



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

МАКСИМ РЯБЧИЦКИЙ

maxim.ryabchitsky@ru.abb.com

Чаще всего причиной аварий в электрических сетях становится изношенное несовершенное оборудование, непродуманность аварийных систем и отсутствие резервных мощностей. Требуется постоянная модернизация и техническое переоснащение как объектов, генерирующих энергию, так и потребителей, которыми являются объекты городской инфраструктуры.

Многие помнят крупную энергетическую аварию, которая случилась в 2005 г. в Москве. Тысячи людей оказались запертыми в тоннелях метро и лифтах на несколько часов. Без электричества остались больницы и фабрики. Остановились электропоезда и трамваи. Рухнули такие привычные каналы коммуникаций и передачи информации, как телефонная и радиосвязь, телевидение. Несколько лет спустя, в 2010 г., подобная авария случилась в Санкт-Петербурге. Мегаполис оказался на грани чрезвычайного положения.

Данные происшествия — самые громкие из непрерывающейся череды аварий в отечественной энергосистеме, и поэтому они подверглись широкой огласке. А о скольких менее крупных событиях ежедневно умалчивают новостные газеты, радио и телевидение? Стоит отметить, что чаще всего причиной нарушений в электрических сетях становится изношенное несовершенное оборудование, непродуманность аварийных систем и отсутствие резервных мощностей. Требуется постоянная модернизация и техническое переоснащение как объектов, генерирующих энергию, так и потребителей, которыми являются объекты городской инфраструктуры.

Столица России является самым населенным городом Европы и входит в число крупнейших мегаполисов мира. На сегодня в Москве насчитывается около 4000 км дорог, 2690 новостроек, 1052 торговых и 1233 офисных центра.

ЗДАНИЯ БОЛЬШОГО ГОРОДА

Объекты гражданской инфраструктуры делятся на следующие категории:

- Жилые здания. К ним относятся многоквартирные дома и загородные коттеджи, гостиницы, общежития.
- Административные здания и бизнес-центры. Как правило, это торговые комплексы, банки, центры обработки данных.
- Учреждения здравоохранения, образования и культуры. Это больницы, поликлиники,

медицинские центры, школы, детские сады, театры, музеи, выставочные комплексы и спортивные арены.

- Транспортная инфраструктура. Железнодорожные, речные и автовокзалы, аэропорты, станции.

У объектов городской инфраструктуры, принадлежащих к той или иной из названных категорий, существуют свои особенности построения систем электроснабжения. Мы попросили специалистов электротехнической отрасли назвать и прокомментировать самые важные критерии создания энергетических установок гражданских зданий.

Высокий уровень гармонических искажений

Виталий Побоккин, главный инженер проектов компании «Электро-монтажгруп»:

Энергосберегающие лампы, телевизоры, компьютеры, принтеры, кондиционеры — все эти устройства потребляют ток, по форме не соответствующий синусоиде напряжения, в итоге появляются высшие гармоники. ток, по форме не соответствующий синусоиде напряжения, в итоге появляются высшие гармоники. Последние могут стать

причиной перегрева и перегорания кабелей, появления больших токов в нейтральных проводах, возникновения резонанса в сети и др. Правильное использование данных о гармонических составляющих сети и своевременные меры по снижению их влияния улучшают качество электроэнергии, сокращают затраты и предотвращают выход из строя дорогостоящей техники. Поэтому сейчас при обустройстве электросетей гражданских объектов все чаще используются анализаторы сети. Так, например, разработка компании АББ — многофункциональный прибор M2M может измерять коэффициент гармонического искажения. Кроме этого, анализатор собирает данные о таких параметрах сети, как напряжение, сила тока, частота, мощность, коэффициент мощности и др. Это позволяет выявлять аварийные ситуации в электроустановках на стадии их возникновения.

