

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

# ПРИЕМНИКИ И ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

---

*Электроприемником* называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

*Потребителем* электрической энергии называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

# НОМИНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭП

---

Различают восемь номинальных режимов работы ЭП, которые определяют временные графики нагрузок:

- продолжительный (длительный);
- кратковременный;
- Периодический повторно-кратковременный;
- Периодический повторно-кратковременный с влиянием пусковых процессов;



- 
- Периодический повторно-кратковременный с влиянием пусковых процессов и электрического торможения;
  - Перемежающийся;
  - Периодический перемеживающийся с влиянием пусковых процессов и электрическим торможением;
  - Периодический перемеживающийся с периодически изменяющейся частотой вращения.

# ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ $S_1$

Режим, когда работа ЭП при неизменной нагрузке продолжается столь длительное время, что превышение температуры нагрева всех его частей температурой окружающей среды достигает практически установившегося значения. При этом все параметры рабочего режима, указанные в паспорте на ЭП, соответствуют режиму работы  $S_1$ .

**Практически установившейся**  $\Theta_{уст}$  считается температура, изменение которой в течение 1 часа не превышает  $1^{\circ}\text{C}$  при практически неизменных нагрузках сети и температуре окружающей среды.

Для продолжительного режима работы П это значение достигается за время  $3\tau$ , где  $\tau$  - постоянная времени нагрева (время, в течение которого температура ЭП и проводника питающей сети достигла бы  $\Theta_{уст}$ , если бы отсутствовала отдача тепла в окружающую среду).



---

Для силовой (двигательной) нагрузки и нагрузки электропечей номинальная мощность ЭП принимается по паспортным данным:

