РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЕЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЭНЕРГОРАЙОНОВ С ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

[1]Д.К. Кривоногова, [2]Р.Б. Абеуов
[1,2]Томский политехнический университет
ЭНИН, [1]ЭПП, [2]ЭСиЭ

В настоящее время в энергетической отрасли страны, проводится политика максимально-эффективного использования природных энергетических ресурсов. Одним из направлений этой политики является введение требований к нефтедобывающим компаниям, по утилизации добываемого попутного нефтяного газа, устанавливаемых Постановлением Правительства РФ № 7 от 08.01.2009 г. «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках». В целях выполнения требований Постановления Правительства нефтедобывающие компании в энергорайонах, обеспечивающих добычу нефти и газа, начали активно вводить в эксплуатацию электростанции малой мощности (ЭСММ).

Появление ЭСММ в энергорайонах, обеспечиваемых электрической энергией от системы централизованного электроснабжения, влечёт за собой изменение режима работы распределительной электрической сети, и как следствие требует, как перенастройки существующих устройств релейной защиты и автоматики (РЗиА), так и установки новых. Поскольку централизованное электроснабжение энергорайонов осуществляется от центов питания электросетевых компаний (ЭСК) по одной или нескольким воздушным линиям (ВЛ), то реконструкция РЗиА должна быть выполнена на всех электросетевых объектах входящих в схему выдачи мощности ЭСММ, включая центры питания ЭСК.

При этом следует учитывать, что при подключении ЭСММ к распределительной сети энергорайона, энергосистема и генераторы ЭСММ будут оказывать взаимное влияние друг на друга, при возникновении возмущений во внешней электрической сети [1].

Проведенные исследования, а также анализ опыта эксплуатации электростанций малой мощности показал, что подключение энергорайонов с ЭСММ к электрическим сетям энергосистемы сопряжено с появлением целого ряда новых эксплуатационных проблем [1].

Одним из оптимальных способов решения этих проблем является выделение энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу, посредством делительной автоматики (ДА).

Как показывает практика, установка ДА осуществляется на шинах центров питания, принадлежащих сетевым компаниям, однако это требует дополнительных финансовых затрат на технологическое присоединение. Кроме того сетевые компании не всегда в состоянии в кратчайшее время обеспечить установку ДА на своём объекте, не выполняя тем самым требования технических

условий на техническое присоединение ЭСММ к ЭЭС. Поэтому возникает потребность в разработке такого многофункционального устройства ДА, которое обеспечивало бы надежное выделение энергорайонов с ЭСММ на изолированную работу, при различных аварийных ситуациях в ЭЭС, без установки элементов автоматики на шинах центров питания сетевых компаний.

Это устройство позволит обеспечить эффективное выделение энергорайонов с ЭСММ на автономный режим работы при возникновении аварийных ситуаций во внешней электрической сети, а также исключить ряд проблем эксплуатации, как самой распределительной сети, так и энергорайонов с ЭСММ. Кроме того, это поможет снизить издержки на технологическое присоединение и сократить сроки его осуществления.

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 защиты сети в режиме дальнего резервирования.

Многофункциональное устройство ДА должно отвечать следующим требованиям:

1. ДА должна осуществлять деление при возникновении коротких замыканий во внешней электрической сети (обеспечивать чувствительность к удалённым 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.

В соответствии с приведёнными требованиями многофункциональное устройство ДА должна иметь следующий состав базовых функций:

Функция токовой ступенчатой защиты, состоящей из 3 ступеней:

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

$$I^{I}_{сзА} = I^{I}_{сзБ} = k_{н} \cdot I^{I}_{сз} \qquad (1)$$

где *kн* =1,2– коэффициент надежности несрабатывания.

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

$$k_{ч} = \frac{I_{K1}^{(2)}}{I_{с.з.}} \geq 1,5 \qquad (2)$$

Третья ступень – функция максимальной токовой защиты, коэффициент чувствительности:

$$k_{ч} = \frac{I_{K2}^{(2)}}{I^{(III)}_{с.з}} \geq 1,2 \qquad (3)$$

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:

$$U_{с.р.}=0,7\ U_{ном} \qquad (4)$$

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

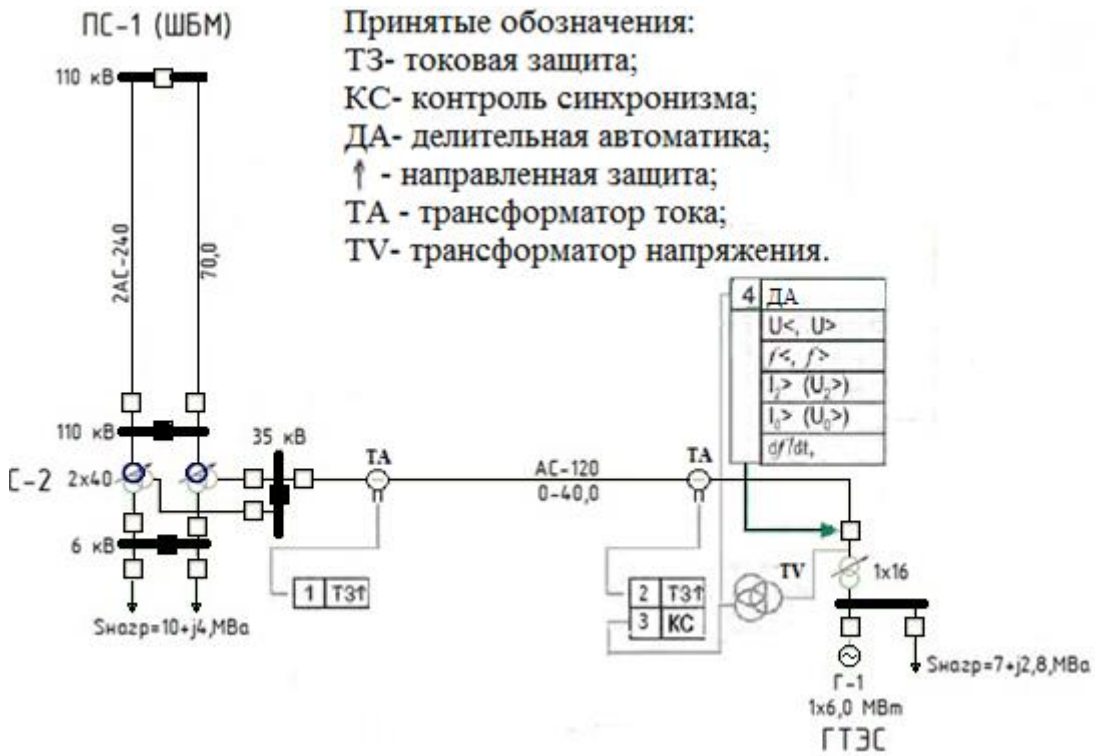

Рис. 1. Схема подключения многофункционального устройства ДА к трансформаторам тока и напряжения

Основной особенностью данного многофункционального устройства делительной автоматики является то, что оно включает в себя все необходимые функции для осуществления надежного отделения энергорайона с ЭСММ от электрической сети ЭЭС при возмущениях различной природы. При этом измерительные и исполнительные органы устройства устанавливаются только на электроэнергетических объектах энергорайонов с ЭСММ, что снимает целый ряд вопросов, связанных с технологическим присоединением ЭСММ к электрическим сетям ЭЭС.

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

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

Научный руководитель: Р.Б. Абеуов, к.т.н, доцент кафедры ЭСиЭ ЭНИН ТПУ.