

ЛЕКЦИЯ 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВАРИЙНОМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

1.1 Классификация ограничений электроснабжения

Электроснабжение промышленных предприятий в основном осуществляется от централизованных энергосистем через энергоснабжающие организации. Энергоснабжающая организация согласовывает договорные значения электрической мощности, которые потребитель заявляет и должен выполнять в периоды максимума активных нагрузок в энергосистеме. Часы максимума нагрузок фиксируются в "Договоре на поставку электроэнергии" и по продолжительности не должны превышать следующих установленных на суточном интервале времени значений: с октября по март: утром – 2 часа, вечером – 4 часа; с апреля по сентябрь: утром – 4 часа, вечером – 2 часа. При дифференцированном тарифе устанавливаются периоды времени, в пределах которых различна оплата потребляемой электроэнергии, что стимулирует предприятия ограничивать свое электропотребление в часы максимума нагрузок энергосистемы (таблица 1).

Таблица 1

Тарифные зоны

Время года	Тарифные зоны		
	Ночной провал	Полупик	Пик
Январь, февраль, ноябрь, декабрь	23.00-6.00	6.00-8.00 10.00-17.00 21.00-23.00	8.00-10.00 17.00-21.00
Март, апрель, сентябрь, октябрь	23.00-6.00	6.00-8.00 10.00-18.00 22.00-23.00	8.00-10.00 18.00-22.00
Май – август	24.00-7.00	7.00-8.00 11.00-20.00 23.00-24.00	8.00-11.00 20.00-23.00
Тарифный коэффициент k_i	0,35	1,02	1,68

Указанные требования к регулированию суточного графика нагрузки предприятия относятся к **режимным (тарифным)** ограничениям электроснабжения на суточном интервале. При этом определено, что ущерб в виде переплаты за пользование электроэнергией может быть значительным (например, для угольной шахты может составлять от 80 до 400 тыс. долл. в год).

Следующий вид ограничений электроснабжения – **системные**, которые вызваны отказами элементов систем электроснабжения (трансформаторов, выключателей, линий и т.п.). Продолжительность действия ограничений такого рода тесно связана с понятием "категорий электроприемников по надежности электроснабжения", регламентированных "Правилами устройства электроустановок", и составляет от долей секунды (для I категории) до нескольких суток (для III категории).

При отсутствии резерва генерирующих мощностей энергоснабжающая организация может выполнять частичное отключение потребителей от питающей

сети. В случае необходимости выполняется отключение нагрузок потребителя до уровня аварийной и технологической брони. Такие ограничения относятся к **аварийным**, их продолжительность достигает нескольких суток, превышая по этому показателю режимные ограничения, осуществляемые на суточном интервале. Ожидаемый ущерб производству от ограничений электроснабжения этого вида составляет до 400 тыс. долл. в год на одну шахту.

Последний вид ограничений электроснабжения – **чрезвычайные**, которые наблюдаются при возникновении различного рода форс-мажорных обстоятельств. Они могут быть продолжительными и глубокими вплоть до полного отключения предприятия. В результате не обеспечивается даже аварийная броня (АБ) электроснабжения и, следовательно, нарушается устойчивая работа предприятия. Ущерб, который ожидается при таком виде ограничений, очень значительный (колеблется от 6 до 46 млн. долл. на одну шахту за одно событие). К чрезвычайным ограничениям следует отнести ограничения, обусловленные невозможностью обеспечить **энергетическую безопасность** (комплексное понятие, характеризующее возможность получения предприятием энергии, сколько нужно и когда нужно).

1.2 Форс-мажорные обстоятельства, вероятность их возникновения

В "Правилах пользования электрической энергией" (далее – Правила) указывается, что энергоснабжающая организация не несет материальной ответственности за недоотпуск электрической энергии, вызванный форс-мажорными обстоятельствами. При этом форс-мажорные обстоятельства определены как чрезвычайная и непреодолимая при данных условиях сила, защита от действия которой не предусмотрена в проектной и другой нормативной документации, действие которой невозможно предупредить применением высокопрофессиональной практики персонала и которое может быть вызвано:

- исключительными погодными условиями и стихийным бедствием (ураган, буря, наводнение, нагромождение снега, гололед, землетрясение, пожар, проседание и смещение грунта);

- непредусмотренными ситуациями, вызванными действиями стороны, которая не является энергоснабжающей организацией и потребителем электроэнергии (забастовка, локаут, действие общего врага, объявленная или необъявленная война, угроза войны, террористический акт, блокада, революция, заговор, восстание, массовые волнения, общественная демонстрация, акт вандализма, пожар, взрыв, противоправные действия третьих сторон);

- условиями, регламентированными государственными органами управления, а также связанными с ликвидацией последствий, вызванных исключительными погодными условиями и непредусмотренными ситуациями.

Включение в Правила пункта касательно форс-мажорных обстоятельств продиктовано угрозой появления указанных событий. Но, поскольку для различных видов промышленности отсутствуют нормативные документы, устанавливающие взаимоотношения по обеспечению электроснабжения потребителей АБ, выгоден он только энергоснабжающей организации. По этой же причине устойчивая работа предприятий при форс-мажорных обстоятельствах не планируется.

