

РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЙ К ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ СОСТАВУ УСТРОЙСТВА ДЕЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЭНЕРГОРАЙОНОВ С ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Кривоногова Д.К., Абеуов Р.Б.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

На сегодняшний день, в электроэнергетической отрасли России, активно проводится политика максимально-эффективного использования природных энергетических ресурсов. Так, например, нефтедобывающие компании в энергорайонах обеспечивающих добычу нефти и газа, активно вводят в эксплуатацию электростанции малой мощности (ЭСММ), которые позволяют эффективно использовать попутный нефтяной газ для производства электрической и тепловой энергии.

Поскольку электроснабжение данных энергорайонов обеспечивается от системы централизованного электроснабжения, то ввод ЭСММ влечет за собой изменение режимов работы распределительной сети. Для выполнения требований технических условий на технологическое присоединение ЭСММ к электрической сети энергосистемы, как правило, требуется установка делительной автоматики (ДА) на шинах центра питания (ЦП) энергорайона. Реализация этого мероприятия позволяет обеспечить выделение энергорайона с ЭСММ на автономный режим работы, при возникновении аварийных ситуаций во внешней электрической сети, и исключить ряд проблем эксплуатации, как самой распределительной сети, так и энергорайона с ЭСММ [1].

Однако, как показывает практика, при технологическом присоединении электростанций малой мощности к электроэнергетической системе (ЭЭС), установка делительной автоматики, осуществляется на шинах ЦП, принадлежащих электросетевым компаниям (ЭСК), что требует дополнительных временных и финансовых затрат для выполнения требований технических условий на технологическое присоединение.

Электросетевые компании не всегда в состоянии в кратчайшее время обеспечить установку ДА на ЦП, из-за необходимости внесения этого мероприятия в инвестиционную программу, проведения тендеров на выполнение проектных и строительно-монтажных работ, а также выполнения самих работ. Всё это, приводит к затягиванию сроков ввода в эксплуатацию ЭСММ.

Решением данной проблемы могла бы стать установка ДА не на шинах ЦП, а на электросетевом объекте энергорайона с ЭСММ.

Однако, на сегодняшний день нет чёткого определения, как общих принципов построения, так и требований к функциональному составу такого устройства ДА.

Обеспечение надежности работы ЭСММ в составе энергорайона при возмущениях во внешней электрической сети напрямую связано со значительным повышением требований к делительной автоматике. Кроме того, возникает необходимость совершенствования релейной защиты внутренней распределительной сети энергорайона, а также учёта влияния генераторов ЭСММ, проявляющееся в снижении чувствительности защит сети в режиме дальнего резервирования.

Многофункциональное устройство ДА, устанавливаемое на электросетевом объекте энергорайона с ЭСММ должно отвечать следующим требованиям:

1. ДА должна осуществлять деление при возникновении коротких замыканий во внешней электрической сети (обеспечивать чувствительность к удаленным коротким замыканиям).

2. ДА должна осуществлять деление по факту снижения частоты и напряжения, при системных авариях в ЭЭС.
3. Измерительные органы ДА не должны устанавливаться на центрах питания ЭСК.
4. ДА должна обеспечивать быстродействие, требуемое по условиям устойчивости генераторов ЭСММ.
5. Селективность ДА должна обеспечиваться с учётом режимов работы защит генераторов ЭСММ.

Функциональный состав многофункционального устройства ДА во многом определяется перечнем аварийных ситуаций, при которых ДА должна осуществлять выделение энергорайона с ЭСММ на изолированную работу. К таким аварийным ситуациям относятся:

- симметричные и несимметричные короткие замыкания во внешней электрической сети;
- аварийные ситуации, приводящие к снижению напряжения в узлах электрической сети;
- аварийные ситуации, приводящие к снижению частоты в энергосистеме.

В результате проведённых исследований по определению функционального состава многофункционального устройства ДА, на основании расчётов токов короткого замыкания, проведён анализ эффективности различных функций релейной защиты и дана оценка применимости, каждой из них в составе многофункционального устройства ДА.

