

Лекция 2

Электрические нагрузки

План

1. Назначение, классификация и характеристика электрических нагрузок.
2. Графики электрических нагрузок, их назначение и классификация.
3. Основные показатели графиков нагрузок.
4. Основные коэффициенты, применяемые при расчете электрических нагрузок
5. Группы приёмников электрической энергии
6. Способы расчета групповых нагрузок

Расчет электрических нагрузок

Выбор рациональной схемы электроснабжения и ее элементов, обеспечивающих надежное, качественное и экономичное электроснабжение потребителей, возможно обеспечить правильно определив расчетные нагрузочные токи и мощности приемников электрической энергии.

Цель расчета электрических нагрузок – определение токов, протекающих по токоведущим элементам, для выяснения их допустимости по условиям нагрева элементов. Расчет электрических нагрузок проводится для определения величин затрат в системах электроснабжения промышленных предприятий.

Назначение и классификация электрических нагрузок

В расчетах систем электроснабжения промышленных предприятий используются следующие значения электрических нагрузок:

- а) средняя нагрузка за наиболее загруженную смену – для определения расчетной нагрузки и расхода электроэнергии;
- б) расчетный получасовой максимум активной и реактивной мощности – для выбора элементов систем электроснабжения по нагреву, отклонению напряжения и экономическим соображениям;
- в) пиковый ток – для определения колебаний напряжения, выбора устройств защиты и их уставок.

Электрическая нагрузка может наблюдаться визуально по измерительным приборам. Регистрировать изменения нагрузки во времени можно самопишущим прибором (рис.1). В условиях эксплуатации изменение нагрузки по активной и реактивной мощности во времени записывают, как правило, в виде ступенчатой кривой, по показаниям счётчиков активной и реактивной энергии, снятым через одинаковые интервалы времени t_u (рис. 2).

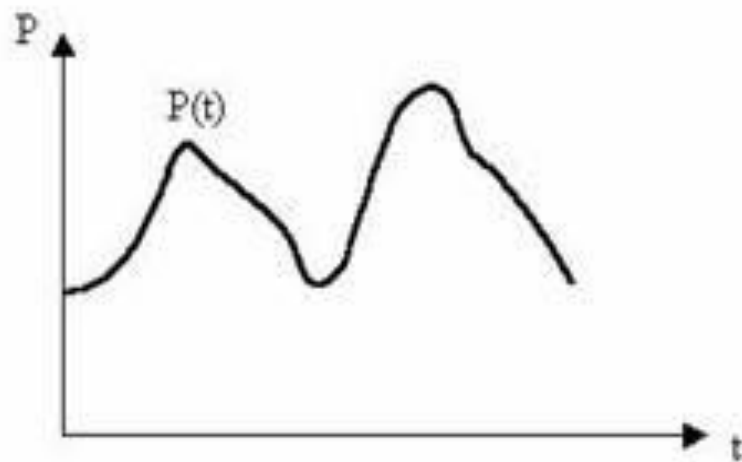


рис.1

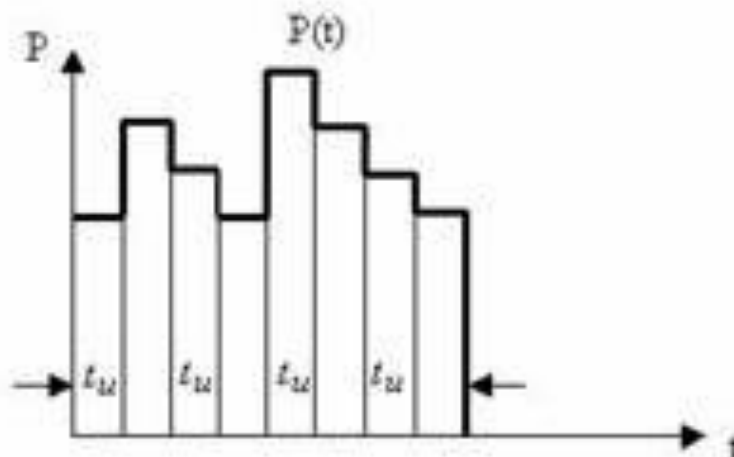


рис.2

Характеристики электрических нагрузок

- **Номинальная мощность** приемника электроэнергии – это мощность, обозначенная в его паспорте.

– Паспортная мощность приемников повторно-кратковременного режима приводится к номинальной длительной мощности (к продолжительности

а) для электродвигателей $P_{ном} = P_{насп} \sqrt{ПВ_{насп}}$;

б) для обычных силовых трансформаторов $S_{ном} = S_{насп} \sqrt{ПВ_{насп}}$;

в) для трансформаторов сварочных машин $P_{ном} = S_{насп} \sqrt{ПВ_{насп}} \cdot \cos \varphi_{насп}$;

г) для трансформаторов электрических печей $P_{ном} = S_{насп} \cdot \cos \varphi_{насп}$.

- Групповая номинальная активная мощность – это сумма номинальных активных мощностей n отдельных рабочих ЭП:

$$P_{\text{ном}} = \sum_{i=1}^n p_{\text{ном } i}$$

- Групповая номинальная реактивная мощность:

$$Q_{\text{ном}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{ном } i}$$

(Паспортная реактивная мощность приемника повторно-кратковременного режима приводится к длительному режиму: $q_{\text{ном}} = q_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{\text{ПВ}_{\text{пасп}}}$.)

Графики нагрузки

График нагрузки ЭП – диаграмма изменения мощности (тока) электроустановки во времени.

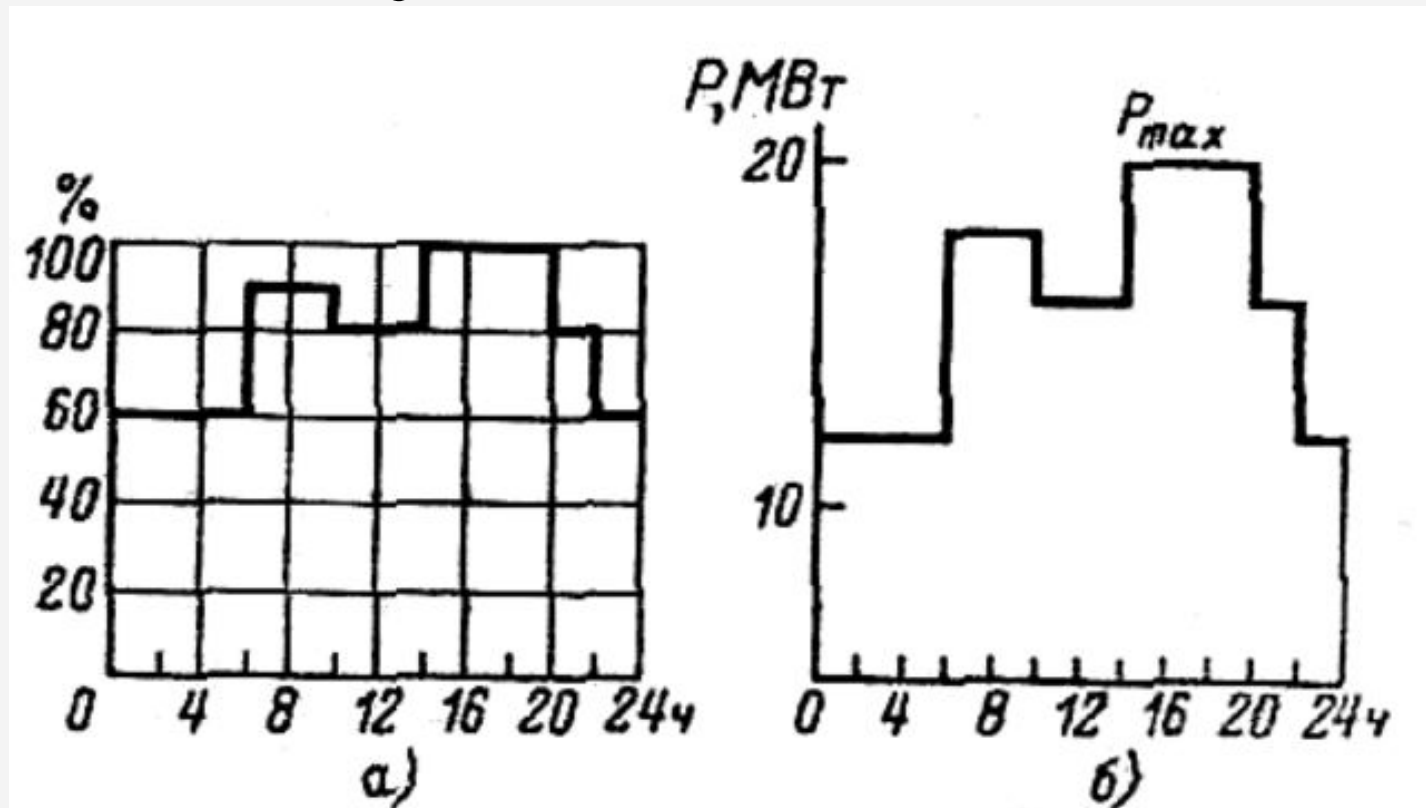
По виду фиксируемого параметра различают графики:

- активной P ,
- реактивной Q ,
- полной (кажущейся) S мощностей,
- тока I .

