

С.Сейфуллиннің 125 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 15: Жастар, ғылым, технологиялар: жаңа идеялар мен перспективалар» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 15: Молодежь, наука, технологии – новые идеи и перспективы», приуроченной к 125 - летию С.Сейфуллина. - 2019. - Т.1, Ч.2 - С.102-104

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА

*Ж.К.Абельдина,
Э.А.Нурбаева,
Д.Завгородний, С.Акишева*

Согласно закону Био-Савара-Лапласа, индукция магнитного поля, создаваемого в точке P контуром, по которому протекает электрический ток силы, определяется суммой вкладов элементов тока $d\vec{l}$:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \cdot \left[d\vec{l} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \right] \quad (1)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/М}$ - магнитная постоянная; r - радиус вектор, проведенный из элемента тока $d\vec{l}$ в точку P . Таким образом, для вычисления магнитного поля всего проводника необходимо произвести интегрирование по всем элементам тока [1].

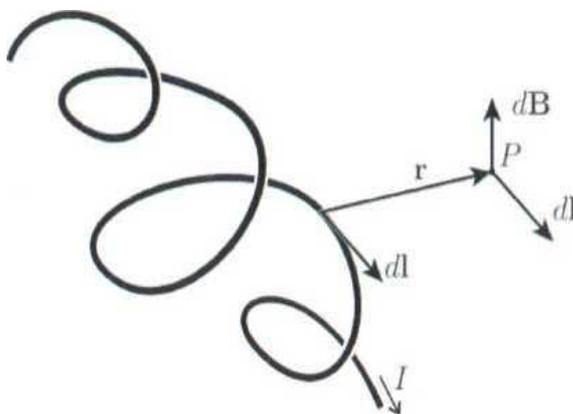


Рисунок 1 – Векторная диаграмма индукции магнитного поля в точке P

В большинстве случаев это приводит к довольно громоздким вычислениям, и аналитическое решение удается получить только для проводников, обладающих определенной симметрией. Для других условий, например для вычисления магнитного поля длинной катушки (соленоида), более удобным является использование закона Ампера, который, как и закон Био-Савара-Лапласа, может быть получен как вывод из уравнений Максвелла. При этом:

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = \mu_0 \cdot I_S \quad (2)$$

где j плотность тока; I_s - сила тока через площадку S ; L - замкнутая кривая, ограничивающая площадку S .

Для того чтобы рассчитать магнитное поле длинной катушки L и S можно выбрать так, как это показано на рисунке 2.

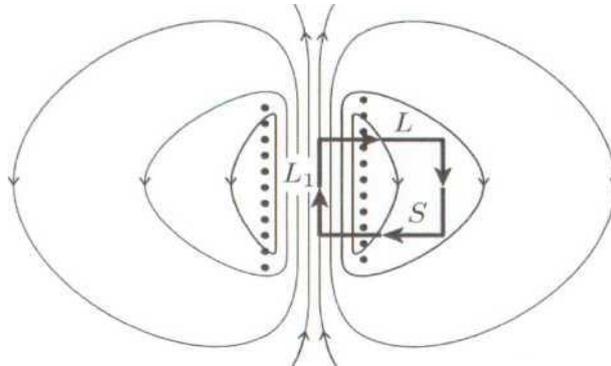


Рисунок 2 – Магнитное поле катушки

Если катушка длинная, то магнитное поле внутри катушки направлено параллельно оси симметрии катушки и почти равно нулю за ее пределами, т.е. проекция индукции магнитного поля B на элемент ограничивающей кривой dL отлична от нуля только на части L_1 , тогда:

$$\oint_L B \cdot dL = B \cdot dl = B \cdot L_1 \quad (3)$$

Кроме того, $I_s = I \cdot N$, где N - число витков внутри S , тогда:

$$B = \mu_0 \cdot I \cdot \frac{N}{L_1} \quad (4)$$

В этой работе для определения магнитного поля внутри катушки используется датчик Холла, ориентированный так, что измеряется магнитное поле в направлении, параллельном оси симметрии катушки [2].

