

режим работы необходимо порядка 5-10 минут, а газоперекачивающие агрегаты не допускают останова, то ДЭС обеспечивает электроснабжение до того времени пока ПАЭС не войдет в номинальный режим.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СТО Газпром 2-6.2-149-2007 Категорийность электроприемников промышленных объектов ОАО «ГАЗПРОМ». Стандарт организации: документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «ГАЗПРОМ».
2. Правила устройства электроустановок (все действующие разделы). — 6 и 7-е изд. — Новосибирск: Норматика, 2015. — 464 с.
3. Технологический регламент газового промысла № 1В. // ОАО «Тюменский проектный и научно-исследовательский институт нефтяной и газовой промышленности им. В.И. Муравленко»// 28.04.2015.
4. ГОСТ 16555-75. Трансформаторы трехфазные герметичные масляные. Технические условия. - М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1980. - 32 с.: ил.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ЭЭС ЭНИН ТПУ.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО АДАПТИВНОЙ АВТОМАТИКИ РАЗГРУЗКИ ЭНЕРГОУЗЛА

Ю.З. Васильева, А.О. Лубсанова, Р.Б. Абеуов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭСиЭ, группа 5АМ6К

В электроэнергетических системах (ЭЭС) эксплуатируется большое количество устройств аварийной разгрузки, осуществляющих отключение нагрузки (ОН) потребителей на подстанциях распределительной электрической сети по факту недопустимого изменения режимных параметров (f , U) или приёма внешнего сигнала ОН. К таким устройствам относятся: автоматическая частотная разгрузка (АЧР), автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН), устройства отключения нагрузки (УОН). Устройства аварийной разгрузки могут выполнять как одну, так и несколько функций противоаварийной автоматики.

В существующих устройствах аварийной разгрузки, эксплуатируемых в энергосистемах, отключаемые потребители жестко распределены по ступеням. Это приводит к тому, что при изменении мощности нагрузки различных потребителей меняется реальный объём ступени отключения нагрузки. Иногда объём одной и той же ступени в разное время суток, недели или года может отличаться в несколько раз. При этом за расчетный объём ступени, как правило, принимается минимально возможное значение. Как следствие, срабатывание устройств противоаварийной автоматики с действием на отключение нагрузки

приводит к её отключению в большем, чем требуется в реальных условиях, объеме [1].

Проведённые исследования показали, что основными недостатками существующих устройств аварийной разгрузки энергоузла являются:

- отсутствие контроля предшествующего режима работы ЭЭС и текущего значения мощностей отключаемых нагрузок;
- отсутствие возможности адаптации к изменениям основных режимных параметров энергосистемы (напряжение, частота) и нагрузки в энергоузле;
- жесткое распределение отключаемых потребителей по ступеням;
- избыточное действие при отключении нагрузки;
- низкий уровень избирательной способности.

Разработка многофункционального устройства адаптивной автоматики разгрузки энергоузла, определяющей объем отключения нагрузки на основании адаптации к её изменению, позволит исключить избыточное действие ПА при ОН.

Разрабатываемое устройство может работать как самостоятельно, так и в составе системы ПА в качестве исполнительного устройства.

Алгоритм работы такого устройства приведен на рисунке 1.

