

Нагревание и охлаждение электрических аппаратов в переходных режимах.

Переходной процесс при включении (нагреве) аппарата.

После включения аппарата температура его элементов не сразу достигает установившихся значений. Согласно формуле Ньютона

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Откуда
а

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Общее решение
уравнения

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Откуда
а

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

и

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Таким образом частное решение
неоднородного

дифференциального уравнения (кривая 1)

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

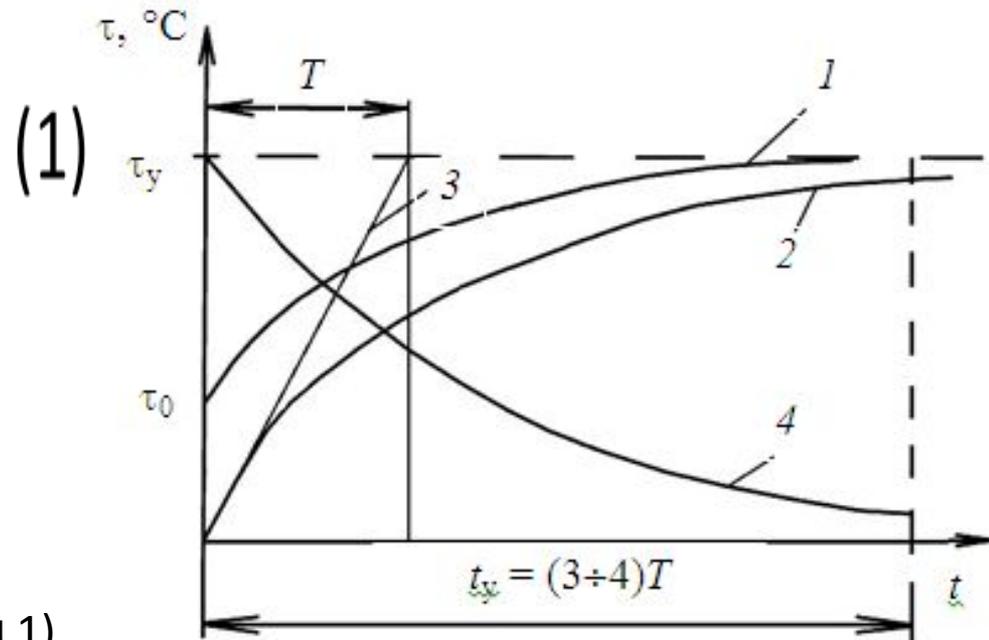
$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Откуда
а

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$



$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

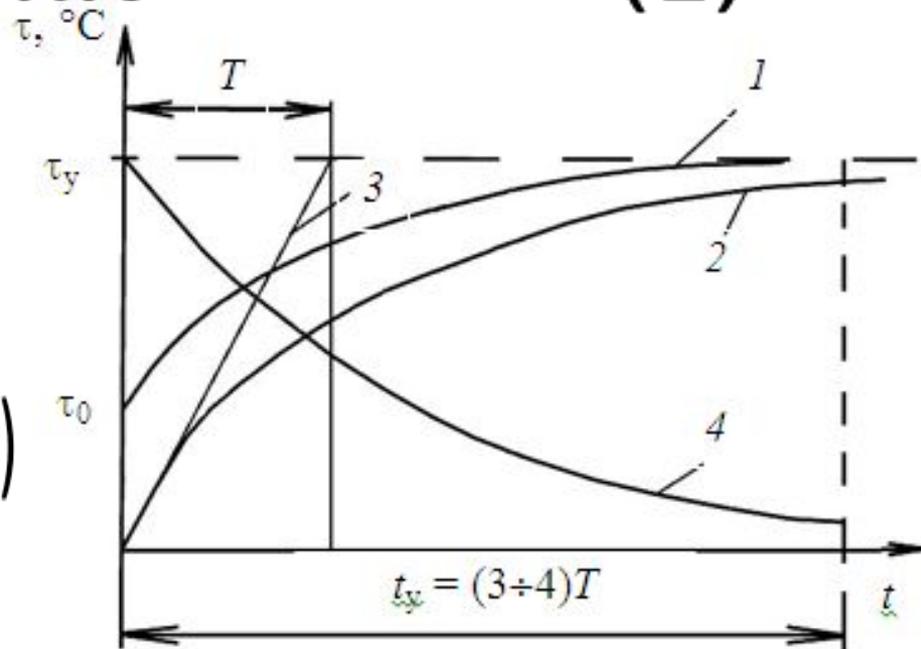
$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$



$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$\tau = \tau_y (1 - e^{-1}) = 0,632 \tau_y$$

Это соотношение используют для определения величины постоянной времени опытным путем. Постоянная времени нагрева определяется величиной отрезка на прямой установившегося превышения температуры, отсекаемого касательной, проведенной из начала координат к кривой нагрева.

