

**ВРЕМЯТОКОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА** – зависимость времени срабатывания аппарата защиты (времени перегорания вставки предохранителя) от значения тока, протекающего через его измерительный элемент (аналоговый токовый вход, плавкую вставку предохранителя, нагревательный элемент электротеплового реле, максимальный расцепитель токовый и т.п.).

Иногда можно встретить другое название времятоковой характеристики – **ампер-секундная**.

Времятоковая характеристика электротепловых аппаратов защиты и предохранителей имеет вид гиперболы (рис.1) поэтому, чем больше значение протекающего через аппарат тока, тем меньше время срабатывания аппарата. Однако оно не может быть меньше собственного времени срабатывания аппарата  $t_{\text{соб}}$ .

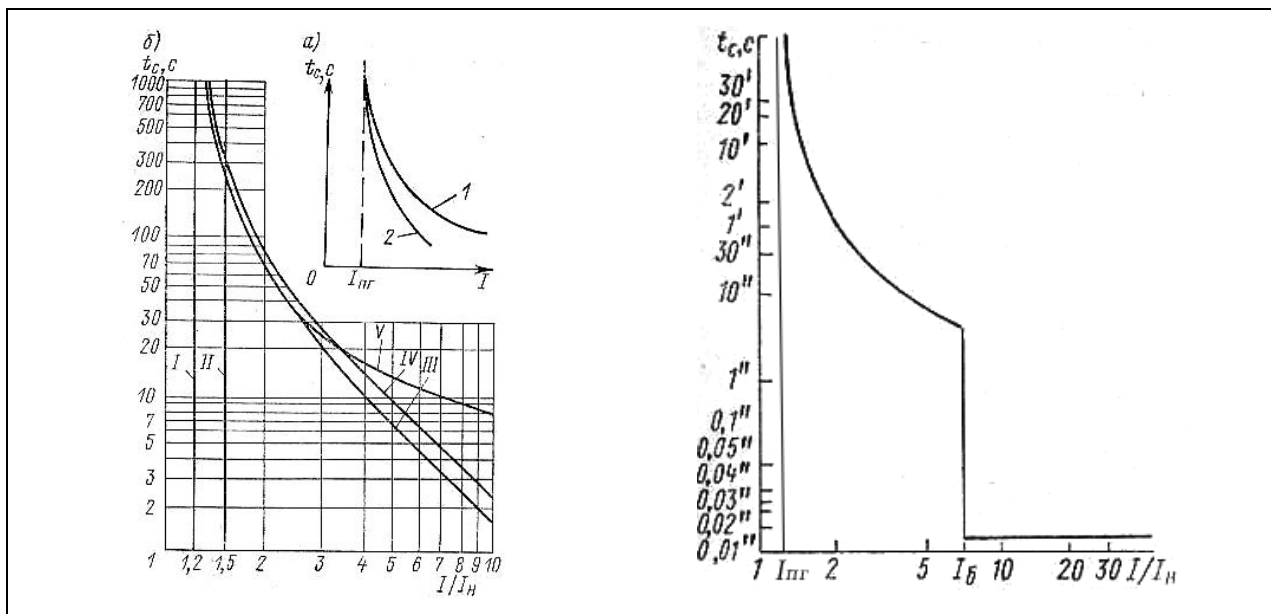


Рис. 1 Времятоковые характеристики обычных (1) и быстродействующих (2) предохранителей (а), электротепловых реле (б) и автоматических выключателей (в)  
 $I$  – пограничный ток при температуре 40°C,  $II$  – то же при температуре 20°C,  
 $III$  – номинальный ток до 10 А,  $IV$  – номинальный при токе от 10 до 140 А,  
 $V$  – номинальный ток свыше 140 А.

Для времятоковых характеристик предохранителей, электротепловых реле и автоматических выключателей с традиционными расцепителями применяется понятие *пограничного тока*  $I_{\text{пг}}$  ( $I$ ,  $II$  на рис. 1, б). Влево от этой линии расположена *зона несрабатывания* аппарата, а вправо – *зона срабатывания*.