По временному признаку графики разделяют:

- суточные (24 ч),
- сезонные,
- годовые.

Суточные графики активной нагрузки потребителя

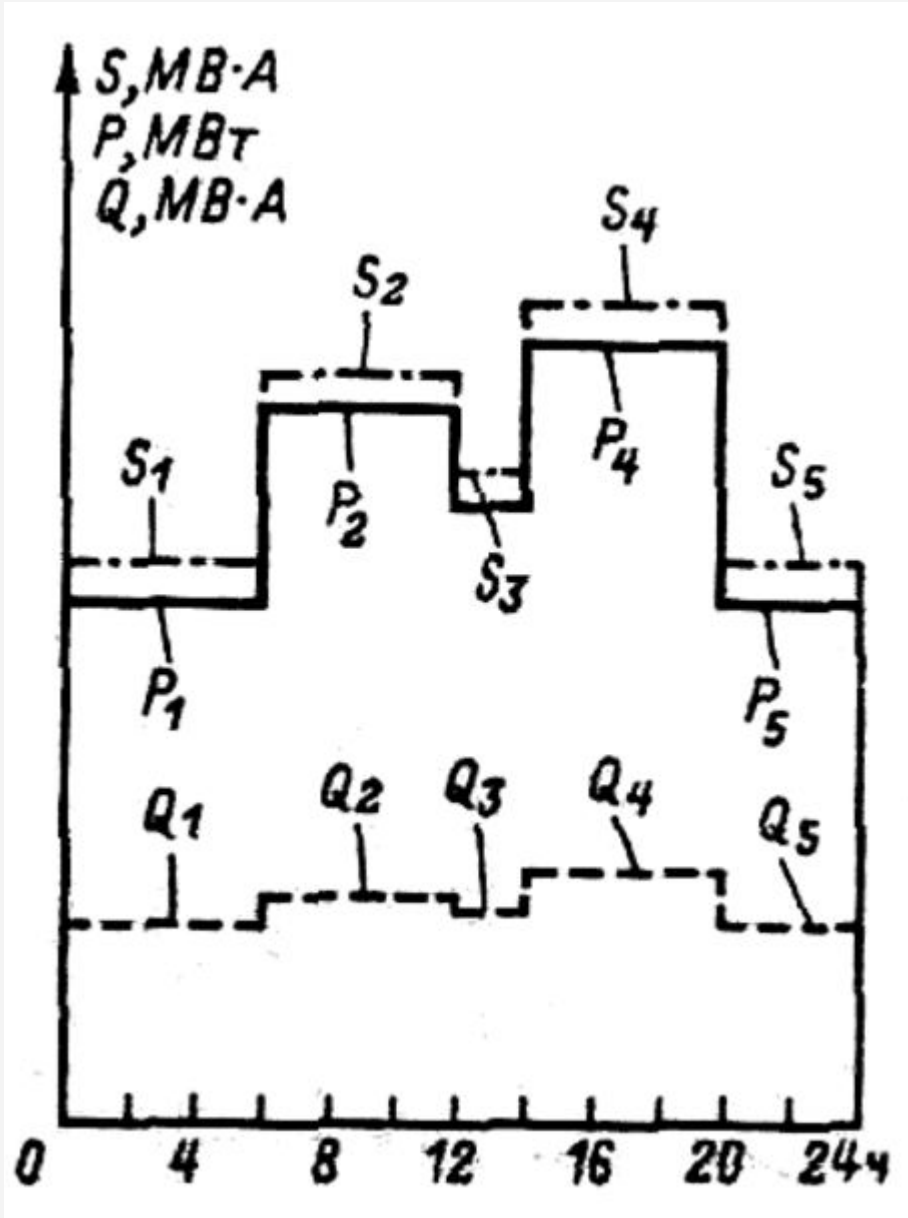


Реактивное потребление: $Q_i = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$.

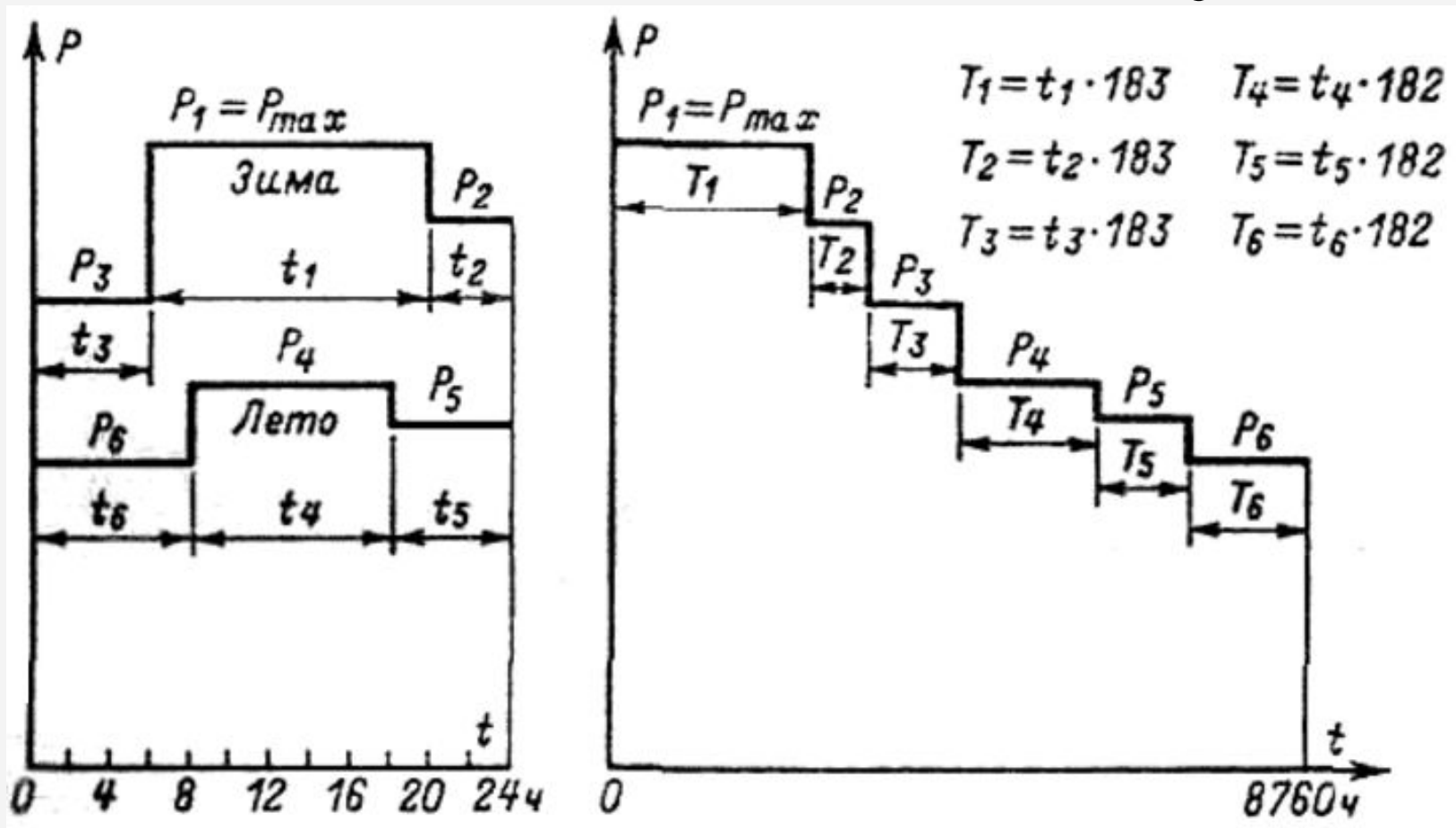
Суточные • графики нагрузки потребителя

Полная мощность:

$$S_i = \sqrt{P_i^2 + Q_i^2}$$



Годовой график продолжительности нагрузок



Индивидуальные графики ($p(t)$, $q(t)$, $i(t)$), необходимы для определения нагрузок мощных приемников электроэнергии (электрические печи, преобразовательные агрегаты главных приводов прокатных станов и др.).

При проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий используются, как правило, групповые графики нагрузок (от графиков нагрузок нескольких приемников электроэнергии до графиков предприятия в целом). Графики нагрузок всего промышленного предприятия дают возможность определить потребление активной и реактивной энергии предприятием, правильно и рационально выбрать питающие предприятие источники тока, а также выполнить наиболее рациональную схему электроснабжения.

Индивидуальные графики

1. Периодический;
2. Циклический;
3. Нециклический;
4. Нерегулярный;
5. Равномерный.

Периодический

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_{\text{п}}$$

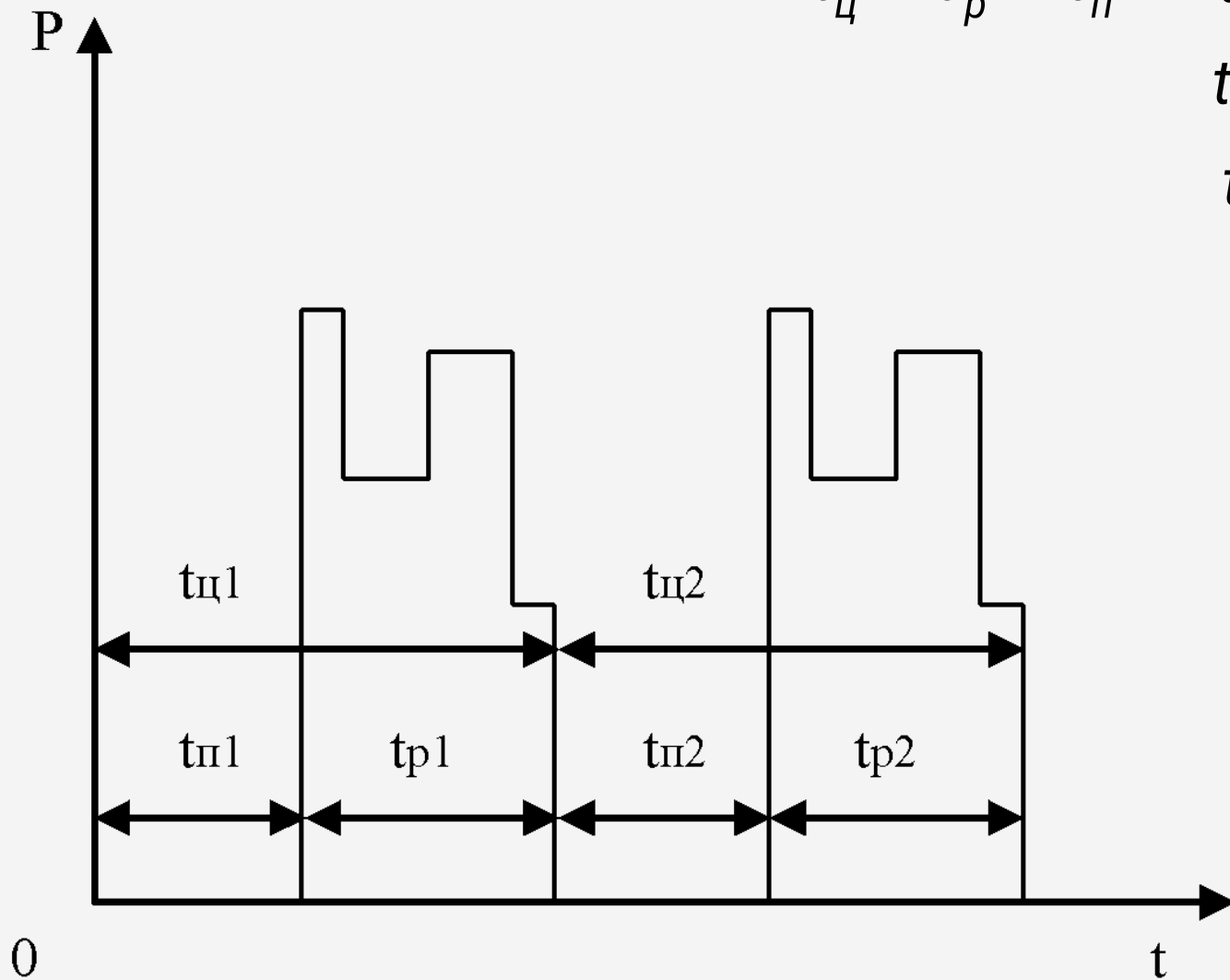
$$t_{\text{ц}} = \text{const}$$

$$t_{p1} = t_{p2}$$

$$t_{\text{п}1} = t_{\text{п}2}$$

$$t_{\text{ц}1} = t_{\text{ц}2}$$

$$W_1 = W_2 = \text{const}$$



Циклический

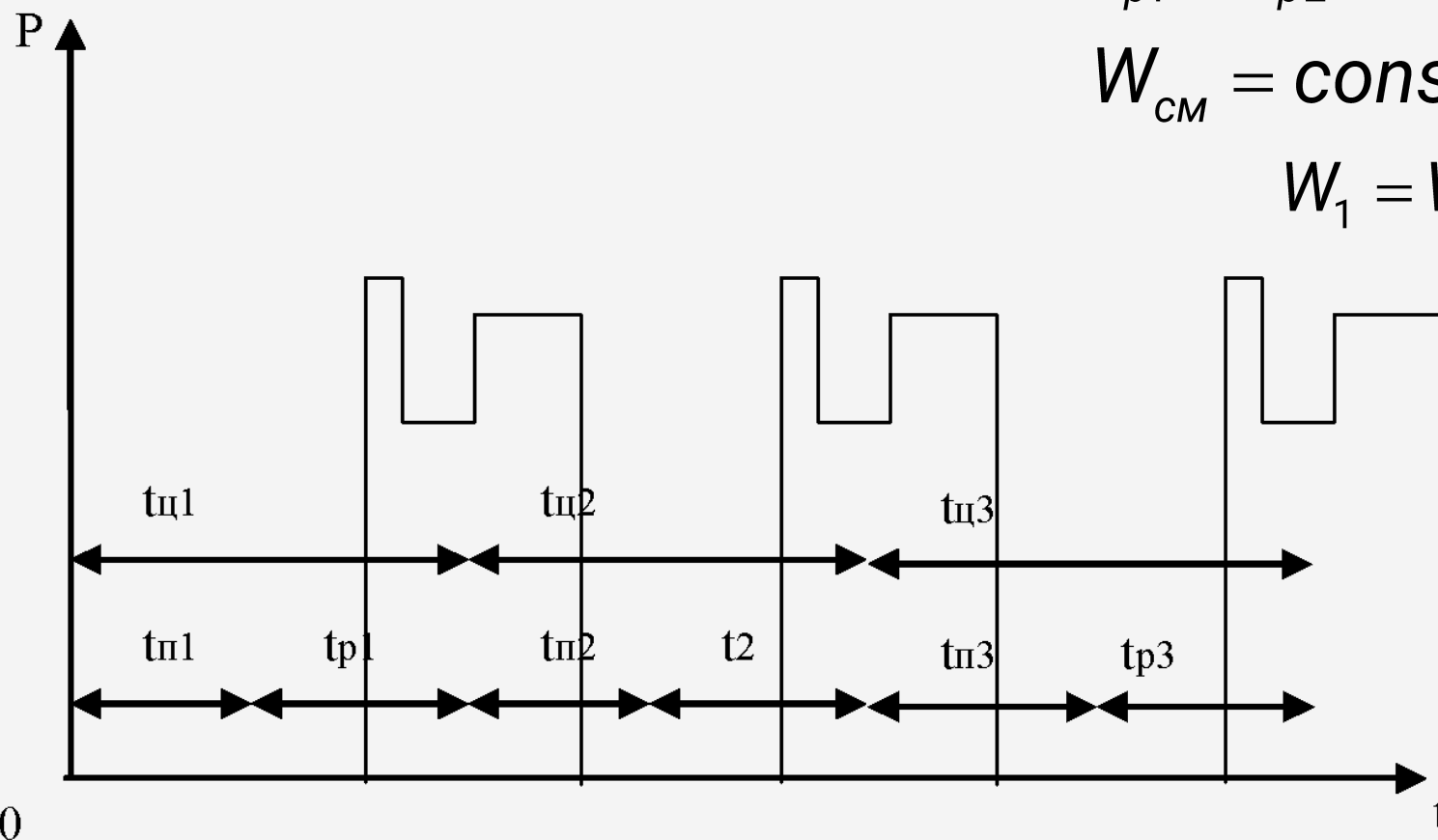
$$t_{ц1} \neq t_{ц2} \neq \dots \neq t_{ци}$$