$$P_{\text{ном.эп}} = P_{\text{пасп}}$$

Для трансформаторов и выпрямительных электроустановок рассчитывается

$$P_{\text{ном.эп}} = S_{\text{пасп}} * \cos\varphi_{\text{пасп}}$$

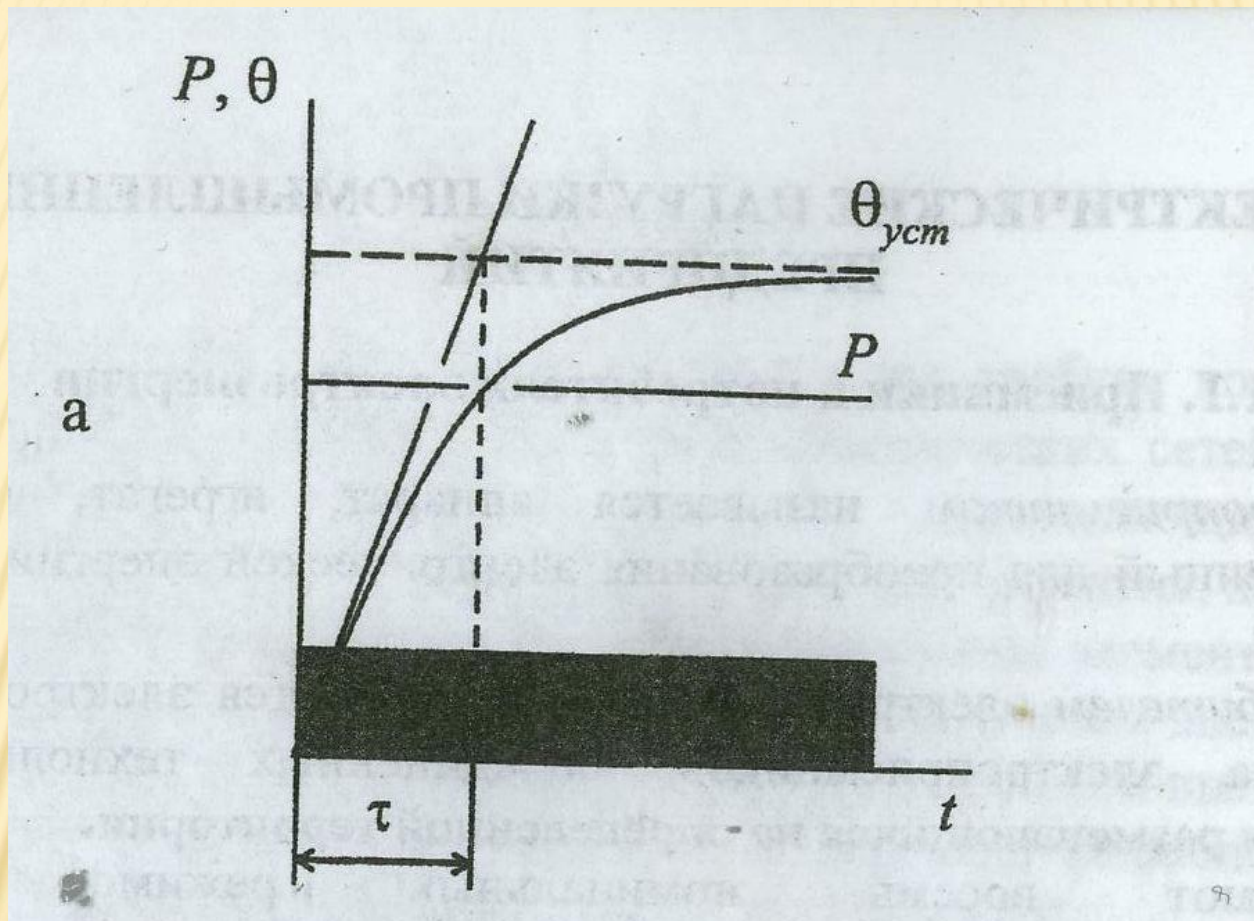


График продолжительного режима работы ЭП



## КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ $S_2$

Режим с небольшими по времени периодами работы и длительными паузами с отключением ЭП от сети называется **кратковременным** режимом.

В этом случае при нагреве температура частей оборудования не достигает установившихся значений, а при отключении происходит охлаждение до температуры, превышающей температуру окружающей среды не более чем на  $2^{\circ}\text{C}$ .

---

Приблизительно потребляемая мощность ЭП в режиме S2 определяется:

$$P_{s2} \leq P_{s1} \sqrt{1/(1-\exp(-t/\tau))},$$

где  $P_{s1}$  – номинальная мощность в режиме  $S_1$



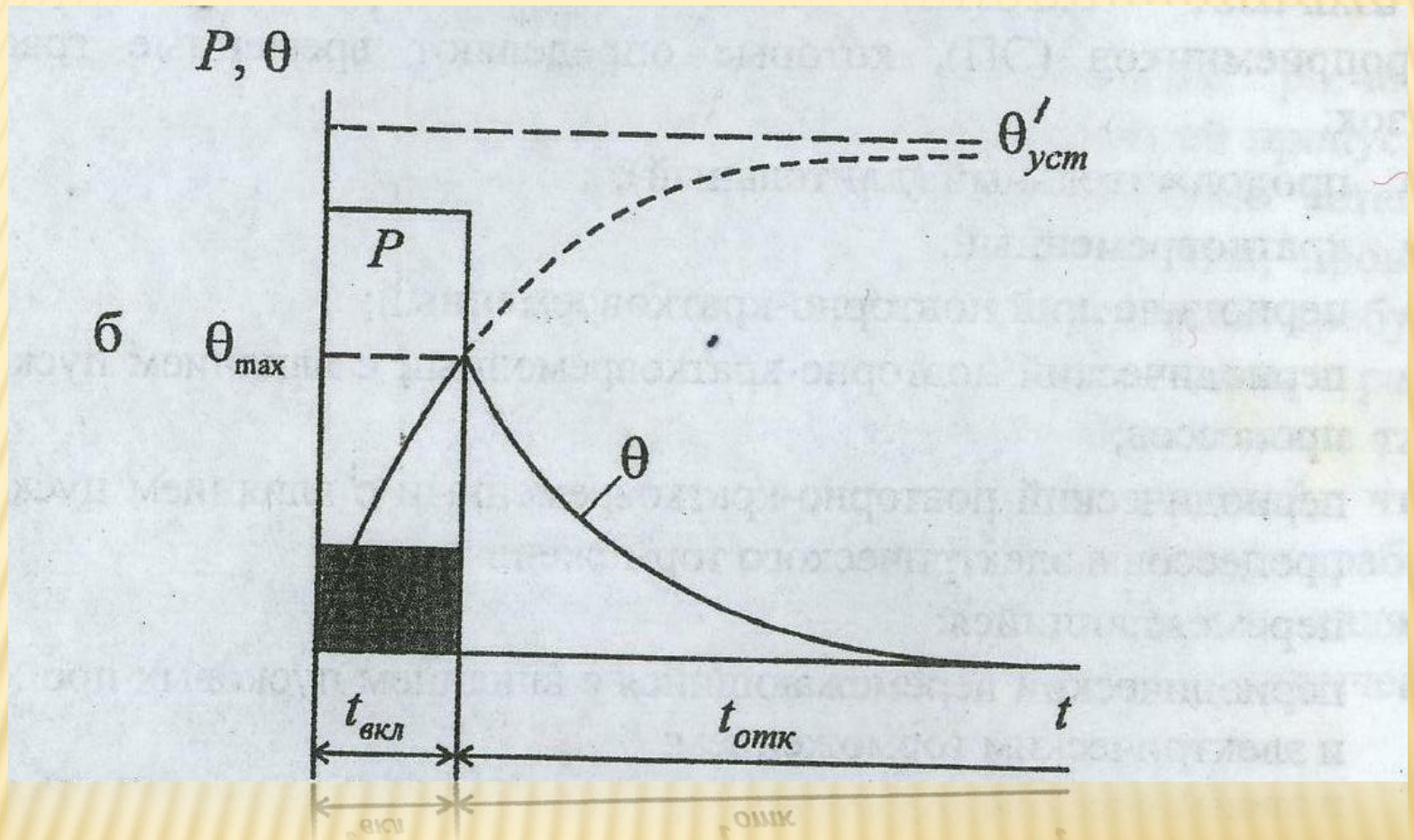


График кратковременного режима работы ЭП

$\theta'_{уст}$  - предполагаемой установившееся значение температуры



# ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ПОВТОРНО- КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ $S_3$ (ПКР)

Это режим, при котором кратковременные периоды работы ЭП чередуются с паузами.

При этом и рабочие периоды, и паузы не настолько длительны, чтобы температура достигала установившихся значений. В результате многократных циклов температура достигает некоторой средней установившейся величины  $\Theta_{уст}$ , при этом потери при пуске почти не оказывают влияния на температуру частей ЭП.

ЭП ПКР характеризуются величиной продолжительности включения (в относительных единицах или процентах):

$$ПВ = t_{\text{вкл}} / (t_{\text{вкл}} + t_{\text{откл}}) = t_{\text{вкл}} / t_{\text{цикла}}$$

где  $t_{\text{вкл}}$  – период работы;

$t_{\text{откл}}$  – период отключения;

$t_{\text{цикла}}$  – время всего цикла.

Продолжительность цикла не более 10 мин.

Если время цикла больше 10 минут, то период считается продолжительным.



