Энергетика должна быть инновационной

Рынок энергетического проектирования в России в последние годы переживает настоящий бум: строятся и реконструируются подстанции, высоковольтные линии. Сдаются долгострои, которых энергетические сети страны ждут уже не первый десяток лет — например, четвертый энергоблок Калининской АЭС в Тверской области. Развитие технологий не стоит на месте, а в энергетическом строительстве инновации применяются в первую очередь. Использует новейшие разработки и компания «РОСПРОЕКТ», которая принимает участие в самых масштабных стройках энергообъектов в России.

Энергия для Сибири и Дальнего Востока

В конце 2011 года «РОСПРОЕКТ» выиграл тендер на подготовку научно-исследовательских опытно-конструкторских разработок (НИОКР) для ОАО «ФСК ЕЭС». В результате этих разработок появится проект типовых подстанций с открытыми распределительными устройствами на основе инновационных решений.

— Наша основная задача — это уменьшение площадей, занимаемых подстанциями, улучшение эксплуатационных показателей и увеличение управляемости системой, — поясняет генеральный директор ЗАО «РОСПРОЕКТ» Юрий МАНЕВИЧ. — Мы планируем внедрять системы, которые позволят дистанционно и более оперативно решать вопросы управления. Это увеличит надежность и гибкость эксплуатации энергосистем.

Подстанции с открытыми распределительными устройствами строят только на открытых территориях, где нет сильных загрязняющих факторов — например, автомагистралей или предприятий, пустынь или морей. Поэтому, как предполагают специалисты, строить подстанции по разрабатываемому типовому проекту можно будет в Сибири и на Дальнем Востоке, а также в других регионах страны, где позволяют окружающие условия.

Энергетическое кольцо Санкт-Петербурга

Не менее масштабная задача, в решении которой также участвует «РОСПРОЕКТ», — замыкание энергетического кольца 330 кВ вокруг Санкт-Петербурга. Применение кольцевой схемы поможет избежать веерных отключений энергоснабжения и повысить надежность всей энергосистемы мегаполиса в целом.

ЗАО «РОСПРОЕКТ» выполняет функции генерального проектировщика и управляет проектом, а также реализует проекты, включающие всю работу по созданию энергетического предприятия: от проектно-изыскательских работ до авторского надзора за строящимися объектами и помощи заказчику в выборе оборудования

Долгое время камнем преткновения в этом проекте было строительство подстанции «Василеостровская» в переулке Декабристов. Проект долго переделывался, а со строительством высоковольтной линии 330 кВ «Василеостровская» — «Северная» изначально существовали сложности: ведь большой участок трассы проходит по дну Финского залива.

Сейчас проектирование подстанции и высоковольтных линий уже на финальной стадии. При проектировании были применены несколько принципиально новых для отрасли энергетического строительства решений. Так, например, там будет установлено комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией.

— Оно более компактно, безопасно и надежно, что немаловажно в условиях мегаполиса, — объясняет Юрий МАНЕВИЧ. — Кроме того, к подстанции, находящейся практически в жилом квартале — рядом школа, детский сад и несколько жилых зданий — предъявляются повышенные требования по электромагнитной безопасности. Это при разработке проектной документации также было учтено.

Принципиально новой будет и конструкция зданий. Изначально планировалось строить помещения для подстанции на свайном фундаменте. А ведь на Васильевском острове очень нестабильные грунты! Именно поэтому было решено разработать новый проект зданий.

— Фасад подстанции будет строиться из новых конструкций из стали и железобетона. Это позволит сделать здание легким, — рассказывает Юрий МАНЕВИЧ. — Кроме того, мы отказались от тяжелого фундамента в пользу ленточного звездообразного фундамент новой конструкции. Проект был подготовлен в соответствии со всеми инновационными технологиями, и в отличие от ПС 330 кВ «Южная», «Василеостровская» будет иметь более привлекательный внешний вид.

Надежный кабель

Пожалуй, самой дорогостоящей и сложной частью проекта стала прокладка высоковольтной кабельной линии 330 кВ, которая соединит «Василеостровскую» с подстанцией «Северная» в поселке Лахта Приморского района Санкт-Петербурга. При прокладке трассы для кабеля проектировщики столкнулись с двумя проблемами.

Во-первых, кабельная линия пересекает фарватер Малой Невы, а это дополнительное заглубление и сложности при прокладке. А во-вторых, часть трассы для ускорения строительства проложена по территории будущего намыва. После завершения сооружения намывной территории кабель поднимут и перенесут выше. Монтаж самого кабеля будут осуществлять с помощью баржи-кабелеукладчика. Для его обслуживания специалисты разработали особую технологию. В случае пробоины баржа поднимет кабель, на него установят муфту и положат обратно в грунт.