Большая доля однофазных нагрузок

Роман Марихейн, руководитель направления «Инженерные системы зданий и сооружений» компании GRUNDFOS, ведущего мирового производителя насосного оборудования:

Как правило, в электроустановках современных жилых и общественных зданий присутствует большое количество однофазных потребителей и, как следствие, несимметрия нагрузки по фазам. В то же время в составе электроустановки присутствуют асинхронные двигатели насосов и лифтов, которые очень критичны к несимметрии питающего напряжения. Кроме того, наличие сложной инженерной техники приводит к повышенным требованиям защиты от импульсных перенапряжений.

Неквалифицированный персонал

Максим Рябчицкий, руководитель учебного центра подразделения «Низковольтное оборудование» компании АББ:

Администраторы в кафе, ресторанах и гостиницах, менеджеры торговых залов, офисные работники в бизнес-центрах и другие — все эти люди, как правило, имеют доступ в большинство помещений здания, в котором трудятся, в том числе

и в щитовые или подсобные комнаты, где устанавливаются электрические распределительные шкафы. При этом данный персонал не обладает необходимыми электротехническими знаниями, но иногда вмешивается в работу электрооборудования. Поэтому я считаю, что электроустановка любого гражданского здания должна обеспечивать максимальную защиту людей от поражения электрическим током. Этому способствуют оболочки с двойной изоляцией, пластиковые боксы, системы заземления с разделенной рабочей и защитной нейтралью и аппараты защиты от токов утечки.

Бесперебойное электроснабжение

Алексей Азаров, начальник отдела электрических сетей и систем компании «ЭкоПрог»:

Данная особенность присуща потребителям первой и особой категорий, к которым относят, например, центры обработки данных и больницы. В последних особые требования на показатели безопасной работы, ремонтпригодность и время восстановления электрооборудования накладывает наличие операционных и палат интенсивной терапии. И в данном случае речь уже идет не о стоимости построения системы и ее эксплуатации, а о человеческих жизнях. Кроме того, в медицинских учреждениях применяются приборы, имеющие прямой контакт с телом пациента. А значит, необходимо применение системы заземления типа IT, где нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через устройства с большим сопротивлением.

Примером грамотной организации электрических сетей в учреж-

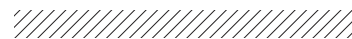
Автобус на батарейках

Сегодня производители электротехники предлагают нестандартные решения в области энергоснабжения объектов городской инфраструктуры. Например, в этом году на международной конференции в Женеве был представлен первый в мире быстрозарядный автобус с батарейным питанием. Такой вид транспорта не нуждается в воздушной линии, он заряжается на остановках. Проект по разработке электрических автобусов получил название TOSA. Эта аббревиатура составлена из первых букв имен компаний-разработчиков: TPG (Транспортная компания Женевы), OPI (Управление по развитию промышленности и технологий), SIG (Женевские электросети) и ABB (производитель силового оборудования и технологий для электроэнергетики и автоматизации).

Новое транспортное средство имеет лазерную направляющую, которая соединяется с розеткой, смонтированной в остановку. Соединение происходит менее чем за секунду, батарея транспорта должна успеть зарядиться примерно за 15 с. Когда автобус приближается к остановке, контакт на его крыше обнаруживает источник питания и начинает выравниваться по его направлению. Как только данный процесс завершается, из автобуса поднимается направляющая и соединяется с розеткой. Система проверки безопасности гарантирует, что контакт происходит до подачи тока.

Благодаря инновационной системе электрического привода в компактной батарее автобуса происходит рекуперация энергии при торможении, которая также может быть использована для питания двигателя или поддержки комфортных условий в салоне автобуса.

Преимуществом рассмотренной системы, как и всего электротранспорта, является отсутствие выбросов углекислого газа и других загрязнителей. Питающая данный автобусный маршрут электроэнергия полностью производится гидроэлектростанцией. Автобус-«гармошка», способный перевозить 133 пассажира, уже совершил свой первый рейс. Демо-модель транспортного средства будет курсировать между аэропортом Женевы и выставочным центром Палэкспо (длина маршрута примерно 1,8 км).



