Периодические изменения заряда, силы тока и напряжения называются электромагнитными колебаниями.

Простейшая система, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания, состоит из конденсатора и катушки, присоединённой к его обкладкам (рис. 4.1), и называется колебательным контуром.

Электромагнитные колебания были открыты почти случайно. После того как изобрели лейденскую банку (первый конденсатор) и научились сообщать ей большой заряд с помощью электростатической машины, начали изучать электрический разряд банки. Замыкая обкладки лейденской банки с помощью проволочной катушки, обнаружили, что нельзя предсказать, какой конец сердечника катушки окажется северным полюсом, а какой — южным. Далеко не сразу поняли, что при разрядке конденсатора через катушку в электрической цепи возникают колебания, ток меняет направление много раз, в результате чего сердечник может намагничиваться различным образом.

Обычно эти колебания происходят с очень большой частотой, значительно превышающей частоту механических колебаний. Поэтому для их наблюдения и исследования очень удобен электронный осциллограф.

В электронно-лучевой трубке осциллографа узкий пучок электронов попадает на экран, способный светиться при его бомбардировке электронами. На горизонтально отклоняющие пластины трубки подаётся переменное напряжение развёртки мр пилообразной формы (рис. 4.2). Сравнительно медленно напряжение повышается, а потом очень резко понижается. Электрическое поле между пластинами заставляет электронный луч пробегать экран в горизонтальном направлении с постоянной скоростью и затем почти мгновенно возвращаться назад. После этого весь процесс повторяется. Если теперь присоединить вертикально отклоняющие пластины трубки к конденсатору, то колебания напряжения при его разрядке вызовут колебания луча в вертикальном направлении. В результате на экране образуется временная развёртка колебаний (рис. 4.3), подобная той, которую вычерчивает маятник с песочницей над движущимся листом бумаги. Колебания затухают с течением времени. Эти колебания являются свободными.

Превращение энергии при электромагнитных колебаниях. Зарядим конденсатор, присоединив его на некоторое время к батарее с помощью переключателя (рис. 4.4, а). При этом конденсатор получит энергию, где qm — заряд конденсатора, С — его электроёмкость. Между обкладками конденсатора возникнет разность потенциалов Uт.

Переведём переключатель в положение 2 (рис. 4.4, б). Конденсатор начнёт разряжаться, и в цепи появится электрический ток. Благодаря явлению самоиндукции сила тока не сразу достигает максимального значения, а увеличивается постепенно.

По мере разрядки конденсатора энергия электрического поля уменьшается, но одновременно возрастает энергия магнитного поля тока, которая определяется формулой, где i — сила переменного тока, L — индуктивность катушки.

Полная энергия W электромагнитного поля контура равна сумме энергий его магнитного и электрического полей.

В момент, когда конденсатор полностью разрядится (д = 0), энергия электрического поля станет равной нулю. Энергия же магнитного поля тока согласно закону сохранения энергии будет максимальной. В этот момент сила тока также достигнет максимального значения 1т (рис. 4.4, в).

Несмотря на то что к этому моменту разность потенциалов на концах катушки становится равной нулю, электрический ток не может прекратиться сразу. Как только сила тока и созданное им магнитное поле начнут уменьшаться, возникает ЭДС самоиндукции, стремящаяся поддержать ток.

В результате конденсатор будет перезаряжаться до тех пор, пока сила тока, постепенно уменьшаясь, не станет равной нулю. Энергия магнитного поля в этот момент также будет равна нулю, энергия электрического поля конденсатора опять станет максимальной.

После этого конденсатор вновь начнёт перезаряжаться, и система возвратится в исходное состояние. Если бы не было потерь энергии, то этот процесс продолжался бы сколь угодно долго. Колебания были бы незатухающими. Через промежутки времени, равные периоду колебаний, состояние системы в точности повторялось бы. Полная энергия при этом сохранялась бы неизменной, и её значение в любой момент времени было бы равно максимальной энергии электрического поля или максимальной энергии магнитного поля: