

Лыков Р. В., Бородин К. И., Гаврилова Т.О.

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ПС «БАЛТЫМСКАЯ» 110 КВ

Аннотация. С целью снижения дефицита мощности проведено: обоснование реконструкция подстанции, выбор главной схемы РУ; расчёт режимов КЗ; выбор коммутационной аппаратуры; выбор релейной защиты трансформатора и автоматики ПС.

Ключевые слова: система электроснабжения, реконструкция, дефицит мощности, бесперебойность.

Abstract. In order to reduce the power shortage, the following was carried out: justification, reconstruction of the substation, selection of the main switchgear circuit; calculation of short circuit modes; selection of switching equipment; selection of relay protection for transformer.

Keywords: power supply system, reconstruction, power shortage, reliability.

Введение

С развитием экономики, энергетики, высокоэффективной промышленности в нашей стране возрастает роль электрической энергии во всех сферах народного хозяйства. Рост производительности труда и снижения себестоимости продукции являются необходимыми условиями энергетического прогресса общества, развития единого народно-хозяйственного комплекса страны. Одно из главных средств выполнения этого условия - это механизация и автоматизация технологических процессов, осуществляемых на основе энерговооруженности производства, которая возрастает за счёт совершенствования и внедрения электрооборудования.

Реконструкция подстанций представляет собой сложный процесс принятия решений по схемам электрических соединений, составу электрооборудования и его размещению, связанных с производством расчётов, пространственной компоновкой, оптимизацией фрагментов и объекта в целом. Этот процесс требует системного подхода при изучении объекта реконструкции, а также использования результатов новейших достижений науки и техники, передового опыта проектных работ, строительно-монтажных и эксплуатационных организаций.

Электрические станции и подстанции реконструируются как составляющие единой энергетической системы (ЕЭС), объединенной энергосистемы (ОЭС) или районной энергетической системы (РЭС).

В связи с тем, что Средний Урал является источником множества полезных ископаемых таких как железе, медь, золото и малахит, сформировались крупнейшие металлургические центры. Электроснабжение

областей (Свердловской области и Пермского Края) данного региона обеспечивает ОАО МРСК Урала.

ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Урала» осуществляет передачу электроэнергии по электрическим сетям напряжением 110 кВ - 0,4 кВ и технологическое присоединение потребителей к электросетям. В состав «МРСК Урала» входят три филиала - «Свердловэнерго», «Челябэнерго» и «Пермэнерго», а также дочернее предприятие - АО «Екатеринбургская электросетевая компания» [1,2].

ПС Балтымская введена в эксплуатацию в 1972 году. На подстанции установлены два трансформатора 6,3 и 7,5 МВА. На данный момент подстанция является закрытым центром питания для технического присоединения. Ограничивающим фактором является нагрузочная способность трансформаторов [3].

Модернизация подстанции предполагает:

- 1) Перевод одного из трансформаторов и сопутствующего оборудования с класса напряжения 35 кВ на напряжение класса 110 на высшей стороне.
- 2) Перевод вида подстанции от ответвительной к проходной и как следствие изменения изменение схемы РУ.
- 3) Замена устаревшего оборудования меньшей пропускной способностью на оборудование.

Расчет и анализа режимов электропотребления

По существующему прогнозу потребления для всего Екатеринбургского энергоузла, приведенного на рисунке 1 и разработанной схеме развития сети 110 кВ найдем потребление ПС «Балтымская» и соседних узлов на год разработки проекта, на год ввода в эксплуатацию и на последующие пять лет. Примем, что характеристика изменения потребления мощности применима для каждой подстанции энергоузла [7-9].