Анализ эффективности различных функций релейной защиты показал, что в состав многофункционального устройства ДА должны войти следующие из них:

Функция токовой ступенчатой защиты, состоящей из 3 ступеней:

Первая ступень – функция токовой отсечки. Ток срабатывания, которой равен:

$$I_{сзА}^I = I_{сзБ}^I = k_n \cdot I_{сз}^I \quad (1)$$

где $k_n = 1,2$ – коэффициент надежности несрабатывания.

Вторая ступень – функция токовой отсечки с выдержкой времени. Коэффициент чувствительности:

$$k_{ч} = \frac{I_{К1}^{(2)}}{I_{с.з.}} \geq 1,5 \quad (2)$$

Третья ступень – функция максимальной токовой защиты, коэффициент чувствительности:

$$k_{ч} = \frac{I_{К2}^{(2)}}{I_{с.з.}^{(III)}} \geq 1,2 \quad (3)$$

Благодаря сочетанию токовых отсечек и МТЗ данная функция ДА обладает высоким быстродействием и является простой в исполнении.

Функция делительной автоматики по напряжению (ДАН).

Данная функция обладает достаточной чувствительностью к удаленным трехфазным коротким замыканиям, возникающим на воздушных линиях электропередачи высокого напряжения, входящих в схему выдачи мощности ЭСММ. Напряжение срабатывания принимается равным:

$$U_{с.р.} = 0,7 U_{ном} \quad (4)$$

Функция делительной автоматики, действующей при снижении частоты в энергосистеме (ДАЧ).

В случае системной аварии, приводящей к снижению частоты в энергосистеме, ДАЧ осуществляет отделение энергорайона с ЭСММ на изолированную работу. Уставка срабатывания по частоте может быть принята равной 48,5 – 48 ГЦ, а выдержка времени на срабатывание 0,3 – 0,4 с. Кроме того, данная функция должна осуществлять контроль скорости снижения частоты.

Функция делительной автоматики по току обратной и нулевой последовательностей

Пусковые органы ДА, реагирующие на появление составляющих тока и/или напряжения обратной последовательности, повышают чувствительность ДА к режимам несимметричных коротких замыканий и позволяют выявлять неполнофазные режимы. Данная функция ДА, позволяет осуществлять выделение энергорайона с ЭСММ при возникновении несимметричных коротких замыканий во внешней электрической сети, исключая тем самым возможность подпитки места короткого замыкания током от ЭСММ и не допуская возникновения перенапряжения в нейтрали трансформаторов центров питания ЭСК.

Функция делительной автоматики – контроль перетоков реактивной мощности.

Основывается на сравнение изменения перетока реактивной мощности по сравнению с доаварийным режимом. Для сравнения контролируемой величины с её доаварийным режимом, используется функция контроля предшествующего режима.

Все функции многофункционального устройства ДА являются отдельными физическими модулями и komponуются в едином модульном шкафу, при этом для каждой из этих функций предусмотрена возможность задания уставок и выдержек времени на срабатывание.

Схема подключения многофункционального устройства ДА к трансформаторам тока и напряжения, приведена на рисунке 1.