Наработки инженеров «РОСПРОЕКТа» будут использоваться в дальнейшем и на других подобных объектах — например, при прокладке высоковольтной кабельной линии от второго энергоблока ЛАЭС в Сосновом Бору до ПС 330 кВ «Выборгская», которая также пройдет по дну Финского залива.

Строительство объектов такой сложности стало возможным благодаря применению инновационных материалов — кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. За счет пероксидной сшивки структура полиэтилена меняется: макромолекулы сшиты не только в продольном направлении, но и в поперечном, что и дает ему улучшенные характеристики.

— В таких кабелях рабочая температура жилы увеличена с 50—70 до 90 градусов по Цельсию, что повышает пропускную способность высоковольтной линии, — говорит Юрий МАНЕВИЧ. — Кроме того, в отличие от устаревших маслонаполненных кабелей и кабелей с бумажно-пропитанной изоляцией, линии с изоляцией из СПЭ не боятся перепадов высоты и не загрязняют окружающую среду.

В общем развитие энергосистем крупных мегаполисов происходит в специфических условиях, таких как высокая плотность нагрузки и генерации, ограниченность и крайне высокая стоимость свободных территорий внутри мегаполиса,

Проект подстанции «Василеостровская»

необходимых для возведения новых линий электропередачи и подстанций высокого напряжения (ВН) и средневысокого напряжения (СВН), ужесточение требований к архитектурному облику существующих и вновь возводимых сетевых объектов, увеличение выбросов промышленных предприятий и автотранспорта мегаполисов, загрязняющих основную изоляцию открыто стоящего электрооборудования станций и подстанций и многие другие. Поэтому возникла необходимость применения таких типов оборудования, которые бы соответствовали большинству из перечисленных выше условий эксплуатации. В частности, таким оборудованием на основе новейших технологий являются элегазовые комплектные распределительные устройства (КРУЭ), используемые в качестве распределительных устройств подстанций, и относительно новый вид силовых высоковольтных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ), используемых вместо воздушных линий электропередачи в условиях энергосистем мегаполисов. Практика проектирования сетевых объектов в условиях мегаполисов показывает, что в большинстве случаев сама возможность возведения новых объектов определяется исключительно применением этих типов оборудования. Сети мегаполисов являются смешанными, то есть такими, в которых наряду с воздушными линиями ВН и СВН существует много кабельных линий соответствующих напряжений, и их количество будет увеличиваться.

Современные электрические системы крупных мегаполисов, к которым также относится город Санкт-Петербург, обладают всеми указанными особенностями электроэнергетических систем. Схемы электрических сетей таких мегаполисов, как правило, имеют сложнозамкнутый характер с большим числом крупных узловых подстанций, связанных достаточно «короткими» связями с крупными объектами генерации.

В то же время мегаполисы обладают рядом специфических особенностей: высокая плотность застройки, сокращение свободных площадей внутри города, что связанно с развитием его инфраструктуры, высокие требования к электромагнитной совместимости электрических сетей ВН и СВН с установками техносферы и коммуникационными сетями, к допустимым уровням воздействия электромагнитных полей на человека. Осложняющими факторами являются также наличие крупных производственных центров и большого числа автотранспорта, которые являются загрязнителями главной изоляции ВЛ и оборудования ОРУ ПС, значительная стоимость свободной земли в городской черте, повышенные эстетические требования к архитектурному облику построек и сооружений, расположенных в черте города, в том числе и к объектам электроэнергетики. Это усложняет развитие и поддержание требуемого уровня надежности энергосистем мегаполисов. Очевидно, что возведение традиционных ОРУ и ВЛ в таких условиях в большинстве случаев невозможно.

Однако решением этой проблемы может быть применение относительно нового и перспективного оборудования: элегазовых трехфазных комплектных распределительных устройств (КРУЭ) напряжением 110—750 кВ, силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) ВН и СВН.

Компактность КРУЭ и возможность его установки в закрытых помещениях при относительно малой занимаемой площади предопределяет перспективность применения КРУЭ в условиях энергосистем мегаполисов. Применение КРУЭ в такой среде оказывается выгоднее в финансовом плане, чем возведение ОРУ, ввиду меньшей стоимости земли, отводимой под площадку для возведения новой ПС, а в большинстве случаев

Подстанция «Грибово»

из-за невозможности строительства ОРУ, по причине отсутствия необходимой площади внутри города.

Меньшая площадь трассы КЛ, ее большая надежность в сравнении с ВЛ (при выполнении всех необходимых условий по выбору кабелей для передачи требуемой мощности на стадии проектирования и соблюдения технологии прокладки на стадии монтажа), а также отсутствие опор и висящих проводов определяют широкое внедрение КЛ ВН и СВН в энергосистемы крупных городов, что и наблюдается в энергосистемах мегаполисов, в том числе и в Санкт-Петербурге. При этом стоимость строительства кабельной линии соответствующего класса напряжения по сравнению с равной ей по передаваемой мощности воздушной линией приблизительно в 15—20 раз больше. Но даже, несмотря на это обстоятельство, КЛ на основе кабелей с изоляцией из СПЭ находят все большее применение.

