

Расчетные электрические нагрузки жилых, общественных зданий и общепромышленных помещений



И.В. ПАСТУХОВА,
начальник отдела экспертизы
инженерного обеспечения
ГУ МО «Мособлгосэкспертиза»



А.Г. НАСАНОВСКИЙ,
глав. специалист отдела эксперти-
зы инженерного обеспечения
ГУ МО «Мособлгосэкспертиза»

Неправильное определение или вообще отсутствие величины расчетной нагрузки — одно из часто встречающихся замечаний при проведении экспертизы проектов строительства, реконструкции и техперевооружения.

Электрические нагрузки являются исходными данными для решения сложного комплекса технических и экономических вопросов, возникающих при проектировании электроснабжения зданий и сооружений. Определение электрических нагрузок составляет первый этап проектирования любой системы электроснабжения и производится с целью выбора и проверки токоведущих элементов и трансформаторов по нагреву и экономическим соображениям, расчета отклонений и колебаний напряжений, выбора компенсирующих установок, защитных устройств и т.д.

От правильной оценки ожидаемых элек-

трических нагрузок зависит рациональность выбора схемы и всех элементов системы электроснабжения и ее технико-экономические показатели (капитальные вложения, ежегодные эксплуатационные расходы, расход цветного металла и потери электроэнергии).

Жилые и общественные здания

В настоящее время расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий должен выполняться согласно Своду Правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий», который одобрен и рекомендован Госстроем России от 26.10. 2003г. № 194 и согласован: Го-

сэнергонадзором России от 26.03.2003г. № 32-01-07/41 и ГУГПС МЧС России от 26.10.2003г. №18/4/2834.

СП 31-110-2003 принят взамен: ВСН 59-88, отдельных пунктов раздела 2 РД 34.20.185-94 (изменения и дополнения к разделу 2 «Расчетные электрические нагрузки»), которые утратили силу в связи с истечением срока действия, и РМ-2696-01, не являющиеся документом федерального уровня.

Удельные расчетные электрические нагрузки электроприемников квартир жилых зданий следует принимать по таблице 6.1 с обязательными примечаниями к данной таблице.

Однако, остается открытым вопрос о расчетных нагрузках электроприемников коттеджей, не вошедших в СП. Коттеджи могут характеризоваться следующими потребителями электроэнергии: с плитами на природном газе; с плитами на природном газе и электрической сауной мощностью до 12 кВт; с электрическими плитами мощностью до 10,5 кВт; с электрическими плитами мощностью до 10,5 кВт и электрической сауной мощностью до 12 кВт. По нашему мнению расчетные нагрузки электроприемников коттеджей можно определять по СП, как для квартир с повышенной комфортностью: 1) в соответствии с заданием на проектирование или 2) по заявленной мощности с учётом коэффициентов спроса по таблице 6.2, и в обоих случаях применяя коэффициенты одновременности — таблица 6.3.

Как известно, электрические нагрузки квартир носят случайный характер и зависят от ряда факторов (уклада жизни различных семей, набора электроприемников по количеству и мощности и других факторов), вот почему по отношению к электроприемникам квартиры установленная мощность не имеет смысла и, согласно СП, заменяется на заявленную мощность. Необходимо отметить, что удельные нагрузки для электроприемников квартир приняты для периода зимнего полупеикового максимума, для периода наибольших нагрузок (см. Примечания п.п. 3; 5; 6; 7; 8 к таб.6.1) и учитывают асимметрию нагрузок, обусловленную неравномерной нагрузкой фаз электрической сети.

Иногда в некоторых проектах расчетная нагрузка на шинах РУ-0,4кВ ТП по многосекционному жилому дому определяется как сумма расчетных нагрузок на вводах ВРУ (ВРУ-1; ВРУ-2 и так далее). Это является грубейшей ошибкой. В п.6.2 СП четко указано, расчетная нагрузка определяется по таб.6.1 для каждого элемента сети в зависимости от числа квар-

тир, то есть для шин РУ-0,4кВ ТП - от общего количества квартир многосекционного дома, присоединенных к данному ТП.

Как уже было сказано, расчетные нагрузки электроприемников муниципальных жилых зданий определяются согласно СП п.6.1, а для квартир с повышенной комфортностью по заявленной мощности по таблицам 6.2 и 6.3. При совместном «наборе» квартир муниципальных и квартир с повышенной комфортностью расчетная нагрузка электроприемников квартир, в частности, на электропроводе в аварийном режиме определяется расчетом отдельно тех и других нагрузок и с учетом коэффициента одновременности. Пример: 17-этажный жилой дом с общим количеством квартир 102, из них 60 квартир с повышенной комфортностью (п.к.) при заявленной мощности 30 кВт на квартиру (расчетная $P_p = 30 \times 0,6 = 18 \text{ кВт}$) и 42 квартиры-муниципальные (Руд.муниц. = 1,95кВт/кварт.). В этом случае расчетная нагрузка всех квартир на электропроводе в аварийном режиме: $P_p(\text{ввод}) = (18 \times 60 + 1,95 \times 42) \times 0,16 = 186 \text{ кВт}$, где $K = 0,16$ — коэффициент одновременности для 102 квартир (СП таб. 6.3).

