

5. Характеристики энергосистемы Республики Беларусь

5.1 Назначение и функции

Энергосистема Республики Беларусь (ОЭС Беларуси) является самостоятельной энергосистемой и осуществляет энергоснабжение потребителей Республики Беларусь. Это сложный комплекс, включающий в себя электростанции, котельные, электрические и тепловые сети, которые связаны общностью режима их работы на территории Республики Беларусь.

Белорусская энергосистема обладает достаточным количеством мощностей, чтобы обеспечивать себя собственной генерацией, однако, исходя из экономических соображений, осуществляется импорт электроэнергии из России.

ОЭС Беларуси работает параллельно с энергосистемами стран СНГ и Балтии в рамках договоров по параллельной работе электроэнергетического совета стран СНГ. Отдельно можно выделить ЭК БРЭЛЛ (электрическое кольцо Беларусь – Россия – Эстония – Латвия – Литва) – совокупность сетей 330-750 кВ, образующих электрическое кольцо Беларусь – Эстония – Латвия – Литва – ОЭС Северо-Запада России – ОЭС Центра России.

Параллельная работа со смежными энергосистемами позволяет обеспечивать качественное регулирование частоты в энергосистеме Беларуси, осуществлять экономически целесообразный импорт/экспорт электроэнергии, повысить надежность питания потребителей.

В настоящее время перетоки в электрическом кольце БРЭЛЛ определяют действующие контракты на импорт/экспорт электроэнергии. По сетям 330 кВ и выше ОЭС Беларуси осуществляется транзит электроэнергии в энергосистемы стран Балтии.

До 2019 года по значительной части оборудования генерирующих источников истекли нормативные сроки эксплуатации, что требует их замены, модернизации либо обоснованных сроков продления эксплуатации.

Основным мероприятием в развитии генерирующих источников в рассматриваемом периоде является ввод в эксплуатацию блоков №1,2 на Белорусской АЭС мощностью 1 200 МВт каждый с эффективной интеграцией в баланс и режим работы ОЭС Беларуси.

Проектный коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) блоков №1 и №2 Белорусской АЭС составляет 0,92. С учетом проектного КИУМ выработка электроэнергии блоков №1 и №2 в год составит порядка 19 млрд. кВт·ч, что позволит заместить выработку ТЭС со снижением потребления топлива примерно на 5,0 млн. т.у.т./год.

Установка блоков №1 и №2 Белорусской АЭС повысит надежность электроснабжения потребителей четырех административных областей Беларуси (Гродненской, Витебской, Минской, Брестской).

Белорусская АЭС с вводом блоков №1 и №2 в 2022 г. станет наиболее крупным (наряду с Лукомльской ГРЭС и Березовской ГРЭС) энергоисточником в ОЭС Беларуси.

В случае аварийного останова энергоблока на Белорусской АЭС требуется за короткое время восстановить плановую мощность энергосистемы. Для этой цели предусмотрено поддержание в энергосистеме горячего и холодного резервов, величина каждого из которых в соответствии с существующими нормативами равна мощности самого крупного блока в энергосистеме, т. е. единичной мощности блока АЭС 1200 МВт.

В период плановых и внеплановых остановов энергоблоков Белорусской АЭС на ремонт предусматривается использование замещающих источников.

Для регулирования минимальных нагрузок ОЭС Беларуси после ввода в эксплуатацию блоков №1,2 Белорусской АЭС без реализации специальных мероприятий потребуется ежесуточный останов части конденсационных блоков и теплофикационных мощностей на ТЭС в ночные часы, что недопустимо по условиям надежности и безопасности работы электростанций. По этой причине предусматривается реализация ряда специальных мероприятий в виде установки электродкотлов на объектах ГПО «Белэнерго», а также

увеличение использования электроэнергии для целей отопления и горячего водоснабжения у других потребителей, включая теплоснабжение вновь вводимых жилых районов и индивидуальной застройки на базе гибкой тарифной политики, стимулирующей использование электроэнергии в период минимальных нагрузок энергосистемы и ограничивающих в период пиковых.

Регулирование пиковых нагрузок возможно обеспечить за счет использования пиково-резервных источников (на базе ГТУ либо ГПА). Для этой цели предусматривается установка пиково-резервных мощностей в объеме порядка 400 МВт на Лукомльской и Березовской ГРЭС и ТЭЦ 5.

Требуемую суммарную величину резерва (горячего и холодного) и компенсацию снижения мощности за счет ремонтов планируется обеспечить за счет сохранения в работоспособном состоянии отдельных блоков на Лукомльской ГРЭС и частично мощностей – на других действующих ТЭС.

На отдельных объектах ГПО «Белэнерго» в прогнозируемом периоде планируется ввод новых, замещение выбывающих и вывод из эксплуатации устаревших мощностей

Кроме этого предусматривается сооружение новых, реконструкция существующих мини-ТЭЦ с применением парогазовых и газотурбинных установок (ПГУ и ГТУ), работающих на местных видах топлива, а также сооружение ряда ГЭС.

Белорусская АЭС размещается в северо-западном регионе ОЭС Беларуси, который отличается относительно малой нагрузкой потребителей, а загрузка сетей 330 кВ данного региона в основном определяется реверсивными транзитными потоками электроэнергии с энергосистемами стран Балтии.

Выдача мощности Белорусской АЭС будет осуществляться по семи ВЛ 330 кВ. Загрузка всех отходящих от Белорусской АЭС ВЛ 330 кВ в нормальном режиме работы не будет превышать нормируемых величин, а уровни напряжения на шинах РУ 330 кВ Белорусской АЭС будут поддерживаться в приемлемом диапазоне.

Вышеуказанные ВЛ 330 кВ будут находиться в оперативном ведении и управлении ДС РУП «ОДУ» ГПО «Белэнерго».

Ремонтно-эксплуатационное обслуживание проектируемых ВЛ 330 кВ будет осуществляться централизованно силами и средствами РУП «Минскэнерго», РУП «Витебскэнерго», РУП «Гродноэнерго» с центральных ремонтно-производственных баз (РПБ) согласно балансовой принадлежности участков проектируемых линии.

В ОЭС Беларуси в качестве системообразующей сети используется сеть напряжением 330-750 кВ, напряжение 220 кВ используется частично в Минской, Брестской, Гродненской, Гомельской и Могилевской энергосистемах наряду с напряжением 330 кВ.

Межсистемные связи ОЭС Республики Беларусь с энергосистемами России, Украины и Литвы организованы на напряжении 330 кВ и 750 кВ.

Схема выдачи мощности Белорусской АЭС выполнена на напряжении 330 кВ

Для сокращения размеров площадки по проекту Белорусской АЭС предусмотрено строительство комплектного элегазового распределительного устройства (КРУЭ) 330 кВ.

Отличительными особенностями данного типа распределительных устройств в первую очередь являются:

высокая эксплуатационная надежность и высокая степень готовности;

повышенная безопасность для персонала;

низкая чувствительность оборудования распределительного устройства к внешним воздействиям;

экономия площадей и объемов;

сокращение суммарных затрат на строительство;

низкие эксплуатационные расходы;

длительный срок эксплуатации;

отсутствие необходимости в техническом обслуживании со вскрытием газовых отсеков в течение значительного периода времени (до 20 лет);

легкий доступ к компонентам;
минимизация воздействия на окружающую среду;
максимальная автоматизация.

Схема выдачи мощности станции обеспечивает выдачу полной вырабатываемой электроэнергии при нормальном и ремонтном состоянии схемы без воздействия системной противоаварийной автоматики при нормативных возмущениях (критерий "N-2").

В ремонтных режимах, а также при отказах выключателей, устройств релейной защиты и т.п., устойчивость станции обеспечивается действиями противоаварийной системной автоматики.

При разработке схем распределительных устройств высокого напряжения связи станции с энергосистемой учитываются: суточные и сезонные графики нагрузок, наличие и величины перетоков обменной мощности по линиям, отходящим от станции, а также значение наибольшей мощности, которая может быть потеряна для энергосистемы при отказе в отключении или повреждении любого выключателя с учетом наличия резервной мощности в энергосистеме и пропускной способности межсистемных связей.

Защищенность ВЛ 330 кВ, обеспечивающих выдачу мощности блока №1 Белорусской АЭС в энергосистему, от внешних воздействий обеспечивается:

учетом при проектировании ВЛ 330 кВ и подстанций уровня сейсмичности в соответствии с картой общего сейсмического районирования ОСР-97-D (с вероятностью превышения 0,5% в течение 50 лет и повторяемостью один раз в 10 000 лет);

учетом при проектировании линий электропередачи и подстанций нормативных гололедно-ветровых нагрузок с повторяемостью один раз в 25 лет;

выполнением пересечений, сближений с сооружениями и природными преградами в соответствии с действующими нормативными документами;

оборудованием линий электропередачи и подстанций системами грозозащиты.