$$t_{п1} \neq t_{п2} \neq \dots \neq t_{пи}$$

$$t_{р1} = t_{р2} = \dots = t_{ри}$$

$$W_{см} = const$$

$$W_1 = W_2 = \dots = W_i$$

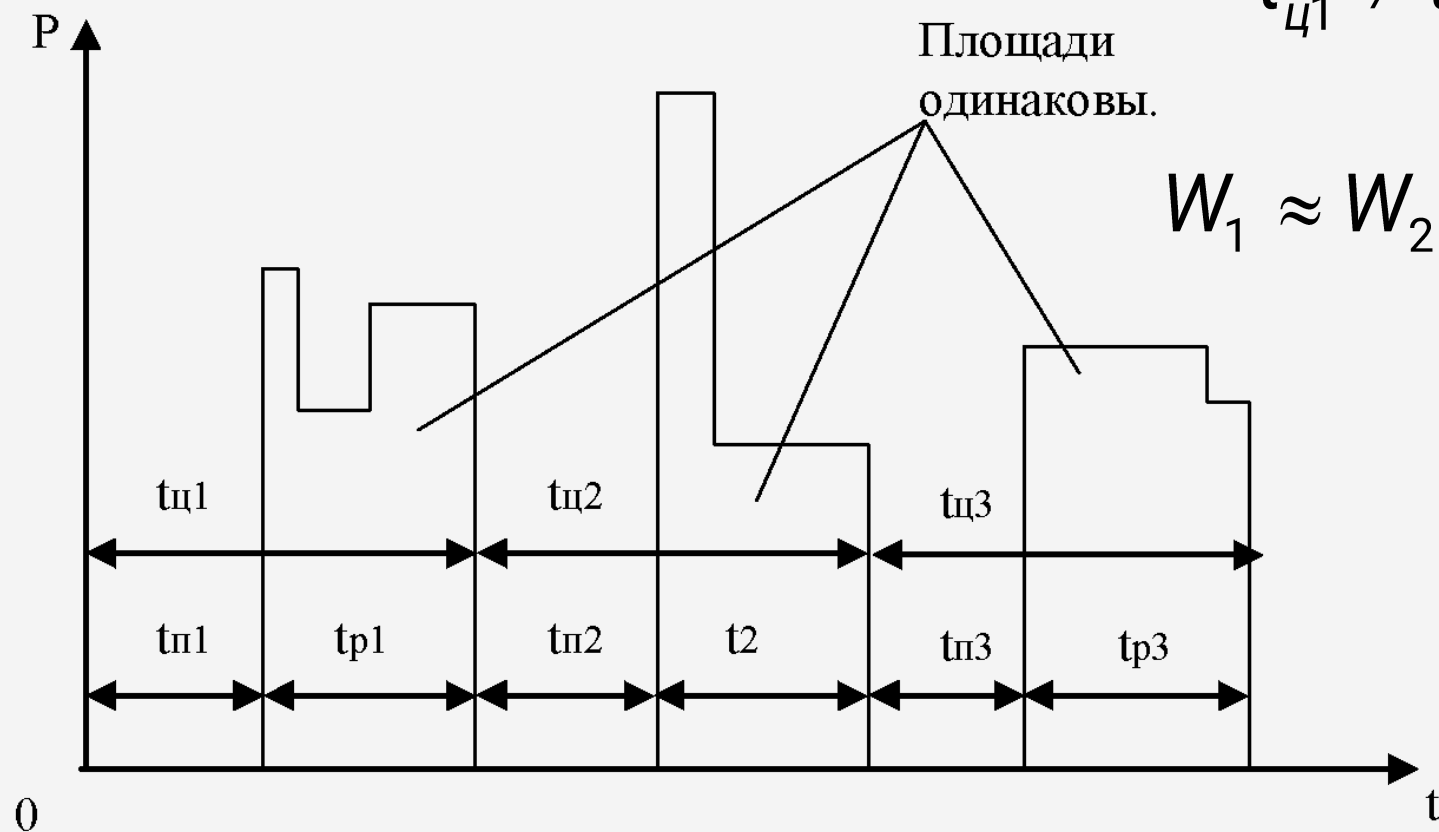


Нециклический

$$t_{p1} \neq t_{p2} \neq \dots \neq t_{pi}$$

$$t_{n1} \neq t_{n2} \neq \dots \neq t_{ni}$$

$$t_{ц1} \neq t_{ц2} \neq \dots \neq t_{ци}$$



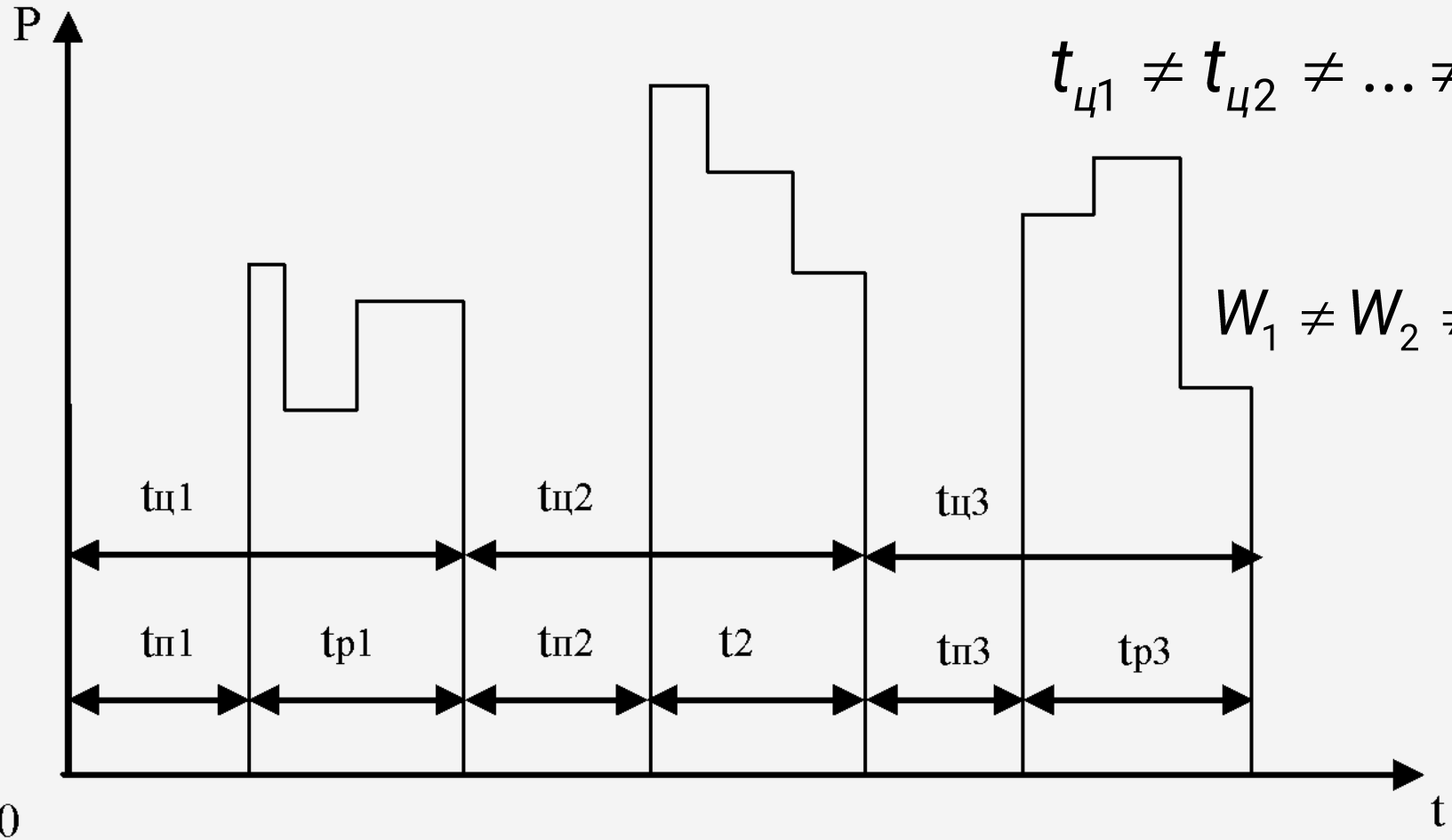
Нерегулярный

$$t_{p1} \neq t_{p2} \neq \dots \neq t_{pi}$$

$$t_{n1} \neq t_{n2} \neq \dots \neq t_{ni}$$

$$t_{ц1} \neq t_{ц2} \neq \dots \neq t_{ци}$$

$$W_1 \neq W_2 \neq \dots \neq W_i$$



Групповые графики

В зависимости от видов индивидуальных графиков и тесноты взаимосвязи между режимами работы отдельных ЭП делятся на 3 типа:

1. Периодические
2. Почти периодические
3. Нерегулярные

Назначение графиков групповых нагрузок

По продолжительности различают суточные и годовые графики нагрузок предприятия.

Каждая отрасль промышленности имеет свой характерный график нагрузок, определяемый технологическим процессом производства.

Групповой график нагрузок складывается из индивидуальных графиков нагрузок приемников, входящих в данную группу. Степень регулярности групповых графиков определяется типами индивидуальных графиков и взаимосвязью нагрузок отдельных приёмников по технологическому режиму работы.

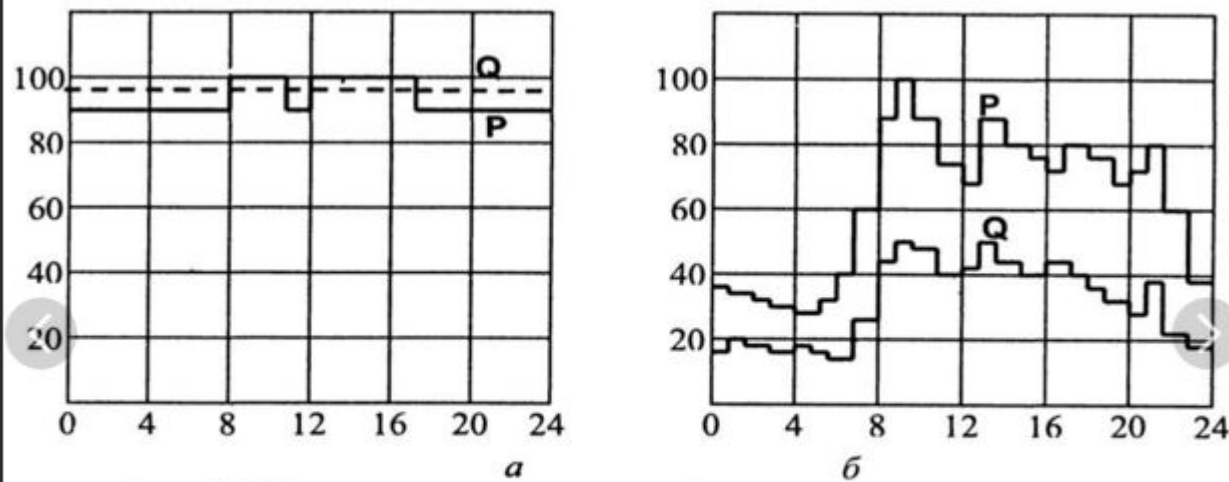


Рис. 4.5. Характерные суточные графики электрических нагрузок предприятий различных отраслей промышленности:
a — цветной металлургии; *б* — деревообрабатывающей промышленности

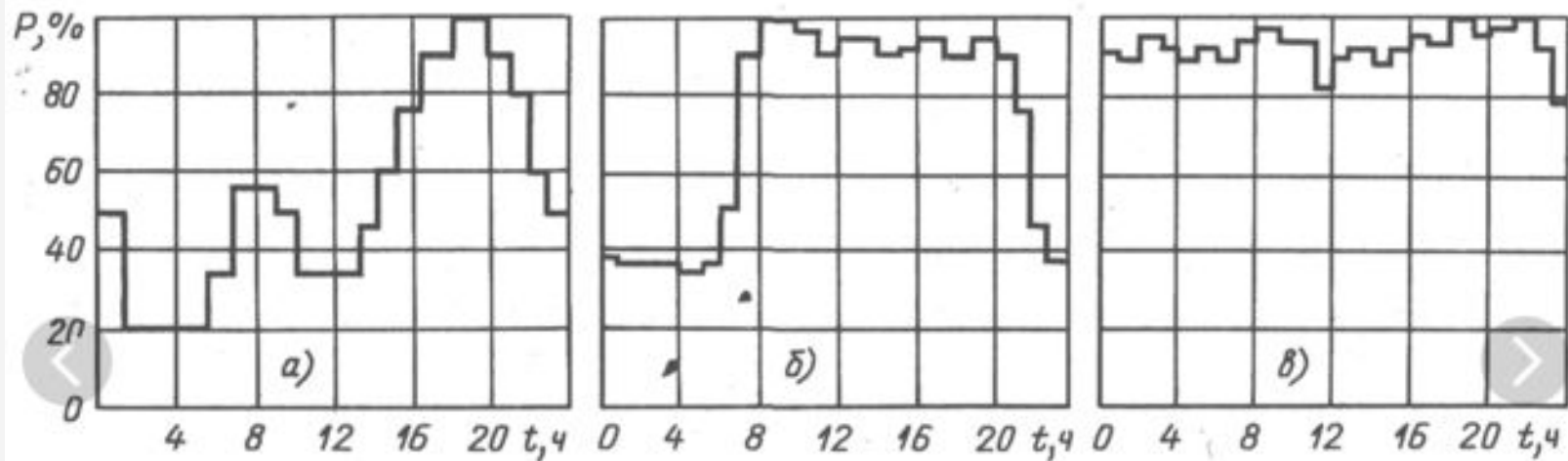


Рис. 1.1. Суточные графики потребителей электроэнергии:
a — подстанция с преимущественно осветительной нагрузкой; *б* — предприятие легкой промышленности с работой в две смены; *в* — нефтеперерабатывающий завод с работой в три смены

Показатели графиков нагрузки

При решении практических задач электроснабжения очень часто отсутствуют графики электрических нагрузок. Поэтому для описания режимов энергопотребления в практике электроснабжения используют систему показателей, адекватно описывающих эти графики. При этом различают физические величины и безразмерные коэффициенты графиков нагрузки.

При рассмотрении индивидуальных графиков их показатели обозначаются строчными буквами (p, q, s, i, k), групповых - прописными (P, Q, S, I, K).

Номинальная (установленная) мощность электродвигателей длительного режима это паспортная мощность двигателя, обозначенная на заводской табличке или в паспорте. Эта мощность на валу двигателя, а та мощность, которую двигатель потребляет из сети называется присоединенной:

$$P_{пр} = \frac{P_{ном}}{\eta}$$

$$P_{пр} = P_n + \Delta P$$

Для многодвигательных потребителей в качестве номинальной мощности берется сумма номинальных мощностей всех ЭД этого потребителя.

Для двигателей повторно кратковременного режима номинальная мощность приводится к длительному режиму (ПВ=100%)

$$P_{ном} = P_n \sqrt{ПВ_n}$$

$$ПВ = \frac{t_B}{t_n + t_B} = \frac{t_B}{t_ц}$$

P - паспортная мощность

t_n - время паузы

t_B - время включения

$t_ц$ - время цикла

ПВ – продолжительность включения

Показатели графиков нагрузки

Физические величины, характеризующие графики электрических нагрузок:

1. P_c – средняя нагрузка (Q_c, S_c, I_c).
2. $P_{ск}$ – среднеквадратичная (эффективная) нагрузка ($Q_{ск}, S_{ск}, I_{ск}$).
3. P_m – максимальная нагрузка (Q_m, S_m, I_m):
 - а) P_p – расчетная (максимальная длительная) нагрузка;
 - б) $P_{пик}$ – пиковая (максимальная кратковременная) нагрузка.