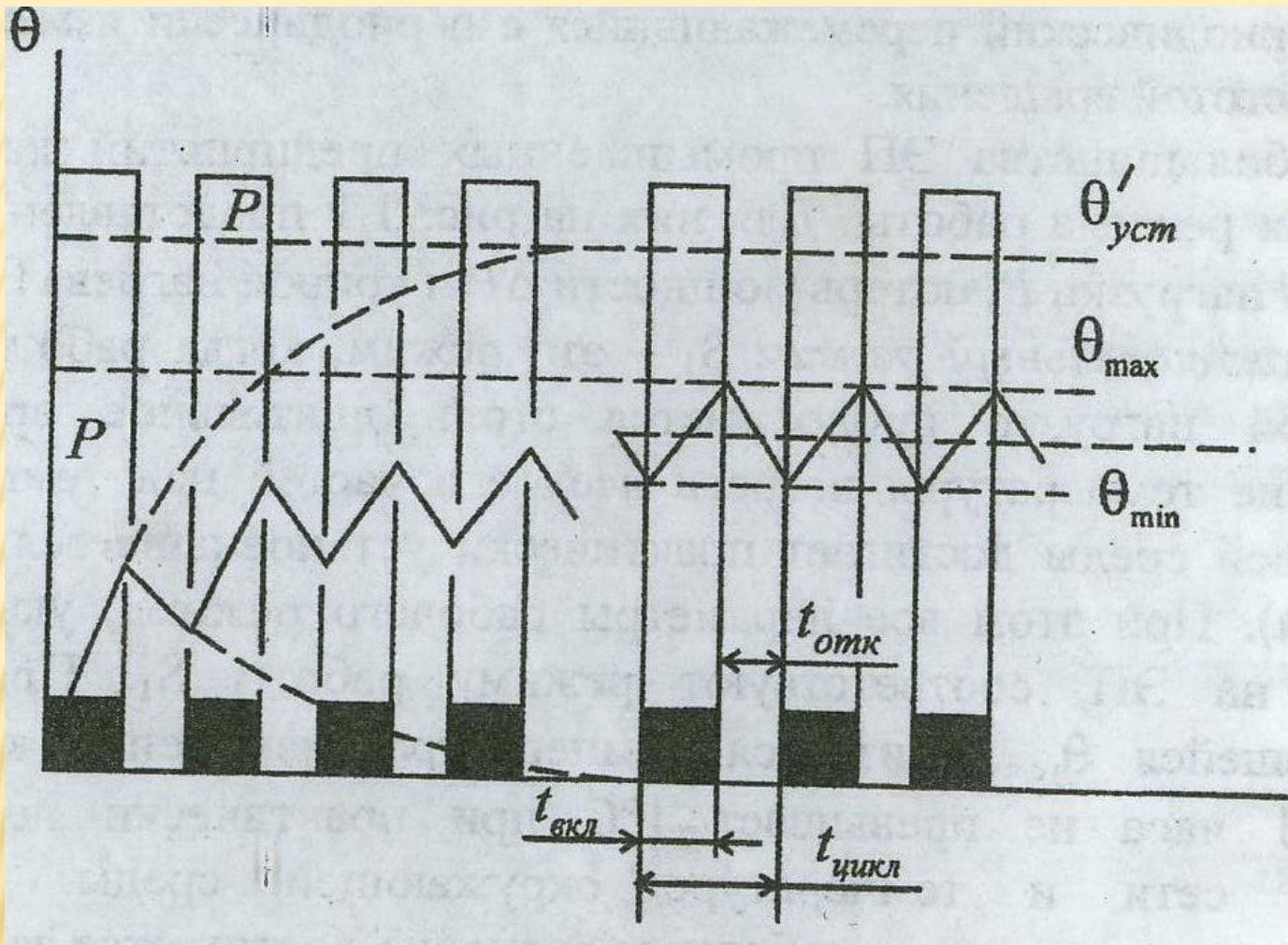


График повторно-кратковременного режима работы ЭП

$\theta'_{уст}$  - предполагаемой установившееся значение температуры



Для ЭП ПКР указанная в паспорте мощность должна быть приведена к номинальной мощности продолжительного режима  $P_{НОМ}$  при ПВ=100%:

$$P_{НОМ} = P_{пасп} \sqrt{ПВ_{пасп}},$$

где  $P_{пасп}$  – паспортная мощность ЭП, кВт;

$ПВ_{пасп}$  – паспортная продолжительность включения, отн.ед.; (стандартный ряд значений ПВ: 15; 25; 40 и 60%)

Для сварочных машин и трансформаторов электрических печей, паспортная мощность которых указывается в кВА, номинальная активная мощность определяется:

$$P_{\text{ном.эп}} = S_{\text{пасп}} * \cos\varphi_{\text{пасп}} \sqrt{ПВ}_{\text{пасп}},$$

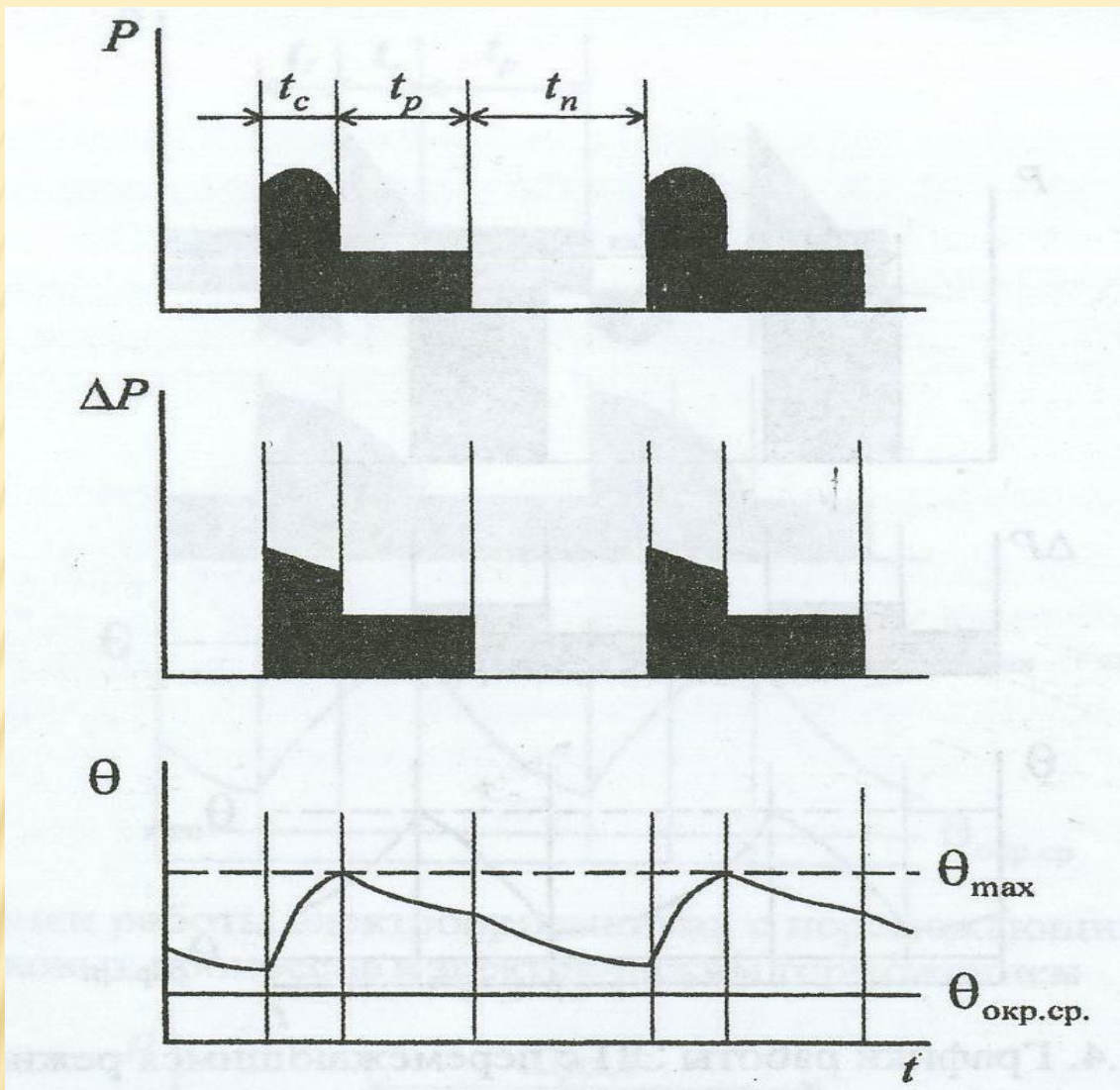
где  $S_{\text{пасп}}$  – паспортная мощность трансформатора;

