Самоиндукция. Если по катушке идёт переменный ток, то магнитный поток, пронизывающий катушку, меняется. Поэтому в том же самом проводнике, по которому идёт переменный ток, возникает ЭДС индукции.

Самоиндукцией называют явление возникновения ЭДС индукции в самом проводнике, по которому идёт переменный ток. Эта ЭДС называется ЭДС самоиндукции.

По правилу Ленца в момент нарастания тока ЭДС самоиндукции и соответственно электрическое поле препятствуют нарастанию тока. Наоборот, в момент уменьшения тока возникающее поле поддерживает его.

Индуктивность. Модуль вектора индукции В магнитного поля, создаваемого током, пропорционален силе тока. Так как магнитный поток Ф пропорционален В, то Ф ~ В ~ I.

Можно, следовательно, утверждать, что, где L — коэффициент пропорциональности между током в проводящем контуре и магнитным потоком.

Величину L называют индуктивностью контура или его коэффициентом самоиндукции.

Используя закон электромагнитной индукции и выражение (2.5), получаем равенство, если считать, что форма контура остаётся неизменной и поток меняется только за счёт изменения силы тока.

Из формулы (2.6) следует, что индуктивность — это физическая величина, численно равная ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре при изменении силы тока в нём на 1 А за 1 с.

Индуктивность, подобно электроёмкости, зависит от геометрических факторов: размеров проводника и его формы, но не зависит непосредственно от силы тока в проводнике. Индуктивность проводника также зависит от магнитных свойств среды, в которой находится проводник.

Очевидно, что индуктивность одного проволочного витка меньше, чем у катушки (соленоида), состоящей из N таких же витков, так как магнитный поток катушки увеличивается в N раз.

Единицу индуктивности в СИ называют генри (обозначается Гн).

Индуктивность проводника равна 1 Гн, если в нём при равномерном изменении силы тока на 1 А за 1 с возникает ЭДС самоиндукции 1 В:

Явление самоиндукции можно наблюдать в простых опытах. На рисунке 2.15, а показана схема параллельного соединения двух одинаковых ламп. Одну из них подключают к источнику через резистор R, а другую — последовательно с катушкой L, снабжённой железным сердечником.

При замыкании ключа первая лампа вспыхивает практически сразу, а вторая — с заметным запозданием. ЭДС самоиндукции в цепи этой лампы велика, и сила тока не сразу достигает своего максимального значения (рис. 2.15, б).

Появление ЭДС самоиндукции при размыкании можно наблюдать в опыте с цепью, схематически показанной на рисунке 2.16. При размыкании ключа в катушке L возникает ЭДС самоиндукции, поддерживающая первоначальный ток. В результате в момент размыкания через гальванометр идёт ток (цветная стрелка), направленный против начального тока до размыкания (чёрная стрелка). Сила тока при размыкании цепи может превышать силу тока, проходящего через гальванометр при замкнутом ключе. Это означает, что ЭДС самоиндукции fei больше ЭДС W батареи элементов.

Аналогия между самоиндукцией и инерцией. Явление самоиндукции подобно явлению инерции в механике. Так, инерция приводит к тому, что под действием силы тело не мгновенно приобретает определённую скорость, а постепенно. Тело нельзя мгновенно затормозить, как бы велика ни была тормозящая сила. Точно так же за счёт самоиндукции при замыкании цепи сила тока не сразу приобретает определённое значение, а нарастает постепенно. Выключая источник, мы не можем прекратить ток в цепи сразу. Самоиндукция поддерживает его некоторое время, несмотря на сопротивление цепи.

Энергия магнитного поля. При размыкании цепи ток убывает постепенно. В проводниках выделяется тепло, несмотря на то что источник тока работы не совершает. Иногда при размыкании цепи проскакивает мощная искра. Эти явления могут наблюдаться благодаря тому, что в контуре накапливается энергия — энергия магнитного поля.

Энергия магнитного поля, созданного током, проходящим по участку цепи с индуктивностью L, определяется по формуле.

Энергия магнитного поля выражена здесь через характеристику проводника и силу тока в нем. Но эту же энергию можно выразить и через характеристики поля. Вычисления показывают, что плотность энергии магнитного поля (т. е. энергия единицы объёма) пропорциональна квадрату магнитной индукции: wM ~ В2, подобно тому как плотность энергии электрического поля пропорциональна квадрату напряжённости электрического поля: w3 ~ Е2.