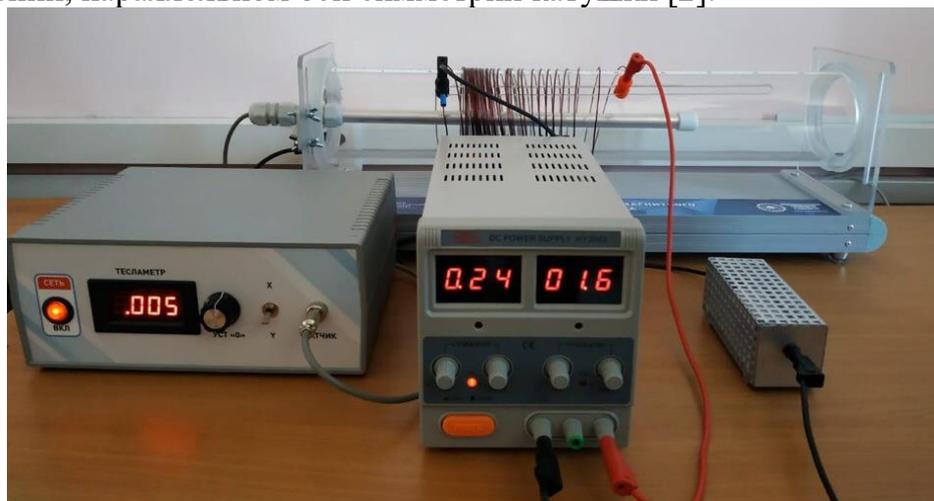


Рисунок 3 – Установка для определения зависимости индукции магнитного поля катушки от силы тока I и длины катушки L

Таблица 1 - Зависимость индукции магнитного поля катушки индуктивности от силы тока I , $L=0.35$ м

I, A	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3
Bэ, Тл	0,001	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,008	0,009	0,01	0,011

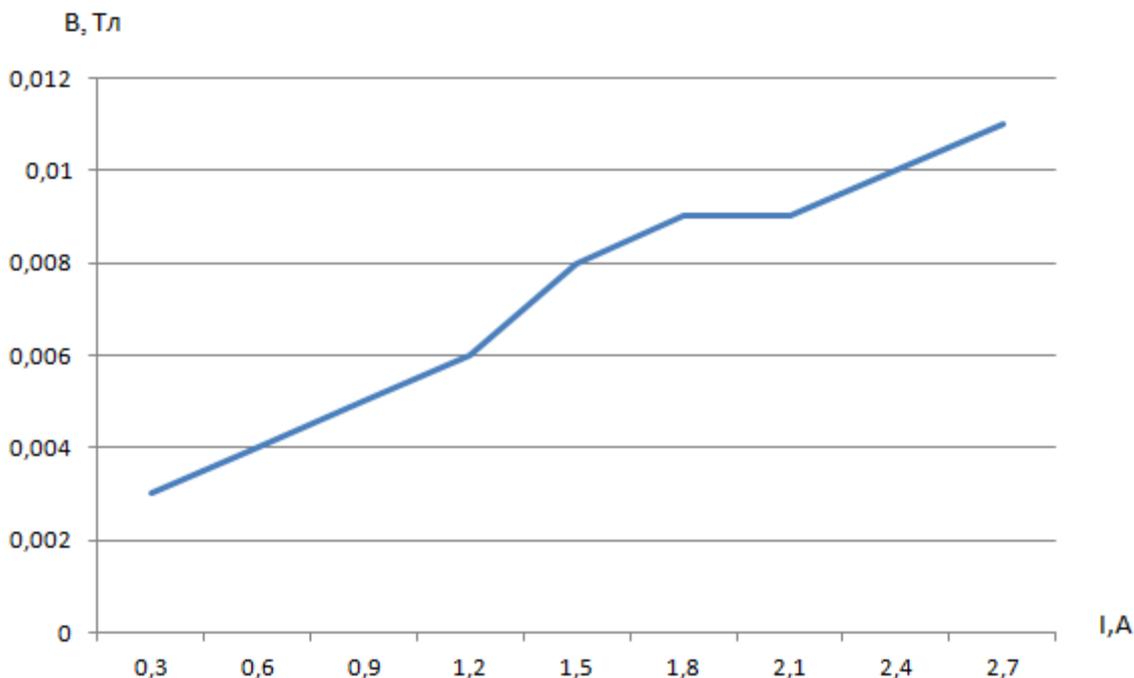


Рисунок 4 – График зависимость индукции магнитного поля катушки индуктивности B от силы тока I

Данные эксперимента показывают рост зависимости индукции магнитного поля с увеличением силы тока I, что согласуется с теоретическими расчетами [3-4].

Список литературы

- 1 Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, - 2007. –560 с.
- 2 Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ. Комплект учебно-лабораторного оборудования «Определение индукции магнитного поля соленоида». /Образовательные технологии. Production kz., Астана, 2018.
- 3 Abeldina Zh., Makysh G., Moldourova Zh., Abeldina R.K, Moldoudarova Zh.E. Virtual Environment as a Tool for Increasing Students' Natural Science Literacy // International Journal of Engineering & Technology. - (ISSN 2227-524X - Scopus). - 2018. -Vol. 7, No 4.38. - P. 1 - 6.
- 4 Wu B., Zhang X., Liu X., He C. An Analytical Model for Predicting the Self-Capacitance of Multi-Layer Circular-Section Induction Coils. // IEEE Transactions on Magnetics (Scopus). - 2018. -Vol. 54, No 6201007. - P. 1965-2012.