

УДК 620.92

РЕЖИМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Шкуратов В.А., Мисюк А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Колосова И.В.

В любой момент времени потребляемая мощность соответствует активной мощности источников – турбогенераторов, гидрогенераторов электростанций, гидроаккумулирующих станций и др.

Баланс активных мощностей соответствует некоторым значениям частоты. При изменении активной мощности генерирующих устройств так же изменяется частота и напряжение.

Уравнение баланса электрических мощностей представим как

$$dP_{II} = \frac{\partial \sum P_{II}}{\partial f} df + \frac{\partial \sum P_{II}}{\partial U} dU ,$$

где P_{II} - активная мощность источника;

P_{II} - активная мощность потребителей;

U - напряжение;

f - частота электрической сети.

Если баланс мощностей нарушается из-за снижения генерирующей мощности на электрической станции или увеличения использования активной мощности потребителями, то устанавливается режим с изменившимися значениями составляющих выражения баланса активных мощностей.

Из-за снижения генерируемой активной мощности происходит уменьшение значения частоты и напряжения в системе, и наоборот. При увеличении мощности источников происходит возрастание значений частоты тока и напряжения в электрической сети.

Для того, чтобы контролировать изменение частоты нужно изменять генерируемую активную мощность. Другие методы менее эффективны и трудны в реализации.

Для стран СНГ и Европы номинальное значение частоты 50 Гц, однако во многих странах, в том числе в Китае, США – 60 Гц. Снижение частоты приводит к уменьшению скорости асинхронных и синхронных электродвигателей. В расчетах принимается, что изменение значения частоты в 1% приводит к изменению активной мощности на 0,5% [1].

Режимы работы потребителей характеризуются графиками электрических нагрузок, которые показывают изменение используемой мощности в течение определенного периода времени. Есть отчетные графики (июньские, декабрьские), которые используют для анализа режимов работы и расчетные графики, которые служат для планирования работы и проектирования объектов энергосистемы.

Графики электрических нагрузок составляются в прямоугольных координатах и показываются либо ломанными кривыми (ступенями), либо плавными кри-

выми (с помощью самопишущего прибора). Они строятся с помощью амперметров, ваттметров, автоматизированных систем учета и контроля. На каждой ступени откладывается средняя мощность за определенный промежуток времени.

Графики бывают не только для одиночных электроприемников (ЭП), но и для групп ЭП. Для одиночных ЭП строят индивидуальные графики, а для группы соответственно – групповые графики. Ниже на рисунке 1 приведем пример графика нагрузки.

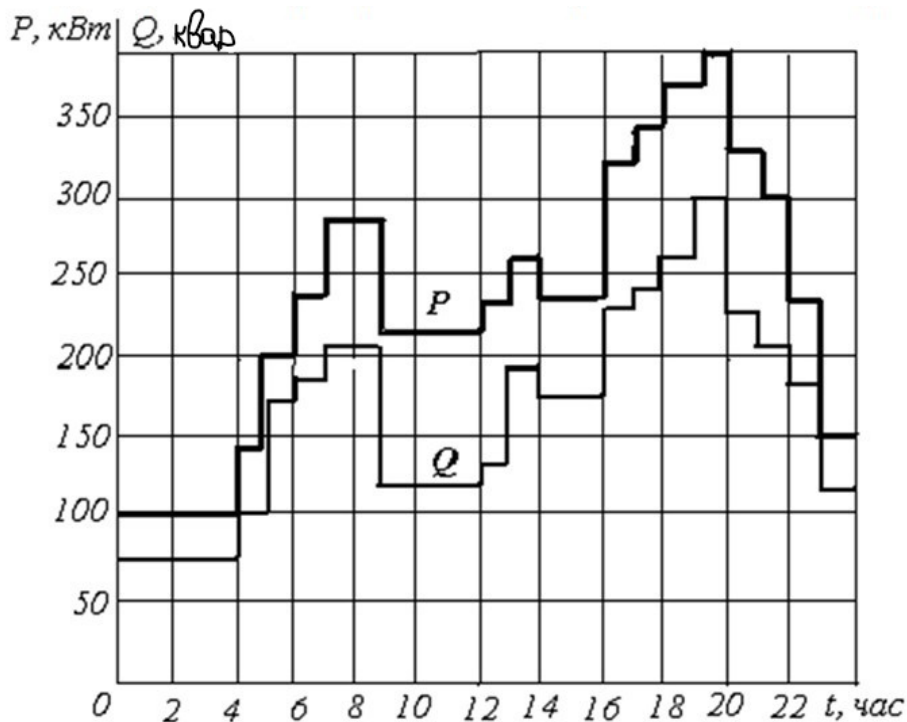


Рисунок 1 – Суточный график нагрузки

Обычно для каждого потребителя дается несколько суточных графиков, которые характеризуют его работу в разное время года и в разные дни недели. Основным является обычно зимний суточный график рабочего дня. Его максимальная нагрузка P_{\max} принимается за 100%, и ординаты всех остальных графиков задаются в процентах именно этого значения [2].

Для суточных графиков активной и реактивной нагрузок характерны следующие величины: максимум активной нагрузки в наиболее загруженной смене P_{\max} кВт, расход активной (реактивной) энергии за сутки $W_{\text{сут}}$ ($V_{\text{сут}}$), кВт·ч (квар·ч), расход активной (реактивной) энергии за наиболее загруженную смену $W_{\text{см}}$ ($V_{\text{см}}$), кВт·ч (квар·ч).

Используя эти характерные величины и зная общую номинальную мощность всех рабочих электроприемников, можно определить характерные для суточных графиков показатели такие как средняя активная и реактивная нагрузка, коэффициент мощности в период максимума, коэффициенты заполнения, неравномерности, формы по активной и реактивной нагрузке.

Так же существуют годовые графики нагрузки. Годовой график нагрузки может быть построен аналогично суточному графику, т. е. по средним мощностям. Годовые графики активной и реактивной нагрузок по продолжительности,

построенные на основании суточных или месячных графиков нагрузок, позволяют уточнить величину годового потребления электроэнергии, наметить режим работы трансформаторов на подстанциях в течение года, правильно выбрать компенсирующие устройства.

Для годовых графиков активной и реактивной нагрузок по продолжительности характерны следующие величины: годовой максимум активной (реактивной) нагрузки $P_{\max.g}$ ($Q_{\max.g}$), кВт (квар), годовой расход активной (реактивной) энергии W_g (V_g), кВт·ч (квар·ч). На рисунке 2 представлен годовой график нагрузки.

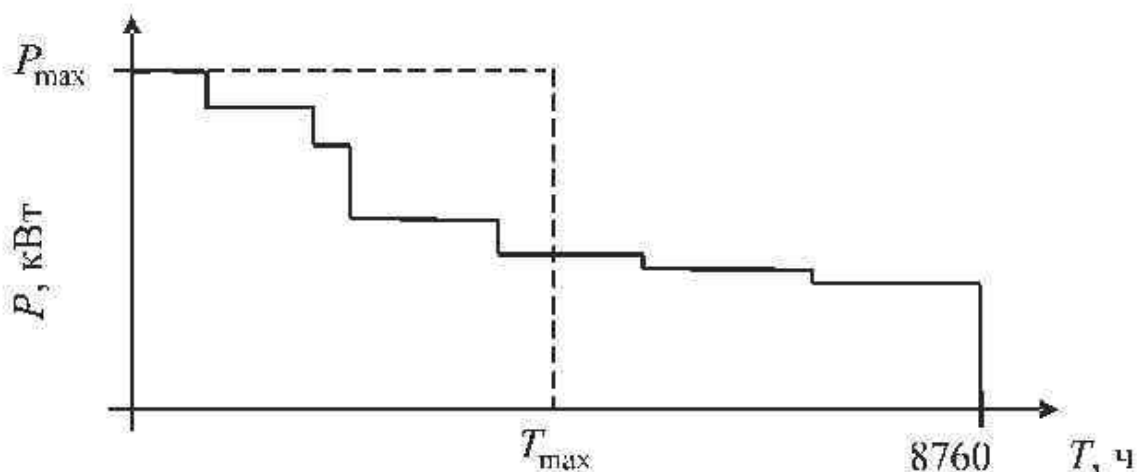


Рисунок 2 – Годовой график нагрузки.

Для анализа и сопоставления показателей, полученных на одном предприятии, с показателями предприятиями-аналогами необходимо графики электрических нагрузок дополнять данными, характеризующими технологию производства в соответствующий графикам период времени [2].

Дефицит мощности в энергосистеме может возникнуть внезапно вследствие аварии с отключением генераторов электростанций или мощных межсистемных линий электропередачи, несущих большую нагрузку, а при задержке ввода мощности генераторов – “запланированный” дефицит.

С момента возникновения дефицита мощности начинается снижение частоты, так как нарушен баланс мощности, генерируемой и потребляемой в энергосистеме. Чем больше дефицит мощности в системе, тем быстрее снижается частота. Для устранения небаланса мощности необходимо или уменьшить нагрузку системы путем отключения части потребителей или увеличить генерацию путем ввода резерва мощности на электростанциях.

Восстановление баланса мощности в системе отключением части нагрузки производится или автоматически – действием автоматической частотной разгрузки (АЧР), или вручную по специальному заранее разработанному аварийному графику. Отключение нагрузки на предприятиях производится очередями. Если энергосистема располагает резервом мощности, вводимым после действия АЧР достаточно быстро, то для ускоренного восстановления питания отключен-

ных АЧР нагрузок эффективно применение частотного автоматического повторного включения (ЧАПВ), которое постепенно очередями включает электропотребители в работу.

Аварийная разгрузка энергосистемы персоналом предприятия вручную по аварийному графику является полезным дополнением к АЧР. Отключением потребителей таким способом частота восстанавливается. Кроме того, отключение по аварийному графику применяется при недопустимом снижении напряжения в узловых точках сети, опасном по статической устойчивости нагрузки.

Регулирование электропотребления промышленного предприятия, направленное на выравнивание графика нагрузки энергосистемы, требует повышения уровня организации производства, способствует снижению удельных норм расхода электропотребления на выпуск продукции. Однако регулирование электропотребления требует разработки и выполнения дополнительных организационно-технических мероприятий (тарифное меню, включающее двухставочные тарифы с отдельной оплатой пиковой мощности и энергии, а также различные модификации тарифов на электроэнергию со ставками, дифференцированными по зонам суток (пиковая, полупиковая, ночная)) [1].

Литература

1. Регулирование активной мощности [Электронный ресурс]. –2020. – Режим доступа: <https://infopedia.su/10xb207.html/> Активная мощность/. – Дата доступа: 22.10.2020.
2. Иванов, В.С. Потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В.С. Иванов. // Потребление электроэнергии. – 2002. – 336 с.