

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

И.С. Токарев, Ю.Н. Ужастов

Научный руководитель профессор Ю.В. Хрущев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние десятилетия в нефтегазотранспортных системах большое распространение получили автономные электроэнергетические системы (ЭЭС), предназначенные для электроснабжения объектов нефтеперекачивающих и газокomppressorных станций. Целесообразность их использования обусловлена тем, что развитие нефтегазотранспортных систем опережает развитие магистральных электрических сетей, вследствие чего централизованное электроснабжение этих объектов часто не представляется возможным.

В качестве примера можно привести такие системы как нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан и газопровод Сахалин – Хабаровск – Владивосток. В настоящее время ведется строительство магистрального газопровода Сила Сибири (Якутия – Дальний Восток), который также будет проходить по районам, где отсутствуют магистральные электрические сети, что приведёт к возрастанию количества автономных энергосистем в нефтегазотранспортных системах.

Как известно, одним из важных недостатков автономных энергосистем, применяемых в нефтегазотранспортной промышленности, является невысокий уровень надёжности их работы. Научно-практическим задачам повышения этого уровня уделено большое внимание [4]. Однако соответствующие инженерно-технические задачи и связанные с ними задачи научного анализа решены далеко не полностью.

В качестве полигона исследования определена автономная энергосистема Головной компрессорной станции (ГКС) «Сахалин», которая, в свою очередь, является объектом газотранспортной системы «[Сахалин – Хабаровск – Владивосток](#)», предназначенной для газоснабжения регионов Дальнего Востока. Задачей станции является обеспечение транспорта газа с острова Сахалин через Хабаровск до Владивостока. По настоящее время ГКС «Сахалин» является единственной станцией, обеспечивающей транспорт газа по данному газопроводу.

Генерация электрической энергии для объектов ГКС осуществляется на электростанции собственных нужд (ЭСН), включающей четыре энергоблока, связанных двухсекционной системой шин. Каждый энергоблок представляет собой электростанцию типа Звезда-ГП-1100ВК-02МЗ-02 [1] мощностью 1100 кВт, способную работать автономно. Энергоблоки оснащены газопоршневыми двигателями фирмы Cummins и генераторами фирмы Stamford. Энергоблоки осуществляют питание семи трансформаторных подстанций мощностью от 100 до 1600 кВА через закрытое распределительное устройство (ЗРУ) – 10 кВ. От наиболее мощной трансформаторной подстанции – 2х1600 кВА, осуществляется питание двух газотурбинных газоперекачивающих агрегатов ГПА-16М-10, мощностью 16 МВт каждый [6]. Управление объектами автономной энергосистемы осуществляется дистанционно, с автоматизированного рабочего места. В зависимости от сезонной нагрузки и режима работы ГКС в работе используются один или два генератора. При останове всех генераторов и потере питания от ЭСН, электроснабжение обеспечивает аварийная дизельная электростанция (АДЭС).

Согласно требованиям нормативной документации нефтегазовых организаций, и, в частности, ОАО Газпром, такие объекты как ГКС «Сахалин» должны иметь два независимых взаимно резервируемых источника электроэнергии [5, 7], а также отвечать требованиям ГОСТ 13109-97 по качеству электрической энергии [2].

В статье излагаются некоторые результаты разработки технических решений по обеспечению бесперебойности электроснабжения потребителей электрической энергии ГКС «Сахалин». Для этого проведён анализ работоспособности действующей схемы электроснабжения, технического состояния электрооборудования, алгоритмов работы устройств противоаварийной автоматики и релейной защиты и выполнены соответствующие теоретические и практические исследования.

В результате анализа выяснилось, что согласно проекту генераторы ЭСН работают на неразделённую по секциям систему шин ЗРУ, образуя один источник электроснабжения. При этом в случае аварийного отключения одного из генераторов автоматика отключает всех потребителей электроэнергии энергосистемы, так как срабатывает автоматика быстрой разгрузки (АБР), которая отключает все ячейки в ЗРУ для того, чтобы на оставшийся в работе генератор не переключились все потребители, и он не остановился по перегрузке. Возобновление электроснабжения возможно только при ручном последовательном включении потребителей, что занимает очень много времени и весьма негативно сказывается на протекании технологических процессов ГКС. Выявились случаи остановов генераторов вследствие потери синхронизма при их включении на параллельную работу, что, в свою очередь, приводит к потере половины генерирующих источников энергосистемы и, соответственно, к усложнению технологических процессов транспортировки газа на материк.

В ходе инженерно-технических работ по обеспечению бесперебойности электроснабжения потребителей ГКС выполнены следующие мероприятия:

- перенастроены устройства релейной защиты и автоматики;
- устранены технические неисправности энергоблоков, допущенные заводом-изготовителем.

