



УДК 621.311

ЧАСТОТНАЯ ДЕЛИТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИКА ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**Школенко Александр Юрьевич**

студент 2 курса магистратуры

кафедра электромеханики, факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский государственный авиационный технический университе, г.Уфа

Аннотация. Высокая надежность электроснабжения потребителей – это главная цель работы электроэнергетической системы. Для устойчивой работы электроэнергетической системы необходимо своевременно выявлять аварийные режимы, предотвращать их развитие и ликвидировать в минимально возможные сроки. С этой целью существует противоаварийная автоматика, в частности, частотная делительная автоматика теплоэлектростанций.

Ключевые слова: Единая энергетическая система, Системный оператор, противоаварийная автоматика, частотная делительная автоматика, теплоэлектростанция.

Единая энергетическая система и её автоматика

В Единой энергетической системе (ЕЭС) России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах должно быть организовано автоматическое противоаварийное управление, предназначенное для выявления, предотвращения развития и ликвидации аварийного режима электроэнергетической системы.

Одной из таких специальных противоаварийных автоматик (ПА) является частотная делительная автоматика (ЧДА), она входит в вид автоматики ограничения снижения частоты (АОСЧ) [1].

АОСЧ предназначена для предотвращения недопустимого по условиям устойчивой работы генерирующего оборудования и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии снижения частоты электрического тока и полного погашения (отключения) электроэнергетической системы или её части при возникновении дефицита активной мощности, в том числе при аварийном выделении электроэнергетической системы или её части на изолированную работу.

Принцип действия и цель ЧДА

ЧДА предназначена для предотвращения полного останова теплоэлектростанций (ТЭС) при недопустимом снижении частоты электрического тока в электроэнергетической системе. Условием для срабатывания ЧДА является снижение частоты электрического тока [2].

ЧДА осуществляет выделение ТЭС, их частей или отдельных энергоблоков (генераторов):



- на собственные нужды отдельного энергоблока (энергоблоков);
- на собственные нужды всех энергоблоков ТЭС;
- на изолированный район нагрузки (собственные нужды отдельного энергоблока (энергоблоков) в сумме с объемом потребителей электрической энергии, находящихся вне ТЭС (к примеру тупиковые подстанции, питание которых осуществляется с шин распределительных устройств ТЭС)).

Выделение электростанций, их частей или отдельных энергоблоков (генераторов) на изолированный район нагрузки допускается осуществлять при проектном обосновании. Процесс выделения производится путём команд от ПА на отключение высоковольтных выключателей.

Следует уточнить, что испытания ЧДА являются достаточно объемными по содержанию. Данные испытания необходимы для каждой ТЭС в ЕЭС России, так как успешность испытаний напрямую влияет на устойчивость отдельных участков электроэнергетической системы, самой ТЭС, на безаварийную подачу электрической энергии потребителям, которые входят в район выделения ЧДА.

Регламент проведения, анализ испытаний ЧДА

Системным оператором (СО) ЕЭС 17.02.2021 был утвержден актуализированный «Регламент проверки выполнения условий устойчивой работы генерирующего оборудования тепловых электростанций при его выделении действием ЧДА на изолированную нагрузку» (далее – Регламент) взамен старого, который был утвержден 12.03.2013 [3].

Регламент описывает 3 этапа проведения испытаний ЧДА [3, с. 4]:

- проведение испытаний по определению величины допустимого небаланса активной мощности при выделении генерирующего оборудования на изолированную нагрузку;
- проверка прохождения по каналам ПА команд ЧДА на отключение высоковольтных выключателей (выключатель в данном случае – это важнейший элемент электроэнергетической системы, с помощью которого производится отделение генерирующего оборудования ТЭС от электроэнергетической системы);
- анализ балансов активной мощности при выделении генерирующего оборудования ТЭС действием ЧДА на изолированную нагрузку с учётом определённой по результатам испытаний величины допустимого небаланса с выдачей заключения о работоспособности существующей (их) схемы (схем) выделения ЧДА или необходимости её (их) корректировки.

Необходимо уточнить, что на ТЭС возможно осуществление нескольких алгоритмов ЧДА, которые запускаются в зависимости от параметров электроэнергетической системы. Каждый алгоритм осуществляется в отдельности. Совмещение нескольких алгоритмов

недопустимо.

Пояснение по 1 буллиту вышеописанных этапов проведения испытаний: расчетный небаланс активной мощности считается СО по данным зимнего и летнего контрольного замера [3, с. 12]:

$$P_{\text{расч.неб.}} = P_{\Gamma_{\text{max}}} - (P_{\text{потр.}} - P_{\text{АЧР}}) - P_{\text{СН}},$$

где $P_{\Gamma_{\text{max}}}$ – максимум регулировочного диапазона генерирующего оборудования, входящего в схему выделения ЧДА;

$P_{\text{потр.}}$ – потребление в выделяемом действии ЧДА районе по данным контрольного замера (зима и лето);

$P_{\text{АЧР}}$ – сумма нагрузок потребления, подключённых под действие автоматической частотной разгрузки (АЧР) в выделяемом действии ЧДА районе по данным контрольного замера (зима и лето);

$P_{\text{СН}}$ – нагрузка потребления электроприёмников собственных нужд генерирующего оборудования, входящего в схему выделения ЧДА.

