

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ КАТУШКА И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Белых Дарья Сергеевна

студент, Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта Иркутского государственного университета путей сообщения, РФ, г. Улан-Удэ

Степанова Ольга Алексеевна

студент, Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта Иркутского государственного университета путей сообщения, РФ, г. Улан-Удэ

Павлова Светлана Валерьевна

научный руководитель, Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта Иркутского государственного университета путей сообщения, РФ, г. Улан-Удэ

Цель исследования: Изучить цилиндрическую катушку и рассчитать параметры магнитного поля, создаваемого в цилиндрической катушке.

Задачи исследования:

1. Изучить устройство, работу и применение цилиндрической катушки.
2. Рассчитать параметры магнитного поля, создаваемого в цилиндрической катушке.

Методы исследования:

1. Теоретический
2. Аналитический

Актуальность: На сегодняшний день цилиндрическая катушка, благодаря своим особенностям, играет важную роль. Катушка способна извлекать энергию из источника электрического тока и сохранять ее в виде магнитного поля. При повышении внешней ЭДС катушка препятствует увеличению тока, при снижении ЭДС – поддерживает ток, отдавая накопленную энергию.

История создания

В 1831 году Майкл Фарадей, для открытия явления электромагнитной индукции, использовал самую примитивную катушку с железным сердечником. Именно этот закон послужил основой для создания катушек индуктивности.

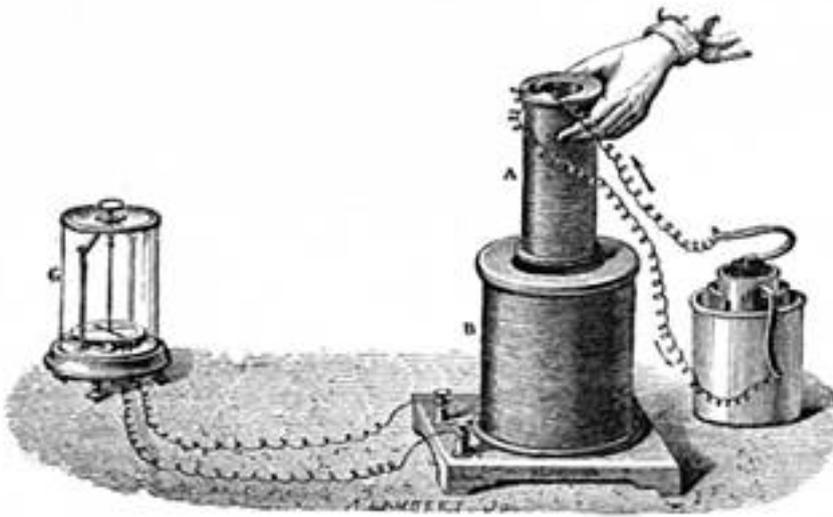


Рисунок 1. Эксперимент Фарадея 1831 года

А в 1932 году Джозеф Генри опубликовал статью о феномене самоиндукции. Люди называют единицу индуктивности Генри. В середине 19 века индукторы использовались в телеграфах, телефонах и других устройствах.

Теоретическая часть

Устройство цилиндрической катушки

Цилиндрическая катушка – это однослойная или многослойная намотка изолированного проводника на диэлектрический каркас круглого сечения, часто при использовании толстого провода и малом числе витков — без каркаса. Намотка может быть как однослойной, так и многослойной.



Рисунок 2. Цилиндрическая катушка

Цилиндрическая катушка состоит из: каркаса, обмотки, сердечника и экрана, некоторые из данных частей могут отсутствовать.

Каркас - это жесткое основание, на котором располагается обмотка. Наиболее распространенными стали цилиндрические каркасы с гладкой или ребристой поверхностью. Он может быть сделан из любого материала, например из эбонита, дерева или картона. Главное, чтобы материал, из которого предполагается сделать каркас катушки, был хорошим диэлектриком.

Обмотка характеризуется числом витков, шагом намотки, количеством рядов и слоев. При однослойной обмотке витки располагаются друг возле друга или на определенном расстоянии, которое называется шагом обмотки. Обмотка с принудительным шагом позволяет уменьшить собственную емкость катушки. Многослойная намотка имеет меньшую паразитную ёмкость.

Основная характеристика катушки:

Индуктивность, которая равна отношению потока магнитного поля, пронизывающего катушку, к силе протекающего тока.

Принцип работы цилиндрической катушки

В цилиндрической обмотке при протекании через нее электрического тока возникает магнитное поле. Это магнитное поле начинает втягивать внутрь соленоида снаряд (сделанный из ферромагнетика), который от этого начинает разгоняться. Если в тот момент, когда снаряд окажется в середине обмотки ток в последней отключить, то втягивающее магнитное поле исчезнет и снаряд, набравший скорость, свободно вылетит через другой конец обмотки.

Катушки индуктивности классифицируют по нескольким признакам:

По характеру изменения индуктивности:

- постоянные;
- подстроечные;
- регулируемые.

По назначению:

- контурные;
- дроссельные;
- трансформаторные.

По особенностям конструкции:

- каркасные и бескаркасные;
- экранированные и неэкранированные;
- с сердечником и без него;
- однослойные и многослойные;
- объемные и плоские.