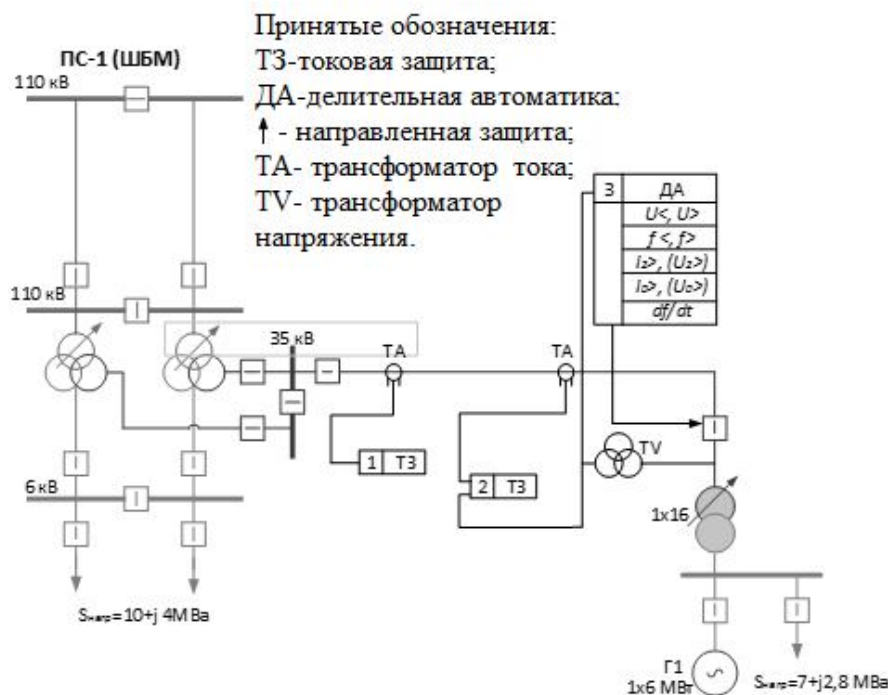


Рис. 1. Схема подключения многофункционального устройства ДА к трансформаторам тока и напряжения

Основной особенностью такого устройства ДА является его широкий функционал, обеспечивающий надёжное выделение энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу, при различных аварийных ситуациях в ЭЭС, а также то, что его измерительные и пусковые органы устанавливаются только на электросетевом объекте энергорайона с ЭСММ, что снимает необходимость установки ДА на шинах ЦП ЭСК, и позволяет сократить финансовые и временные затраты на ТП ЭСММ с электрическим сетям ЭЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шабалина, Ю. В., Абеуов Р. Б. О проблемах подключения энергорайонов с электростанциями малой мощности к электрическим сетям энергосистем // Интеллектуальные энергосистемы: труды II Международного молодёжного форума, 6-10 октября 2014 г., г. Томск в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Т. 2. — С. 179-183

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БЛОКА РАЗДЕЛЕНИЯ НЕФТЕШЛАМА

Галактионова Е.В, Сурикова А.Н.

Вологодский государственный университет, г. Вологда

На сегодняшний день в научно-технической литературе практически нет результатов исследования тепловой работы установок БРНШ, а также методик их теплового расчета и способов повышения тепловой эффективности. Связано это с тем, что данные установки появились сравнительно недавно и работают весьма неэффективно.

Объектом исследования являлась установка БРНШ-3. Теплота, расходуемая на процесс нагрева нефтешлама и выпаривания влаги из него, подводится от водогрейного котла с номинальной тепловой мощностью 90 кВт. По условиям техники безопасности температура греющей воды на выходе из котла не превышает 95 °С. Исходная поверхность нагрева выпарного аппарата состоит из двух регистров гладких стальных труб Ду-40 мм, длиной $l = 4$ м, по $n = 9$ трубок каждый, соединенных последовательно. Площадь поверхности нагрева выпарного аппарата, определенная по наружному диаметру труб, составляет 11,5 м².

В режиме выпаривания, как показал опыт эксплуатации, котел работает с длительными перерывами, так как котел периодически выключается системой автоматики, поскольку поверхность теплообмена нагревателя выпарного аппарата является недостаточной для передачи номинальной тепловой мощности котла к нефтешламу. При выпаривании влаги из нефтешлама с начальным массовым влагосодержанием не более 30 % расход образующегося конденсата, выводимого из выпарного аппарата, при неизменных температурах нефтешлама и греющей воды остается практически одинаковым в течение всего процесса выпаривания. Отсюда следует, что тепловой поток Q , подводимый к нефтешламу от греющей воды, остается постоянным, так как он расходуется на получение пара с постоянным массовым расходом, равным расходу получаемого конденсата, и на покрытие постоянных тепловых потерь с наружной поверхности корпуса. Поэтому можно принять, что коэффициент теплопередачи k от греющей воды к нефтешламу в процессе выпаривания практически не изменяется, что возможно в том случае, если теплофизические свойства нефтешлама, влияющие на теплопередачу, несущественно зависят от влагосодержания.