На времятоковой характеристике автоматических выключателей (рис. 1, в) различают ещё две зоны:

- *зону перегрузки*, где  $t_{\text{сраб}} = f(I)$ , в которой отключение автоматического выключателя обеспечивает электротепловой или подобный ему расцепитель;
- *зону отсечки*, где для автоматических выключателей с замедлителем контактного аппарата (ранее называвшихся с е л е к т и в н ы м и) время срабатывания не зависит от значения тока, а для автоматов без замедлителя оно к тому же практически равно собственному времени срабатывания  $t_{\text{соб}}$ .

Обычно значение тока отсечки  $I_{\text{отс}} = 10 I_{\text{ном}}$ , но есть автоматические выключатели как с меньшими, так и с большими значениями тока отсечки.

В цифровых устройствах релейной защиты и автоматических выключателях с цифровыми блоками управления расцепителями может быть предусмотрено несколько ступеней *максимальной токовой защиты* (см. также *токовая отсечка*), причём для одной или нескольких из них могут быть выбраны разные времятоковые характеристики.

Наиболее часто в цифровых устройствах воспроизводят времятоковые характеристики выпускавшихся ранее электромеханических реле (РТВ-1, РТ-80, РТВ-IV), либо времятоковые характеристики, установленные рекомендациями МЭК. Ступени максимальной токовой защиты с такими характеристиками принято называть *зависимыми*.

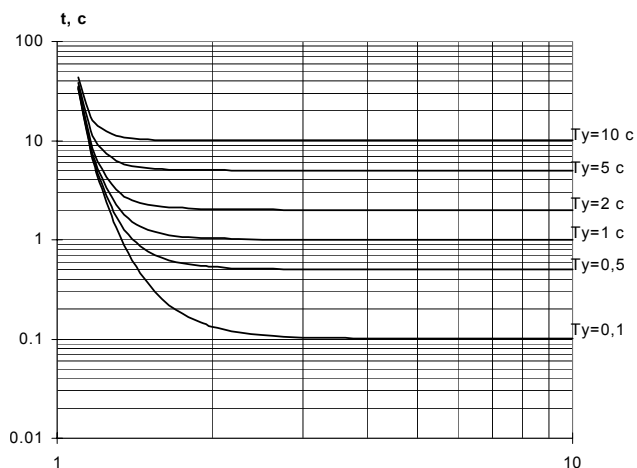
## Времятоковая характеристика

Аналог времятоковой характеристики реле типа РТВ-1 описывается формулой (1) и приведен на рис.2,а. Вид времятоковой характеристики реле типов РТ-80 и РТВ-IV воспроизведен на рис. 2,б (2).

$$t = \frac{1}{30 \left( \frac{I}{I_{уст}} - 1 \right)^3} + T_3, \quad (1)$$

$$t = \frac{1}{20 \left[ \frac{1}{6} \left( \frac{I}{I_{уст}} - 1 \right) \right]^{1,8}} + T_3, \quad (2)$$

а)



б)

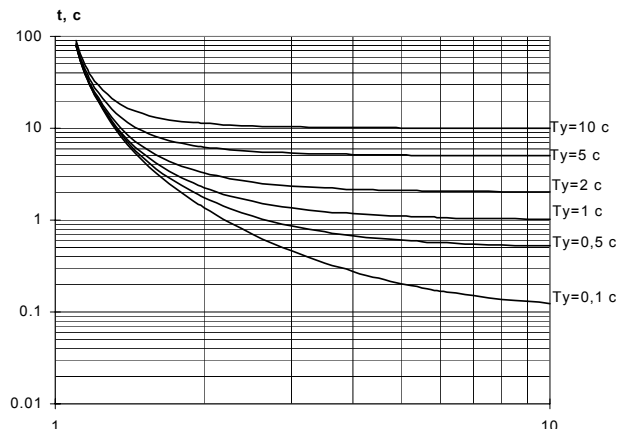


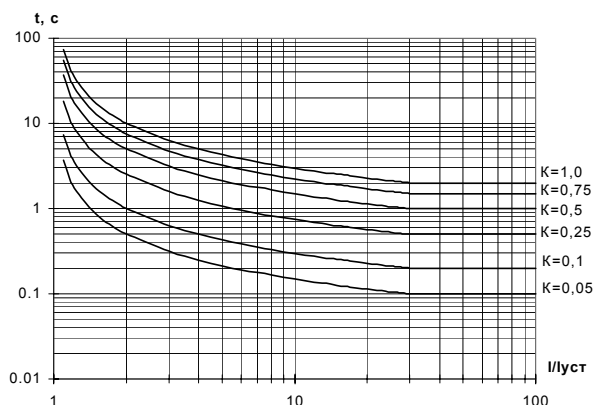
Рис.2 Крутая (а) и пологая (б) времятоковые характеристики

