***Лекция 7. Методы определения электрических нагрузок***

Электрические нагрузки должны определяться на всех стадиях проектирования СЭС: разработке задания на проектирование, архитектурного и строительного проектов.

На стадии составления задания на проектирование определяется результирующая электрическая нагрузка предприятия для решения вопросов присоединения его к сетям энергосистемы. На этом этапе исходные данные по номинальным мощностям отдельных электроприемников, как правило, отсутствуют. В этом случае ожидаемая электрическая нагрузка принимается по фактическому электропотреблению предприятия-аналога или рассчитывается по достоверному значению коэффициента спроса при наличии данных о суммарной установленной мощности электроприемников. Точность определения ожидаемой электрической нагрузки зависит в значительной степени от полноты имеющейся статистической информации по электропотреблению действующих промышленных предприятий разного назначения. Однако эта информация во многих случаях недостаточно достоверна или вообще отсутствует, что затрудняет определение значения ожидаемой электрической нагрузки с необходимой точностью. Поэтому важнейшей задачей проектных организаций является создание автоматизированного банка данных по электропотреблению предприятий различных отраслей промышленности.

Расчет ожидаемой электрической нагрузки предприятия может выполняться по удельным показателям электропотребления: удельному расходу электроэнергии на единицу продукции или удельной плотности нагрузок на единицу производственной площади. Следует иметь в виду, что эти показатели должны включать в себя не только электропотребление основных технологических механизмов, но и электроприемников, обеспечивающих вспомогательные нужды предприятия (освещение, вентиляцию, водоснабжение, канализацию и т. п.). Доля последних в электропотреблении значительна и имеет тенденцию к росту, особенно в связи с необходимостью выполнения требований по экологической безопасности.

При разработке архитектурного и строительного проектов промышленного предприятия расчет электрической нагрузки выполняется для построения схемы электроснабжения на напряжении выше 1 кВ, выбора и заказа электрооборудования СЭС предприятия. Расчет нагрузки производится параллельно с построением схемы электроснабжения в ниже представленной последовательности.

1. Определяется расчетная нагрузка питающих сетей напряжением до 1 кВ и на шинах каждой цеховой трансформаторной подстанции. Одновременно ведется построение питающей сети, выбор сечений проводников и защитных аппаратов, уточняются мощности трансформаторов.

2. Выполняется расчет электрической нагрузки на напряжении до 1 кВ в целом по корпусу (предприятию) для выявления общего числа и мощности цеховых ТП.

3. Выполняется расчет электрической нагрузки на напряжении 6-10 кВ и выше на сборных шинах распределительных пунктов (РП), главных понизительных подстанций (ГПП), подстанций глубокого ввода (ПГВ).

4. Определяется расчетная электрическая нагрузка предприятия в точке балансового разграничения с энергосистемой.

При проектировании СЭС первоначально определяется количество, структура и нагрузки одиночных обособленных потребителей электроэнергии и ЭП. Остальные электроприемники разбиваются на группы по упорядоченному принципу:

- группы характерных ЭП: электродвигателей производственных механизмов, станков, вентиляторов; осветительных установок; электротермических установок и т. п.;

- группы ЭП по степени надежности электроснабжения, режиму работы и т. п.;

- группы по территориальному размещению ЭП;

- группы ЭП по производственно-техническим узлам и т. д.

Каждая группа питается от одного распределительного устройства: шинопровода, шкафа, пункта и т. п. Следовательно, от способа формирования групп электроприемников зависит выбор применяемого электрооборудования. Для каждой группы определяются электрические нагрузки. Отметим, что *группа* – это два или более двух электроприемников, подключенных к одному распределительному или вводному устройству. Это достаточно широкое понятие. В зависимости от уровня системы электроснабжения группой может быть многодвигательный станок, технологический агрегат, цех, корпус и предприятие в целом.

При расчете нагрузок отдельно должны быть определены нагрузки ЭП особой группы первой категории и нагрузки электроприемников третьей категории. Нагрузки ответственных электроприемников необходимо знать для выбора мощности третьего независимого взаимно резервирующего источника питания, а приемников третьей категории - для разработки графика ограничения электропотребления, который составляется для предприятий, участвующих в регулировании графика нагрузки энергосистемы в осенне-зимний период.

Определение электрических нагрузок на стадии разработки строительного проекта следует вести по коэффициенту расчетной мощности.

Исходными данными для расчета являются таблицы задания от технологов, сантехников и других специалистов смежных подразделений, в которых указываются данные ЭП.

Во всех случаях, когда это возможно, расчетная нагрузка должна определяться на основании паспортных данных технологических машин и оборудования с учетом реально ожидаемой технологической схемы работы, производительности установки и нагрузки отдельных механизмов. При отсутствии такой информации применяются расчетные коэффициенты, выявленные на действующих установках, подобных проектируемой.

Правильное определение ожидаемых электрических нагрузок существующими методами играет исключительно важную роль при формировании рациональной СЭС. Ошибки, допущенные при расчете нагрузок, сводят на нет усилия создателей СЭС в этом направлении и приводят к неэффективному использованию инвестиций в проектируемый объект.