Для потребителей электроэнергии общественных зданий следует обращать внимание на характерные особенности электрических расчетов групп общественных зданий, комплексов и сооружений (согласно СНиП 2.08.02-89* - Приложение 1) по рабочему освещению и для силовых электрических сетей. При этом для силовых вводов зданий, относящихся к одному комплексу, но различных по функциональному назначению (учебных помещений и мастерских ПТУ, специальных учебных заведений и школ, парикмахерских, ателье, КБО, общественных помещений и т.п.) расчетную нагрузку следует принимать с коэффициентом несовпадения максимумов их нагрузок, равным 0,85.

При совместном питании силовых ($P_{p.c.}$) электроприемников и освещения ($P_{p.o.}$) расчетную нагрузку (P_p) в рабочем и аварийных режимах, следует определять по формуле:

$$P_p = K (P_{p.o.} + P_{p.c.} + K_1 P_{p.x}), \text{ где:}$$

K — коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников (в том числе холодильного оборудования) и освещения ($P_{p.o.} \times 100\% / P_{p.c.}$ в соответствии с СП таблица 6.11);

K_1 — коэффициент, зависящий от отношения $P_{p.o.} \times 100\% / P_{p.x.}$ в соответствии с СП таблица 6.11 — примечание 3), где $P_{p.x.}$ — расчетная нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха. При-

мер: кафе, где $P_{p.c.} = 110 \text{ кВт}$, $P_{p.o.} = 40 \text{ кВт}$, $P_{p.x.} = 30 \text{ кВт}$, тогда: $P_{p.o.} \times 100\% / P_{p.c.} = 40 \text{ кВт} \times 100\% / 110 \text{ кВт} = 36\%$ и по таблице 6.11 $K = 0,85$; $K_1 = 0,75$ при отношении ($40 \text{ кВт} \times 100\% / 30 \text{ кВт} = 133\%$); расчетная нагрузка (P_p) в аварийном режиме составит: $P_p = 0,85 (40 \text{ кВт} + 110 \text{ кВт} + 0,75 \times 30 \text{ кВт}) = 147 \text{ кВт}$.

Необходимо отметить, что расчетную нагрузку ($P_{p.тп.}$) на шинах РУ-0,4 кВ ТП при смешанном питании потребителей различного назначения (жилых домов и общественных зданий) определяют по формуле: $P_{p.тп.} = P_{p.макс.} + K_1 \times P_{p1.} + K_2 \times P_{p2.} + K_3 \times P_{p3.}$ (СП п.6,31). Пример: электроприемники жилого дома с $P_{p.макс.} = 186 \text{ кВт}$ + $0,7 \times 147 \text{ кВт}$ + $0,6 \times 30 \text{ кВт} = 307 \text{ кВт}$, где 30 кВт- электроприемники здания управления; 147 кВт - электроприемники кафе (коэффициенты: K_1 ; K_2 ; K_3 - учитывают долю электрической нагрузки общественных зданий к наибольшей нагрузке жилого дома).

Промышленные установки

В целях упорядочивания методов расчета электрических нагрузок были введены, а затем уточнены «Указания по определению электрических нагрузок в промышленных установках» РТМ 36.18.32.4-92, разработанные специальной комиссией по электрическим нагрузкам при ЦЕНТОЭП совместно с институтом «Тяжпромэлектропроект». В результате комплекса научно-исследовательских работ с привлечением ведущих научно-исследовательских и проектных институтов, высших учебных заведений было установлено, что причиной завышения расчетных электрических нагрузок явилось завышение средней расчетной нагрузки. В связи с уточнением расчетные нагрузки снизились в пределах от 15 до 30% и в значительной мере устранили расхождение между расчетным и фактическим электропотреблением. Было подготовлено и выпущено Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок» («Тяжпромэлектропроект», 1993 г).

В качестве указаний по расчету электрических нагрузок служит РТМ 36.18.32.4-92, Пособие к ним и Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок («Тяжпромэлектропроект», 1990 г).

В первую очередь необходимо проектировщикам — электрикам получить задания от технологов, сантехников и других смежных специальностей, в которых должны быть ука-

заны данные электроприемников (номинальная мощность, фазность, напряжение, количество, режим работы и т.п.), устанавливаемых в данном здании (сооружении). Если здание состоит из нескольких энергоёмких корпусов (пром-площадок), то расчет электрических нагрузок ведется для каждого корпуса (пром-площадки) отдельно.