Технические решения, которые учитывают экстремальные условия работы ВЛ 330 кВ на территории Беларуси, и которые были приняты при проектировании ВЛ 330 кВ схемы выдачи мощности Белорусской АЭС, многократно апробированы и обеспечивают высокую степень надежности работы ОЭС Беларуси.

Белорусская АЭС территориально расположена в Островецком районе Гродненской области, а ее электрические связи с энергосистемой, по которым осуществляется выдача мощности (ВЛ 330 кВ), проходят также по территории Витебской и Минской областей. Величина уровня проектного землетрясения (ПЗ), повторяемости сейсмического эффекта в среднем 1 раз в 1 000 лет, принимается ниже значения МРЗ на один балл. Место расположения Белорусской АЭС и прохождения ВЛ 330 кВ выдачи мощности в энергосистему имеет величину МРЗ – 5-7 баллов, и ПЗ – 4-6 баллов.

Выполненная оценка сейсмостойкости проектируемого высоковольтного оборудования показала, что шести бальные землетрясения считаются не опасными для серийного оборудования и строительных конструкций главной схемы электрических соединений Белорусской АЭС.

Выполненный анализ внешних природных воздействий на ВЛ 330 кВ, образующих электрические связи Белорусской АЭС с энергосистемой, показал, что электросетевые объекты обладают достаточной стойкостью к возможным сейсмическим воздействиям, защищенностью от возможных гроз, ветрового потока и гололедообразования.

В условиях схемы выдачи мощности Белорусской АЭС наиболее слабым местом в отношении подверженности стихии может оказаться коридор выходов всех ВЛ 330 кВ от РУ 330 кВ АЭС. Если принять, что из-за определенной силы урагана будут разрушены все выходящие в этом коридоре ВЛ 330 кВ, то в работе может сохраниться только КЛ 110 кВ к АРТСН 110/10 кВ от ПС 110 кВ Вилия. Данный трансформатор рассчитан на подачу питания на механизмы, обеспечивающие аварийный останов блока и глушение реактора.

Схема электрических соединений распределительного устройства 330 кВ построена так, чтобы исключить одновременное отключение по одной причине энергоблока и

комплекта резервных трансформаторов, обеспечивающего резервирование собственных нужд этого энергоблока.

Подключение повышающих трансформаторов энергоблоков, резервных трансформаторов и общестанционных трансформаторов к КРУЭ 330 кВ осуществляется элегазовыми токопроводами напряжением 330 кВ.

Турбогенератор подключается к распределительному устройству 330 кВ по схеме блока генератор-трансформатор.

В каждую генераторную цепь встроены измерительные трансформаторы тока и напряжения, установлен комплекс генераторного выключателя состоящий из элегазового выключателя, разъединителя, заземлителей, ограничителя напряжения и защитных конденсаторов. Выключатель способен отключать ток короткого замыкания.

Наличие генераторных выключателей позволяет выполнять питание собственных нужд от энергосистемы через блочные повышающие трансформаторы и рабочие трансформаторы собственных нужд (без использования резервных трансформаторов) при плановом пуске и останове блока, а также при отключении генераторного выключателя в случае повреждения генератора или технологической части энергоблока. Это значительно повышает надежность схемы электроснабжения собственных нужд блока.

Для преодоления аварийной ситуации на АЭС, связанной с полной потерей электроснабжения секций собственных нужд, включая потерю питания системы аварийного электроснабжения от дизель-генераторов, на территории Белорусской АЭС предусмотрено размещение аварийно-резервного двухобмоточного трансформатора (00ВСТ30) напряжением 110/10 кВ, мощностью 16 МВ·А. Аварийно-резервный трансформатор посредством кабельной линии 110 кВ подключен к внешнему источнику электроснабжения – ПС 110/10 кВ «Виляя».

По сейсмостойкости элементы главной схемы отнесены ко второй («II») категории сейсмостойкости по НП-031-01 и должны сохранять работоспособность во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до ПЗ 6 баллов по шкале MSK-64, включительно.

Основное оборудование главной схемы относится к «3» категории обеспечения качества по СТО СМК-ПКФ-015-06 «Система менеджмента и качества. Управление разработкой проекта. Применение категорий обеспечения качества в проектах АС».

Система выдачи мощности АЭС в энергосистему соответствует действующим нормам и выполняет свою функцию на требуемом уровне безопасности.