

Добавление тура

Тур:	<input type="text"/>
Обложка:	<input type="button" value="Обзор..."/> Файл не выбран. Изображение в формате jpg. Загрузка новой обложки удалит текущую!
Страна:	Великобритания <input type="button" value="Добавить страну"/>
Категория:	<input type="button" value="Добавить категорию"/>
Тип питания:	Всё включено
Название отеля:	<input type="text"/>

Рисунок 6 – Добавление тура (аккаунт администратора)

Литература

- 1 Флэнаган, Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган. – Санкт-Петербург–Москва : 2012. – 1080 с.
- 2 Макфарланд, Д. Большая книга CSS3 / Д. Макфарланд. – СПб., 2016. – 608 с.
- 3 Richard, Y. Web Development with jQuery, 2nd Edition / Y. Richard – Indiana, 2015. – 674 с.
- 4 Шарп, Р. Изучаем HTML5 2-е издание / Р. Шарп, Б. Лоусон . – СПб., 2012. – 286 с.

УДК 537.612

А. В. Бужан

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА, ТЕКУЩЕГО ПО ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В работе произведён прямой, с помощью непосредственного интегрирования, расчёт индукции магнитного поля, создаваемого током, текущим по бесконечно длинной цилиндрической поверхности, в различных точках: внутри, вне и непосредственно на самой поверхности. Показано, что индукция магнитного поля на самой поверхности по модулю равна половине индукции поля вблизи её внешней поверхности и направлена по касательной к поверхности.

При расчёте магнитных полей, создаваемых токами, которые текут по некоторым поверхностям, часто применяется теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Этот приём хорошо работает при расчёте полей, создаваемых симметрично распределёнными токами, однако, если требуется найти индукцию магнитного поля создаваемого током, текущим по некоторой поверхности, в точке, находящейся на самой этой поверхности, теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля напрямую

не применима. Для того чтобы разрешить этот вопрос, произведём прямой расчёт поля, создаваемого током, текущим по бесконечно длинной цилиндрической поверхности.

Пусть по бесконечной цилиндрической поверхности радиуса ρ_0 течёт ток I . Определим поле в точке A , лежащей в плоскости перпендикулярной оси цилиндра и находящейся на расстоянии ρ от точки пересечения этой плоскости и оси цилиндра O . Отметим, что принципиально различными будут следующие три случая, в зависимости от того, где находится точка A : а) внутри цилиндра; б) снаружи цилиндра; в) на самой поверхности цилиндра:

а) Направим ось Ox_3 вдоль оси симметрии цилиндрической поверхности, в направлении, совпадающем с направлением тока, текущего через поверхность. Ось Ox_1 выберем проходящей через точку A и перпендикулярную оси цилиндра. Направление оси Ox_2 выберем таким, чтобы орты координатных осей $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ образовывали правую тройку векторов.

Для расчёта поля, разобьём цилиндрическую поверхность на полосы, столь узкие, что поле, создаваемое отдельными такими полосами, можно считать полем бесконечно длинного тока.

Выделим на цилиндре элементарную полосу, которая видна под углом $d\varphi$ и проходит через точку C , такую, что $\angle AOC = \varphi$ (рисунок 1). По выделенной полосе течёт ток, связанный с полным током простым выражением: $dI = I \cdot d\varphi / (2\pi)$. Такой бесконечно длинный элементарный ток dI создаёт в точке A магнитное поле $d\vec{B}_\varphi$, модуль которого равен

$$dB_\varphi = \frac{\mu_0 dI}{2\pi a}. \quad (1)$$

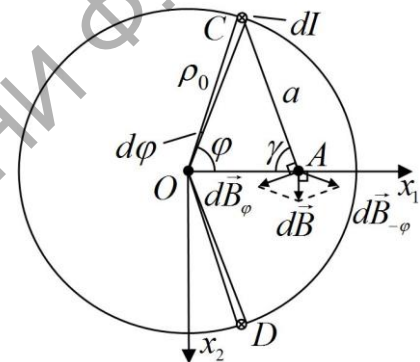


Рисунок 1 – Поле внутри цилиндра

Выделим другую полосу, проходящую через точку D , расположенную симметрично первой. Как видно из рисунка 1, результирующее поле $d\vec{B}$, создаваемое этими элементами, направлено тангенциально, имеют ненулевую составляющую только вдоль оси Ox_2 , и по модулю равно

$$dB_2 = 2dB_\varphi \cos \gamma = 2 \frac{\mu_0 dI}{2\pi a} \cos \gamma, \quad (2)$$

где a – расстояние от точки C до A .