Необходимо расчет нагрузок производить для каждого технологического режима: двигательный режим (станки, вентиляторы, компрессоры, насосы); режим нагревательных электроприемников (печи сопротивления, сушильные шкафы, нагревательные приборы); для электроприемников, заданных полной мощностью (силовых, печных, сварочных трансформаторов: $P_{ном.} = S_{паспр.} \cos \phi$); для электродвигателей, работающих в повторно-кратковременном режиме (электрокраны, тельферы, лифты, пожарные насосы: $P_{ном.} = P_{паспр.} \sqrt{ПВ}$). При расчетах силовых электрических нагрузок применяют расчетные коэффициенты, характеризующие режим работы электроприемников, мощности, времени и графика нагрузок: коэффициент использования — K_i , который характеризует использование активной мощности и представляет собой отношение средней активной мощности одного или группы электроприемников за наиболее загруженную смену к номинальной мощности; коэффициент спроса — отношение максимальной активной мощности одного или группы электроприемников к номинальной мощности.

Расчеты электрических нагрузок должны производиться при разработке предпроектной документации, на стадиях проект, рабочий проект, рабочая документация. Также должны оцениваться электрические нагрузки и при выполнении схем развития. Однако цели и состав расчета нагрузок при различных стадиях разные.

При предпроектной проработке (обоснование инвестиций, градостроительная документация) должна определяться результирующая электрическая нагрузка застройки, предприятия, позволяющая решить вопросы присоединения к сетям энергосистемы и наметить схему электроснабжения застройки, промышленного предприятия на напряжении сети энергосистемы в точке балансового разграничения. На этой стадии точный расчет электрических нагрузок по существующей форме не производится. Ожидаемая электрическая нагрузка определяется либо по фактическому потреблению аналогичной застройки или предприятия — аналога,

либо по достоверному значению коэффициента спроса при наличии данных об установленной мощности всех электроприемников, либо по удельным показателям электропотребления. Точность определения ожидаемой электрической нагрузки зависит в значительной степени от полноты имеющейся статистической информации по электропотреблению действующих предприятий отрасли. К сожалению, эта информация в большинстве случаев недостаточна (разве что в головных проектных организациях) или вообще отсутствует, что весьма затрудняет определение достоверного значения ожидаемой электрической нагрузки.

При определении ожидаемой электрической нагрузки предприятия по удельным показателям электропотребления (например, удельному расходу электроэнергии на единицу продукции) следует иметь в виду, что показатели удельных расходов должны включать в себя не только электропотребление основных технологических механизмов, но и электропотребление вспомогательных механизмов, обеспечивающих технологический процесс (водоснабжение, газоснабжение, сантехнические устройства, очистные установки и т.п.). Доля последних в электропотреблении значительна и имеет тенденцию к росту особенно в связи с необходимостью выполнения требований по экологии.

При определении ожидаемой электрической нагрузки застройки по удельным нагрузкам возможно использование рекомендаций п.2.4.4 РД 34.20.185-94 (поскольку в этой части новых показателей на данный момент нет).

На стадии проект производится расчет электрических нагрузок в целях выполнения схемы электроснабжения объектов застройки, предприятия на напряжение 10(6) кВ и выше, выбора и заказа электрооборудования трансформаторных, распределительных и главных понижающих подстанций, элементов электрических сетей на напряжение 10 (6) кВ и выше.

Расчет электрических нагрузок производится параллельно с построением системы электроснабжения, например, для промпредприятия, в следующей последовательности:

выполняется расчет электрических нагрузок ЭП напряжением до 1 кВ в целом по корпусу (предприятию) в целях предварительного выявления общего количества и мощности цеховых трансформаторных подстанций, устанавливаемых в корпусе (на предприятии);

выполняется расчет электрических нагруз-

зок 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 выбранных согласно РТМ 36.18.32.6-92 средств КРМ.

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 до 1 кВ и на шинах каждой цеховой трансформаторной подстанции. Расчет ведется одновременно с построением питающей сети напряжением до 1 кВ. Целью расчетов являются 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.

На стадии рабочая документация при двухстадийном проектировании, когда количество и мощности подстанций определены на предыдущей стадии проектирования, выполняется только расчет электрических нагрузок питающих сетей напряжением до 1 кВ и на шинах каждой цеховой подстанции. В тех случаях, когда количество и мощности подстанций не определены на предыдущей стадии проектирования или меняются исходные данные по сравнению с ранее выданными заданиями на проектирование, последовательность расчетов электрических нагрузок должна быть аналогичной последовательности расчетов их на стадии рабочего проекта.