3.5. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца

При протекании электрического тока по цепи происходит преобразование электрической энергии в другие виды энергии. Мерой изменения энергии является работа, совершаемая током, т.е. сторонними и кулоновскими силами.

Согласно (3.8), элементарная работа сторонних и кулоновских сил при перемещении малого заряда dq по участку цепи, к которому приложено напряжение U, определяется соотношением:

$$\delta A = U\,dq\,. \tag{3.28}$$

Выразим заряд dq через силу тока I, протекающего по данному участку цепи:

$$dq = I\,dt\,, \tag{3.29}$$

где dt – малый промежуток времени, в течение которого происходит перемещение заряда dq. Тогда

$$\delta A = U\,I\,dt\,. \tag{3.30}$$

Разделив (3.30) на dt, получим **мощность, развиваемую электрическим током на участке цепи**:

$$P = U\,I\ . \tag{3.31}$$

С помощью соотношения (3.11) закона Ома мощность тока на участке цепи можно также выразить через напряжение и сопротивление или через силу тока и сопротивление:

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 R\,. \tag{3.32}$$

Рассуждая аналогично, можно получить соотношения для определения **мощности, выделяемой в полной цепи**:

$$P_0 = \varepsilon\,I = \frac{\varepsilon^2}{R+r} = I^2 (R+r)\,. \tag{3.33}$$

Работа, совершаемая током на участке цепи за конечный промежуток времени t равна интегральной сумме элементарных работ (3.30):

$$A = \int_0^t U\,I\,dt\,. \tag{3.34}$$

Согласно **закону Джоуля-Ленца** эта работа затрачивается на нагревание проводника. При протекании электрического тока в проводнике за малый промежуток времени dt в нем выделяется количество теплоты:

$$\delta Q = U\, I\, dt\,. \tag{3.35}$$

За конечный промежуток времени t в проводнике выделяется количество теплоты:

$$Q = \int_0^t U\, I\, dt = \int_0^t \frac{U^2}{R}\, dt = \int_0^t I^2\, R\, dt\,. \tag{3.36}$$

Если ток постоянный ($I = const$, $U = const$) и сопротивление проводника с течением времени не меняется ($R = const$), то

$$Q = U\, I\, t = \frac{U^2}{R} t \tag{3.37}$$

или

$$Q = I^2 R t\,. \tag{3.38}$$

Соотношение (3.38) выражает закон Джоуля-Ленца для постоянного тока.

Закон Джоуля-Ленца

Количество теплоты, выделяемое в проводнике при протекании в нем постоянного тока, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени протекания тока.