Инверсная времятоковая характеристика по МЭК-225-4 описывается формулой (3) и имеет вид, показанный на рис. 3, а. Длительно инверсная характеристика по МЭК-225-4, соответствующая формуле (4), приведена на рис. 3, б.

$$t = \frac{0,14 \cdot K}{\left( \frac{I}{I_{уст}} \right)^{0,02} - 1}, \quad (1)$$

$$t = \frac{120 \cdot K}{\left( \frac{I}{I_{уст}} \right) - 1}, \quad (4)$$

а)



б)

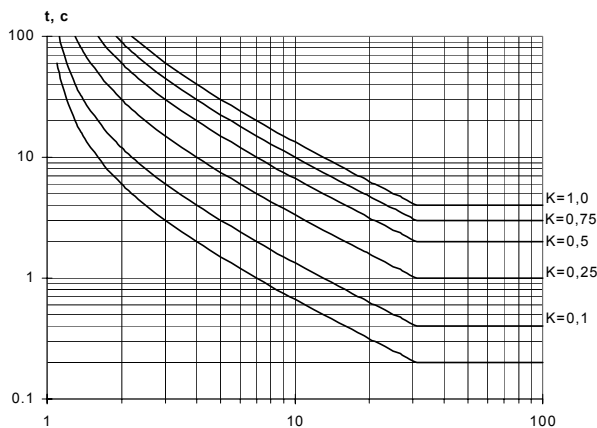


Рис.3 Инверсная (а) и длительно инверсная (б) характеристики

В формулах (1) - (4) использованы следующие обозначения:

$K$  - коэффициент времени;  
 $I$  - входной ток;  
 $I_{уст}$  - уставка по току срабатывания;

$I_{3>}$  - ток пуска, А;  
 $T_3$  - уставка по времени срабатывания;  
 $T_x$  - время срабатывания в секундах при кратности  $I/I_{3>}$ , равной 10

Значение пограничного тока для времятоковых характеристик (рис. 2, 3) задаётся так, что пуск ступени с происходит при токах, больших некоторого значения, например  $1,1 I_{уст}$ , а выдержка времени на начальном участке этих характеристик не превышает некоторого конечного значения (обычно 100 - 300 с).

Выпускаются цифровые устройства релейной защиты, в которых для одной из ступеней максимальной токовой защиты можно задать обратзависимую времятоковую характеристику (рис. 4), описываемую формулой (5).

$$t = \frac{13,5}{\frac{I}{I_{3>}} - 1} \cdot \frac{T_x}{1,5}, \quad (5)$$

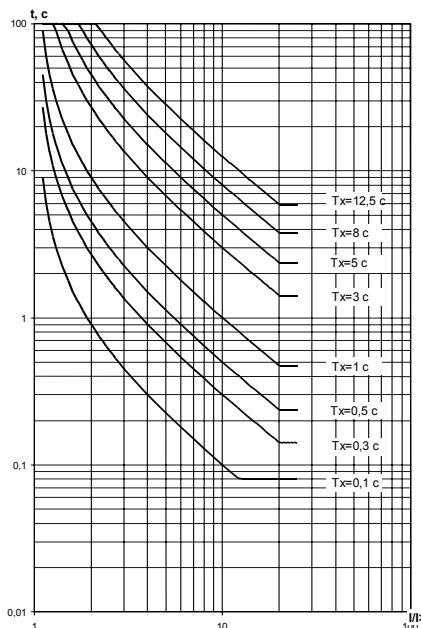


Рис. 4 Обратзависимая времятоковая характеристика

Параметры ступени с обратзависимой характеристикой (рис. 4) определяются двумя уставками:

$I_{3>}$  - ток пуска;

$T_x$  - время срабатывания при токе, равном  $10 \cdot I_{3>}$ .

Пограничный ток для такой характеристики задаётся значением  $1,1 I_{3>}$ .

Отметим, что возможность выбора нескольких времятоковых характеристик обеспечивает согласование действия цифровых устройств защиты с действием защит других типов на соседних участках во всем диапазоне токов.

Обратзависимая времятоковая характеристика применяется также в алгоритмах *дальнего резервирования*.