В результате в значительной мере устранены отмеченные причины остановов. В тех случаях, когда в работе остается один энергоблок, задача подключения всех элементов нагрузки к этому энергоблоку решается следующим образом:

- разделение секций ЗРУ путем отключения секционного выключателя (СВ), исключив при этом резкий наброс всей нагрузки на оставшийся в работе генератор;

- ступенчатое подключение потребителей на оставшийся в работе генератор по напряжению 0,4 кВ посредством секционных выключателей в КТП, согласно рассчитанным временам автоматического включения резерва (АВР), без срабатывания АВР;
- после введения в работу резервного генератора нагрузка точно так же, ступенчато, переходит на вновь введенный в работу энергоблок, и схема приобретает первоначальный вид с двумя независимыми, взаиморезервируемыми источниками энергии.

Одним из возможных вариантов формирования двух независимых источников питания в энергосистеме является перевод ЭСН на раздельную работу секций шин, то есть на работу при выключенном секционном выключателе в ЗРУ – 10 кВ и включенных СВ – 0,4 кВ на отдельных КТП. В этом случае вся электростанция, вместе с нагрузкой, делится на две части и образует автономную энергосистему, в которой задачи анализа и обеспечения устойчивости параллельной работы генераторов требуют специального рассмотрения. Для решения этих задач автономная энергосистема может быть представлена в виде типовой двухмашинной модели ЭЭС (рис.1) [3].

Для проведения анализа устойчивости на первом этапе работы была детально изучена автономная энергосистема и произведен расчет ее статической и динамической устойчивости. Для этого разработана исходная упрощенная схема электрических соединений автономной энергосистемы ГКС «Сахалин», в которой все нагрузочные элементы на стороне 0,4 кВ объединены в эквиваленты, сформирована двухмашинная модель ЭЭС (рис. 1) и составлена её схема замещения. В последующих преобразованиях объединены генераторы Г1, Г3 в эквивалентный генератор ЭГ1, и генераторы Г2, Г4 в эквивалентный генератор ЭГ2. Реально в работе может находиться по одному генератору на каждой секции. Объединение образовавшихся двух подсистем осуществлено включением секционных выключателей на стороне 0,4 кВ комплектных трансформаторных подстанций, от которых запитаны потребители, наиболее чувствительные к кратковременным нарушениям электроснабжения. Предложенная схема исключает потерю питания при останове одного из двух генераторов.

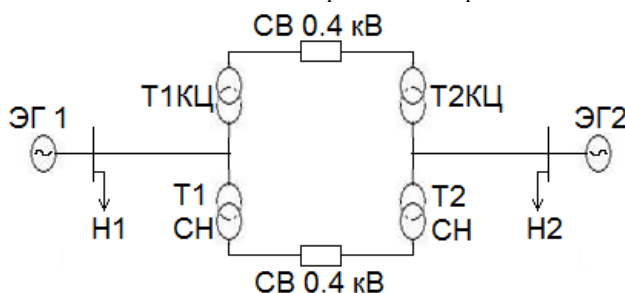


Рис.1 Двухмашинная модель ЭЭС

В свою очередь, предложенная схема ЭЭС 1 КС работы требует более глубокого изучения вопроса колебательной устойчивости.

По полученным результатам работы были сформированы предложения основных технических решений и требований, внесенные в разработку стандарта ОАО «Газпром» «Применение электростанций собственных нужд нового поколения с поршневым и газотурбинным приводом».

Результаты работы показывают необходимость проведения научно – исследовательских работ на этапе проектирования путем использования компьютерных моделей построения автономных энергосистем для расчета различных режимов работы с учетом их индивидуальных особенностей. Это обеспечит бесперебойную и безаварийную работы автономных энергосистем на производственных объектах, которые являются ответственными потребителями.

Литература

1. Выбор схем электроснабжения автономных объектов от электростанций собственных нужд. СТО Газпром 2-6.2-208-2008. Газпром ВНИИГАЗ. – Москва, 2008. – 35 с.
2. Глухов В. А. Повышение надежности электроснабжения компрессорных станций с газотурбинным приводом: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2007. – 18 с.
3. ГОСТ 13109-97. МЭК354-91 Межгосударственный стандарт. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во Стандартов, 1998. – 31 с.
4. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / Под ред. Л. А. Жукова. – М.: Энергия, 1979. – 456 с.
5. Применение электростанций собственных нужд нового поколения с поршневым и газотурбинным приводом, СТО Газпром проект СТО Газпром 2-6.2-XXX-2013, Газпром ВНИИГАЗ. – Москва, 2013. – 61 с.
6. Проект Электростанции Звезда-ГП-1100ВК-02М3-0211. 082.ЭВЭН.000.000.000. – ОАО «Звезда-Энергетика». – Санкт-Петербург, 2010 г.
7. Проект Магистрального газопровода Сахалин – Хабаровск – Владивосток. ГКС «Сахалин». 4400/11-ГКС-0. – Гипрогазцентр. – Дзержинск, 2010.