

Лекция №4. Классификация приемников электроэнергии и их характеристики.

Электроприемник – устройство, в котором происходит преобразование электрической энергии в другие виды энергии для ее использования (осветительные лампы, двигатели и т. д.).

Электроприемник или группа электроприемников, связанных технологическим процессом и размещенных на определенной территории, называется потребителем электрической энергии (станок, цех, завод и т. д.).

Классификация электроприемников

Электроприемники в практике электроснабжения удобно классифицировать по следующим признакам:

- по надежности электроснабжения;
- по роду тока;
- по напряжению;
- по режиму работы.

1. По степени надежности электроснабжения электроприемники делятся на следующие три категории:

электроприемники I категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей (например, система вентиляции кислотного цеха, операционная), значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Из состава электроприемников I категории выделяется особая группа, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения

дорогостоящего основного оборудования (например, непрерывная работа насоса по циркуляции воды необходима для охлаждения стенок сталеплавильной печи);

электроприемники II категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей;

электроприемники III категории – все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий. Это приемники вспомогательных цехов, несерийного производства продукции и т. п.

В зависимости от категории надежности, к которой относится тот или иной электроприемник, устанавливаются требования к системам электроснабжения.

2. По роду тока различают следующие электроприемники:

- электроприемники, работающие от сети промышленной частоты (50, 60 Гц) – большинство электроприемников;
- электроприемники, работающие от сети повышенной (пониженной) частоты;
- электроприемники, работающие от сети постоянного тока.

Установки повышенной частоты применяются, например, для нагрева диэлектриков. Повышение частоты используется также в технологиях, требующих высокие скорости вращения ($n = 20000$ об/мин; $f = 133\text{--}400$ МГц).

Пониженная частота используется в металлургии.

Постоянный ток используется в транспорте, для электролиза и др.

3. По напряжению электроприемники классифицируют следующим образом:

- до 1 кВ и выше 1 кВ – переменный ток.
- до 1,5 кВ и выше 1,5 кВ – постоянный ток.

Номинальное напряжение электроприемника определяет величину его мощности. Мощные электрические двигатели используются для привода насосных, компрессорных агрегатов. При выборе типа электрического двигателя большое значение имеет мощность и напряжение:

- при напряжении до 1 кВ и мощности до 100 кВт экономичнее использовать асинхронные двигатели;
- свыше 100 кВт – синхронные двигатели;
- при напряжении 6 кВ и мощности до 300 кВт – асинхронные двигатели;
- при напряжении 6 кВ и мощности больше 300 кВт – синхронные двигатели.

В настоящее время на практике чаще всего используются асинхронные электродвигатели.

4. По режиму работы в соответствии с ГОСТ 183–74 электроприемники классифицируют на 8 режимов. Но для решения практических задач по определению электрических нагрузок, как правило, используют 3 следующих характерных режима работы электроприемников:

- продолжительный режим работы электроприемника соответствует номинальной неизменной нагрузке, продолжающейся столь долго, что температура τ его частей достигает установившихся значений (рис. 1.1, а). Установившейся температурой считается температура, изменение которой в течение 1 ч не превышает 1 °С;

- кратковременный режим работы (ПКР) электроприемника (рис. 1.1, б) характеризуется тем, что он работает при номинальной мощности в течение времени, за которое его температура не успевает достичь

установившейся. При отключении электроприемник длительно не работает, и его температура снижается до температуры окружающей среды;

- повторно-кратковременный режим работы электроприемника – режим, при котором кратковременные рабочие периоды номинальной нагрузки чередуются с паузами (рис. 1.1, в). Продолжительность рабочих периодов и пауз не настолько велика, чтобы перегревы отдельных частей электроприемника при неизменной температуре окружающей среды могли достигнуть установившихся значений. При повторно-кратковременном режиме работы электроприемник можно сильнее нагружать, чем при продолжительном номинальном режиме.

Повторно-кратковременный режим работы характеризуется продолжительностью включения (ПВ), равной отношению времени включения t_B ко времени всего цикла $t_{Ц}$:

$$ПВ = \frac{t_B}{t_0 + t_B} \cdot 100 = \frac{t_B}{t_{Ц}} \cdot 100.$$

Значение $t_{Ц}$ при ПКР не должно превышать 10 мин.

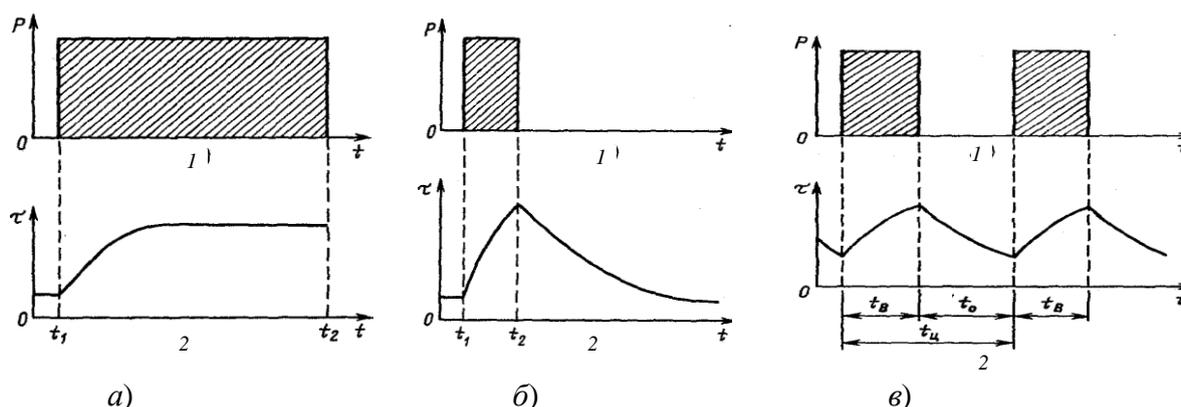


Рис. 1.1. Графики нагрузки (1) и изменения температуры нагрева частей электроприемника (2) при различных режимах работы:
 а – продолжительный режим работы электроприемника;
 б – кратковременный режим работы электроприемника;
 в – повторно-кратковременный режим работы электроприемника

Электротехническая промышленность выпускает оборудование со

стандартными значениями ПВ, равными 15, 25, 40 и 60 %.