дениях здравоохранения является центр «Парацельс» в Екатеринбурге. В больнице смонтированы устройства серии H+Line, разработанные компанией АББ специально для медицинских объектов. Задача оборудования — обеспечить непрерывную подачу электричества в операционно-реанимационном и родильном отделениях. Всего было поставлено тринадцать распределительных шкафов. В соответствии с требованиями стандартов РФ к специальным электроустановкам, установленные в «Парацельс» устройства укомплектованы медицинским разделительным трансформатором Т1 (нейтраль транс-

▼ Распределительные шкафы, установленные в медицинском центре «Парацельс»



форматора изолирована от земли, а открытые проводящие части заземлены). Благодаря такому оборудованию первое замыкание не приводит к серьезным последствиям, не вызывает возгорания и опасных напряжений прикосновения.

Для своевременного обнаружения неисправностей энергоустановки в комплект H+Line входит панель дистанционной сигнализации QSD-DIG. Она информирует персонал медицинского центра о неполадке в сети электроснабжения свето-звуковым предупреждением. Электротехники могут оперативно устранить неисправность и предотвратить отключение питания при повторной аварии. В комплект также входят приборы контроля ISOLTESTER-DIG-RZ, которые измеряют сопротивление изоляции проводов, термическую и электрическую перегрузку трансформатора.

СОЗДАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ — ЕСТЬ ЛИ МЕСТО ЭКОНОМИИ?

Электроснабжение любого гражданского объекта начинается с трансформаторной подстанции. В низковольтную часть электроустановки входит главный распределительный щит. Именно с него напряжение подается на вводное распределительное устройство (ВРУ) в здании, которое распределяет питание еще на несколько уровней, например на этажные щиты. Завершается распределение на уровне электроустановочных изделий для подключения освещения, бытовой и офисной техники, а также других нагрузок.

Необходимо отметить, что в основу построения схемы электроснабжения зданий городской инфраструктуры должны закладываться следующие принципы:

- Наличие резервных источников снабжения, например дизельных электростанций или источников бесперебойного питания, которые обезопасят системы здания от внеплановых отключений.
- Схема основной электрической сети должна обладать достаточной гибкостью, позволяющей осуществлять ее поэтапное развитие и обеспечивать воз-

можность приспосабливаться к изменению условий роста нагрузки и развитию электросетей. То есть, должна обеспечиваться управляемость электрической сети и ее компонентов.

- Схема сети должна соответствовать требованиям охраны окружающей среды. При ее построении необходимо ориентироваться на уменьшение площадей подлежащих изъятию земельных участков, ограничение выбросов оксидов серы, оксидов азота и летучей золы, а также предотвращение вредных воздействий на близлежащие водоемы.

Очевидно, что создание электроустановки объекта требует определенных финансовых вложений. Как правило, они складываются из средств, затраченных на проектирование, стоимости комплектующих, а также затрат на сборку и ввод в эксплуатацию. Правда, это только видимая часть айсберга. Не стоит забывать, что содержание электроустановки также отдельная статья бюджета. Вот тут как раз и находятся те грабли, на которые постоянно наступают инвестор, забывая, что скупой платит дважды.

Излишняя экономия в процессе создания электроустановки неминуемо выльется в колоссальные затраты на ее содержание. Эксперты перечисляют следующие проблемы, с которыми можно столкнуться:

- ремонт в процессе эксплуатации;
- замена неисправного оборудования;
- регламентные работы;
- дополнительные потери электроэнергии в системе;
- финансовые потери из-за простоя во время ремонта.

ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКЕ

Надежность

Все элементы системы должны иметь запас прочности и быть рассчитаны на возможные отклонения параметров работы, иметь широкий температурный диапазон, быть стойкими к вибрациям, влажности и прочим внешним воздействиям.

