током в линейных изотропных concentрически ориентированных средах, даны примеры ее применения, приведены расчетные зависимости для анализа напряженности магнитного поля.

Ключевые слова: магнитное поле, векторный потенциал, напряженность, проводник, магнитная проницаемость, ток

Аналитические выражения величин, характеризующих электромагнитные поля, созданные группой проводников с током в линейных средах, могут быть получены на основе принципа суперпозиции полей отдельных проводников. При использовании этого подхода [1] дан вывод выражения радиальной составляющей напряженности магнитного поля трехфазной обмотки в воздушном зазоре электрической машины. Причем магнитная проницаемость материалов статора и ротора принималась бесконечной, а поле проводника с током описывалось приближенной линейной зависимостью:

$$H_r(\alpha) = \frac{i}{2\delta} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right), \quad (1)$$

где $H_r(\alpha)$ — радиальная составляющая напряженности поля в воздушном зазоре δ ; i — ток; α — угловая координата точки поля.

При малом δ допущение о независимости H_r от радиальной координаты ρ точки поля, как будет показано ниже, может считаться обоснованным. Вместе с тем, во многих задачах инженерной практики возникает потребность в аналитических выражениях напряженности магнитного поля проводника с током, включающих обе координаты точки поля (ρ и α), применимых к областям конечных или неограниченных размеров. К числу таких задач принадлежат задачи о магнитных полях в линейных concentрически расположенных средах с различными значениями магнитной проницаемости μ . Некоторые из них рассмотрены в [2] применительно к двум и трем средам. Причем в последнем случае исследовалось лишь магнитное поле в воздушном зазоре электрической машины.

Аналитические выражения, описывающие магнитные поля во всех concentрически ориентированных средах (при числе сред, большем трех), к настоящему времени не известны. Таким

A method is proposed which makes it possible to form analytical expressions of vector potentials of a magnetic field induced by a current-carrying conductor in linear isotropic concentric oriented media. Examples of the application of the method proposed and calculation dependencies for the intensity of magnetic field are given.

Key words: magnetic field, vector potential, intensity, conductor, permeability, current

образом, возникает необходимость в разработке общей методики решения этих задач. В этой связи в статье сделан обзор известных решений и разработан алгоритм построения аналитических выражений напряженности магнитного поля проводника с током в пяти линейных средах (рис. 1)

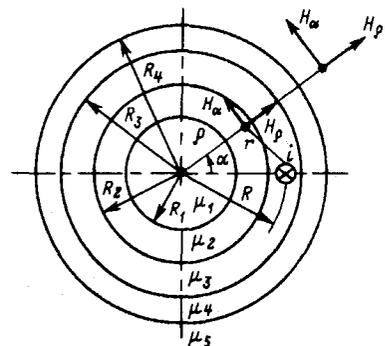


Рис. 1

в качестве иллюстрации предлагаемой методики.

При определении напряженности магнитного поля H используется понятие векторного потенциала A : $H = \text{rot} A$. Такое введение векторного потенциала дает некоторые упрощения записей соответствующих аналитических выражений по сравнению с чаще используемым в литературе соотношением: $B = \text{rot} A$.

Применение понятия векторного потенциала [2, 3, 4], как отмечается в [4], позволяет упростить решение многих задач. На использовании этого понятия основан, в частности, метод так называемых возмущенных потенциалов [4]. Этим методом удобно пользоваться, если известен невозмущенный (начальный) потенциал.

Для неограниченной однородной воздушной среды

$$\bar{A}_z = \frac{i}{2\pi} \ln r \bar{e}_z, \quad (2)$$

где i — ток проводника (нити); r — расстояние