

## ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ГКС «САХАЛИН»

Токарев И.С.

Научный руководитель: Хрушев Ю.В., д.т.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: tokarevisgt@sibmail.com

На сегодняшний день в нефтегазовой промышленности большое распространение получили автономные электрические станции. Целесообразность их использования заключается в том, что развитие нефтегазотранспортной системы страны опережает развитие магистральных электрических сетей, и зачастую существуют такие места, где подключение к высоковольтным сетям не представляется возможным, ввиду их отсутствия.

В качестве примера можно привести такие объекты как нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий океан и газопровод Сахалин – Хабаровск – Владивосток. В настоящее время ведется строительство магистрального газопровода Сила Сибири (Якутия – Дальний Восток), который будет проходить по районам, где отсутствуют магистральные электрические сети, а значит, количество автономных электростанций в газовой промышленности будет только увеличиваться.

К недостаткам автономного электроснабжения можно отнести невозможность обеспечить электроснабжение потребителей, при выходе из строя всего генерирующего оборудования, а также частые коммутации генерирующего оборудования.

Согласно нормативной документации нефтегазовых организаций, и в частности ОАО Газпром, такие объекты как Головная компрессорная станция (ГКС) «Сахалин» должны иметь два независимых взаиморезервируемых источника электроэнергии [1, 2], а также отвечать всем требованиям ГОСТов по качеству и бесперебойности электроснабжения [4].

Целью работы является разработка технических решений по обеспечению бесперебойного электроснабжения от автономных электрических станций на примере ГКС «Сахалин». Для этого необходимо произвести теоретические и практические исследования автономной энергосистемы ГКС «Сахалин», разработать схемы электроснабжения для повышения надежности работы электростанций собственных нужд (ЭСН) и применить полученные результаты при проектировании и строительстве новых автономных энергосистем и внесении изменений в нормативную документацию ОАО «Газпром» по электростанциям собственных нужд нового поколения.

В качестве объекта исследования была определена автономная энергосистема ГКС «Сахалин», которая в свою очередь является уникальным объектом проекта «Сахалин – 3».

Проект «Сахалин – 3» является основной ресурсной базой для газотранспортной системы «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» и позволит обеспечить газоснабжение регионов Дальнего Востока и реализацию проекта «Владивосток-СПГ» [5]. Задачей станции является транспортировка газа с острова Сахалин через Хабаровск до Владивостока. На сегодняшний день это единственная станция, которая обеспечивает транспорт газа по данному газопроводу, а значит, проблема обеспечения бесперебойного электроснабжения данного объекта очень актуальна.

На сегодняшний день электроснабжение ГКС «Сахалин» осуществляют четыре ЭСН типа Звезда-ГП-1100ВК-02М3-0211 мощностью 1100 кВт, каждая [6]. ЭСН оснащены газопоршневыми двигателями Cummins и генераторами Stamford. Электростанции осуществляют питание семи трансформаторных подстанций мощностью от 100 до 1600 кВА из закрытого распределительного устройства (ЗРУ) – 10 кВ. Самая мощная трансформаторная подстанция – 2x1600 кВА, осуществляет питание двух газотурбинных газоперекачивающих агрегатов ГПА-16М-10, мощностью 16 МВт каждый [7]. Управление электроснабжением и генерацией осуществляется дистанционно, с автоматизированного рабочего места. Все эти объекты образуют сложную автономную энергосистему.

Проведя детальный анализ работы автономной энергосистемы, выяснилось, что по проекту система работает таким образом, что выработка электроэнергии осуществляется на одну общую шину ЗРУ, образуя один источник электроснабжения. В то же время при аварийном отключении одного из генераторов автоматика отключает всех потребителей, что приводит к потере электроснабжения от основного источника. Возобновление электроснабжения возможно только при ручном последовательном включении потребителей, что занимает очень много времени. А перерывы в электроснабжении, пусть даже не очень значительные по времени, могут нарушить сложный технологический процесс транспортировки энергоносителя.

В ходе эксплуатации ЭСН ГКС «Сахалин» участились случаи остановов генераторов при их параллельной работе, что в свою очередь приводит к потере электроснабжения всей автономной энергосистемы и сбоям в работе технологического процесса транспортировки газа на материк.

Причины остановов различны, это не полностью проработанные проектные решения, ошибки монтажа и пуско-наладки.

В настоящее время устранены причины остановов, но проектная схема работы все равно не позволяет бесперебойно обеспечивать потребителей электроэнергией.

Для проведения анализа устойчивости на первом этапе работы была детально изучена автономная энергосистема и произведен расчет ее статической и динамической устойчивости.

Для проведения практической части работы была составлена программа оценки запаса устойчивости автономной энергосистемы. Исследования проводились следующим образом: в работе находились по одному генератору на каждой секции с включенным секционным выключателем, как показано на схеме. Затем было произведено отключение секционного выключателя, и автономная энергосистема получила два независимых взаимно резервируемых источника электроэнергии. После этого был произведен аварийный останов ЭСН №1, и нагрузка ступенчато перешла на оставшийся в работе агрегат по напряжению 0.4 кВ с кратковременной потерей питания.

Такая сложная схема подразумевает нетрадиционный способ включения резерва и сделано это для того чтобы на оставшийся в работе генератор не действовали такие факторы как бросок тока при включении АВР на стороне 10 кВ, что может привести к останову генератора и потере электроснабжения всей станции.

Далее была запущена резервная ЭСН №3, и после ее включения в сеть, нагрузка точно так же, ступенчато, перешла на вновь введенную в работу генераторную установку. И схема приняла первоначальный вид с двумя независимыми источниками.

Данные опыты проводились для всех генераторов поэтапно, чтобы полностью проверить устойчивость работы всей энергосистемы.

Такая нестандартная схема обеспечивает плавный переход потребителей на оставшуюся в работе электростанцию, это сделано для того чтобы генератор не получал всю нагрузку целиком, а поэтапно, согласно рассчитанным временам автоматического включения резерва. Разработанная схема работы обеспечит бесперебойное электроснабжение потребителей и ее можно применять во время работы газоперекачивающих агрегатов (ГПА), обеспечивая станцию дополнительным, независимым, взаиморезервируемым источником электроэнергии.

Предлагаемые изменения схемы электроснабжения потребителей ГКС Сахалин позволили повысить запас устойчивости работы автономной энергосистемы и увеличить

показатели надежности электроснабжения с применением двух независимых взаимно резервируемых источников энергии.

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» [3].

В данный момент проводятся теоретические исследования автономных энергосистем объектов газотранспортной системы «Сила Сибири», для того чтобы еще на проектной стадии выявить и решить проблемы надежности и устойчивости автономных энергосистем, для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей.

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 работу автономных энергосистем на производственных объектах, которые являются ответственными потребителями.

#### Литература.

1. Категорийность электроприемников ОАО «Газпром». СТО Газпром 2-6.2-149-2007. Газпром ВНИИГАЗ, Москва, 2007. – 26 с.
2. Выбор схем электроснабжения автономных объектов от электростанций собственных нужд. СТО Газпром 2-6.2-208-2008. Газпром ВНИИГАЗ, Москва, 2008. – 35 с.
3. 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.
4. ГОСТО 13109-97, Качество электрической энергии. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Москва, 1997. – 57 с.
5. Проект «Сахалин – 3» [Электронный ресурс] – Электрон. Дан (1 файл). – [2014]. – Режим доступа <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/deposits/sakhalin3/>, свободный. – Загл. с экрана.
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 г.