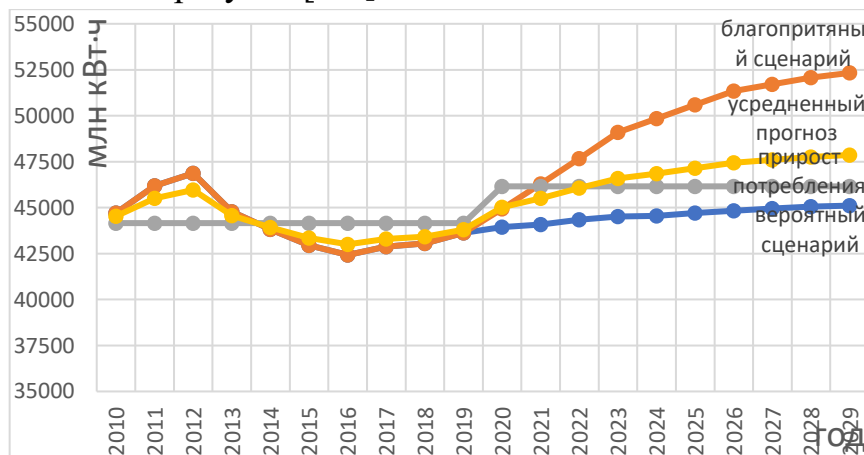


Рисунок 1 – Графики изменения электропотребления

Для правильного выбора номинальной мощности трансформатора (автотрансформатора) необходимо располагать суточным графиком, отражающим как максимальную, так и среднесуточную активную нагрузки данной подстанции, а также продолжительность максимума нагрузки. В данном случае будет использована только максимальная из прогнозируемых мощностей

$$P_{2026}^{\text{Балтым}} = 9,75 \text{ МВт}; \cos\varphi = 0,876; \quad (1)$$

$$S_{2026}^{\text{Балтым}} = \frac{P_{2026}^{\text{Балтым}}}{\cos\varphi} = \frac{9,75}{0,876} = 11,13 \text{ МВА}. \quad (2)$$

Нормами технологического проектирования рекомендуется устанавливать на ПС два трансформатора.

Для определения мощности трансформаторов используют выражение

$$S_{\text{тр}} \geq \frac{S_{\text{нагр}}^{\text{max}} \cdot (1 - \varepsilon_{\text{откл}})}{(n_{\text{т}} - 1) \cdot 1,4}, \quad (3)$$

где $S_{\text{тр}}$ – номинальная мощность трансформатора, $n_{\text{т}}$ – количество параллельно работающих трансформаторов (в данном варианте ($n_{\text{т}}=2$), $\varepsilon_{\text{откл}}$ – доля потребителей третьей категории, которую можно отключить (при расчете примем $\varepsilon_{\text{откл}}$, чтобы иметь возможность обеспечить всех потребителей при отключении одного из трансформаторов). Исходя из того, что

$$S_{\text{тр}}^{\text{min}} = \frac{11,13 \cdot (1 - 0)}{(2 - 1) \cdot 1,4} = 7,95 \text{ МВА} \leq 16 \text{ МВА} \quad (4)$$

выбираем трансформатор ТДН-16000/110. Выбранный трансформатор соответствует государственному стандарту о систематических и аварийных нагрузках по тепловому эффекту. Для режима аварийных перегрузок принимаются следующие ограничения:

Температура наиболее нагретой точки обмотки

$$\theta_{\text{нит.max}} \leq 160^{\circ}\text{C}; \quad (5)$$

Температура масла в верхних слоях

$$\theta_{\text{м.max}} \leq 115^{\circ}\text{C}; \quad (6)$$

Вариант развития сети

Схему ОРУ ПС «Балтымская» 110кВ выполним по схеме 110-5АН «Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов».

Схема 5АН применяется на напряжении 35–220 кВ для проходных двухтрансформаторных ПС с двусторонним питанием при необходимости сохранения в работе двух линий при КЗ на трансформаторах и в нормальном режиме работы (при равномерном графике нагрузок). В нормальном режиме перемычка находится под напряжением и служит «мостиком» для транзита мощности от автотрансформатора в сеть. В случае выхода из строя одного из

трансформаторов транзит мощности и питание потребителей сохраняется, за исключением случая «ремонт» одного трансформатора и «отказ» другого, однако, стоит отметить, что такая ситуация маловероятна, т.к. выбранный трансформатор не перегревается в аварийном режиме и возникновение на нем аварийных ситуаций исключено. На рисунке 2 представлен схема проекта подстанции.