Естественно, что при использовании нового оборудования возникают новые явления в электрических сетях, которых не было ранее. Обусловлены они разными причинами, основные из которых заключаются в новых конструктивных особенностях, а как следствие и в новых электрических параметрах такого оборудования, которое является составной частью любой энергосистемы.

Сравнительно небольшой опыт эксплуатации новых типов электрооборудования показывает повышение аварийности в сетях, где оно используется, по причине неправильного выбора самого оборудования и режимов его эксплуатации на стадии проектирования из-за отсутствия более или менее пригодной для использования на практике нормативной базы. Кроме этого, возникают специфические системные особенности, обусловленные новыми параметрами оборудования и оказывающие влияние на:

1) потокораспределение в электрической системе;
2) балансы реактивной мощности в ней, а соответственно и на уровни напряжения в узлах сети и потери в ней.

В частности, в смешанных электрических сетях при использовании КРУЭ, КЛ ВН и СВН возникают следующие проблемы, в значительной мере влияющие на надежность эксплуатации энергосистемы в целом:

- регулирование перетоков мощности в том или ином сечении между параллельными КЛ и ВЛ для выравнивания их загрузки;
- регулирование уровня напряжений в узлах такой сети ввиду наличия значительной зарядной мощности применяемых КЛ;
- возникновение различных резонансных перенапряжений в контуре, состоящем из поперечной емкости КЛ и КРУЭ и индуктивностью ШР и обладающим значительной добротностью ввиду малых потерь современного оборудования;
- ограничение воздействия ВЧ — перенапряжений, возникающих при коммутациях внутри КРУЭ ввиду специфичности его параметров, на изоляцию АТ, Т, ТН и другого оборудования, установленного вблизи КРУЭ.

Ярким примером сказанному и является проектируемая линия электропередачи 330 кВ, которая соединит «Василеостровскую» с подстанцией «Северная». Все указанные проблемы успешно решаются специалистами ЗАО «РОСПРОЕКТ» с учетом самых передовых инновационных подходов и решений.

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена используются также при переводе воздушных линий в кабельное исполнение — эта программа успешно осуществляется в Петербурге вот уже несколько лет, и «РОСПРОЕКТ» также в ней участвует.

Самая мощная подстанция

Еще один знаковый проект, над которым трудились инженеры «РОСПРОЕКТа», — подстанция 750 кВ «Грибово» в Тверской области, входящая в схему выдачи мощности с четвертого энергоблока Калининской АЭС. Сейчас «Грибово» — едва ли не самая уникальная подстанция в России. Это второй по мощности объект такого класса напряжения в Московской области: его суммарная установленная мощность составит 4 566 МВА, что лишь немногим уступает мощности подстанции 750 кВ «Белый Раст».

Кроме того, это второй в России энергообъект 750 кВ нового поколения — после ПС 750 кВ «Белозерская» в Вологодской области. Новой подстанции требуется минимальное количество обслуживающего персонала, она практически безаварийна.

С учетом проектируемой мощности ПС 750 кВ «Грибово» станет крупнейшим питающим центром в Европе — и по суммарной трансформаторной мощности, и по количеству присоединений классом напряжения 750, 500, 220, 110 и 10 кВ.

— Основной упор там сделан на создание наиболее оптимальных условий электромагнитной обстановки — электромагнитной совместимости оборудования между собой, минимизации влияния электромагнитного излучения на окружающую среду и на людей, которые будут подстанцию обслуживать, — объясняет Юрий МАНЕВИЧ. — Второй аспект — это технологии, направленные на повышение энергоэффективности подстанции. Системы жизнеобеспечения «Грибово» выполнены таким образом, чтобы обеспечить наименьшие затраты на обслуживание. На объекте использованы специальные материалы и планировки. Кроме того, в строительстве ВЛ 750 кВ Калининская АЭС — «Грибово» мы применяем инновационные схемы светоограждения с применением новых конструкций, питание которых осуществляется на основе емкостного отбора с фазных проводов.

Пока большая часть новейшего оборудования, применяемого на крупных энергообъектах страны в России не производится. Однако эту проблему обещают решить в скором времени: Минрегионразвития приняло программу импортозамещения, которая уже реализовывается на нескольких инновационных предприятиях страны.

В работе над проектами «РОСПРОЕКТ» использует комплексные инженерные решения. В компании применяются новые, прогрессивные технологии, внедрена информационная система управления проектами, активно осваиваются современные программные продукты

ЗАО «РОСПРОЕКТ»
191167 Санкт-Петербург,
пл. Александра Невского, 2, лит. Б
Тел. (812) 494-00-99
Факс 494-00-88
E-mail: office@rosproject.com
www.rosproject.com