

УДК 621.311.4-52

## **НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПОДСТАНЦИИ 500 КВ КУЗБАССКАЯ**

Мальцев А.Г., студент гр. ЭАмоз-181, I курс

Научный руководитель: Семыкина И.Ю., д.т.н., доцент, профессор каф. ЭПА  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Понятие «цифровая энергетика» включает в себя модернизацию объектов не только по производству, но и по преобразованию, передаче и распределению электроэнергии. Именно цифровизация позволяет создавать распределенные энергосистемы в масштабе от нескольких станций до единой сети с тысячами возобновляемых источников энергии. Речь идет не только о цифровых подстанциях и «умных сетях», но и о возможности получать информацию из сетей и управлять процессом в режиме онлайн. В России уже реализуется ряд проектов с внедрением цифровых технологий в электросетевом комплексе: ПАО «РусГидро» – Нижегородская ГЭС, ПАО «ФСК ЕЭС» – подстанция «Тобол», ПАО «Транснефть», где строятся две подстанции по цифровому принципу. Сетевые компании Кузбасса также реализуют проекты в данном направлении. В качестве примера рассмотрим подстанцию нового поколения Кузбасская.

ПС 500 кВ Кузбасская расположена в пос. Школьный Прокопьевского района Кемеровской области. Предназначена для преобразования и распределения электроэнергии потребителям, а также для обеспечения транзита линий 500, 220 кВ на ПС 500 кВ Новокузнецкая и ПС 220 ЗСМК, чем повышается надежность электроснабжения юга Кемеровской области и частичной разгрузки ПС 500 кВ Новокузнецкая. Основные потребители подстанции – это угледобывающие и перерабатывающие предприятия. Первичная схема электрических соединений подстанции выполнена следующим образом: ОРУ-500 кВ – полуторная схема; ОРУ-220 кВ – две рабочие системы шин с шиносоединительным выключателем и два выключателя на автотрансформатор КРУ-10 кВ – одна секция шин [1]. Строительство ПС началось в 2010 году. В нем принимали участие специализированные организации по разным направлениям, в том числе и специалисты заводов изготовителей основного оборудования, устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики, которые выполняли шеф-монтажные работы. В ноябре 2011 года было произведено опробование под рабочим напряжением ОРУ-500 кВ и АТ-1. В течении 2012 года опробовано и поставлено под нагрузку ОРУ-220 кВ.

ПС 500 кВ Кузбасская является подстанцией нового поколения [4]. Управление ее оборудованием осуществляется при помощи автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), которая предназначена для обеспечения информационных функций (наблюдения,

контроля, сигнализации), функций контроля состояния, диагностики оборудования и устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Целью создания АСУ ТП подстанции является объединение различных средств автоматизации работы основного оборудования подстанции в единую информационную и управляющую систему, являющуюся главным средством ведения оперативным персоналом технологического процесса и обеспечивающую требуемый уровень надёжности и эффективности эксплуатации основного оборудования во всех режимах функционирования подстанции.

Средствами АСУ ТП обеспечивается возможность подготовки оперативно-диспетчерской и технологической информации для последующей передачи соответствующим абонентам как в режиме циклического выполнения, так и по запросу. Для такой передачи в АСУ ТП ПС формируется информация о текущем режиме и состоянии основного электротехнического оборудования ПС в объеме традиционной оперативно-диспетчерской информации:

- телеизмерение активной и реактивной мощности фазных токов и напряжений линий 500 кВ, 220 кВ, частоты на линиях 500 кВ;
- телеизмерение напряжения и частоты на шинах 220 кВ;
- телеизмерение активной и реактивной мощности токовой нагрузки на вводах автотрансформаторов отдельно со всех сторон;
- телесигнализация положения всех выключателей и разъединителей 500, 220 кВ;
- телесигнализация фиксации включенного и отключенного состояния воздушных линий электропередачи 500, 220 кВ;
- телесигнализация фиксации включенного и отключенного состояния автотрансформаторов.

АСУ ТП имеет иерархическую структуру, включающую верхний и нижний уровни.

Нижний уровень АСУТП это контроллеры, предназначенные для сбора и первичной обработки аналоговой и дискретной информации, поступающей от оборудования и устройств РЗА, и выступающие как органы управления ПС при отказе верхнего уровня.

Верхний уровень АСУТП – автоматизированное рабочее место (АРМ) оперативного персонала (ОП).