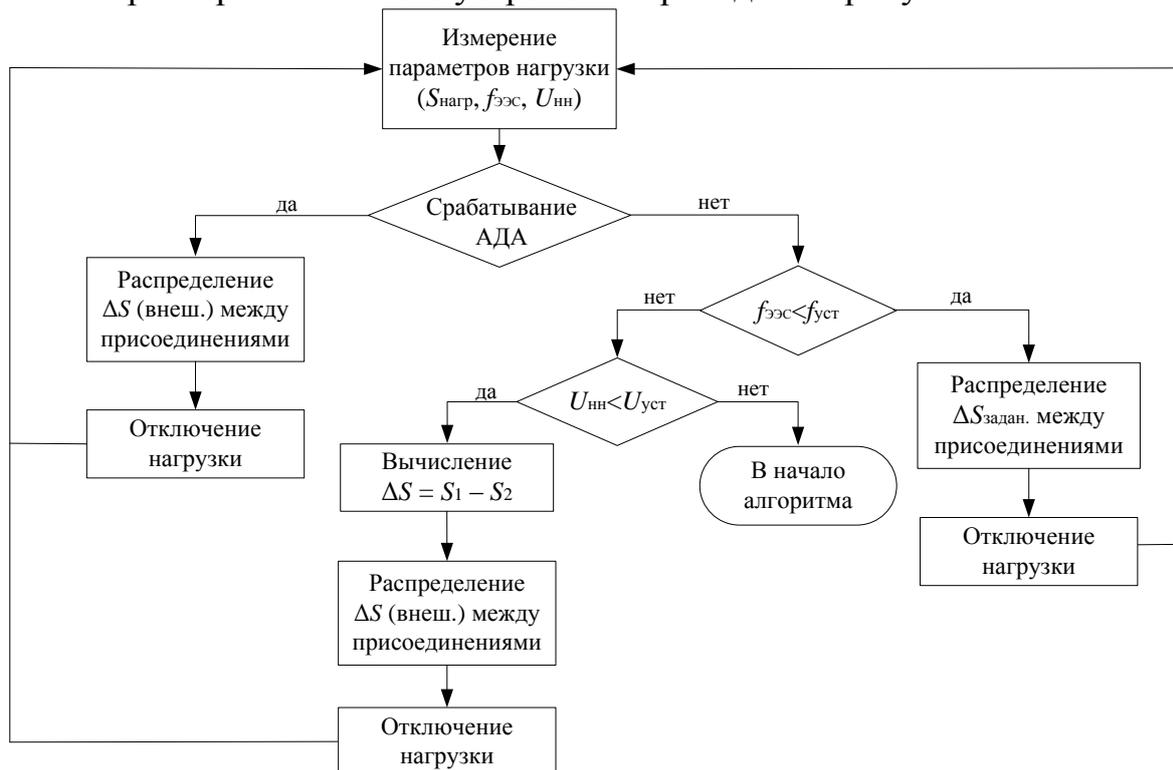


Рис. 1. Алгоритм работы многофункционального устройства адаптивной автоматики разгрузки энергоузла

Как видно, устройство действует на отключение нагрузки при наступлении одного из трех возможных событий: поступление сигнала ОН от внешнего устройства ПА; снижение частоты или напряжения ниже уставки срабатывания.

Если же ни одно из указанных событий не произошло, устройство находится в режиме ожидания.

Структурно-функциональная схема устройства приведена на рисунке 2.

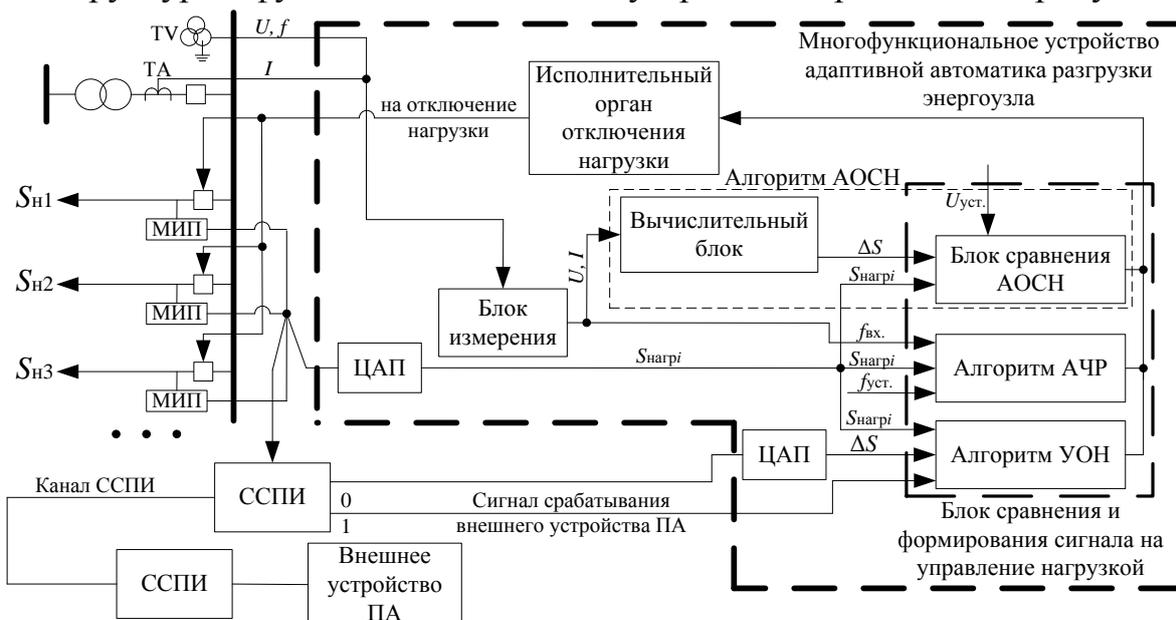


Рис. 2. Структурно-функциональная схема многофункционального устройства адаптивной автоматика разгрузки энергоузла

Структурно-функциональная схема устройства включает в себя следующие блоки:

- блок измерения;
- блок вычисления управляющих воздействий АОСН;
- блок сравнения и формирования сигнала на управление нагрузкой;
- исполнительный орган отключения нагрузки.

Перечисленные блоки в составе устройства, выполняют следующие функции:

- Блок измерения (БИ) производит непрерывное измерение уровня напряжения и частоты на шинах потребителя и значение тока, протекающего через вводной выключатель трансформатора.
- Блок вычисления управляющих воздействий АОСН определяет объём нагрузки, которую необходимо отключить, для обеспечения нормируемого значения напряжения в аварийных ситуациях, приводящих к его снижению.
- Блок сравнения и формирования сигнала на управление нагрузкой осуществляет сравнение текущих режимных параметров на входе алгоритмов с уставками срабатывания и рассчитывает объём отключения нагрузки. В случае превышения одним из режимных параметров уставки срабатывания алгоритма ПА, происходит формирование сигнала на отключение нагрузки в энергоузле.