$\cos\varphi_{\text{пасп}}$  и  $ПВ_{\text{пасп}}$  – паспортные значения коэффициента мощности и продолжительность включения.

# ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ПОВТОРНО- КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ С ВЛИЯНИЕМ ПУСКОВЫХ ПРОЦЕССОВ S4 (ПКР С ВПР)

Это режим с последовательностью идентичных циклов работы, каждый из которых включает время пуска  $t_c$ , время работы при постоянной нагрузке  $t_p$  и время паузы  $t_n$  за которое ЭП не охлаждается до температуры окружающей среды.





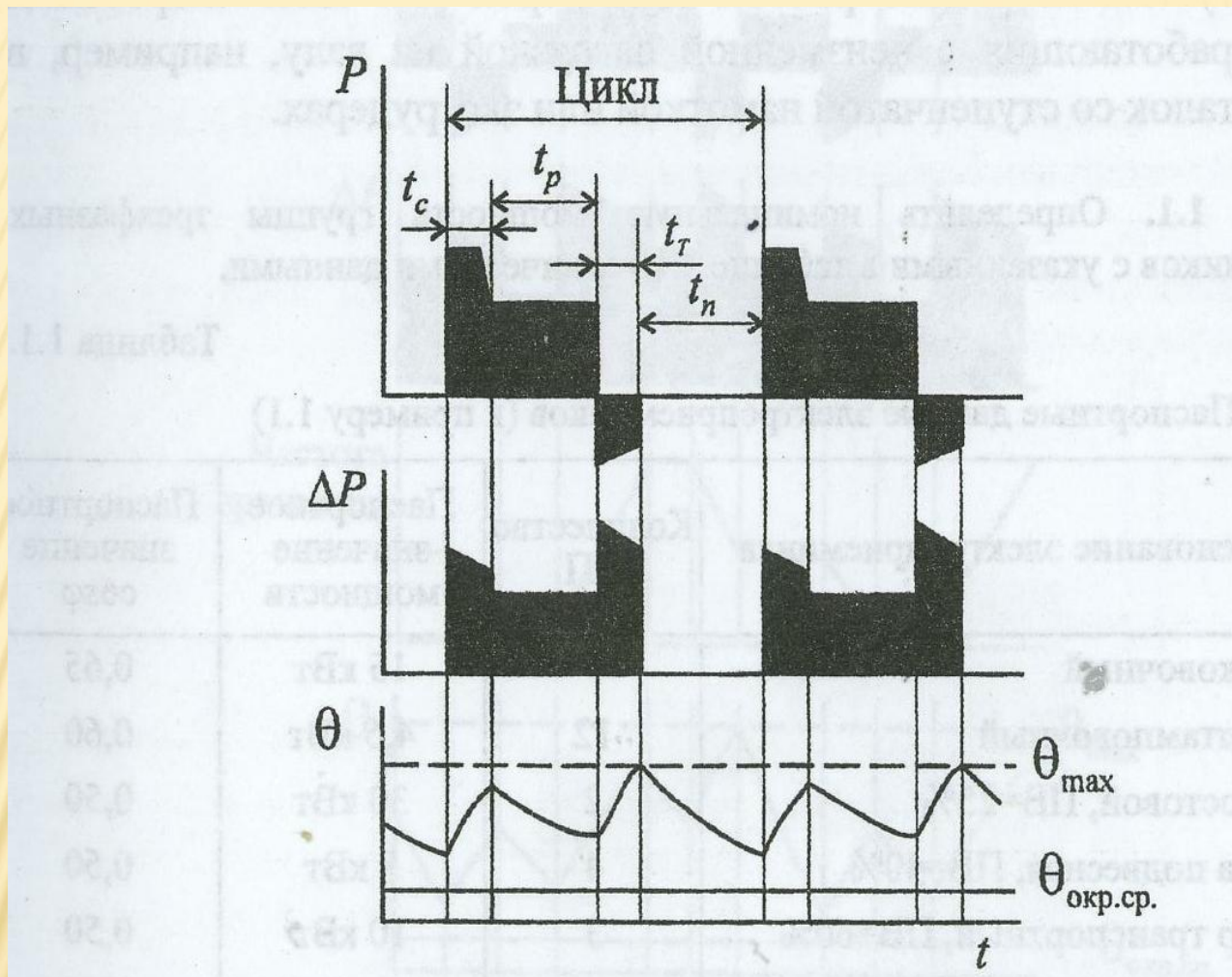
Графики работы ЭП с повторно-кратковременным режимом с влиянием пусковых процессов

# ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ПОВТОРНО- КРАТКОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ С ВЛИЯНИЕМ ПУСКОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ $S_5$ (ПКР С ВПР И ЭТ)

Режим отличается от режима  $S_4$  наличием дополнительного периода быстрого электрического торможения  $t_m$ .

Характерен для приводов лифтов и подъемно-транспортных систем.





Графики работы ЭП с повторно-кратковременным режимом с влиянием пусковых процессов и электрического торможения

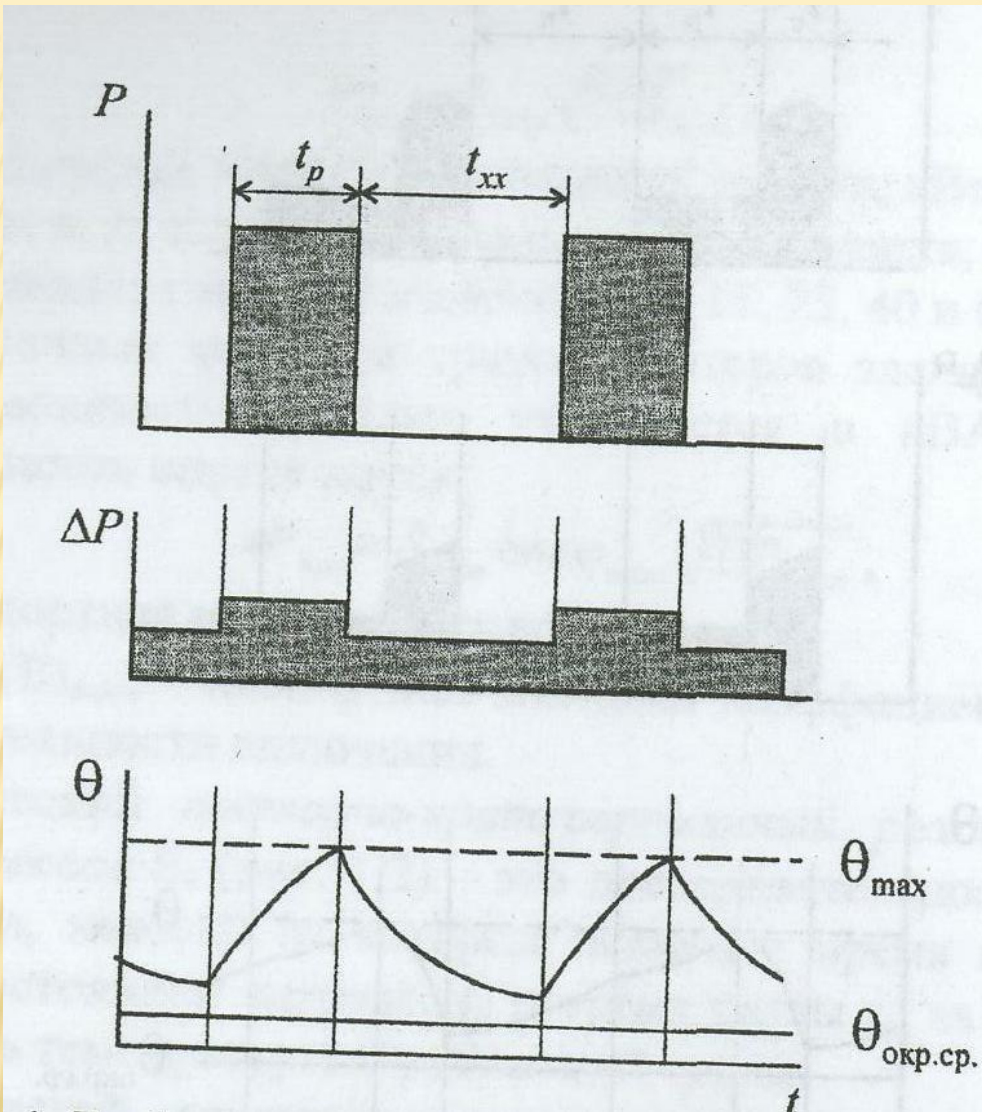


# ПЕРЕМЕЖАЮЩИЙСЯ РЕЖИМ РАБОТЫ $S_6$

Это режим, при котором кратковременные периоды неизменной номинальной нагрузки установки  $t_p$  чередуются с периодами холостого хода  $t_{xx}$ . При этом превышение температуры частей электрооборудования не достигают установившихся значений.

