

О СВЯЗИ МЕЖДУ МАГНИТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ И ИНДУКТИВНОСТЬЮ ОДНОРОДНОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОВОДНИКА

Акопов В.В. Email: Akopov1138@scientifictext.ru

Акопов Вачакан Ваграмович – учитель физики,
Муниципальное общеобразовательное учреждение Средняя общеобразовательная школа № 6 села Полтавского,
с. Полтавское, Курский район, Ставропольский край

Аннотация: в статье рассматривается связь магнитного сопротивления с индуктивностью однородного линейного проводника. Полученную формулу можно использовать для углубленного изучения учащимися раздела «Электродинамика» и при решении задач. Для успешного обучения необходимо развивать инициативу учащихся в экспериментаторской деятельности. Этой цели, в частности, может способствовать выполнение лабораторной работы практикума 11 класса по теме: «Измерение магнитного сопротивления однородного линейного проводника и его индуктивности».

Ключевые слова: магнитное сопротивление, индуктивность, магнитное напряжение, магнитный поток, сила тока, однородный линейный проводник.

ABOUT COMMUNICATION BETWEEN THE MAGNETIC RESISTANCE AND INDUCTANCE OF THE UNIFORM LINEAR CONDUCTOR

Akopov V.V.

Akopov Vachakan Vagramovich – Teacher of Physics,
MUNICIPAL EDUCATIONAL INSTITUTION SECONDARY SCHOOL № 6 OF THE VILLAGE OF POLTAVA,
VILLAGE OF POLTAVA, KURSK DISTRICT, STAVROPOL TERRITORY

Abstract: the article deals with the relationship between magnetic resistance and the inductance of a homogeneous linear conductor. The resulting formula can be used for in-depth study by students of the section "Electrodynamics" and in solving problems. For successful learning, it is necessary to develop the initiative of students in experimental work. This goal in particular can contribute to the implementation of the laboratory work of the 11th class workshop on the topic: "Measuring the magnetic resistance of a homogeneous linear conductor and its inductance".

Keywords: magnetic resistance, inductance, magnetic stress, magnetic flux, current strength, homogeneous linear conductor.

УДК 537.8

Магнитное сопротивление характеризует магнитную цепь. Известно, что магнитное сопротивление магнитной цепи прямо пропорционально числу витков и обратно пропорционально индуктивности контура и выражается формулой: $R_m = \frac{N}{L}$ [1, с. 43].

Эта формула справедлива для контура, содержащего витки, например, соленоида.

При расчёте магнитных полей пользуются понятием магнитного напряжения (U_m) по аналогии с электрическим напряжением.

«Известно, что магнитное напряжение между двумя точками однородного магнитного поля, расположенными на одной магнитной линии, выражается произведением напряжённости магнитного поля и расстояния между этими точками (длина прямолинейного проводника):

$$U_m = H \cdot l, \quad (1) \text{ [2, с. 145].}$$

Магнитное сопротивление участка цепи можно найти из закона Ома для магнитной цепи:

$$U_m = \Phi \cdot R_m, \text{ отсюда } R_m = \frac{U_m}{\Phi}, \quad (2)$$

где U_m – магнитное напряжение, измеряемое в амперах, Φ – магнитный поток.

«Магнитное сопротивление однородного линейного проводника (участка цепи) длиной l и площадью постоянного поперечного сечения S равно:

$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot \mu_0 \cdot S}, \quad (3)$$

где μ_0 – магнитная постоянная, μ – магнитная проницаемость магнетика» [3, с. 236].

Приравняв выражения (2) и (3), найдём:

$$\frac{U_m}{\Phi} = \frac{\ell}{\mu \cdot \mu_0 \cdot S}, \text{ отсюда } \Phi = \frac{U_m \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot S}{\ell}. \quad (4)$$

«Магнитный поток, изменение которого вызывает появление ЭДС самоиндукции, создаётся током, текущим по данному проводнику, поэтому очевидно, что этот поток пропорционален силе тока в проводнике, т.е.:

$$\Phi = L \cdot I, \quad (5)$$

где L – индуктивность проводника, I – сила тока в проводнике». [4, с.253].

Приравняв выражения (4) и (5), получим:

$$\frac{U_m \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot S}{\ell} = L \cdot I, \text{ отсюда } L = \frac{U_m \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot S}{I \cdot \ell}. \quad (6)$$

«Напряжённость магнитного поля от бесконечно длинного прямолинейного проводника с током и радиусом проводника (провода) выражается формулой:

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad (7)$$

где r – радиус проводника» [4, 233].

Используя выражения (1), (6) и (7), с учётом, что $S = \pi r^2$, получим:

$$L = \frac{I \cdot \ell \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \pi r^2}{2\pi r \cdot I \cdot \ell} = 0,5 \mu \cdot \mu_0 \cdot r. \quad (8)$$

Перемножив выражения (3) и (8), получим:

$$R_m \cdot L = \frac{\ell}{2\pi r}, \text{ отсюда } R_m = \frac{\ell}{L} = \frac{k}{L}, \quad (9)$$

где k – коэффициент, показывающий во сколько раз длина линейного проводника (провода) больше длины окружности его поперечного сечения.

Таким образом, магнитное сопротивление магнитной цепи прямо пропорционально коэффициенту, показывающему во сколько раз длина линейного проводника больше длины окружности его поперечного сечения, и обратно пропорционально индуктивности однородного линейного проводника.

Задача 1. Имеется однородный прямолинейный проводник из меди, у которого длина больше длины окружности его поперечного сечения в 16 раз. Каков диаметр проводника, если его магнитное сопротивление равно $1,27 \cdot 10^{10} \text{ Гн}^{-1}$?

Дано:

$$k=16$$

$$R_m = 1,27 \cdot 10^{10} \text{ Гн}^{-1}$$

$$\mu = 1$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$$

$d = ?$

Решение:

Магнитное сопротивление однородного линейного проводника выражается формулой:

$$R_m = \frac{k}{L}, \text{ отсюда } L = \frac{k}{R_m}. \quad (1)$$

Индуктивность линейного проводника выражается формулой:

$$L = 0,5 \mu \cdot \mu_0 \cdot r. \quad (2)$$

Приравняв выражения (1) и (2), получим:

$$\frac{k}{R_m} = 0,5 \mu \cdot \mu_0 \cdot r, \text{ отсюда } r = \frac{k}{0,5 \mu \cdot \mu_0 \cdot R_m} \text{ или}$$

$$d = \frac{4k}{\mu \cdot \mu_0 \cdot R_m}. \quad (3)$$

Подставив известные численные значения физических величин в выражение (3), получим:

$$d = \frac{4 \cdot 16}{1,0 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 1,27 \cdot 10^{10} \text{ Гн}^{-1}} = 0,004 \text{ м} = 4 \text{ мм}.$$

Ответ: $d = 4 \text{ мм}$.

1. *Акопов В.В.* О связи между магнитным сопротивлением и индуктивностью контура. // *Физика в школе*, 2014. № 1. С. 43.
2. *Касаткин А.С., Немцов М.В.* Электротехника. Москва, 1983. С. 145.
3. *Яворский Б.М., Детлаф А.А.* Справочник по физике. М. Наука, 1985. С. 236.
4. *Мустафаев Р.А., Кривцов В.Г.* Физика. Москва. «Высшая школа», 1989. С. 253.