Запишем теоремы синусов и косинусов для $\triangle AOC$:

$$\frac{\sin \varphi}{a} = \frac{\sin \gamma}{\rho_0}, \quad a^2 = \rho_0^2 + \rho^2 - 2\rho\rho_0 \cos \varphi. \quad (3)$$

Используя последние уравнения, получим выражение для индукции магнитного поля dB :

$$dB_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2} \frac{\sqrt{a^2 - \rho_0^2 \sin^2 \varphi}}{a^2} d\varphi = \frac{\mu_0 I}{4\pi^2 \rho} \left[1 + \frac{\rho^2 - \rho_0^2}{\rho^2 + \rho_0^2 - 2\rho\rho_0 \cos \varphi} \right] d\varphi. \quad (4)$$

Для нахождения результирующего поля, создаваемого выделенной парой элементарных токов, проинтегрируем выражение (4) в пределах от 0 до π :

$$B_2 = \int_0^\pi dB_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi^2 \rho} \left[\int_0^\pi d\varphi + \int_0^\pi \frac{\rho^2 - \rho_0^2}{\rho^2 + \rho_0^2 - 2\rho\rho_0 \cos\varphi} d\varphi \right]. \quad (5)$$

Первый интеграл в скобках элементарен, тогда как вычисление второго требует использования теории функции комплексной переменной, что делает метод прямого расчёта такого поля достаточно сложным, по сравнению с использованием теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции. Для сокращения математических выкладок, воспользуемся готовым решением для интеграла такого вида:

$$\int_0^\pi \frac{1}{1 - a \cos\varphi} d\varphi = \frac{\pi}{\sqrt{1 - a^2}}. \quad (6)$$

Используя это, из (5), получим выражения для индукции искомого поля:

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi^2 \rho} \left[\pi + \frac{\pi(\rho^2 - \rho_0^2)}{\sqrt{(\rho^2 + \rho_0^2)^2 - 4\rho^2 \rho_0^2}} \right] = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} + \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} \frac{\rho - \rho_0}{|\rho - \rho_0|}. \quad (7)$$

Для точек, находящихся внутри цилиндра выражение (7) примет вид:

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} + \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 - \rho} = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} - \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} \frac{\rho - \rho_0}{\rho - \rho_0} = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} - \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} = 0. \quad (8)$$

Таким образом, индукция поля, создаваемого током, текущим по бесконечно длинной цилиндрической поверхности, в точке, находящейся внутри этой поверхности, равна нулю. Полученный результат согласуется с теоремой о циркуляции вектора магнитной индукции.

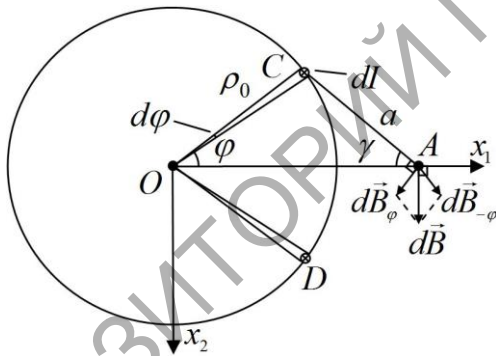


Рисунок 2 – Поле вне цилиндра

б) Пусть теперь точка A находится на расстоянии $\rho > \rho_0$ от оси цилиндра (рисунок 2). Для нахождения индукции поля в этом случае последовательность действий будет такой же, как и в пункте а), формулы (1)–(6) полностью справедливы и в этом случае, а значит, справедлив и результат (7).

Однако, для точек, находящихся снаружи цилиндрической поверхности, модуль в выражении (7) раскроется, как $|\rho - \rho_0| = \rho - \rho_0$, в результате, получим

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} + \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} \frac{\rho - \rho_0}{\rho - \rho_0} = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} + \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho} = \frac{\mu_0 I}{2\pi\rho}. \quad (9)$$

Как видно из выражения (9), током, текущим по бесконечно длинной цилиндрической поверхности, в точке, находящейся снаружи этой поверхности, создаётся такое же поле, как и поле, создаваемое бесконечно длинным током той же величины, текущим вдоль оси симметрии этой цилиндрической поверхности. Этот результат вновь согласуется с теоремой о циркуляции вектора магнитной индукции.

в) Теперь, рассмотрим наиболее интересный случай, когда точка A находится на расстоянии $\rho = \rho_0$ от оси цилиндра. В [1], например, сказано: “При $r = R$ (поверхность трубы) индукция магнитного поля в такой системе испытывает скачок. Величина индукции на поверхности трубы не определена (в рамках рассматриваемой модели бесконечно тонких стенок трубы ток следует рассматривать как поверхностный).” Однако, прямой расчёт возможен и в этом случае, покажем это.

Выражения (1), (2), разумеется, останутся неизменными, что же касается выражений (3), то условие $\rho = \rho_0$ позволяет записать очевидные из рисунка 3 выражения для a и $\cos \gamma$:

$$a = 2\rho_0 \sin \frac{\varphi}{2}, \quad \cos \gamma = -\frac{a}{2\rho_0} = -\sin \frac{\varphi}{2}. \quad (10)$$

Используя выражения (1), (2) и (10), получим

$$dB_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2} \frac{1}{2\rho_0 \sin \frac{\varphi}{2}} \sin \frac{\varphi}{2} d\varphi = \frac{\mu_0 I}{4\pi^2 \rho_0} d\varphi. \quad (11)$$

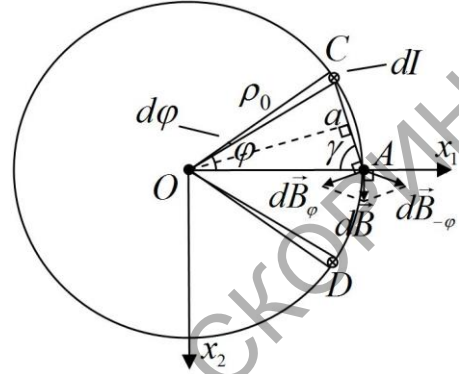


Рисунок 2 – Поле на поверхности цилиндра

Интегрирование этого выражения элементарно, что фактически делает даже более выгодным применение в этом случае метода прямого расчёта индукции магнитного поля. Искомый результат оказывается следующим

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi \rho_0}. \quad (12)$$

То есть, индукция магнитного поля в точке, находящейся непосредственно на поверхности цилиндра, по которому течёт ток, по модулю равна половине индукции поля вблизи внешней поверхности этого цилиндра и направлена по касательной к этой поверхности.

Заметим, что выражение (12) позволяет определить плотность силы $\frac{dF}{dS}$, действующую на единицу элементарной площади поверхности цилиндра с током:

$$\rho = \frac{dF}{dS} = \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 \rho_0^2}. \quad (13)$$

Данный результат совпадает с полученным в [2] другим методом.

Таким образом, индукция магнитного поля, создаваемого током, текущим по бесконечно длинной цилиндрической поверхности, на расстоянии ρ от оси цилиндра, направлена тангенциально и равна

$$B(\rho) = \begin{cases} 0, & \rho < \rho_0; \\ \frac{\mu_0 I}{4\pi \rho_0}, & \rho = \rho_0; \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi \rho}, & \rho > \rho_0. \end{cases} \quad (14)$$

В заключение стоит отметить, что в литературе иногда приводится другой ответ, отличающийся от (14) при $\rho = \rho_0$, например в [3].

Литература

- 1 Электричество и магнетизм. Методика решения задач / Д. Ф. Киселев [и др.]. – Москва : Физический факультет МГУ, 2010. – 223 с.
- 2 Магнетизм: учебное пособие по курсу физики / А. Э. Васильев [и др.]. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1998. – 14–17 с.
- 3 Андреев, А. Д. Физика. Магнетизм : конспект лекций / А. Д. Андреев, Л. М. Черных. – СПб. : ГОУВПО СПбГУТ, 2009. – 19 с.

УДК 681.3

М. А. Бужан, Ю. В. Жердецкий, Г. И. Большакова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА НАДЁЖНОСТИ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОСВЯЗНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР

Описывается один из подходов к оценке надёжности вариантов организации многосвязных сетевых структур. Предлагается использовать программное обеспечение, позволяющее построить вероятностные модели сетевых объектов и использовать их для сравнительного анализа надёжности их работы. Управление может быть реализовано по циклической схеме, основным звеном которой является вероятностное моделирование, гарантирующее оперативное получение целой линейки результатов при изменении исходных данных моделирования.

Введение

Сетевые структуры характеризуются рядом особенностей, которые необходимо учитывать при выборе метода оценки надёжности их организации, а именно: большая размерность; многоуровневый составной характер функционирования; слабая структурированность теоретических и фактических знаний; стохастический характер происходящих в системе процессов; влияние неконтролируемых факторов, выводящих объект из устойчивого состояния.

Большая размерность сетевых структур обуславливает потребность в специальных методах расчёта их надёжности, способах моделирования и средствах анализа результатов. Только их единство в виде средств автоматизации гарантирует решение проблемы размерности и обеспечивает анализ надёжности с приемлемым для практики уровнем точности описания процессов, характеризующих систему [1]. При этом допускается как переменность состава элементов сетевых структур, так и переменность их структуры.

Многоуровневый составной характер сетевых структур вытекает из сложности объекта исследования. Для описания исследуемых систем приходится использовать понятие подсистемы, как некоторой автономной части всей системы. Выделенные подсистемы в свою очередь могут быть разбиты на ряд более мелких подсистем в зависимости от особенностей исследуемого типа объекта. В результате формируется некоторое множество элементов исследуемой сетевой структуры. Реальное выделение подсистем и элементов зависит от взглядов исследователя на изучаемый объект и стоящих перед ним задач.

Для обеспечения устойчивости функционирования всей системы как целого приходится учитывать результат воздействия одной подсистемы на другую и их взаимодействие с внешней средой.