

ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ ПОДСТАНЦИИ 330 КВ «МИНСК-СЕВЕРНАЯ»

В конце сентября завершена полномасштабная реконструкция важнейшего для потребителей столицы и района электросетевого объекта – подстанции 330/110/10 кВ «Минск-Северная», непосредственно связанной двумя ячейками 330 кВ со схемой выдачи мощности Белорусской атомной электростанции. Проект «Реконструкция подстанции 330/110/10 кВ «Минск-Северная» с заходами ВЛ 110 кВ Минского района Минской области» включал в себя две очереди строительства и шесть пусковых комплексов.



В.В. БАРИНОВ,
главный инженер проекта
РУП «Белэнергосетьпроект»,
заслуженный энергетик СНГ

Подстанция «Минск-Северная» была сдана в эксплуатацию в 1968 году и предназначалась для разгрузки значительной части Минского кольца ЛЭП 110 кВ путем передачи электроэнергии с Лукомльской ГРЭС. Первую реконструкцию подстанция пережила в 1987-м: тогда были заменены все трансформаторы тока напряжением 110 кВ и отдельные – напряжением 330 кВ, построено новое здание ОПУ-2, компрессорная (с одновременной реконструкцией воздухопроводов) для обеспечения надежного срабатывания воздушных выключателей, сооружена дополнительная ячейка 330 кВ к 426-й линии, что позволило замкнуть Минское кольцо, в состав которого входят узловы подстанции 330 кВ «Минск-Северная», «Колядичи», «Минск-Восточная» и ТЭЦ-4. Одновременно были смонтированы новые щиты постоянного тока и заменены воздушные выключатели.

Долгое время, несмотря на свой «преклонный» возраст, ПС «Минск-Северная» наравне с другими подстанциями Мин-

ского кольца успешно обеспечивала передачу электроэнергии из системообразующей сети 330 кВ в сети 110 кВ для питания электропотребителей г. Минска и Минской области. Но с годами оборудование подстанции полностью выработало свой технический ресурс и потребовало замены, а сама подстанция (ее схемное решение) – реконструкции.

Проектные решения

Реконструкция ПС «Минск-Северная» с полным ее переоборудованием была запланирована давно, однако из-за отсутствия источника финансирования дальше архитектурного проекта, разработанного специалистами РУП «Белэнергосетьпроект» в 2009 году, дело не пошло.

Разработчики архитектурного проекта приняли решение о переводе ОПУ 330 кВ подстанции на полупотурную схему, открывающую широкие возможности для перспективного развития ПС, в том числе с учетом будущего строительства Белорусской атомной электростанции.

По итогам конкурсных торгов в 2012 году генподрядчиком проекта стала Северокитайская энергетическая проектно-инженерная компания при китайской электроэнергетической инженерно-консультационной корпорации (NCPE), уже имевшая к тому моменту опыт подобного рода деятельности в рамках реализации проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой». К этому времени в РУП «Белэнергосетьпроект» полным ходом шла разработка строительного проекта, и в 2016 году практическая реализация инвестиционного проекта по обновлению подстанции началась.

К сведению:

От распределительного устройства (ОРУ) 330 кВ ПС 330/110/10 кВ «Минск-Северная» отходят четыре ВЛ 330 кВ: на ТЭЦ-4, Лукомльскую ГРЭС, КРУЭ 330 кВ БелАЭС (до реконструкции эта ВЛ уходила на ПС «Молодечно») и ПС 330 кВ «Минск-Восточная».

К ОРУ 110 кВ ПС «Минск-Северная» подключены 13 ВЛ 110 кВ, в том числе пять ВЛ, от которых запитаны ПС 110/10 кВ Минского района «Вишневка», «Новый Двор», «Кривое Село» и др. По остальным ВЛ 110 кВ запитаны ПС 110/10 кВ северо-западной части г. Минска «Западная», «Веснянка» и др.

Реконструкция ПС «Минск-Северная» – нестандартный проект. Подстанция питает огромное количество важных потребителей столицы и района, поэтому отключения здесь ограничены по времени и трудоемки в плане организации временных схем питания электропотребителей. По сложности реализации проект значительно превосходил реконструкцию, например, действующей подстанции 330/220/110/35/10 кВ «Мирадино», где было необходимо попеременно отключать три ВЛ 330 кВ и четыре ВЛ 220 кВ с созданием временных схем. Но если в случае с «Мирадино» существовала возможность относительно «безболезненной» организации необходимых отключений ЛЭП, то при реконструкции ПС «Минск-Северная» такие варианты практически отсутствовали.

