

§22. ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ С КАТУШКАМИ

В 1831 г. английский физик *Майкл Фарадей* установил, что электрический ток в контуре может возникать не только при движении проводника в магнитном поле, но и при любом изменении магнитного потока.

Электромагнитная индукция — физическое явление, заключающееся в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции через поверхность, ограниченную этим контуром.

Электрический ток, возникающий при электромагнитной индукции, называется *индукционным*. Направление индукционного тока (так же как и величина ЭДС индукции) считается положительным, если оно совпадает с выбранным направлением обхода контура, и отрицательным, если оно противоположно этому направлению. Согласно *закону электромагнитной индукции Фарадея–Максвелла*:

ЭДС электромагнитной индукции в замкнутом контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.

$$\mathcal{E}_i = -\Phi'.$$

Фарадей добивался изменения магнитного поля несколькими способами: вдвигая в катушку и выдвигая из нее постоянный магнит ① и катушку с током ②, изменяя силу тока во внутренней катушке ③. Рассмотрим подробнее опыты Фарадея.

Северный полюс постоянного магнита, находящийся над катушкой с площадью витка ΔS , создавал магнитное поле с индукцией \vec{B}_1 , направленной вниз, против вектора $\Delta\vec{S}$. Поэтому магнитный поток через витки катушки $\Phi_1 = B_1 \Delta S \cos 180^\circ = -B_1 \Delta S < 0$. При вдвигании северного полюса в катушку постоянная индукция магнитного поля, магнитная индукция возрастает по модулю ④: $B_2 > B_1$. Изменение магнитного потока $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = (-B_2 \Delta S) - (-B_1 \Delta S) = -(B_2 - B_1) \Delta S < 0$, поэтому $\mathcal{E}_i = -\Phi' = -\Delta\Phi / \Delta t > 0$. Это означает, что индукционный ток протекает в направлении обхода контура витка катушки вправо по ближайшей к нам части.

Индукционный ток I_i противоположного направления наблюдался в катушке при выдвигании из нее того же постоянного магнита или внутренней катушки ⑤, создающей магнитное поле с индукцией, направленной вниз.

При включении тока во внутренней катушке (как показано на рисунке) $\Delta\Phi > 0$, $\mathcal{E}_i < 0$. Индукционный ток I_i протекает против направления обхода контура ⑥.

Явление электромагнитной индукции широко используется в современной технике. В детекторе металла магнитное поле \vec{B}_0 , создаваемое силой тока I_0 передающей катушки, индуцирует токи в металлических предметах ⑦. Магнитное поле \vec{B}' этих токов индуцирует в катушке-приемнике ток I' , запускающий сигнал тревоги.

В поезде на магнитной подушке сверхпроводящие катушки с током, размещенные на дне вагона, индуцируют ток в алюминиевых катушках на полотне дороги ⑧. Отталкивание этих катушек приподнимает вагон над землей. Движение поезда вызывается взаимодействием сверхпроводящих катушек, расположенных вдоль стенок вагонов, и катушек внутри ограничительных бортиков полотна дороги.