

## ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергия широко применяется во всех отраслях народного хозяйства. Основными потребителями являются различные отрасли промышленности, транспорта, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов и поселков. Основная доля потребления приходится на промышленное производство. Характер электрической нагрузки весьма разнообразный, имеет свою специфику по разным отраслям, требует определенных условий электроснабжения, надежности, экономичности, бесперебойности, качества поставляемой электроэнергии.

В промышленности основной нагрузкой являются двигатели электроприводов, которые составляют более 60% всей нагрузки, значительная доля энергопотребления приходится на термическое оборудование – нагревательные установки и печи, индукционные и дуговые печи, грузоподъемные механизмы. Индукционные и дуговые печи представляют высоко энергоемкую нагрузку, несмотря на малый количественный состав во всей нагрузке.

Для приемников и потребителей электрической энергии выбирается соответствующее напряжение питания, которое определяют структуру схемы электроснабжения и способы электрической канализации электроэнергии. Диапазон применяемых стандартных напряжений велик. Требования, предъявляемые к их качеству, возросли с ростом высокотехнологичных производств и развитыми рыночными условиями труда. Это диктует в свою очередь внедрения высокой организации, техничности энергоснабжающих предприятий, применения и внедрения новейшего оборудования, высокого класса профессионального обслуживания всех элементов систем энергоснабжения и потребления. Основные понятия СЭС.

*Электроприемником* называют аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

*Потребителем* электрической энергии называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

Электроприемники снабжаются э/э от системы электроснабжения.

*Система электроснабжения* – совокупность электроустановок для бесперебойного обеспечения электрической энергией

*Независимый источник питания* – источник, на котором сохраняется напряжение в пределах регламентированных ПУЭ, для послеаварийного режима, при исчезновении его на другом или других источниках питания этих приемников. В качестве такого источника могут быть применены – две секции шин одной или нескольких подстанций при условиях: - каждая секция шин имеет питание от независимого ИП; - системы шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающую секцию при нарушении ее нормальной работы.

# 1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

## 1.1 Цели проектирования

Определить расчетные электрические нагрузки с максимальной точностью. Разработать рациональную, экономически обоснованную систему электроснабжения объекта.

Электрические нагрузки рассчитываются по общепринятым методикам. Разработка системы электроснабжения должна быть удобной для эксплуатации, обеспечивать надежность и гибкость.

В данном курсе рассматриваются вновь проектируемые СЭС и стадии проектирования.

Проектные работы выполняются проектными организациями отраслей.

Проектирование выполняется на основании технического задания. Техническое задание оформляется и выдается проектировщикам заказчиком. Процесс проектирования разделяют на стадии:

- предпроектная стадия,
- стадия проект,
- рабочий проект,
- рабочая документация.

На предпроектной стадии определяется результирующая электрическая нагрузка, позволяющая решить вопрос о возможности присоединения проектируемого объекта к существующим сетям. Решить вопрос о балансовом разграничении электроснабжения. Выполнить предварительные технико-экономические расчеты.

Ожидаемая электрическая нагрузка определяется по фактическому энергопотреблению предприятий аналогов, если таковые имеются. Если нет такого предприятия, расчет выполняется методом коэффициента спроса на основании установленной мощности нагрузки. Для объекта с разработанным технологическим процессом, обычно это не составляет большой проблемы. Если проектирование связано с большими объемами освоения, определение ожидаемых электрических нагрузок выполняется по удельным показателям энергопотребления. В удельные нагрузки по отраслям должны включаться расходы, как на основное, так и вспомогательное оборудование. Доля электропотребления вспомогательного оборудования имеет тенденцию к росту, в связи с требованиями экологии, с широким внедрением автоматизации в производства.

Для получения достоверных данных по удельным нагрузкам необходимо проектные организации должны создавать банки данных по электропотреблению предприятий отраслей. Это трудоемкое направление, требующее всестороннего анализа.

На стадии проект выполняется расчет электрических до 1 кВ в целом по предприятию, определяются мощность и количество цеховых трансформаторных подстанций для заказа электрооборудования ГПП, РП, ТП.