Переходной процесс при выключении (охлаждении) аппарата.

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

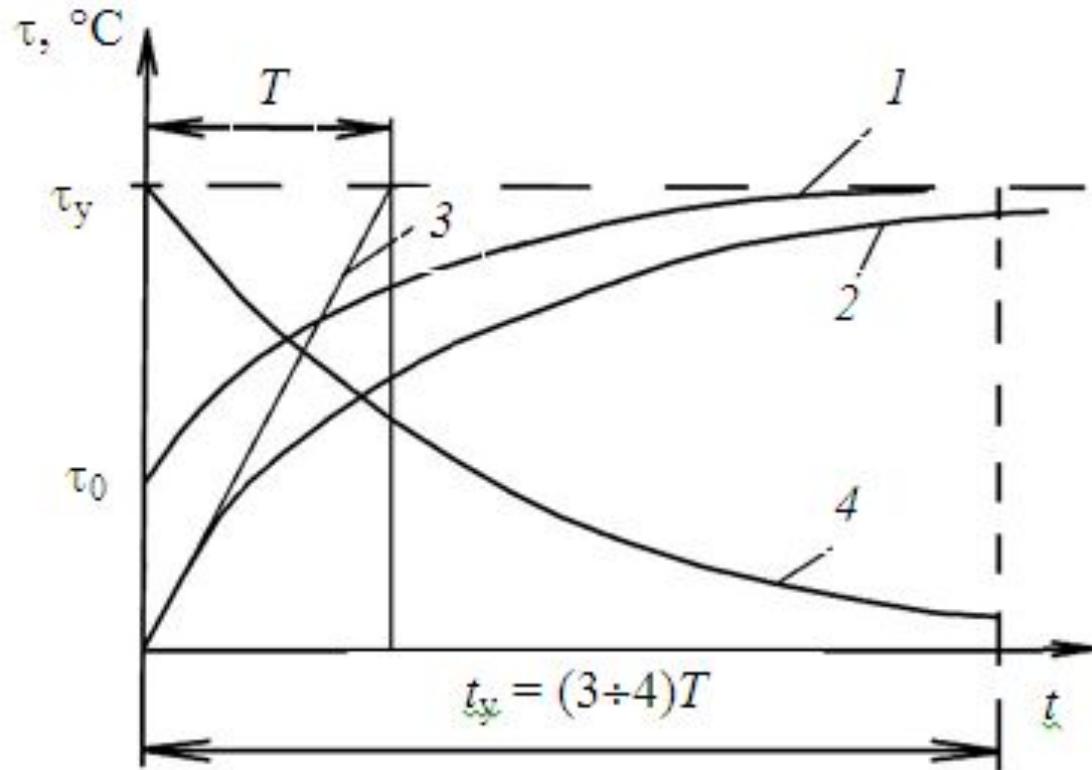
$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$



Кривая охлаждения (кривая 4) представляет собой зеркальное отражение кривой нагрева 1 (или 2).

Нагрев и охлаждение аппаратов при кратковременном режиме работы.

Кратковременным режим работы аппарата называется такой режим, когда при включении температура его не достигает установившейся, а после отключения - падает до температуры окружающей среды.

При кратковременном режиме мы **можем нагружать** аппарат так, чтобы изменение превышения температуры соответствовало кривой 1. Длительность $t_{кр}$ прохождения тока $I_{кр}$ выбирается так, чтобы температура токоведущих частей не превышала допустимого значения; $\tau_{кр}$ – установившееся превышение температуры в случае, когда ток $I_{кр}$ проходит бесконечно долго. Тогда по истечении времени $t_{кр}$ превышение температуры будет равно допустимому $\tau_{доп}$. Из уравнения для включения аппарата