В условиях невозможности полного погашения напряжения на действующем электросетевом объекте при его реконструкции одним из способов минимизации негативных последствий отключения ВЛ для надежности электроснабжения является попарное отключение подлежащих реконструкции ячеек ПС с одновременным переключением между собой соответствующих ВЛ на концевых опорах, то есть создание так называемых временных транзитов. Это позволяет сохранить питание не только тех потребителей, которые подключены к этим ВЛ, но и присоединенных к ним отпайками. Конечно, такие решения тщательно просчитываются с точки зрения сохранения надежной работы вновь создаваемых «длинных» ЛЭП, а также исходя из потенциала их релейной защиты и противоаварийной автоматики (иногда существующие РЗА и ПА приходится временно реконструировать).



Подстанция 330 кВ «Минск-Северная»

Предвидя предстоящие сложности, разработчики архитектурного проекта первоначально рассматривали возможность сооружения новой подстанции на территории, прилегающей к действующей. Планировалось, что строительство будет выполняться с поэтапным перезаходом всех существующих ВЛ в ячейки новой ПС, последующим демонтажем старой и передачей ее площадки в сельхозоборот после рекультивации земель. Однако этот проект оказался более дорогим, кроме того, как раз в то время в значительной мере были ужесточены

требования к отводу сельскохозяйственных земель под новое промышленное строительство, и от идеи строительства новой подстанции пришлось отказаться.

В результате был разработан проект реконструкции существующей подстанции в прежних границах с установкой дополнительного, третьего автотрансформатора 330/110/10 кВ и расширением ОРУ 110 кВ. Этот проект и был реализован.

Реализация проекта

До реконструкции два автотрансформатора подстанции мощностью по 200 МВА работали на пределе своих возможностей. Из-за физического износа их технические характеристики существенно ухудшились по сравнению с номинальными. После реконструкции на ПС были установлены три новых автотрансформатора по 200 МВА.

Монтаж АТ и остального высоковольтного оборудования ОРУ 330 кВ и 110 кВ выполнялся в чрезвычайно стесненных условиях существующей площадки – ввиду ее плотной застройки, большого количества установленного оборудования, шинных мостов, сборок, воздухопроводов, кабельных и других конструкций и непосредственной близости от оборудования соседних ячеек ОРУ 330, 110, 10 кВ, находящихся под напряжением.

Для того чтобы минимизировать количество и время отключений потребителей, питаемых со стороны ПС «Минск-Северная», ее реконструкцию разделили на четыре пусковых комплекса (ПК) – по количеству линий 330 кВ, приходящих на подстанцию.

На небольшом условно свободном от застройки участке территории ПС была построена первая новая ячейка 330 кВ (на Минскую ТЭЦ-4), а также две секции 1-й и 2-й систем шин 110 кВ с организацией семи ячеек существующих ВЛ 110 кВ (не считая резервных) 1-го ПК. При этом использовалось только современное первичное оборудование (с установкой элегазовых выключателей 330 кВ и 110 кВ и вакуумных выключателей 10 кВ в новом здании ЗРУ 10 кВ), а также новое вторичное оборудование на микропроцессорной базе – РЗА и ПА, АСУ ТП, АСКУЭ производства ABB и Siemens (вторые комплекты защит ВЛ) с использованием мультиплексорного оборудования связи тех же производителей. Здесь же был установлен и первый новый автотрансформатор мощностью 200 МВА производства КНР.

Для новой ячейки 330 кВ на ТЭЦ-4 было построено одноэтажное ОПУ, совмещенное с ЗРУ 10 кВ собственных нужд, что позволило избежать расходов на прокладку длинномерных контрольных и силовых низковольтных кабелей из существующего ОПУ-2.

После ввода в эксплуатацию 1-го ПК развернулись строительно-монтажные и пусконаладочные работы по 2-му ПК: в ячейку 330 кВ был выполнен заход ВЛ 330 кВ БелАЭС – ПС «Минск-Северная», построенной в рамках 8-го ПК проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой». Аналогичные работы выполнялись на 3-м ПК (ячейка 330 кВ на Лукомльскую ГРЭС) и 4-м ПК (ячейка 330 кВ на ПС «Минск-Восточная» и шесть ячеек 110 кВ).

Реконструкция ВЛ 330, 110, 35 кВ с заменой грозотроса на ОКГТ позволила не только восстановить самортизиро-

ванную работоспособность указанных линий, но и организовать быстродействующие оптоволоконные каналы связи (ВОЛС ВЛ), обеспечивающие надежную работу РЗА и ПА.

К сведению:
Проект реконструкции ПС 330 кВ «Минск-Северная» предусматривал следующие основные работы:

1-я очередь строительства:

- демонтаж существующего оборудования, некоторых зданий и сооружений;
- строительство ОРУ 330 кВ (по полупотной схеме) и ОРУ 110 кВ с элегазовыми выключателями, ЗРУ 10 кВ с вакуумными выключателями, нового здания ОПУ-1;
- установка трех АТ по 200 МВА напряжением 330/110/10 кВ; современных щитов постоянного и переменного тока, аккумуляторных батарей; устройств РЗА и ПА, АСУ ТП ОРУ 330, 110, 10 кВ на базе цифровых терминалов, а также современных систем АСКУЭ, связи и КСБ, промышленного видеонаблюдения и охранно-периметральной сигнализации;
- реконструкция здания ОПУ-2, узла связи, контура заземления и др.