Средняя мощность - средняя нагрузка за наиболее загруженную смену.

$$P_{\text{cp}} = \frac{P_1 \Delta t_1 + P_2 \Delta t_2 + \dots + P_n \Delta t_n}{t_{\Sigma}} = \frac{W_a}{t}$$

W_a - потребление электроэнергии за все время t

Среднеквадратичная мощность:

$$P_{\text{ск}} = \sqrt{\frac{P_1^2 \Delta t_1 + P_2^2 \Delta t_2 + \dots + P_n^2 \Delta t_n}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}}$$

если промежутки времени равны $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t_n = \Delta t$, то

$$P_{\text{ск}} = \sqrt{\frac{(P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2) \Delta t}{n \Delta t}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2$$

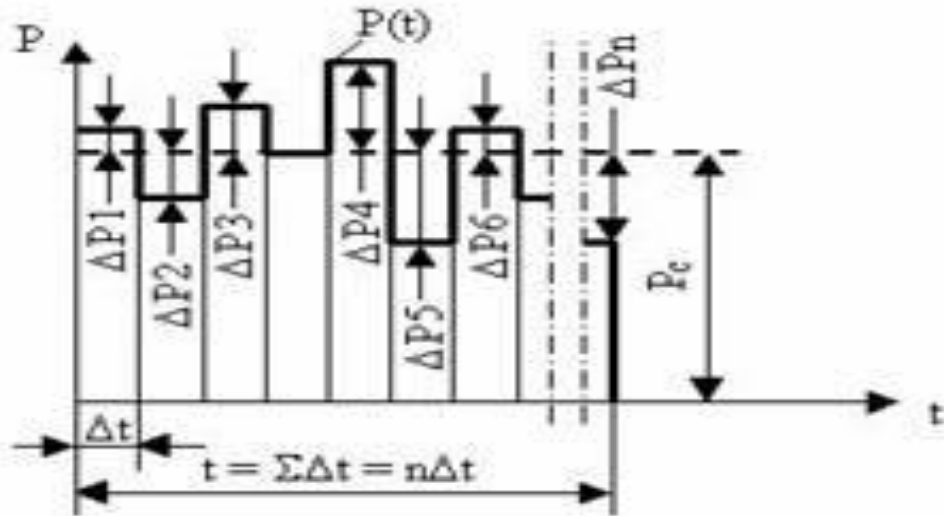
Основные коэффициенты, применяемые при расчете электрических нагрузок

- **Коэффициент использования** – основной показатель для расчета нагрузки – это отношение средней активной мощности отдельного приемника (или группы их) к её номинальному значению.

$$K_{и,а} = \frac{P_c}{P_{ном}}; \quad K_{и,а} = \frac{P_c}{P_{ном}} = \frac{\sum_1^n K_{и,а} P_{ном}}{\sum_1^n P_{ном}} \quad (1)$$

Значения коэффициента использования должны быть отнесены к тому же периоду времени (циклу, году, смене), к которому отнесены мощности, на основе которых этот коэффициент вычисляется.

Индивидуальный график активных нагрузок



Для графика активных нагрузок (рис.) средний коэффициент использования активной мощности приемника за смену может быть определен из выражения (2):

$$K_{и,а} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + \dots + P_n t_n}{P_{ном} (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n + t_{пауз})} = \frac{\mathcal{E}_a}{\mathcal{E}_{a,возм}}$$

, где \mathcal{E}_a – энергия, потребляемая приемником за смену; $\mathcal{E}_{a,возм}$ – энергия, которая могла бы быть потреблена приемником за смену при номинальной загрузке его в течение всей смены.

- **Коэффициентом включения приемника** k_B – называется отношение продолжительности включения приемника в цикле t_B ко всей продолжительности цикла t_{ψ} . Время включения приемника за цикл складывается из времени работы t_p и времени холостого хода t_x :

$$k_B = \frac{t_B}{t_{\psi}} = \frac{t_p + t_x}{t_{\psi}} \quad (3)$$

Коэффициентом включения группы приемников, или групповым коэффициентом включения K_B , называется средневзвешенное (по номинальной активной мощности) значение коэффициентов включения всех приемников, входящих в группу, определяемое по формуле:

$$K_B = \frac{\sum_1^n k_B P_{ном}}{\sum_1^n P_{ном}} \quad (4)$$

- **Коэффициентом загрузки** $k_{з,а}$ приемника по активной мощности называется отношение фактически потребляемой им средней активной мощности $P_{с,в}$ (за время включения t_B в течение времени цикла $t_ц$) к его номинальной мощности:

$$k_{з,а} = \frac{P_{с,в}}{P_{ном}} = \frac{1}{P_{ном}} \frac{1}{t_B} \int_0^{t_ц} p(t) dt = \frac{P_c}{P_{ном}} \frac{t_ц}{t_B} = \frac{k_{и,а}}{k_B} \quad (5)$$

- **Групповым коэффициентом загрузки** по активной мощности называется отношение группового коэффициента использования к групповому коэффициенту включения:

$$K_{з,а} = \frac{K_{и,а}}{K_B} \quad (6)$$

Коэффициент формы графика представляет собой отношение среднеквадратичной нагрузки ($P_{СК}$) к средней ($P_{СР}$) и характеризует неравномерность графиков нагрузки.

$$k_{\phi} = \frac{P_{СК}}{P_{СР}}$$

Коэффициент активной мощности узла нагрузки ($\cos \phi$) есть отношение активной мощности (P) к полной мощности (S) данного узла.

Коэффициент реактивной мощности узла нагрузки ($\tg \phi$) есть отношение реактивной мощности (Q) к активной мощности (P) данного узла.

Коэффициент неравномерности графика нагрузки энергоустановки потребителя – отношение минимального значения мощности графика нагрузки потребителя к максимальному за установленный интервал времени (ГОСТ 19431-84).

$$k_{НР} = \frac{P_{МИН}}{P_{МАХ}}$$

Коэффициент максимума (K_M) по мощности есть отношение максимальной нагрузки за определенный промежуток времени к средней за тот же промежуток времени. Коэффициент максимума характерен для группового графика нагрузок.

Коэффициент заполнения графика нагрузки – отношение среднеарифметического значения нагрузки энергоустановки потребителя к максимальному за установленный интервал времени (ГОСТ 19431-84). Является величиной, обратной коэффициенту максимума.

$$k_m = \frac{P_{\text{МАКС}}}{P_{\text{СР}}}$$

$$k_{\text{ЗАП}} = \frac{P_{\text{СР}}}{P_{\text{МАКС}}}$$

Коэффициент сменности по энергопотреблению (коэффициент сменности) – отношение годового количества электрической энергии, потребляемой предприятием, к условному годовому потреблению. ГОСТ 19431-84. Под условным годовым потреблением понимают потребление при работе всех смен в режиме наиболее загруженной смены.

Коэффициент одновременности (разновременности максимумов) – отношение совмещенного максимума нагрузки энергоустановок потребителей к сумме максимумов нагрузки этих же установок за тот же интервал времени (ГОСТ 19431-84).

$$k_O = k_{PM} = \frac{P_{МАКС}}{\sum P_{МАКСi}}$$

Расчетная активная P_p и реактивная Q_p мощность - это мощность, соответствующая такой неизменной токовой нагрузке I_p , которая эквивалентна фактической изменяющейся во времени нагрузке по наибольшему возможному тепловому воздействию на элемент системы электроснабжения.

Для одиночных ЭП расчетная мощность принимается равной номинальной, для одиночных ЭП повторно-кратковременного режима - равной номинальной, приведенной к длительному режиму.