В Регламенте существуют следующие критерии успешных или не успешных испытаний ЧДА [3, с. 13]:

- если расчётный небаланс для часов максимума и минимума потребления по данным последнего летнего и зимнего контрольных замеров не превышает допустимого небаланса активной мощности, определённого по результатам испытаний ЧДА, то условия устойчивой работы генерирующего оборудования электростанции при его выделении действием ЧДА на изолированную нагрузку выполняются;
- если расчётный небаланс для часов максимума и минимума потребления по данным последнего летнего и зимнего контрольных замеров превышает допустимый небаланс мощности, определённый по результатам испытаний, то условия устойчивой работы генерирующего оборудования электростанции при его выделении действием ЧДА на изолированную нагрузку не выполняются.

В новом Регламенте есть существенные изменения. Раньше испытания ЧДА проводились до достижения технического минимума (минимально допустимый уровень нагрузки генерирующего оборудования по условиям стабильности работы генерирующего оборудования), теперь испытания ЧДА должны проводиться до достижения технологического минимума (нижний предел регулировочного диапазона в конденсационном режиме, определяемый исходя из требований устойчивости работы блочного оборудования при минимально допустимом составе вспомогательного оборудования и сохранении автоматического регулирования или отдельных регуляторов).

Технический минимум меньше технологического, он позволял разгрузить (при

необходимости) генерирующее оборудование ТЭС до значения генерации активной мощности, которое максимально близко к уровню потребления активной мощности в выделяемом ЧДА районе, теперь же разгрузка до технологического уровня ставит проблему баланса генерации и потребления, так как уровень генерации может быть существенно выше потребления в выделяемом ЧДА районе.

Регламент представляет несколько путей решения проблемы неуспешных испытаний ЧДА в этом случае [3, с.14]:

- изменение состава выделяемого генерирующего оборудования;
- использование действия ЧДА на отключение генераторов;
- изменение настроек систем автоматического управления выделяемого генерирующего оборудования;
- использование БРОУ или РОУ (быстродействующая редуционно-охладительная установка или редуционно-охладительная установка) импульсно-предохранительных клапанов для сброса избытков пара при выделении генерирующего оборудования действием ЧДА;
- разрешение вмешательства оперативного персонала в действия автоматических регуляторов (перевод на ручное управление) и изменения состава вспомогательного оборудования с целью обеспечения возможности разгрузки генерирующего оборудования ниже технологического минимума при выделении действием ЧДА (с разработкой соответствующей станционной инструкции для оперативного персонала);
- использование другого района выделения;
- использование схемы выделения генерирующего оборудования на его собственные нужды (объем нагрузки собственных нужд ТЭС зачастую меньше потребления какого-либо района);
- снижение объема нагрузки потребителей, подключенных под действие АЧР в выделяемом районе.

Открытые вопросы по новому Регламенту

По приведенным выше способам остаются открытыми следующие вопросы:

- какие пути решения собственник ТЭС должен рассматривать в первую очередь в случае неудачных испытаний?
- должен ли СО требовать от собственника рассмотрение каких-либо способов в первую очередь, или это остается на усмотрение владельца ТЭС?

В Регламенте также сказано, что, если общий паровой коллектор острого пара ТЭС разделен на несколько секций, допускается проводить испытания отдельно для каждой секции (с одновременным нанесением возмущения на турбины секции), а итоговый допустимый



небаланс определять путём суммирования допустимых небалансов, определенных для отдельных секций.

Вопрос состоит в том, что подразумевается под «разделением на несколько секций», закрытие секционных задвижек при аварийном или ремонтном режиме, либо полное, с физической точки зрения, разделение коллектора острого пара на несколько невзаимосвязанных частей?

Решение вопросов к Регламенту, выводы

Вышеописанные, а также другие вопросы (не представлены в статье) подготовлены Филиалом АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Республики Башкортостан» (далее – Башкирское РДУ) для рассмотрения в Филиале АО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемы Урала» к предстоящей видеоконференц-связи, которая будет проходить в ближайшее время.

По полученным результатам конференции Башкирское РДУ будет актуализировать существующие инструкции по выполнению ЧДА на ТЭС в своей операционной зоне. Будет организовано взаимодействие с собственниками ТЭС для объяснения имеющихся у них вопросов по новому Регламенту, с целью недопущения ошибок при составлении программ испытаний ЧДА в будущем.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 55105-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования». М.: Стандартинформ, 2020, 38 с.;
2. ГОСТ Р 58335-2018 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое ограничение снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности. Нормы и требования». М.: Стандартинформ, 2019, 9 с.;
3. «Регламент проверки выполнения условий устойчивой работы генерирующего оборудования тепловых электростанций при его выделении действием ЧДА на изолированную нагрузку», утвержденный Заместителем Председателя Правления АО «СО ЕЭС». М. 2021, 60 с.