По частотному диапазону:

- низкочастотные;
- высокочастотные.

Катушки индуктивности применяют для составления различных цепей с частотно-зависимыми свойствами (фильтров, цепей обратной связи, колебательных контуров и т. д). Также используются в импульсных стабилизаторах как элемент, который накапливает энергию и преобразует уровни напряжения. Две и более индуктивно связанные катушки образуют трансформатор.

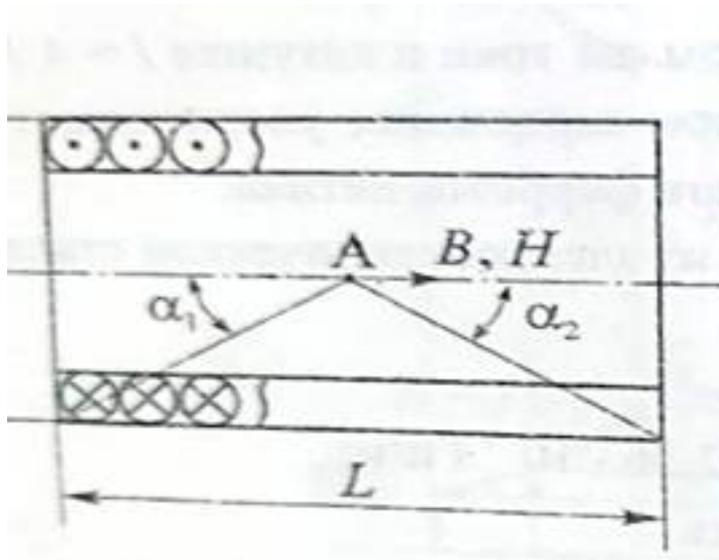


Рисунок 3. Ось цилиндрической катушки

Дано:

$$L=6 \text{ см}=0,06 \text{ м}$$

$$d=4 \text{ см}=0,04 \text{ м}$$

$$I=2 \text{ А}$$

$$w=120$$

Решение:

$$\vec{H}' = \frac{I * w}{L} = \frac{2 * 120}{0.06} = 4000 \text{ А/м}$$

$$\vec{H} = \frac{I * w}{2L} * (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 \Rightarrow \cos \alpha_1 = \cos \alpha_2 = \frac{L}{\sqrt{L^2 + D^2}} = \frac{0.06}{\sqrt{0.06^2 + 0.04^2}} = 0.83$$

$$\vec{H} = \frac{I * w}{2L} * (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) = \frac{2 * 120}{2 * 0.06} * (0.83 + 0.83) = 3320 \text{ А/м}$$

$$\Delta \vec{H} = \vec{H}' - \vec{H} = 4000 - 3320 = 680 \text{ А/м}$$

$$\gamma = \frac{\Delta \vec{H}}{\vec{H}} * 100\% = \frac{680}{3320} * 100\% = 20.5\%$$

катушки подобраны верно

Расчет с увеличением длины катушки в 3 раза

$$3 * L = 0.18 \text{ м}$$

$$\vec{H}' = \frac{I * w}{3L} = \frac{2 * 120}{0.18} = 1333,3 \text{ А/м}$$

Найти: $\vec{H}', \vec{H}, \Delta\vec{H}, \gamma$

$$\cos \alpha_1 = \cos \alpha_2 = \frac{3L}{\sqrt{L^2 + D^2}} = \frac{0.18}{0.184} = 0.98$$

$$\vec{H} = \frac{I * w}{2 * 3L} * (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) = \frac{2 * 120}{2 * 0.18} * (0.98 + 0.98) = 1333.3$$

$$\Delta\vec{H} = \vec{H}' - \vec{H} = 1333.3 - 1306.6 = 26.7$$

$$\gamma = \frac{\Delta\vec{H}}{\vec{H}} * 100\% = \frac{26.7}{1306.6} * 100\% = 2.04\%$$

Вывод по данной работе: в нашей статье мы изучили устройство, его работу и применение цилиндрической катушки. Также рассчитали параметры магнитного поля, создаваемого цилиндрической катушкой. Исходя из этого, мы поняли, что катушка индуктивности играет в электронике очень большую роль. На ней строятся также различные фильтры для электронной радиоаппаратуры, а в электротехнике ее используют также в качестве ограничителя скачка силы тока. Расчет показывает, что если увеличить длину катушки в 3 раза, то и ее напряженность уменьшится в 3 раза, исходя из этого, размеры катушки соответствуют.

Список литературы:

1. Катушки индуктивности. Общие сведения о катушках индуктивности и их классификации. - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9570867/page:17/>
2. Индуктивность. Катушка индуктивности. Виды, характеристики, применение. - Режим доступа: <https://saturn-electro.ru/znaniya/dobrotnost-katushki-induktivnosti.html>
3. Расчет плоских катушек для получения нужной индуктивности. - Режим доступа: <https://evrikann.ru/s-azov/induktivnost-toroidalnoj-katushki.html>
4. Основные характеристики катушек индуктивности. - Режим доступа: <https://ekenstore.ru/teoriya-i-voprosy/dobrotnost-katushki-induktivnosti.html>