Сигнал срабатывания поступает в исполнительный орган отключения нагрузки, осуществляющий отключение линейных ячеек потребителей.

Алгоритмы, входящие в состав устройства, работают следующим образом:

Алгоритм АОСН

При снижении напряжения ниже уставки блок вычисления управляющих воздействий АОСН рассчитывает объём полной мощности ΔS , при отключении которого напряжение восстановится до нормированного значения. Рассчитанная мощность в блоке сравнения и формирования сигнала на управление нагрузкой сравнивается с мощностями нагрузок присоединений и их комбинациями, выбирается одна из комбинаций присоединений с учетом категории надежности электроснабжения, которая имеет самое близкое значение к ΔS , и подается сигнал на отключение выбранных присоединений.

Алгоритм АЧР

При снижении частоты на шинах потребителя ниже уставки срабатывания алгоритм АЧР осуществляет отключение части нагрузки, соответствующей текущему отклонению частоты. При этом отключаемые присоединения подбираются таким образом, чтобы суммарный объём отключаемой нагрузки наиболее точно соответствовал заданному объёму нагрузки, подключаемому под действие АЧР на этой подстанции, с учетом категории надежности потребителей.

Алгоритм УОН

В случае приёма сигнала ОН от внешнего устройства ПА, алгоритм УОН осуществляет отключение части нагрузки в энергоузле. При этом отключаемые присоединения подбираются таким образом, чтобы суммарный объём отключаемой нагрузки наиболее точно соответствовал значению ОН (ΔS), полученному от внешнего устройства ПА.

Устройство работает следующим образом. Измеренные параметры от блока измерения, а также параметры, характеризующие значения полной мощности подключенных нагрузок от многофункциональных измерительных преобразователей (МИП), поступают в вычислительный блок и в блок сравнения и формирования сигнала на управление нагрузкой. В последний кроме этого от системы сбора и передачи информации (ССПИ) поступают сигнал на срабатывание и сигнал характеризующий величину отключения нагрузки при срабатывании внешнего устройства ПА.

По входным сигналам работает один из алгоритмов, в то время как действие других заблокировано.

Так, в случае приёма сигнала от внешнего устройства противоаварийной автоматики, алгоритм устройства отключения нагрузки осуществляет отключение нагрузки в энергоузле.

В случае снижения частоты в ЭЭС ниже уставки срабатывания, алгоритм АЧР осуществляет дозированное отключение части нагрузки в энергоузле в объёме, соответствующем текущему отклонению частоты и заданному объёму нагрузки, подключаемому под действие АЧР на данной подстанции.

В случае снижения напряжения в энергоузле ниже уставки срабатывания, алгоритм АОСН осуществляет отключение нагрузки в энергоузле в объёме, соответствующем текущему отклонению напряжения от нормируемого значения.

После срабатывания одного из алгоритмов исполнительный орган отключения нагрузки подает дискретные сигналы на отключение нагрузок с помощью выходных реле.

Если же сигналов на отключение нагрузки от внешнего устройства ПА не поступало, а режимные параметры находятся в допустимых пределах, то устройство находится в режиме ожидания, выполняя постоянный мониторинг режимных параметров и нагрузки.

Применение многофункциональных устройств адаптивной автоматики разгрузки энергоузла позволит осуществлять эффективное ограничение нагрузки потребителей в аварийных ситуациях, избегая при этом избыточного действия ПА.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.К. Ландман, А.Э. Петров, М.В. Данилов. Адаптивная система специальной автоматики отключения нагрузки как элемент Smart Grid // ИСУП. – 2014 г. – № 5. – С. 73-76.

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

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СИММЕТРИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ СТАТИЧЕСКОГО ТИРИСТОРНОГО КОМПЕНСАТОРА

В.К. Фоменко

Томский политехнический университет,
ЭНИН, ЭЭС, гр. 5А4А

Поддержание напряжения на требуемом уровне, а также симметрирование тока в электрической сети – одни из главных задач в электроэнергетике. Качество электроэнергии и ее потери напрямую зависят от того, насколько равномерно распределена нагрузка по фазам. Наличие неравномерности распределения нагрузки по фазам приводит к ухудшению условий работы трансформаторного оборудования, увеличению потерь и неравенству напряжений, требующего его пофазного регулирования в целях поддержания напряжения в допустимых пределах (нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения $\delta U_{\text{у}}$ на выводах приемников электрической энергии равны соответственно $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ от номинального напряжения) [1].

При подключении различной нагрузки на фазы, в питающей сети возникает несимметрия напряжений и токов, которая выражается в неравенстве фазных/междуфазных напряжений и фазных токов по амплитуде, а также угол сдвига между фазами не равен 120° . Или если описывать в терминах метода