АРМ ОП, представляет собой компьютер с установленным программным обеспечением, который связывается нижним уровнем АСУТП. Для соблюдения требований безопасности на АРМ предусмотрен вход в систему с авторизацией при помощи персональных данных, причем после того, как пользователь вошел в систему, все произведенные им действия будут фиксироваться в журнале событий.

В АРМ поступает вся первичная информация необходимая в работе оперативного персонала. Первичная информация о работе устройств РЗА также интегрирована в комплекс оперативный персонал, собирает информацию о работе устройств РЗА с АРМ, переходя по вкладкам. Схема АРМ ОП

отображает действительное положение всех коммутационных аппаратов и ключей устройств РЗА в режиме реального времени [5].

При производстве переключений с комплекса АРМ ОП положения коммутационных аппаратов контролируются по схеме, отображаемой в АРМ, а также посредством технологического видеонаблюдения. Контроль фактического положения коммутационных аппаратов при производстве переключения и их соответствие схеме в АРМ проверяется после проведения всего комплекса операций на месте установки.

К особенностям при производстве переключений с АРМ можно отнести:

- осмотр опорно-стержневой изоляции разъединителей присоединений, задействованных в предстоящих переключениях, выполняется оперативным персоналом перед началом переключений;

- готовность оперативной блокировки проверяется по отсутствию сигнала «неисправная блокировка» в АРМ;

- готовность дифференциальной защиты шин перед выполнением операций с шинными разъединителями проверяется по отсутствию сигнала «неисправность ДЗШ» в АРМ [3];

- отключение устройств автоматики (автоматического повторного включения шин и линий, автоматического ввода резерва секционных, шиносоединительных и других выключателей) перед операциями с разъединителями не выполняется;

- отключение оперативного тока привода и защит шиносоединительных выключателей при переводе присоединений с одной системы шин на другую не выполняется;

- включение заземляющих ножей выполняется после проверки отсутствия напряжения на заземляемом участке путем выверки схемы по АРМ при наличии программной (логической) оперативной блокировки и отсутствии сигнала о ее неисправности;

- завершение выполнения каждой операции с выключателем, разъединителем, выкатной тележкой, заземляющими ножами проверяется по сигнализации АРМ;

- проверка положения выключателей (в том числе включенное положение шинных выключателей перед операциями перевода присоединений с одной системы шин на другую, отключенное положение выключателя перед операциями с его разъединителями, включенное положение выключателей, шунтирующих неисправный выключатель и т.д.) перед операциями с разъединителями, выкатной тележкой в его цепи проверяется по сигнализации АРМ;

- отключение оперативного тока привода выключателя, вывешивание плаката «Не включать! Работают люди» при выполнении операций с разъединителями на присоединении, отключенном этим выключателем, не выполняется;

– отключение оперативного тока привода разъединителя для предотвращения его ошибочного или самопроизвольного включения не выполняется, а вместо этого выполняется перевод ключа выбора режима работы в шкафу управления разъединителя в положение «местное управление» с запирающим шкафа на механический замок.

Несмотря на все достоинства и преимущества ПС 500 кВ Кузбасская как подстанции нового поколения, у нее имеются свои недоработки, которые можно устранить путем установки дополнительного оборудования. Например, отсутствует возможность управлять с АРМ автоматической установкой пожаротушения (АУПТ).

Автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) включает в себя автоматику в здании релейного щита РЩ-220, автоматику насосной станции, автоматику камер задвижек. Автоматика пожаротушения реализована на терминалах Micom P145. Автоматический запуск системы пожаротушения на ПС 500 кВ Кузбасская выполнен, система работает исправно. Терминалы пожаротушения имеют интеграцию в программно-технический комплекс (ПТК) АСУ ТП – в АРМ ОП поступает первичная информация о положении ключей, наличии аварийных и предупредительных сигналов о неисправностях, сигналов пуска системы пожаротушения со светодиодной индикацией последних. Однако возможности пуска системы пожаротушения с АРМ нет. В терминалах Micom P145 не реализована функция дистанционного воздействия. Необходимо дооборудовать данные терминалы блоками прямого управления с формированием команд дистанционного «пуска пожаротушения» в SCADA ПТК АСУ ТП. Это позволит более оперативно управлять автоматикой пожаротушения, сократится время за счет отсутствия необходимости передвижения оперативного персонала в помещение насосной станции.

Еще одним недостатком ПС 500 кВ Кузбасская является полная автоматизация переключений в распределительных устройствах.