Относительная продолжительность нагрузки:

$$ПН = t_p / (t_p + t_{xx})$$



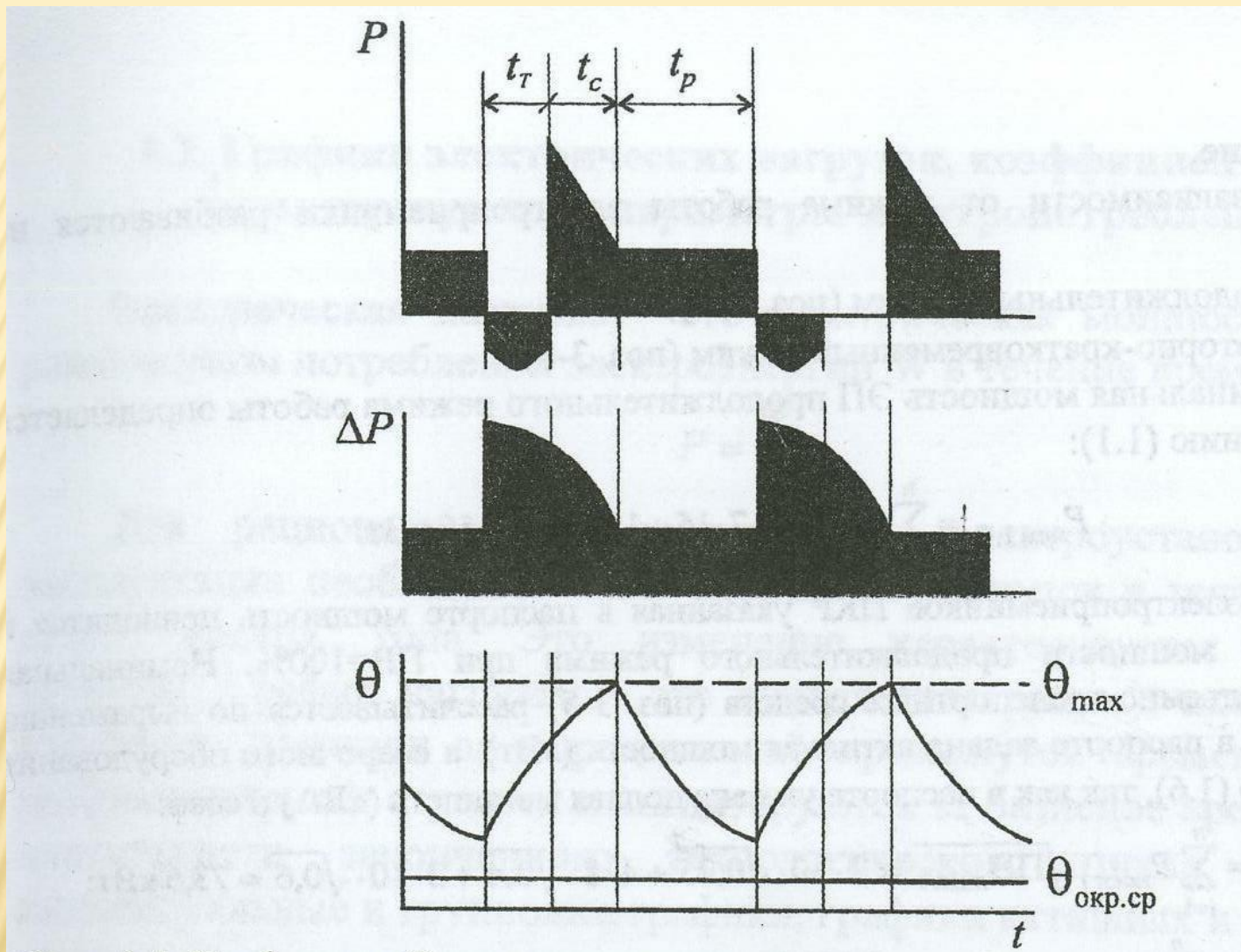
Графики работы ЭП с перемежающимся режимом



# ПЕРЕМЕЖАЮЩИЙСЯ РЕЖИМ РАБОТЫ С ВЛИЯНИЕМ ПУСКОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОРМОЖЕНИЕМ $S_7$

Это режим, который состоит из последовательности идентичных циклов, содержащих время пуска  $t_c$ , время работы с постоянной нагрузкой  $t_p$  и время быстрого торможения  $t_T$ .