При определении электрических нагрузок используются такие понятия, как номинальная мощность, средняя мощность, расчетная и пиковая нагрузки электроприемников.

Для представления электрических величин и коэффициентов, характеризующих электропотребление, принята следующая система обозначений: показатели электропотребления индивидуальных ЭП обозначаются строчными буквами, а групп ЭП – прописными буквами латинского или греческого алфавита.

*Номинальная (установленная) мощность одного ЭП* – мощность, обозначенная на заводской табличке или указанная в его паспорте. Под номинальной мощностью электродвигателя понимается мощность, развиваемая на валу двигателя при номинальном напряжении, для остальных ЭП – потребляемая из сети при номинальном напряжении. Отметим, что применительно к агрегату с многодвигательным приводом под номинальной мощностью подразумевают наибольшую сумму номинальных мощностей одновременно работающих двигателей. Номинальная мощность плавильных печей и сварочных установок равна мощности питающих их трансформаторов. Для двигателей-генераторов и преобразователей в качестве номинальной принимается их мощность на вторичной стороне.

*Групповая номинальная (установленная) активная мощность* – это сумма номинальных активных мощностей ЭП рассматриваемой группы:

где – номинальная активная мощность i-го ЭП группы, кВт;

n – количество электроприемников в группе.

*Номинальная реактивная мощность одного ЭП (qном)* – это реактивная мощность, потребляемая из сети или отдаваемая в сеть при номинальной активной мощности и номинальном напряжении, а для синхронных электродвигателей – при номинальном токе возбуждения.

Групповая номинальная реактивная мощность определяется как алгебраическая сумма номинальных реактивных мощностей ЭП, входящих в группу:

– номинальная реактивная мощность i-го ЭП группы, определяемая как

(3)

где – паспортное или справочное значение коэффициента реактивной мощности i-го ЭП.

*Номинальная полная мощность* ЭП () или группы электроприемников () определяется по следующим выражениям:

(4)

(5)

*Номинальный ток* ЭП или электрооборудования – это ток, который при нормированной температуре окружающей среды может протекать неограниченно длительное время, и при этом температура его наиболее нагретых частей не превышает длительно допустимых значений.

Номинальный ток трехфазного электродвигателя принимается по паспортным (справочным) данным или рассчитывается (в амперах) по следующему выражению:

где – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

– номинальное междуфазное напряжение сети, кВ;

– коэффициент мощности двигателя при номинальной нагрузке;

– номинальный коэффициент полезного действия двигателя.

Номинальный ток группы электроприемников определяется по формуле:

Находить группы электроприемников путем алгебраического суммирования номинальных токов отдельных ЭП допустимо при одинаковых значениях коэффициента мощности.

Средняя мощность является основной статистической характеристикой изменяющейся случайной величины электрической нагрузки. Средние активная (рС) и реактивная (qС) мощности электроприемника за любой интервал времени t при известном законе изменения нагрузки во времени определяются по выражениям:

где , – активная и реактивная мощность в момент времени t.

В случаях, когда известны величины расходов активной (wt) и реактивной (vt) электроэнергии за время t, средние мощности электроприемника

Для групп электроприемников средние активная и реактивная мощности могут вычисляться по формулам

Средняя полная мощность электроприемника () и группы () приемников рассчитывается по формулам

(14)

(15)

Средняя нагрузка может быть найдена за любой период. Однако на практике наиболее часто вычисляются средние тридцатиминутные и часовые нагрузки, средние нагрузки за наиболее загруженную смену, сутки, месяц, год. Необходимо иметь в виду, что в методе определения нагрузок с помощью коэффициента расчетной мощности под термином «средняя активная (реактивная) мощность» имеется в виду наибольшее возможное значение средней активной (реактивной) мощности за наиболее загруженную смену, т. е. за смену с наибольшим потреблением энергии группой ЭП, цехом или предприятием в целом.

*Расчетные нагрузки* служат для выбора сечений токоведущих элементов, электрических аппаратов, числа и мощности силовых трансформаторов, преобразовательных и компенсирующих устройств, расчета защиты, определения потерь мощности, энергии и напряжения, а также других параметров режима СЭС. Расчетные активная Рр, реактивная Qр и полная Sр мощности – это мощности, соответствующие такой неизменной токовой нагрузке Iр, которая эквивалентна фактической изменяющейся во времени нагрузке по наибольшему возможному тепловому воздействию на элемент системы электроснабжения. При этом тепловое воздействие выражается в виде максимальной температуры нагрева или максимального теплового износа изоляции.

*Пиковая нагрузка* — это максимальная кратковременная нагрузка длительностью 1-2 с. Эта нагрузка периодически возникает при пусках электродвигателей, работе электросварочного оборудования, дуговых печей и других электроприемников с толчкообразной и переменной нагрузкой. В проектной практике, как правило, определяются пиковые токи, по которым производятся расчеты колебаний напряжения, потерь напряжения в контактных сетях, токов срабатывания защитных аппаратов, а также выбираются плавкие вставки предохранителей.