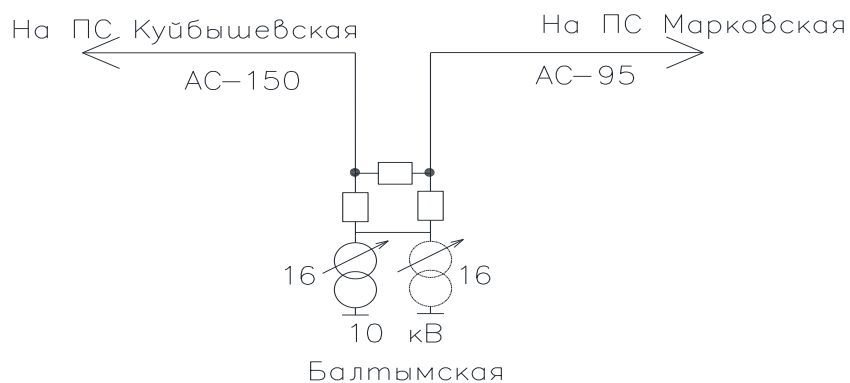


Рисунок 2 – Схема первого варианта реконструкции подстанции

Для надёжной работы подстанции при выполнении первого варианта реконструкции возникает потребность в независимой линии связи с источником питания. Ближайшей подстанцией, через которую можно создать независимый путь протекания, является ПС Марковская. На рисунке 3 приведена часть плана местности с расположением вышеперечисленных подстанций и проектируемой линией электропередачи.

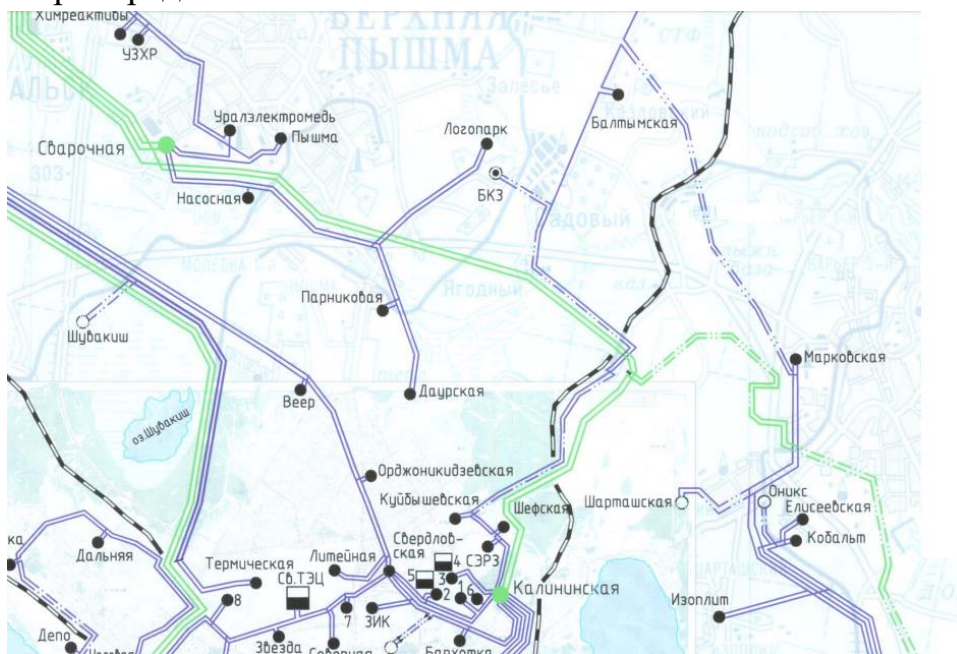


Рисунок 3 – Часть плана-схемы с проектируемой сетью по первому варианту развития

Далее были выбраны и просчитаны точки короткого замыкания на шинах высокого напряжения на реконструируемой подстанции, на шинах низшего напряжения ПС с включенным секционным выключателем на низшей стороне и выключенным, т.е. такие точки, в которых электрооборудование, проводники находятся в наиболее неблагоприятных условиях. Также были токи КЗ на ПС Калининская, Ново-Свердловской ТЭЦ и ПС Свердловская для проверки существующего коммутирующего оборудования на соседних подстанциях, на которые может повлиять изменение конфигурации сети. Токи короткого замыкания в дальнейшем необходимы для выбора электрооборудования токоведущих частей, выбора средств ограничения токов короткого замыкания и для расчета уставок релейной защиты и противоаварийной автоматики. Итогом расчетов была составлена карта коротких замыканий с учетом района. За счет замыкания контура, появляются новые пути протекания тока, уменьшение эквивалентного сопротивления и как следствие увеличение токов короткого замыкания [4-6].