Коэффициент спроса – это отношение потребляемой (в условиях эксплуатации) или расчетной (при проектировании) мощности к номинальной мощности группы ЭП. Коэффициент спроса применяется только для групповых графиков и при числе ЭП в группе $n > 5$. Коэффициент спроса позволяет определить потребленную нагрузку. Потребленная нагрузка является определяющей величиной при выборе элементов системы электроснабжения. Потребленные нагрузки называют также расчетными и они являются основными величинами при проектировании систем электроснабжения.

$$k_C = \frac{P_P}{P_{НОМ}}$$

Основные методы определения расчетных (ожидаемых) электрических нагрузок

Основные методы определения расчетных нагрузок:

1) По установленной мощности и коэффициенту спроса;

2) По средней мощности и отклонению расчетной нагрузки от средней (статистический метод);

3) По средней мощности и коэффициенту формы графика нагрузок;

4) По средней мощности и коэффициенту использования (метод упорядоченных диаграмм показателей графиков нагрузок);

Вспомогательные методы определения расчетных нагрузок:

1) По удельному расходу электроэнергии на единицу продукции;

2) По удельной нагрузке на единицу производственной площади.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ ПО УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТУ СПРОСА

$$P_p = K_{с, а} P_{ном};$$

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi;$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \frac{P_p}{\cos \varphi},$$

Величина K_c может быть принята в зависимости от коэффициента использования $K_{и}$ для данной группы приемников, для среднего коэффициента включения, равного 0,8:

$K_{с, а}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$K_{и, а}$	0,5	0,6	0,65—0,7	0,75—0,8	0,85—0,9	0,92—0,95

Расчетная нагрузка узла системы электроснабжения (цеха, корпуса, предприятия) определяется суммированием расчетных нагрузок отдельных групп приемников, входящих в данный узел, с учетом коэффициента разновременности максимумов нагрузки:

$$S_p = \sqrt{\left(\sum_1^n P_p\right)^2 + \left(\sum_1^n Q_p\right)^2} K_{р, м},$$

$K_{р, м}$ — коэффициенты разновременности максимумов нагрузок отдельных групп приемников, принимаемый равным 0,85—1,0 в зависимости от места нахождения данного узла в системе электроснабжения предприятия.

Достоинства – Простота расчетов, основанная на опыте эксплуатации.

Недостатки – Метод не учитывает количество электроприемников. K_c могут применяться только для одной отрасли при усредненном режиме работы.

РД 39-0147323-803-89-Р «Указания по расчету и регулированию электрических нагрузок и потребления предприятий нефтяной промышленности», Главтюменнефтегаз, Гипротюменнефтегаз, 1989, 146 с.

заполняются на основании полученных от технологов и др. специалистов таблиц-заданий на проектирование электротехнической части

Заполняются согласно справочным материалам, приведенным в РД

Расчетные параметры

Наименование электроприемников	Мощность		Kc	Cosφ	tgφ	Составляющие расчетной мощности			Годовое число часов использования мощности	Годовой расход электроэнергии	
	Установленная, кВт	Рабочая, кВт				Pp, кВт	Qp, кВАр	Sp, кВА		Активная тыс. кВтч	Реактивная тыс. кВАрч
Итого											
	<i>КТПН</i>		<i>шт.</i>								
	<i>Максимальная загруженная КТПН</i>		<i>Кз.</i>								

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ ПО СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (МЕТОД УПОРЯДОЧЕННЫХ ДИАГРАММ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРАФИКОВ НАГРУЗОК)

Эффективное число электроприемников $n_{\text{э}}$ - это такое число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое обуславливает те же значения расчетной нагрузки, что и группа различных по мощности электроприемников. Величину $n_{\text{э}}$ рекомендуется определять по следующему выражению:

$$n_{\text{э}} = \frac{\left(\sum P_H\right)^2}{\sum \left(n \cdot P_H^2\right)}$$

Коэффициент расчетной мощности K_p - отношение расчетной активной мощности P_p к значению $K_u P_n$ группы ЭП

$$K_p = P_p / K_u P_n$$

Коэффициент расчетной мощности зависит от эффективного числа электроприемников, средневзвешенного коэффициента использования, а также от постоянной времени нагрева сети, для которой рассчитываются электрические нагрузки:

- ❖ $T_o = 10$ мин - для сетей напряжением до 1 кВ, питающих распределительные шинопроводы, пункты, сборки, щиты;
- ❖ $T_o = 2,5$ ч - для магистральных шинопроводов и цеховых трансформаторов;
- ❖ $T_o \geq 30$ мин - для кабелей напряжением 6 кВ и выше, питающих цеховые трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Расчетная мощность для этих элементов определяется при $K_p = 1$.

РТМ 36.18.32.4-92 «УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК», ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1993.

На стадии рабочий проект расчеты электрических нагрузок рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

- ✓ Выполняется расчет электрических нагрузок ЭП напряжением до 1 кВ в целом по корпусу (предприятию) и предварительно определяются количество и мощность цеховых трансформаторных подстанций и их месторасположение.
- ✓ Производится расчет электрических нагрузок питающих сетей напряжением до 1 кВ и на шинах каждой цеховой трансформаторной подстанции. Расчет ведется одновременно с построением питающей сети напряжением до 1 кВ. Целью расчетов является определение расчетных токов для выбора сечений проводников питающих сетей напряжением до 1 кВ и выбора защитных аппаратов.
- ✓ Выполняется расчет электрических нагрузок на напряжении 10 (6) кВ и выше на сборных шинах распределительных и главных понижающих подстанций.
- ✓ Определяется расчетная электрическая нагрузка предприятия в точке балансового разграничения с энергосистемой.
- ✓ Производится окончательный выбор числа и мощности трансформаторных подстанций с учетом устанавливаемых согласно РТМ 36.18.32.6-92 средств КРМ.

Все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковыми K_u и $\text{tg}\phi$. В каждой строке указываются ЭП одинаковой мощности.

Резервные электроприемники, ремонтные сварочные трансформаторы и другие ремонтные электроприемники, а также электроприемники, работающие кратковременно (пожарные насосы, задвижки, вентили и т. п.), при подсчете расчетной мощности не учитываются (за исключением случаев, когда мощности пожарных насосов и других противоаварийных ЭП определяют выбор элементов сети электроснабжения). В графах 2 и 4 указываются данные только рабочих ЭП

Исходные данные				Расчетные величины			Эффективное число ЭП** $n_{\Sigma} = (\sum P_n)^2 / \sum n P_n^2$	Коэффициент расчетной нагрузки и K_p	Расчетная мощность			Расчетный ток, А $I_p = S_p / (\sqrt{3}U)$		
по заданию технологов		по справочным данным		K_u P_n	$K_u P_n$ $\text{tg}\phi$	$n P_n^2$			активная, кВт $P_p = K_p \sum K_u P_n$	реактивная, квар** $Q_p = 1,1 \sum K_u P_n \text{tg}\phi$ при $n_{\Sigma} \leq 10$; $Q_p = \sum K_u P_n \text{tg}\phi$ при $n_{\Sigma} > 10$	полная, кВт·А $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$			
Наименование ЭП	Количество ЭП, шт.* n	Номинальная (установленная) мощность, кВт*		коэффициент использования K_u	коэффициент реактивной мощности $\text{tg}\phi$									
		одного ЭП P_n	общая $P_n = n P_n$											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

$K_u P_n$ $K_u P_n \text{tg}\phi$ $n P_n^2$

Заполняются для групп ЭП (для каждой строки)

заполняются на основании полученных от технологов, сантехников и др. специалистов таблиц-заданий на проектирование электротехнической части

$\sum P_n$ $\sum K_u P_n$ $\sum K_u P_n \text{tg}\phi$ $\sum n P_n^2$

Заполняются для итоговой строки

$K_u = \sum K_u P_n / \sum P_n$

$n_{\Sigma} = (\sum n P_n^2) / \sum P_n^2$

Заполняются согласно справочным материалам, в которых приведены значения коэффициентов использования и реактивной мощности для индивидуальных ЭП.

K_p $P_p = K_p \sum K_u P_n$

$Q_p = \sum K_u P_n \text{tg}\phi$

$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$

$I_p = S_p / \sqrt{3}U$

Кривые
коэффициента
расчетных нагрузок
 K_p для различных
коэффициентов
использования K_u в
зависимости от n_ε (для
постоянной времени
нагрева
 $T_o = 10$ мин)