$$Pdt = K_T S \tau dt + cm d\theta \quad (1)$$

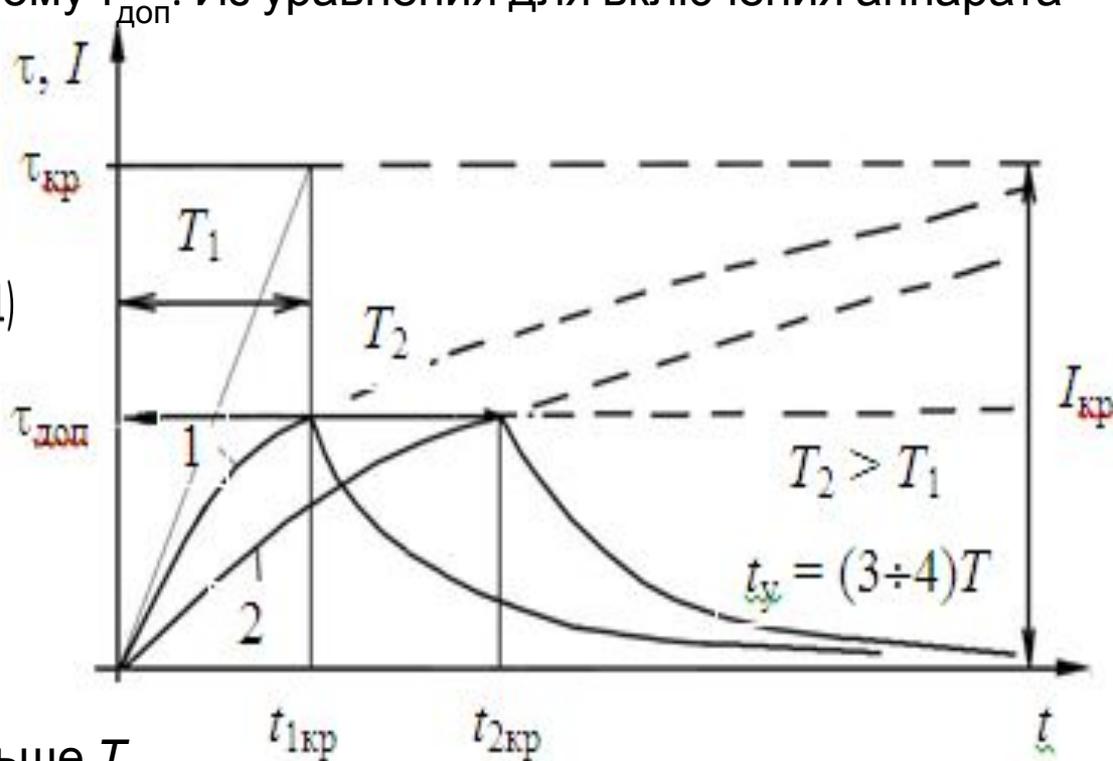
Для кратковременного режима

$$Pdt = K_T S \tau dt + cm d\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cm d\theta \quad (1)$$

получи
м

$$Pdt = K_T S \tau dt + cm d\theta \quad (1)$$



Из уравнения следует, что чем больше T , тем дольше может протекать ток через аппарат: $T_2 > T_1, t_{2кр} > t_{1кр}$.

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1) \quad P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Откуда

а

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Для характеристики кратковременного режима вводится понятие коэффициента перегрузки по току, который показывает во сколько раз может возрасти допустимая нагрузка по току при кратковременном режиме по сравнению с длительным режимом

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Коэффициент перегрузки по мощности

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P_{dt} = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Переключающийся и повторно-кратковременный режим работы аппарата.

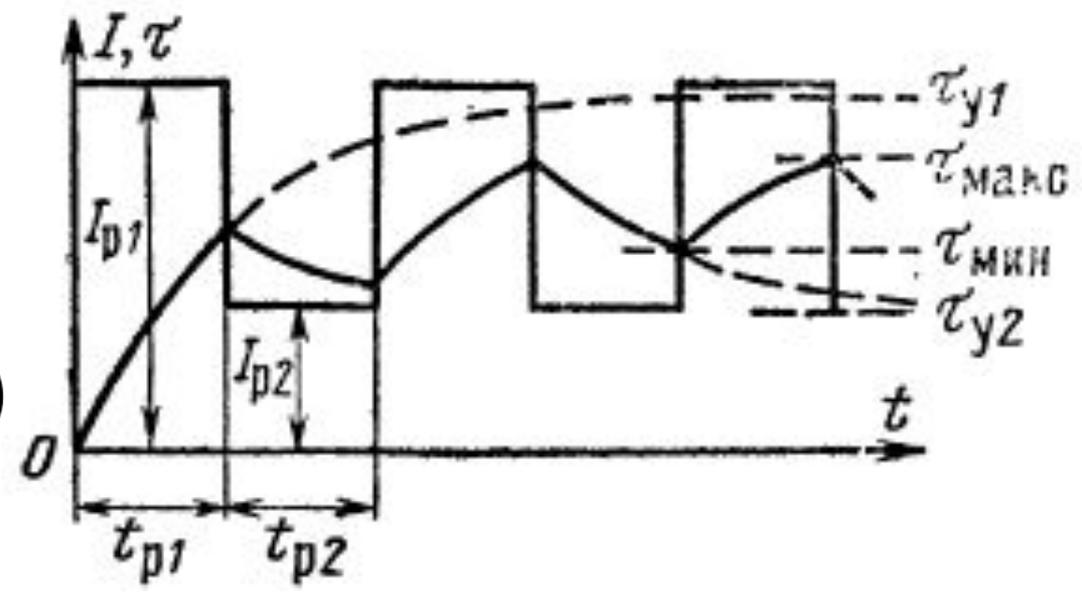
$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta$$

