

Рис. 2

Рассмотрим имеющий большое практическое значение частный случай индукции ЭДС в прямоугольной рамке $abcd$, вращающейся в однородном магнитном поле с угловой частотой ω относительно оси перпендикулярной направлению магнитного потока (рис. 2).

Выделим на сторонах ab и da элементарные отрезки dl_1 и dl_2 . Вектора скорости движения этих отрезков v_1 и v_2 в любой момент времени направлены перпендикулярно плоскости рамки. Поэтому вектора элементарных поверхностей ds_1 и ds_2 , описываемых элементарными отрезками dl_1 и dl_2 , будут располагаться в плоскости рамки перпендикулярно сторонам ab и da . Следовательно, для второго элементарного отрезка угол между векторами B и ds_2 будет постоянно равен 90° и поток вектора индукции через эту поверхность равен нулю. Отсюда будет равна нулю и ЭДС наводимая в любом элементарном отрезке сторон da и bc вращающейся

рамки.

Раскроем выражение (7) для элементарного отрезка dl_2 в виде $de = B \cos \beta (dl_2 v \sin \alpha)$, где $\beta = \omega t$ - угол между вектором и нормалью к поверхности ds_2 , а $\alpha = 90^\circ$ - угол между векторами v и dl_2 . Отсюда $de = B \cdot \cos \omega t \cdot dl_2 \cdot v$, но модуль скорости движения равен $v = \omega bc/2$. Таким образом, ЭДС, наводимая в стороне ab рамки равна

$$e_{ab} = \int_0^{l=ab} \frac{B \omega \cdot bc \cdot \cos \omega t}{2} dl = B \omega \cos \omega t \cdot ab \cdot bc / 2 = \frac{\omega B s}{2} \cos \omega t \quad (2.5)$$

где $s = ab \cdot bc$ - площадь рамки, представленная через размеры ее сторон.

Очевидно, что если распространить интегрирование на другую сторону рамки bc , то ЭДС будет вдвое больше, т.е. $e_{abcd} = \omega B s \cdot \cos \omega t$.

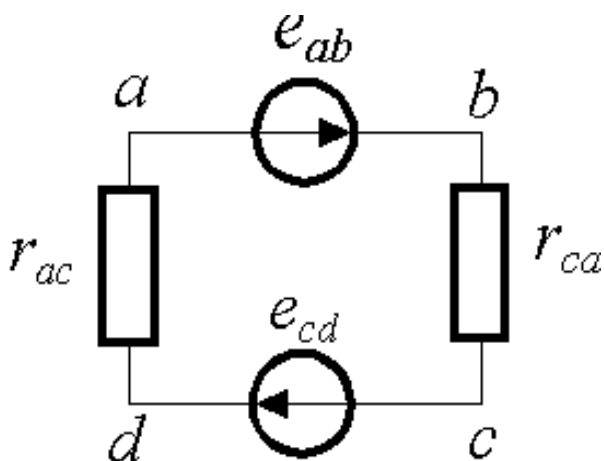


Рис. 3

Таким образом, вращающуюся в магнитном поле рамку можно представить в виде электрической цепи с двумя источниками ЭДС, наводимыми в сторонах ab и cd рамки. Эти стороны называются **активными сторонами** и играют большую роль в процессах преобразования энергии в электрических машинах. Две другие стороны рамки создают электрическую связь для протекания тока в контуре рамки.

Аналогичный результат можно получить из выражения (2.1), если учесть, что величина

магнитного потока, сцепляющегося с рамкой, это скалярное произведение магнитной индукции на площадь рамки, т.е.

$$\Phi = B s \cos(90^\circ - \beta) = B s \cos(90^\circ - \omega t) = B s \sin \omega t.$$

В этом выражении косинус угла между вектором индукции и нормалью к плоскости рамки представлен через угол β между вектором индукции и плоскостью рамки. Отсюда ЭДС индуктируемая в рамке при вращении

$$e_{abcd} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\omega B s \cos \omega t = \omega B s \sin \omega t \quad (2.6)$$

Таким образом, мы получили тождественные выражения для результирующей ЭДС, пользуясь различными представлениями закона электромагнитной индукции. Эти результаты можно обобщить, пользуясь понятием [потокосцепления](#), для рамки с числом витков w .

$$e_{abcd} = -w \frac{d\Phi}{dt} = w \omega B s \sin \omega t \quad (2.7)$$