Кроме того, для потребителей первой и особой категорий Правила



устройства электроустановок (ПУЭ) предусматривают необходимость применения автоматического ввода резерва (АВР). Данные требования разработаны не зря. Перерывы в электроснабжении таких важных систем, как аварийное освещение, пожаротушение и дымоудаление, охранная сигнализация, могут представлять угрозу для людей, а также привести к материальным потерям. «В случае отключения основного источника питания устройство АВР должно сработать максимально быстро и точно. В противном случае важнейшие системы безопасности

и жизнеобеспечения здания выйдут из строя, — утверждает Алексей Ремизов, инженер по группе изделий компании АББ. — Чтобы повысить надежность всей системы, устройство АВР на базе реверсивных выключателей с моторным приводом комплектуется блоком управления ОМД. Он контролирует напряжение и частоту, имеет уставки задержки по времени переключения АВР для пуска и останова генератора, обладает возможностью задания приоритета линий и может работать в одно- и трехфазных сетях».

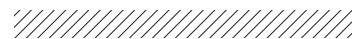
Безопасность

В любой электроустановке следует предусматривать:

- защиту от поражения электрическим током (заземление доступных для прикосновения частей, двойная изоляция, ограничение доступа в щитовые);
- наличие устройств автоматического отключения при возникновении дифференциальных токов, что позволяет обезопасить людей от косвенного прикосновения к токоведущим частям;

Сравнение электроснабжения гражданских и промышленных объектов

Критерий сравнения	Гражданские объекты	Промышленные предприятия
Доля потребления от общего объема вырабатываемой энергии, %	30–50	50–70
Ориентировочное значение потребляемой мощности	Квартиры с газовыми плитами — до 25 кВт Квартиры с электроплитами — до 35 кВт Коттедж с электроплитами — до 40 кВт Жилые и общественные здания — от 100–200 кВт до 1 МВт	Основная часть предприятий — 30–150 МВт Крупные предприятия (машиностроение, черная металлургия и др.) — 300–500 МВт и более.
Основные типы потребителей электроэнергии (ПЭ)	Осветительные приборы, нагревательные приборы, холодильники, кондиционеры, электронные приборы (аудио-, видеотехника, компьютеры)	Асинхронные и синхронные двигатели (60–90%), электротехнологические и выпрямительные установки (печи, электросварочные агрегаты и др.)
Коэффициент мощности	0,9–0,95	0,7–0,8
Надежность электроснабжения	Значительная часть ПЭ относится ко II категории надежности электроснабжения. Ряд ПЭ (лифтовые и пожарные установки высотных жилых зданий, крупные учебные и медицинские учреждения) относятся к I категории и должны обеспечиваться автоматическим вводом резервного питания (АВР) в течение 1,5–2 с.	Большая часть промышленных ПЭ относится к I категории надежности электроснабжения. Ряд производственных процессов нефтеперерабатывающей, электронной и других видов промышленности требуют практически бесперебойного электроснабжения (особая категория).



- защиту от перегрузок и короткого замыкания.

Чтобы обеспечить высокий уровень безопасности, аппаратура, применяемая в низковольтных комплектных устройствах, должна соответствовать требованиям действующих российских и международных стандартов.

Качество электроэнергии (КЭ)

В широком понимании, КЭ — это совокупность ее свойств, определяющих воздействие на электрооборудование и аппараты. Качество электроэнергии оценивается такими показателями, как уровни электромагнитных помех в системах электроснабжения по частоте, действующему значению напряжения, форме его кривой и др.

Плохие показатели КЭ приводят ко многим негативным последствиям. Наиболее неприятными для объектов гражданской инфраструктуры являются сокращение срока службы оборудования, отказы в работе элементов системы, а также дополнительные потери электроэнергии.