(1)

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta$$

(1)



Подставив из второе уравнение в первое получим

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

На
основании

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1) \quad Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1) \quad Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

получи
м

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Повторно-кратковременный режим работы характеризуется продолжительностью включения ПВ или $P_{\text{В}}\%$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

А коэффициент перегрузки по току

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Нагрев аппарата при коротком замыкании.

При коротком замыкании почти не происходит отдачи тепла в окружающую среду из-за процесса. Почти вся энергия идет на нагрев. В этом случае энергетический баланс на основании (1) представляется уравнением

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1) \quad Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

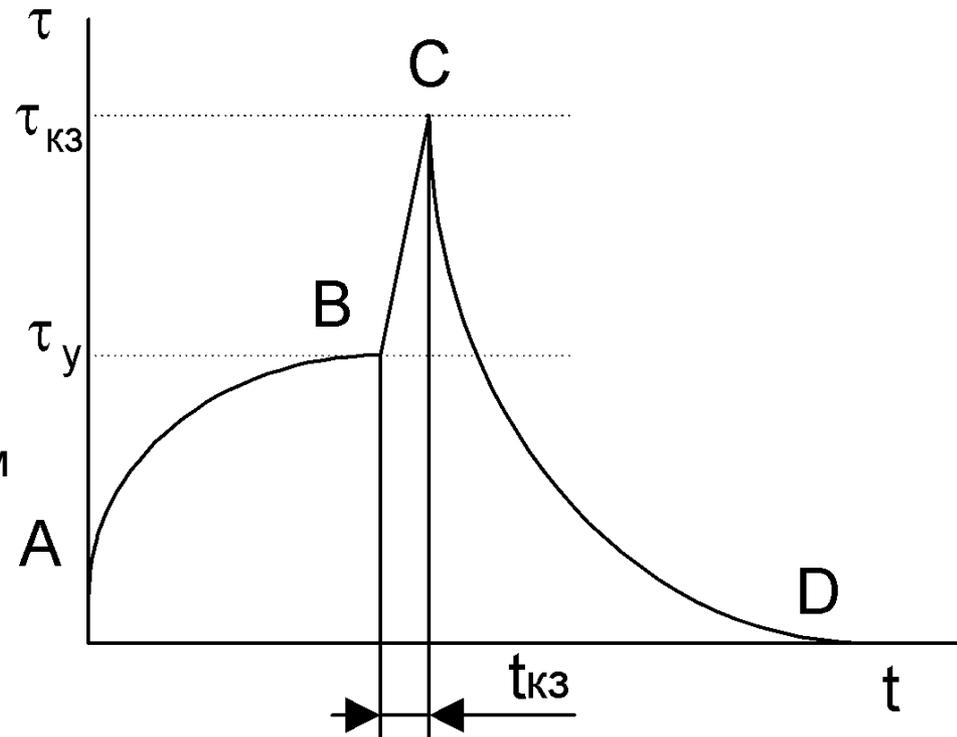
$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$

Из рисунка видно, что нагрев при коротком замыкании осуществляется по прямой линии.

$$Pdt = K_T S \tau dt + cmd\theta \quad (1)$$



Допустимая температура. Термическая стойкость аппаратов.

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Откуда
а

$$P dt = K_T S \tau dt + c m d\theta \quad (1)$$

Уравнение не учитывает теплоотдачу в окружающую среду, поэтому может быть использовано при времени не более 10 с.