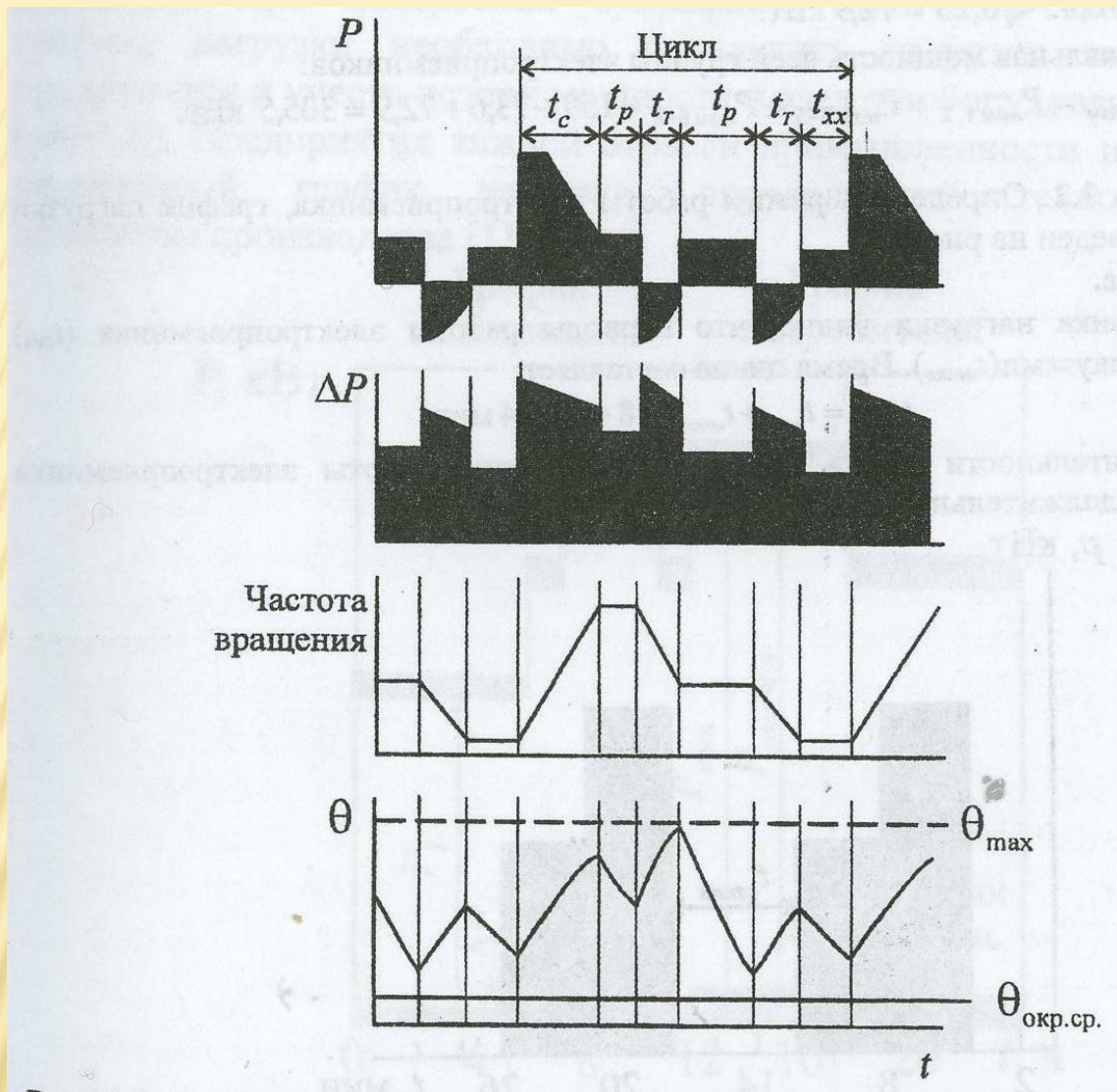


Графики работы ЭП с пережающимся режимом с влиянием пусковых процессов и электрическим торможением

# ПЕРЕМЕЖАЮЩИЙСЯ РЕЖИМ РАБОТЫ С ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ $S_8$

Основное его отличие от  $S_7$  является различная частота вращения при неизменных нагрузках на валу, т.е. при мощности  $P_1$  частота  $n_1$ , при мощности  $P_2 = P_1$  – частота  $n_2$  и т.д. такой режим характерен для многоскоростных двигателей, работающих с неизменной нагрузкой на валу, напримерна экструдерах.





Графики работы ЭП с перемежающимся режимом с периодически изменяющейся частотой вращения.