Оперативные переключения как на распределительных подстанциях, так и на других объектах электроэнергетики – одна из наиболее сложных эксплуатационных технологических операций, являющаяся по сути основой надежного функционирования всей электроэнергетической системы. Ошибочные действия оперативного персонала подстанции при выполнении переключений в первичной схеме могут привести к аварийным ситуациям. Опыт организационных и технических мероприятий, обеспечивающих надежность и безошибочность оперативных переключений накапливался годами и подкреплён вводимыми и совершенствующимися нормативными документами, в которых прописаны безопасные приемы выполнения работ. На их основе составлялись типовые программы и бланки для выполнения переключений. Оперативные переключения на подстанциях происходят ежедневно и ежечасно, оборудование вводится и выводится из работы. От диспетчера приходят типовые команды и программы, дежурный персонал подстанции следует однотипным бланкам переключений [2].

Целые поколения энергетиков работали, основываясь на закреплённых в инструкциях по переключениям принципах. Но технический прогресс закономерно меняет структуру организационных подходов в электроэнергетике. Новые веяния связаны в том числе с появлением автоматизированных систем в электроэнергетической отрасли. Однако эксплуатация основного оборудования 500 кВ Кузбасская ведется все еще «по старинке». Переключающие устройства РЗА: ключ, переключатель, накладка, рубильник, кнопка – по-прежнему остаются основой для производства переключений. И все это при наличии полноценной АСУ ТП.

При этом в программно-технический комплекс NPT Expert, который уже более семи лет успешно эксплуатируется на множестве энергообъектов ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «Россети», ОАО «Газпром», разработан и интегрирован модуль «Бланки переключений» [5]. Этот модуль предполагает автоматизацию процесса типового переключения, требующего соблюдения строгой последовательности действий. Он обеспечивает создание бланка стандартной формы с указанием согласующих и утверждающих лиц, ввод информации о контролирующем и исполняющем оперативные переключения персонале, логическую привязку операций к сигналам АСУ ТП. Для обеспечения технологической дисциплины и повышения уровня алгоритмизации «Бланки переключений» могут интегрироваться с NPT Expert и системой электронного документооборота предприятия. Соответственно, все выполняемые действия, указанные в электронном бланке, подвергаются жесткому контролю средствами АСУ ТП и программно протоколируются. В процессе выполнения работ по созданному бланку переключений, исполняющему предлагается несколько вариантов выполнения операции: она может быть выполнена, выполнена с замечаниями или отклонена. Некорректная или случайная операция блокируется, а выполнение операции разделено на несколько шагов для предотвращения ошибки оперативного персонала. После исполнения всех действий система фиксирует время начала и окончания работ.

Таким образом, внедрение модуля «Бланки переключений» для ПС 500 кВ Кузбасская даст дополнительное повышение безопасности работы с электрооборудованием, снижение риска несчастных случаев, предотвращение случаев нерегламентированных действий при выполнении переключений и, в конечном итоге, повышение общей надежности работы энергосистемы. Более того, полно и прозрачно описанный процесс коммутации вкупе с интерактивной главной схемой энергообъекта, отображаемой на экране АРМ (или мобильного устройства), будет способствовать быстрому накоплению опыта, навыков и знаний у молодых специалистов.

Устранение описанных недостатков ПС 500 кВ Кузбасская является актуальными направлениями для ее модернизации и повышения уровня как безопасности, так и экономической эффективности.

С достаточной степенью точности можно вычислить экономический эффект от внедрения таких предлагаемых решений. Уже сейчас создаются предпосылки к сокращению совокупной стоимости владения объектом в об-

щем и к снижению количества необходимого персонала, в частности. А автоматизация повышает безопасность работы с электроустановками, и при этом снижает временные и материальные затраты на обслуживание оборудования.

Предлагаемые направления модернизации будут востребованы не только на ПС 500 кВ Кузбасская, но и во всех электросетевых компаниях России, которые взяли курс на создание подстанций нового поколения и цифровых подстанций.

### **Список литературы:**

1. Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 16.06.2010 № 421 «Об утверждении стандарта организации «Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 37-750 кВ».

2. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 58085-2018 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем. Нормы и требования». – Утвержден приказом Росстандарта от 13.03.2018 № 129-ст.

3. Инструкция по обслуживанию устройств релейной защиты и сетевой автоматики шин (ошиновок) и автотрансформаторов, находящихся в диспетчерском ведении Филиала АО «СО ЕЭС» Кемеровское РДУ, актуальная редакция.

4. Стандарт Организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-25.040.40.226-2016 Общие технические требования к АСУТП ПС ЕНЭС. Основные требования к программно-техническим средствам и комплексам.

5. Инструкция по производству переключений ПС 500 кВ Кузбасская Кузбасского ПМЭС.