Выполняется расчет электрических нагрузок на 10(6) кВ и выше до сборных шин ГПП. Выполняется определение нагрузки предприятия в точке балансового разграничения с энергосистемой. Производится окончательный выбор числа и мощности трансформаторов с учетом средств компенсации реактивной мощности.

На стадии рабочий проект рекомендуется следующая последовательность.

1) Расчет электрических нагрузок до 1 кВ в целом, предварительное количество и мощность трансформаторных подстанций, и их месторасположение.

2) Расчет электрических нагрузок питающих сетей до 1 кВ и на шинах каждой трансформаторной подстанции и составление схемы питающей сети до 1 кВ. цель расчета – выбор сечений питающих проводников и защитных аппаратов.

3) Выполняется расчет электрических нагрузок на 10(6) кВ и выше на сборных шинах РП и ГПП.

4) Выполняется определение нагрузки предприятия в точке балансового разграничения с энергосистемой.

5) Производится окончательный выбор числа и мощности трансформаторов с учетом средств компенсации реактивной мощности.

На стадии рабочая документация составляется вся документация и выполняются расчеты. Если на стадии проект определены количество и мощности подстанций выполняется расчет нагрузок питающих сетей и до 1 кВ и на шинах каждой цеховой ТП.

Если на предыдущей стадии не определены число и мощность ТП или изменены исходные данные задания последовательность расчетов как на стадии рабочий проект.

## 1.2 Понятие оптимального решения

Разработка оптимальной системы электроснабжения сводится к созданию варианта с минимальными экономическими затратами. Нахождение оптимального решения состоит из двух основных задач – анализа и синтеза.

Анализ определяет свойства системы и ее поведение. Выполняется анализ, как существующих систем, так и вновь проектируемых. При этом должны быть известны энергетические характеристики источника питания, структура модели СЭ, характеристики СЭ. Чаще всего, работа анализа сводится к численным методам показателей эффективности. Для качественного выполнения анализа необходимо определить цель оптимизации СЭ и основные условия.

Например: цель анализа - оптимизация параметров качества напряжения СЭ в условиях существующей сети или, цель анализа - снижение потерь электроэнергии без дополнительных материальных вложений и т.д.

Правильно выбранная и сформулированная цель оптимизации и условия – гарантия ее реализации.

Задача синтеза заключается в выборе оптимальной структуры СЭ, ее внутренних параметров с учетом накладываемых ограничений. Чаще всего задача синтеза сводится к отысканию структуры СЭ и ее оптимальных характеристик.

Задачи, решаемые оптимизацией обычно многовариантны, могут решаться несколькими способами и обязательно содержат технико-экономические расчеты.

### 1.3 Основные нормативно-технические документы

Действующие на территории РК документы.

«Закон РК от 09 2004 года N-588-III Об электроэнергетике». Настоящий закон регулирует общественные отношения, возникающие в процессе производства и распределения и использования электрической и тепловой энергии.

Закон регламентирует цели и задачи государственного регулирования в области электроэнергетики. Государственное регулирование в области электроэнергетики включает:

- лицензирование
- государственное регулирование тарифов
- демонополизацию и приватизацию объектов электроэнергетики
- государственный надзор за безопасностью, надежностью и экономичностью производства, передачи, технической диспетчеризации и потребления электрической энергии

- разработку и утверждение нормативных правовых актов РК, нормативных технических документов, содержащих технические и технологические требования регулирования деятельности отношений в сфере производства, передачи, технической диспетчеризации и потребления электрической и тепловой энергии, также нормы, обеспечивающие надежность, экономичность, безопасность строительства и эксплуатации линий электропередачи, энерго – электроустановок.

При проектировании необходимо полнее учитывать возможности перспективной эксплуатации – знание Закона об энергетике, отдельных его положений направлено на это.

