

НАГРЕВ И ОХЛАЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Источники тепла в электрических аппаратах.

Источниками тепла в ЭА являются **электрические** и **добавочные** потери в токоведущих частях и потери в стали магнитопровода.

Электрические потери возникают в результате протекания тока по активному сопротивлению (в катушках, на переходном сопротивлении контактов, в токоподводящих шинах и др.). Энергия потерь определяются как

$$W = i^2 R dt$$

На переменном токе в массивных токоведущих элементах возникают **добавочные** потери вследствие увеличения сопротивления проводника от **поверхностного эффекта** и **эффекта близости**. Увеличение сопротивления учитывается коэффициентом добавочных потерь

$$K_d = \frac{R_{пер}}{R_{пост}}$$

равный отношению активного сопротивления проводника переменному току $R_{пер}$ к сопротивлению проводника постоянному току $R_{пост}$. Тогда выражение (8) с учетом добавочных потерь можно записать так

$$W = K_d i^2 R_{пост} dt$$

Поверхностный эффект - явление вытеснения тока в проводнике под действием собственного магнитного поля.

Эффект близости - явление вытеснения тока в проводнике под действием магнитного поля соседних проводников с током.

В результате этих эффектов плотность тока в поверхностном слое проводника будет больше чем в среднем сечении.

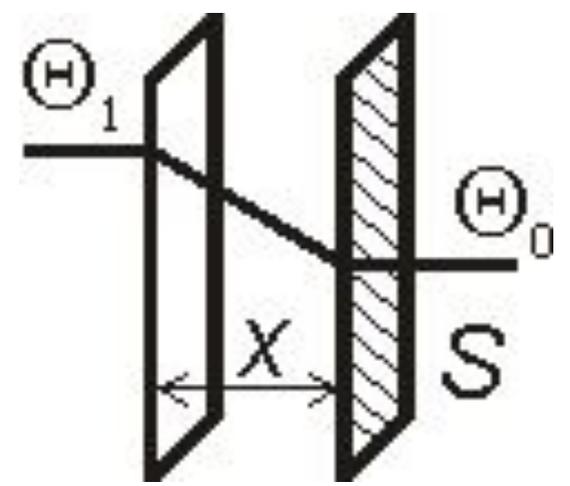
Способы передачи
тепла.

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

ил
и

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$



$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

на их место поступают более холодные частички. Интенсивность охлаждения зависит от скорости движения частиц охлаждающей среды. Если движение частиц охлаждающей среды создается только за счет нагрева их у поверхности горячего тела, то такая конвекция называется естественной конвекцией. Если движение частиц создается принудительно, например, при помощи вентиляторов, насосов, то такая конвекция называется искусственной. Количество тепла, отдаваемого поверхностью нагретого тела в единицу времени за счет конвекции, определяют по формуле

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

Лучеиспускание. Это процесс отдачи тепла, при котором тепловая энергия, превращаясь в лучистую, передается от нагретого тела в окружающую среду. Источником лучистой энергии является любое тело, у которого температура отлична от абсолютного нуля. Поглощение лучистой энергии телом зависит от длины волны и состояния его поверхности. Тело, поверхность которого поглощает все падающие на нее лучи, называется абсолютно черным телом. При нагревании оно обладает максимальной способностью излучения энергии. Излучательная способность других тел сравнивается с абсолютно черным телом как с эталоном. Количество тепла, отдаваемого при излучении с поверхности нагретого тела в 1с, может быть определено по формуле

$$Q = K_{\text{тол}} \left[\left(\frac{\theta_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{\theta_0}{100} \right)^4 \right] S$$

где $K_{\text{тол}}$ - коэффициент теплоотдачи лучеиспусканием, Вт/°С⁴м².

Отдача тепла нагретым телом обычно происходит одновременно путем теплопроводности, конвекции и лучеиспускания. При этом трудно определить, какая часть тепла передается в окружающую среду тем или иным способом. В практических расчетах количество тепла, отводимого с поверхности нагретого тела всеми видами теплоотдачи можно определить по формуле Ньютона

$$Q = K_{\text{то}} (\theta_1 - \theta_0) S$$

где $K_{\text{то}}$ - эквивалентный коэффициент теплоотдачи, учитывающий отдачу тепла всеми способами.

Эквивалентный коэффициент теплоотдачи при небольших температурах изменяется незначительно. Поэтому при приближенных расчетах коэффициент теплоотдачи можно принимать постоянным.

Допустимые температуры нагрева электрических аппаратов.

Предельной допустимой температурой нагрева проводов и аппаратов называется такая температура, при которой гарантируется надежная длительная их работа. Предельной температурой изоляции и проводов с изоляцией называется такая наибольшая температура, воздействию которой изоляция может подвергаться длительное время без понижения ее электрических и механических свойств. Для длительного установившегося теплового процесса нормы допустимого нагрева изоляции и проводов с изоляцией предусмотрены ГОСТами. Согласно ГОСТ все виды изоляционных материалов разделены на семь классов нагревостойкости, каждому из которых соответствует допустимая температура нагрева.

Классы нагревостойкости	Y	A	E	B	F	H	C
Допустимая температура нагрева, °C	90	110	120	140	160	180	>180

Температура окружающей среды по ГОСТ равна 40 °C.

Установившийся процесс нагрева.

Процесс нагрева считается установившимся, если с течением времени температура аппарата и его частей не изменяется, при этом все выделяющееся тепло отдается в окружающее пространство. Особенность медленного нагрева состоит в том, что температура аппарата достигает установившегося значения (установившегося превышения) температуры, и в таком состоянии прибор работает длительное время, это продолжительный режим работы.

Во всех возможных режимах работы температура частей аппарата не должна превосходить таких значений, при которых возможна его работа в длительном режиме. Согласно уравнению теплоотдачи (формула Ньютона)

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

Поскольку $W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$

и

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

Угд
а

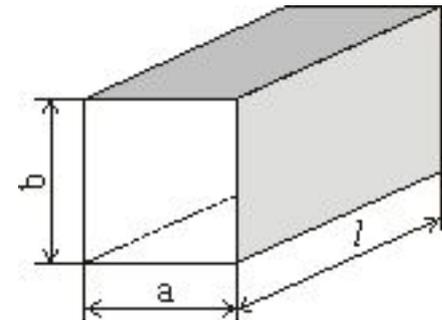
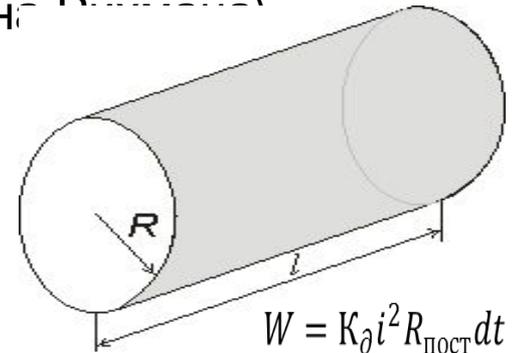
$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

Откуда диаметр
провода

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

А с учетом коэффициента добавочных
потерь

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$



$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{пост}} dt$$

$$W = K_{\partial} i^2 R_{\text{ПОСТ}} dt$$