Электроприемники продолжительного режима характеризуются коэффициентом включения:

$$k_B = \frac{t_B}{t_{\Pi} + t_B} = \frac{t_B}{t_{\Sigma}}$$

Величина t_{Σ} при продолжительном режиме должна быть более 10 мин.

Режим работы электроприемников характеризуется временем включения, временем отключения, временем цикла, определяющим нагрев отдельных частей электроприемника, а также токоведущих частей системы электроснабжения.

Одной из характеристик, формально описывающих данный процесс, является постоянная времени нагрева (T_0 , мин) – время, в течение которого токоведущие части нагрелись бы до установившейся температуры, если бы отсутствовал теплообмен с окружающей средой. Поэтому выбор всех токоведущих частей элементов системы электроснабжения по условию их допустимого нагрева осуществляют с учетом T_0 .

Классификация потребителей электрической энергии

Потребители электрической энергии классифицируются:

- по суммарной установленной мощности электроприемников;
- по принадлежности к отрасли промышленности;
- по тарифной группе;
- по категории энергетической службы.

1. По *суммарной установленной мощности* ($P_{уст}$) электроприемников различают следующие потребители электроэнергии:

- малые, $P_{уст} < 5$ МВт;
- средние, $5 \text{ МВт} \leq P_{уст} \leq 75$ МВт;
- крупные, $P_{уст} > 75$ МВт.

Примерами крупных потребителей электроэнергии могут служить Белорусский металлургический завод, где $P_{уст}$ превышает 500 МВт, а также Белтрансгаз ($P_{уст}$ около 750 МВт). Установленная мощность электроприемников Магнитогорского металлургического комбината достигает 5000 МВт.

2. По принадлежности к отрасли промышленности потребители электроэнергии бывают металлургические, химические, нефтехимические, легкой промышленности, машиностроения, горнорудные.

3. По тарифной группе различают 2 группы потребителей электроэнергии, отличающиеся условиями выбора компенсирующих устройств, а также условиями расчетов за электроэнергию:

– I тарифная группа – потребители, установленная (присоединенная) мощность трансформаторов которых $S_{тр} \geq 750$ кВ·А. Выбор компенсирующих устройств осуществляется при проектировании (реконструкции) одновременно с выбором всех элементов системы электроснабжения. При этом потребители данной группы рассчитываются за электроэнергию по двухставочному либо многоставочному тарифам;

– II тарифная группа – присоединенная мощность трансформаторов которых $S_{тр} \leq 750$ кВ·А. Мощность компенсирующих устройств таких потребителей устанавливается энергоснабжающей организацией. Оплата за электроэнергию, как правило, осуществляется по одноставочному тарифу.

4. О масштабах и сложностях энергетического хозяйства потребителей можно судить по суммарной годовой трудоемкости ремонтов и обслуживания электрооборудования. Чем выше эта трудоемкость (чел·ч), тем сложнее энергетическое хозяйство. И в зависимости от этого показателя потребители электроэнергии классифицируются на 12 групп.

Характеристики электроприемников

Основными характеристиками электроприемников являются:

- номинальная мощность P_n (S_n, Q_n);
- номинальное напряжение U_n ;
- номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi_n$;
- номинальный КПД η_n ;
- номинальная продолжительность включения $ПВ_n$;
- номинальная частота f_n ;
- номинальный ток i_n .

При определении расчетных нагрузок величины, относящиеся к электроприемникам, обозначаются строчными буквами, а к потребителям электрической энергии – прописными символами.

Номинальная мощность отдельных электроприемников принимается равной:

- механической мощности на валу – для электродвигателей. При этом для электродвигателей с повторно-кратковременным режимом работы:

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{ПВ_{\text{пасп}}}$$

- для силовых и электропечных трансформаторов (работают, как правило, в длительном режиме):

$$S_{\text{ном}} = S_{\text{пасп}};$$

- для сварочных трансформаторов (как правило, работают в ПКР):

$$S_{\text{ном}} = S_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{ПВ_{\text{пасп}}}$$

- для источников света:

$$P_n = P_{\text{пасп}} \text{ (лампы накаливания);}$$

$$P_n = K_{\text{ПРА}} \cdot P_{\text{пасп}} \text{ (газоразрядные лампы с электромагнитными ПРА),}$$

где $K_{\text{ПРА}} = 1,25$ – для люминесцентных ламп; $K_{\text{ПРА}} = 1,1$ – для ламп высокого давления, например, типа ДРЛ.

В электронном пускорегулирующем аппарате отсутствуют потери мощности и энергии: $K_{ПРА} = 1$.

Под номинальной реактивной мощностью одного электроприемника понимается реактивная мощность, потребляемая из сети или генерируемая в сеть при номинальной активной мощности и номинальном напряжении, а для синхронного двигателя ток возбуждения должен быть равным номинальному.

Номинальный ток электроприемников может определяться по выражениям:

$$i_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H}, \text{ (для электродвигателей);}$$

$$i_H = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \text{ (для печей, трансформаторов, генераторов и др.).}$$