2-я очередь строительства:

- 1-й ПК: реконструкция ВЛ 110 кВ ОРУ 110 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Олехновичи» – ПС ЗСПВ – ПС «Молодечно» с последующей подвеской ОКГТ, а также реконструкция отпайки 35 кВ на ПС 35 кВ «Котельная» с подвеской оптоволоконка;
- 2-й ПК: реконструкция ВЛ 330 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Минск-Восточная» с последующей подвеской ОКГТ.

Вся подстанция была полностью переоборудована за 46 месяцев с минимальными отключениями действующих электроустановок и максимально быстрым вводом в работу вновь смонтированного оборудования. При этом технологическое расширение подстанции было выполнено без дополнительного отвода под эти цели сельхозугодий, несмотря на установку дополнительного автотрансформатора и расширение схем ОРУ 330, 110 кВ.

Надо отметить, что реализация столь сложного проекта в отведенные сроки стала возможной благодаря тому, что все строительно-монтажные и пусконаладочные работы на субподряде выполняла специализированная организация с высокопрофессиональным коллективом – ОАО «Электроцентрмонтаж», имеющее большой опыт в данной сфере деятельности. При этом все работы велись под техническим надзором РУП «Минскэнерго» и авторским надзором РУП «Белэнергосетьпроект».

Временный транзит линий электропередачи

В ходе реализации проекта зачастую возникали ситуации, которые требовали нестандартных подходов.

В связи с отставанием от графика работ по сооружению ячеек элегазового распределительного устройства (КРУЭ) 330 кВ на атомной электростанции пришлось принимать временные проектно-технические решения, в том числе обеспечивать временные транзиты линий электропередачи 330 кВ для минимизации отключений существующих ВЛ в условиях плановых ремонтов ЛЭП, а также отключений, связанных как с реконструкцией подстанции «Минск-Северная», так и с реконструкцией и строительством ВЛ 330 кВ в рамках реализации проекта по выдаче мощности БелАЭС.

Одним из таких решений стала организация временной ВЛ 330 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Сморгонь» путем физического перемыкания цепей соответствующих ВЛ 330 кВ на конечных опорах вблизи БелАЭС. По сути, было выполнено объединение двух проектных ВЛ 330 кВ: БелАЭС – ПС «Минск-Северная» и БелАЭС – ПС «Сморгонь». Это позволило обеспечить проведение комплексного опробования ВЛ, соединяющей АЭС и ПС «Минск-Северная», а также значительно повысить надежность работы подстанции в период ее реконструкции.

В рамках 3-го ПК 1-й очереди строительства подстанции потребовалось одновременное отключение двух существующих ВЛ 330 кВ: ПС «Минск-Северная» – Лукомльская ГРЭС и ПС «Минск-Северная» – ПС «Минск-Восточная». Без организации транзита (в условиях отсутствия на тот момент ячейки 330 кВ на БелАЭС) такое отключение могло бы привести к недопустимому снижению надежности работы подстанции.

Временный транзит ВЛ 330 кВ ПС «Минск-Северная» – ПС «Сморгонь» позволил также временно вывести из работы важную для Белорусской энергосистемы ВЛ 330 кВ ПС «Молодечно» – Минская ТЭЦ-4 и создать новую одноименную ВЛ в рамках 9-го ПК объекта выдачи мощности АЭС. Этот и ряд других временных транзитов позволили обеспечить надежность функционирования Белорусской энергосистемы и оптимизировать ход работ в период реализации схемы выдачи мощности БелАЭС и реконструкции ПС «Минск-Северная».

После завершения сооружения соответствующей ячейки КРУЭ на АЭС, разрезания временного транзита и перепрограммирования уставок РЗА на микропроцессорных защитах ВЛ 330 кВ БелАЭС – ПС «Минск-Северная», построенная в рамках 8-го ПК объекта выдачи мощности АЭС (в том числе с применением повышенных опор для прохождения над лесом), была включена по постоянной схеме.

Заключение

С вводом в эксплуатацию полностью переоборудованной ПС 330/110/10кВ «Минск-Северная», во-первых, качественно возросла надежность электроснабжения значительной части потребителей электроэнергии г. Минска и Минского района, а во-вторых, полностью завершилось создание схемы выдачи мощности Белорусской атомной электростанции в энергосистему с обеспечением отходящих от станции ВЛ 330 кВ надежной системой релейной защиты и противоаварийной автоматики, что является необходимым условием динамической и статической устойчивости работы АЭС.