Вместе с тем, возникновение аварийных и форс-мажорных обстоятельств связано как с природным, так и с человеческим фактором, и значительно снижает уровень энергетической безопасности страны и мира в целом. Так, примером могут быть:

- события ноября и декабря 2000 г., когда энергосистема Украины балансировала на грани развала из-за внеплановой остановки 5 атомных энергоблоков. Причиной отключения электроэнергии в нескольких тысячах населенных пунктов из 11 областей и прекращения электроснабжения крупнейших металлургических комбинатов страны стали сильная гололедица, налипание мокрого снега, резкие перепады температур. Такие ситуации, но в более мелких масштабах, повторяются в Украине каждый зимний период;

- террористические акты 11 сентября 2002 г. в США;

- масштабные энергетические аварии в США, Великобритании, Италии, а также события лета 2005 г в Москве (парализован весь электротранспорт, банковская сфера и т.д.);

- аварии в 1998 г. на шахтах "Краснолиманская" и "Родинская", когда из-за выхода из строя распределительного устройства напряжением 6 кВ в течение нескольких суток рабочие находились под землей.

Вероятность возникновения как локальных, так и широкомасштабных аварий в энергосистеме существует. Централизованные системы электроснабжения характеризуются высокой уязвимостью по отношению к сбоям и разрушениям в результате воздействия естественных или антропогенных факторов. Рассчитано, что в результате нескольких взрывов на ключевых трансформаторных станциях в Западной Европе, этот регион может быть почти полностью обесточен на несколько недель. Напротив, децентрализованное электроснабжение, т.е. электроснабжение от источников, не связанных с энергосистемой, позволяет существенно снизить этот риск. Для условий Украины большая системная авария может иметь не только исключительно тяжелые экономические последствия, а приобрести характер масштабной общеевропейской техногенной экологической катастрофы, возобновление электропитания страны после которой займет 30-45 суток.

1.3 Технологическая броня (ТБ) электроснабжения

Технологическая броня электроснабжения – наименьшая величина мощности и длительность времени, необходимые потребителю для безопасного завершения технологического процесса (цикла производства), после чего могут быть отключены соответствующие электроприемники.

ТБ устанавливается для потребителей, внезапное отключение электрооборудования которых вызывает необратимое нарушение технологического процесса производства. Время, необходимое для завершения технологического процесса, а также максимально допустимый перерыв в электроснабжении, что не приводят к необратимому нарушению технологического процесса, определяются по проектной, технической или технологической документации относительно остановки технологического процесса (цикла производства).

К ТБ относятся (в качестве примера):

- для угольных шахт: клетевой людской и грузо-людской подъем;

- для угольных разрезов: главный привод и механизмы собственных нужд клетевой подъемной установки дренажной шахты;
- для заводов химической и металлургической промышленности: оборудование электродуговых и индукционных печей, чугунно-литейного производства, необходимое для прекращения выпуска и слива металла, водоохлаждения печей и др.;
- для строительных предприятий: оборудование формовочных, бетоно-растворных и сушильно-печных отделений, необходимое для завершения процесса перемешивания бетонной смеси и выгрузки ее из бетономешалок и бункеров с целью избежать застывания смеси.

Токоприемники механизмов, которые задействованы в процессе подготовки сырья, упаковки, транспортировки, складирования продукции и т.п. к ТБ не относятся.

1.4 Аварийная броня электроснабжения

Аварийная броня электроснабжения – наименьшая величина потребляемой электрической мощности и минимальная суточная величина электропотребления, которая в случае внезапного прекращения электроснабжения, вызванного аварийной ситуацией в энергосистеме, обеспечивает:

- безопасность жизни людей;
- предотвращение поломки основного оборудования и систем отопления потребителя;
- сохранение аварийного, охранного освещения и сигнализации;
- сохранение минимально допустимого уровня вентиляции, канализации;
- работу систем пожаротушения, водоотвода и дренажа;
- предотвращение негативных экологических и техногенных последствий.

К электроприемникам АБ относятся:

- для угольных шахт: водоотлив, вентилятор главного проветривания, клетевой людской и грузо-людской подъем и др.;
- для угольных разрезов: центральный и полевой водоотлив, вентиляторная установка дренажной шахты;
- для заводов химической и металлургической промышленности: печные трансформаторы для расплавления металла, вытяжная вентиляция, водоохлаждение печи, аварийное освещение;
- для строительных предприятий: аварийное освещение и насосы противопожарного водоснабжения;
- для обогатительных фабрик: освещение, насосная станция, ремонтно-механические мастерские производственная связь.

Определение величины АБ электроснабжения всех потребителей электроэнергии необходимо для предотвращения негативных последствий, уменьшения возможных убытков потребителя от внезапного прекращения электроснабжения в случае возникновения аварии в энергосистеме, применения других методов регулирования потребления электроэнергии и мощности, которые вводятся для предотвращения нарушения режима работы Объединенной

энергетической системы Украины, а также в случае необходимости произвести постепенную остановку технологического процесса потребителя.

При продолжительной остановке предприятия АБ электроснабжения должна обеспечить: безаварийный простой предприятия в течение длительного времени; сохранность основных производственных фондов предприятия, поддержание высокой степени готовности предприятия выполнять свои производственные функции при восстановлении электроснабжения (централизованного или децентрализованного) в необходимом объеме, а также выполнение неотложных аварийных, спасательных и восстановительных работ.

В Правилах также отмечено, что в целях надежной экономической и безопасной эксплуатации оборудования потребитель обязан совершенствовать схему электроснабжения с выделением ответственных нагрузок на резервные внешние линии питания, которые подают электроэнергию для покрытия ТБ и АБ при аварийных разгрузках. В отдельных случаях должны рассматриваться варианты сооружения теплоэлектроцентрали на базе потребления тепловой энергии для обеспечения питания электроприемников АБ от децентрализованного источника, или развития схемы питания энергосистемы. Однако энергоснабжающая организация в своих технических условиях на электроснабжение предприятия с целью обеспечения АБ не указывает каких-либо требований в части создания автономных или резервных источников электроэнергии. Поэтому такие технические решения на промышленных предприятиях пока внедряются очень редко (в основном, металлургическая промышленность).