Заключение

Все электрические устанавливаемые аппараты проверены по условиям термической и электродинамической стойкости. При этом электрические аппараты в системе электроснабжения надежно работают как в нормальном длительном режиме, так и в условиях аварийного кратковременного режима, просты и компактны в конструкции, удобны и безопасны в эксплуатации. Проектом приняты силовые трансформаторы ТДН-16000-110/10. Сторона 110 кВ укомплектовываем элегазовыми выключателями производства УЭТМ ВГТ-110П-40/2500У1, разъединители горизонтально-поворотные типа SDF-110/1600УХЛ1 компании АВВ, ТТ и ТН компании СВЭЛ г.Екатеринбург.

Так как надёжная работа электроустановок немыслима без развитой энергетической системы, то имеет место правильное выполнение и настройка релейной защиты и противоаварийной автоматики. Поэтому в работе произведён выбор релейной защиты и автоматики, выполненная с помощью микропроцессорного терминала БЭ2704V041, что дает возможность повысить чувствительность защит и значительно уменьшить время их срабатывания, что в совокупности с высокой надежностью позволяет существенно снизить величину ущерба от перерывов в электроснабжении. Внедрение систем автоматизации на современной цифровой технике коренным образом повышает качество и надежность процессов производства, передачи и распределения электроэнергии

Отметим, что реконструкция ПС «Балтымская» позволила решить такие проблемы как увеличение пропускной способности; повышение надежность и бесперебойность работы для потребителей данной подстанции и соседних узлов; перспектива внедрения новых технологических комплексов и средств автоматизации. Таким образом, ПС «Балтымская» отвечает всем требованиям, предъявляемым техническим заданием на реконструкцию.

Исходя из сметно-финансового расчета затраты на реконструкцию составят порядка 300 млн рублей.

Библиографический список

1. Ананичева С. С. Справочные материалы для проектирования: методическое пособие для выполнения выпускных квалификационных работ / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг, П. Е. Мезенцев. – Екатеринбург : УрФУ, 2018. – 86 с.
2. Богданова Л. Ф. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие / Л. Ф. Богданова, А. В. Паздерин, А. А. Суворов. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 112 с.
3. Интерактивная карта центров питания ОАО «МРСК Урала». – URL: <https://www.mrsk-ural.ru/client/map> (дата обращения: 13.05.2020).
4. Кокин С. Е. Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учеб. пособие / С. Е. Кокин, С. А. Дмитриев. – Екатеринбург : УрФУ, 2017. – 200 с.
5. Котова Е. Н. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учеб.-метод. пособие / Е. Н. Котова, Т. Ю. Паниковская. – Екатеринбург : Изд-во Урал ун-та, 2014. – 216 с.
6. Федотов В. П. Проектирование релейной защиты понижающих трансформаторов : учеб. пособие / В. П. Федотов, Л. Ф. Богданова. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 76 с.
7. ГОСТ 27514–87. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ // Кодекс : норм.-правовая база. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005008> (дата обращения: 05.02.2020).
8. Прогноз развития энергетики мира и России 2016 / под ред. А. А. Макарова, Л. М. Григорьева, Т. А. Митровой. – Москва : ИНЭИ РАН-АЦ при Правительстве РФ, 2016. – 196 с.
9. Схема развития электрической сети 110 кВ и выше Свердловской области на период до 2015 г. с перспективой до 2020 г. : проектная документация ДО102-ППД. – Екатеринбург : [б. и.], 2011. – Т. 1. – 63 с.