Комфортную работу всех систем и нагрузок гражданского здания

может обеспечить применение устройств, повышающих КЭ. К ним относят:

- источники бесперебойного питания (ИБП), исключающие просадку напряжения;
- активные фильтры, устраняющие искажение кривых токов и напряжений;
- конденсаторные батареи, компенсирующие реактивную мощность, а также устраняющие просадки напряжения.

Мониторинг и диспетчеризация

Энергосистема современного здания — достаточно тонкая и сложная структура, требующая высококвалифицированного сопровождения. Поэтому в электрической сети должна быть система диспетчеризации, которая имеет прямую связь со всеми элементами энергосистемы, позволяет осуществлять мониторинг и управление ими. Применяемое оборудование должно обеспечивать раннюю диагностику отказов, включать средства, позволяющие осуществлять постоянный контроль оборудования и предупредить аварийные ситуации.

Обустройство систем мониторинга и диспетчеризации сейчас является необходимым условием для бизнес-центров и жилых комплексов класса «А» (люкс).

Энергоэффективность

Ограниченность и стоимость энергоресурсов заставляют человечество серьезно задуматься об их эффективном использовании. «Если взять жилое или офисное здание, то можно найти много мест для внедрения энергоэффективных технологий. Например, централизованные системы водоснабжения, вентиляции и отопления. Насосное оборудование с частотно-регулируемыми приводами в совокупности со шкафами управления позволяет экономить электрическую энергию, а также снижает уровень потребления воды», — утверждает Роман Марихейн (GRUNDFOS). Вторая, не менее существенная часть, которую можно оптимизировать, — это освещение и комфортная температура в помещениях.

Максим Рябчицкий (АББ) уверен, что в целом для повышения энергоэффективности систем здания необходимо снижать уровень реактивной мощности и гармоник, оптимально управлять насосами и вентиляторами, применять частотно-регулируемый электропривод и трансформаторы с низкими потерями, обеспечивать грамотное управление освещением и климатом помещений. Специалист привел в пример системы «Умного дома», которые сегодня получили широкое применение не только в квартирах, но и в офисах. При помощи современных элементов управления, входящих в технологию Busch-PriOn линейки АББ i-bus KNX потребление электроэнергии можно сократить на 40% и более.

В отличие от аварий на электроустановках промышленных предприятий, перебои в энергоснабжении зданий городской инфраструктуры не приводят к экологическим катастрофам и, как правило, не влекут за собой потери человеческих жизней. Тем не менее в наших силах позаботиться о качественной и безопасной системе электроснабжения объектов гражданского строительства. ●

«Зеленый» отель

Современные решения позволяют не просто сберечь энергию, но и сделать здания «зелеными». Так, в этом году одно из главных зданий городской инфраструктуры, которые возвели к Олимпиаде в Сочи, — отель для представителей Международного олимпийского комитета (МОК) Radisson Blu Resort & Congress Hotel претендовал на получение сертификата BREEAM. Стандарты этого британского метода оценки экологической эффективности зданий приняты по всему миру. Аттестация проводится по десяти направлениям, начиная от менеджмента и эффективного использования ресурсов и заканчивая уровнем загрязнения окружающего воздуха и воды. Одно из решений, которое обеспечивает высокий уровень экологической эффективности главной олимпийской гостиницы, — автоматическая система управления освещением. Она регулирует уровень освещенности в общественных зонах отеля, в том числе и в конгресс-центре общей площадью 5000 м². Стоит отметить, что в помещении для заседаний МОК установлены несколько сотен светодиодных светильников, работающих на цифровом протоколе DALI. Компанией АББ было предложено инновационное решение на базе современных контроллеров освещения DG/S, которые имеют интерфейсы KNX и DALI. Такой подход позволил реализовать сложные алгоритмы управления световыми сценариями, а также обеспечить дистанционный контроль с единого диспетчерского узла управления инженерными системами отеля. Специалисты компании АББ утверждают, что предложенное решение имеет высокий потенциал энергоэффективности и гарантирует на треть более низкое потребление электричества, чем у систем без автоматического регулирования освещения.