В последние годы в Республике Казахстан прекращен государственный мониторинг основных энергоэкономических показателей в коммунально-бытовой сфере, отсутствует устойчивая и достоверная статистика их динамики, а также учет и структура продаж электробытовой техники. Прекращена научно-исследовательская деятельность Казахского научно-исследовательского института энергетики

(КазНИИЭнергетики) и Казахстанского научно-исследовательского и проектно-изыскательского института «Казсельэнергопроект» по обследованию режимов электропотребления с замером электрических нагрузок по сезонам года и в течение суток. В этой связи в основу аналитической работы над определением величин расчетных электрических нагрузок были положены соответствующие последние нормативные наработки:

«Правила устройства электроустановок» 7 издание, Астана 2003г.

Настоящее издание включает разделы и главы (седьмого издания), подготовленные ОАО «ВНИПИ Тяжпромэлектропроект» совместно с Ассоциацией «Росэлектромонтаж».

При подготовке указанных глав ПУЭ учтены требования государственных стандартов (в частности ГОСТ Р 50571), строительных норм и правил, рекомендации научно-технических советов ведущих электроэнергетических организаций. Проект рассмотрен рабочими группами Координационного Совета по пересмотру ПУЭ.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки до 500 кВ, в том числе на специальные электроустановки.

По отношению к реконструируемым электроустановкам требования настоящих Правил распространяются лишь на реконструируемую часть электроустановок, например на аппараты, заменяемые по условиям короткого замыкания (КЗ), оговоренные в разделе 7 ПУЭ.

Отдельные требования настоящих Правил можно применять для действующих электроустановок, если это упрощает электроустановку, если расходы по реконструкции обоснованы технико-экономическим расчетом или если эта реконструкция направлена на обеспечение тех требований безопасности, которые распространяются на действующие электроустановки

«Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий» - СН РК 2.5-19-2001

Отраслевые руководящие документы Республики Казахстан, разработанные «Казсельэнергопроект»:

- «Методические указания по проектированию городских и поселковых сетей» РДС РК 4.04-191-2002 г

- «Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ сельскохозяйственного назначения» РД 34. РК. 20.178-98

- «Нормы технологического проектирования электрических сетей сельскохозяйственного назначения» РДС РК 4.04-185-2003.

- «Инструкция по проектированию единого энергетического ввода для энергоснабжения сельских жилых домов» РДС РК. 4.04-01-2003.

Нормативы для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городских распределительных сетей, введенные в действие с 1 августа 1999 г. Министерством топлива и энергетики Российской Федерации.

Дополнения к разделу 2 Расчетные электрические нагрузки «Инструкции по проектированию городских электрических сетей» РД 34.20.185-94, разработанные МНТОЭ в 2000г.

Строительные нормы Республики Казахстан «Нормы расхода электроэнергии, тепла на отопление, горячее и холодное водоснабжение, канализационных стоков, коммунальных затрат на текущий и капитальный ремонты на единицу мощности зданий бюджетных организаций Республики Казахстан», 1998 г.

Правила пользования электрической и тепловой энергией, разработанные Государственным энергетическим надзором Республики Казахстан, 1998 г.

Уточнение расчетных электрических нагрузок городских потребителей г. Астаны, разработанное ОАО «Астанаэнергосервис» в 2000 г.

Руководящие материалы по электроснабжению индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) участков и других частных сооружений Главного управления Государственного энергетического надзора России, 1994 г.

Вышеуказанные нормативные материалы в совокупности с разработками академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова были тщательно изучены, проанализированы и скорректированы с учетом природно-климатических особенностей Республики Казахстан (резко континентальный климат, длительный период минусовых температур, повышенная солнечная радиация, угол солнечного склонения и т.п.).

Были приняты во внимание специальные исследования КазНИИэнергетики в части особенностей электрификации городских жилищ, определения электрических нагрузок в сетях жилого сектора городов на различных этапах электрификации быта и электрификации процессов приготовления пищи, водонагрева и отопления, а также формирования их энергобаланса.

Приняты к исполнению «Указания по расчету электрических нагрузок» взамен «Указаний по определению электрических нагрузок в промышленных установках» разработанные Всероссийским научно-исследовательским проектно-конструкторским институтом «Тяжпромэлектропроект» от 1993 года.