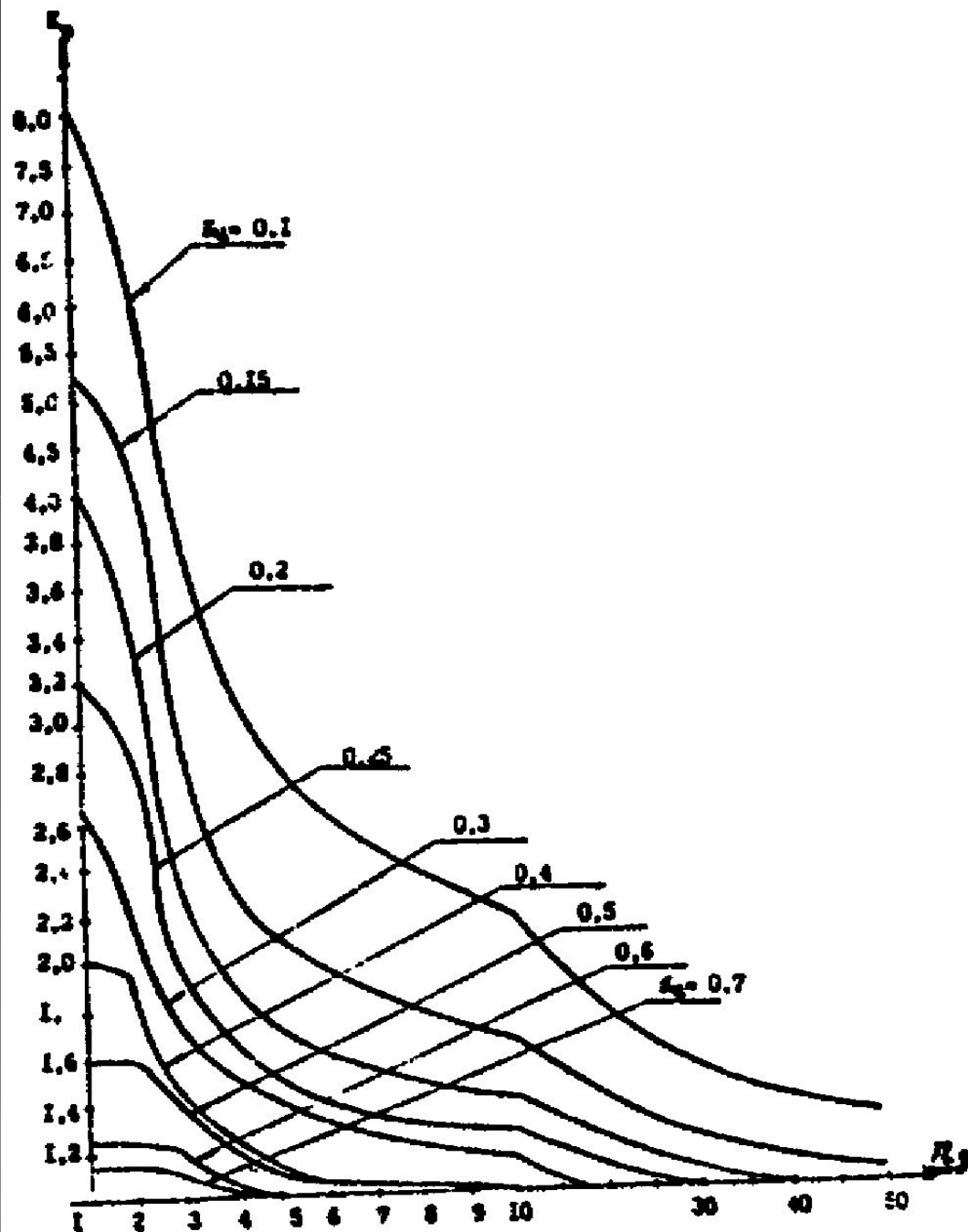


Таблица 2. Значения коэффициентов расчетной нагрузки K_p на шинах НН цеховых трансформаторов и для магистральных шинопроводов напряжением до 1 кВ

n_3	Коэффициент использования K_u							
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 и более
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14
2	5,01	3,44	2,69	1,9	1,52	1,24	1,11	1,0
3	2,94	2,17	1,8	1,42	1,23	1,14	1,08	1,0
4	2,28	1,73	1,46	1,19	1,06	1,04	1,0	0,97
5	1,31	1,12	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93
6-8	1,2	1,0	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
9-10	1,1	0,97	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
10-25	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,9	0,9
25-50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,8	0,85	0,85
Более 50	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,8	0,8

Таблица 3. Значение коэффициента одновременности K_o для определения расчетной нагрузки на шинах 6 (10) кВ РП и ГПП

Средневзвешенный коэффициент использования	Число присоединений 6 (10) кВ на сборных шинах РП, ГПП			
	2-4	5-8	9-25	Более 25
$K_u < 0,3$	0,9	0,8	0,75	0,7
$0,3 \leq K_u < 0,5$	0,95	0,9	0,85	0,8
$0,5 \leq K_u \leq 0,8$	1,0	0,95	0,9	0,85
$K_u > 0,8$	1,0	1,0	0,95	0,9

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ
ПОСОБИЕ К «УКАЗАНИЯМ ПО РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК»
(вторая редакция)
МОСКВА 1993 г.

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ
СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО РАСЧЕТНЫМ КОЭФФИЦИЕНТАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
НАГРУЗОК
(вторая редакция)
МОСКВА 1990 г.

УТВЕРЖДЕНЫ Приказом Минтопэнерго России
от «29» июня 1999г. № 213

НОРМАТИВЫ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ЗДАНИЙ (КВАРТИР),
КОТТЕДЖЕЙ, МИКРОРАЙОНОВ (КВАРТАЛОВ) ЗАСТРОЙКИ И ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Ведомственные строительные нормы
Электрооборудование жилых и общественных зданий
Нормы проектирования ВСН 59-88

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НЕФТЯНЫХ
ПРОМЫСЛОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
РД 39-3-626-81
Гипротюменьнефтегаз, 1982 г.

Определение расчетных нагрузок

по средней мощности и коэффициенту формы графика нагрузок

В основе этого метода лежит равенство расчетной и среднеквадратичной нагрузок. Для групп приемников с повторно-кратковременным режимом работы принятое допущение справедливо во всех случаях. Оно приемлемо также для групп приемников с длительным режимом работы, когда число приемников в группе достаточно велико и отсутствуют мощные приемники, способные изменить равномерный групповой график нагрузок.

Данный метод может применяться для определения расчетной нагрузки ЗУР-4УР. Расчетную нагрузку группы приемников определяют из выражения

$$\begin{aligned} P_p &= K_{ф,а} P_{ср} \\ Q_p &= K_{ф,р} Q_{ср} \end{aligned}$$

Значения $K_{ф}$ достаточно стабильны для цехов и заводов с малоизменяющейся производительностью. Поэтому при проектировании можно пользоваться экспериментальными данными, полученными для аналогичных производств. Обычно коэффициент формы составляет 1-1,2. При этом наименьшие значения соответствуют высшим ступеням системы электроснабжения. Средние нагрузки за наиболее загруженную смену $Q_{ср}$ и $P_{ср}$ определяют любым из способов: по установленной мощности и коэффициенту использования; по удельному расходу электроэнергии на единицу выпускаемой продукции; в условиях эксплуатации - по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии.

Определение расчетных нагрузок по средней мощности и отклонению расчетной нагрузки от средней (статистический метод)

По этому методу расчетную нагрузку группы приемников определяют двумя интегральными показателями: средней нагрузкой $P_{\text{ср},T}$ и среднеквадратичным отклонением $\beta_{\text{ср},T}$ из уравнения

$$P_{p,T} = P_{\text{ср},T} \pm \beta \sigma_{\text{ср},T}$$

где β – принятая кратность меры рассеяния, а индекс T указывает на отношение величины к длительности интервала осреднения нагрузки.

Для группового графика средняя нагрузка при достаточно большом m равна

$$P_{\text{ср},T} = (p_1 + p_2 + \dots + p_m) / m$$

где m – число отрезков длительностью $T = 3T_0$, на которое разбит групповой график нагрузки, построенный для достаточно длительного периода времени.

Среднеквадратическое отклонение для группового графика нагрузок определяют по формуле

$$\sigma_{\text{ср},T} = \sqrt{(p_1 - P_{\text{ср},T})^2 + (p_2 - P_{\text{ср},T})^2 + \dots + (p_m - P_{\text{ср},T})^2} / m$$

Статистический метод позволяет определять расчетную нагрузку с любой принятой вероятностью ее появления. Применение этого метода целесообразно для определения нагрузок по отдельным группам и узлам приемников электроэнергии напряжением до 1 кВ (1УР-3УР).

Определение расчетных нагрузок по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции или по удельной нагрузке на единицу производственной площади.

Расчетная активная мощность цеха, предприятия в целом, выраженная через удельные показатели электропотребления, равна

$$P_P = \frac{W_{уд} M}{T_M}$$

$$P_P = P_{уд} F$$

где $W_{уд}$ - удельный расход электроэнергии на единицу продукции; M - годовой выпуск продукции в натуральном выражении; $P_{уд}$ - удельная плотность максимальной нагрузки на 1 м² площади цеха, предприятия.