

В свою очередь, предложенная схема ЭЭС ГКС 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».

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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Глухов В. А. Повышение надежности электроснабжения компрессорных станций с газотурбинным приводом: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2007. – 18 с.
2. Проект Электростанции Звезда-ГП-1100ВК-02МЗ-0211. 082.ЭВЭН.000.000.000. – ОАО «Звезда-Энергетика». Санкт-Петербург. – 2010 г.
3. Проект Магистрального газопровода Сахалин – Хабаровск – Владивосток. ГКС «Сахалин». 4400/11-ГКС-0. – Гипрогазцентр. Дзержинск. – 2010 г.
4. Выбор схем электроснабжения автономных объектов от электростанций собственных нужд. СТО Газпром 2-6.2-208-2008. Газпром ВНИИГАЗ, Москва, 2008. – 35 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. ГОСТ 13109-97. МЭК354-91 Межгосударственный стандарт. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во Стандартов, 1998. – 31 с.

Научный руководитель: Ю.В. Хрущев, д.т.н., профессор кафедры электрические сети и электротехника ЭНИН НИТПУ.

РЕЖИМ ИЗОЛИРОВАННОЙ РАБОТЫ ЭНЕРГОРАЙОНА С ГЕНЕРАТОРАМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

П.В. Колобов, С.А. Ерошенко, В.О. Самойленко

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Уральский энергетический институт

Кафедра автоматизированных электрических систем

В данной статье рассматриваются особенности режима изолированной работы энергорайона с генераторами малой мощности. Существуют значительные сложности обеспечения необходимого качества электроэнергии и устойчивой работы в системе, работающей изолированно от ЕЭС России. Работа автономного энергорайона в нормальных

и вынужденных послеаварийных режимах возможна при условии выполнения ряда технических мероприятий, описанных в данной статье, а также при условии корректной работы устройств автоматики и релейной защиты. В статье проведен анализ наиболее актуальных проблем в сфере автономно работающих распределительных энергосистем.

Введение

Тенденция развития распределённой генерации становится все более заметна в последние годы. Порядка 60% генерирующего оборудования в России имеет срок эксплуатации более 30 лет, а динамика ввода новых генерирующих мощностей обеспечивает замену выведенного из эксплуатации оборудования без прироста установленной мощности. В такой ситуации вопрос о подключении новых потребителей электрической энергии в крупных энергоузлах встает особо остро. Появление на рынке генераторов малой мощности является одним из вариантов решения проблемы энергодефицита для потребителя, желающего осуществить технологическое присоединение в максимально короткие сроки.

Известно, что основным критерием, определяющим интерес к малой генерации со стороны предприятий, является экономия затрат на энергообеспечение производства продукции при полном или частичном отказе от централизованного электроснабжения.

При подключении энергоустановки важным вопросом является выбор режима работы генераторов. Необходим подробный анализ состава нагрузки и учет её режимов работы для определения структуры вводимой генерации и оптимальных условий её эксплуатации.

С точки зрения энергосистемы можно выделить два режима работы распределённой генерации: параллельно с сетью и автономно. Параллельная работа с энергосистемой является предпочтительной для малой генерации, однако, реализация схемы выдачи мощности электростанции требует учёта большого количества технических требований, выдвигаемых субъектами «большой» энергетики. Необходимо учитывать, что при параллельной работе влияние энергосистемы на объект малой генерации также будет велико. Короткие замыкания и другие аварийные возмущения в сети могут приводить к частым отключениям генераторных установок, что, в свою очередь, будет приводить к повышенному износу оборудования (частые остановы и пуски являются нежелательными из-за возникновения термонапряжённых состояний в силовых агрегатах).

При работе генераторных установок потребителя изолированно от ЕЭС России имеется риск полного останова электростанции. В такой ситуации собственник энергоустановки имеет несколько вариантов реализации схемы электроснабжения производства: оставить связь с энергосистемой как резервный источник питания, допуская кратковременный переход на параллельную работу в вынужденных режимах, или установить дополнительные генераторы для обеспечения резервирования.

Особое внимание стоит уделить преимуществам и недостаткам режима изолированной работы.

Преимущества:

1. Известно, что половиной величины тарифа на электроэнергию является составляющая транспорта электроэнергии по электрическим сетям. Строительство собственной электростанции в непосредственной близости к месту потребления электрической энергии и отказ от централизованного электроснабжения приводит к существенному снижению энергетических затрат, и, следовательно, к снижению себестоимости производимой продукции.

2. Для нефтегазовых компаний главным стимулом к вводу малой генерации является политика государства в области экологии. Сжигание попутного нефтяного газа в факеле облагается крупным штрафом. Утилизация вторичных энергоресурсов посредством внедрения энергоустановок малой генерации и сжигания в них попутного газа позволяет потребителю минимизировать величину штрафов. В районах добычи нефти и газа внедрение малой генерации для утилизации попутного газа также позволяет решить важную социальную задачу – электроснабжение удалённых территорий с формированием изолированных энергосистем, не связанных с ЕЭС России.

3. Отсутствие электрической связи с ЕЭС России позволяет избежать ограничений электроснабжения из-за системных аварий, коротких замыканий вблизи источника генерации и нагрузки, а также других внешних воздействий. Известно, что энергетическое оборудование малой мощности крайне чувствительно к подобным возмущениям, в результате чего при параллельной работе с энергосистемой возможны частые остановы электростанции от действия технологических защит.

4. Процесс технологического присоединения новых потребителей к электрической сети может занимать длительный период времени. В электрических сетях крупных энергоузлов существуют районы, закрытые для присоединения новой нагрузки по причине отсутствия свободных мощностей на трансформаторных подстанциях, а также по причине недостаточной пропускной способности линий электропередачи. При соответствующем технико-экономическом обосновании проблема энергодефицита может быть решена за счет ввода генерирующих источников малой мощности, работающих изолированно от энергосистемы и обеспечивающих часть электрической нагрузки.

Недостатки:

1. Промышленные предприятия имеют типовой график нагрузки, характеризующийся явно выраженными максимумами и минимумами электропотребления. В зависимости от технологического процесса может потребоваться отключение части генерации в часы минимальных нагрузок по условию устойчивого сжигания топлива в котле. Частые отключения энергоустановок приводят к сокращению срока службы установки в целом и увеличивают сроки окупаемости за счёт снижения эффективности эксплуатации энергоагрегата.

2. В случае если промышленное предприятие имеет связь с энергосистемой в качестве резервного источника электроснабжения, при отключении генерации может возникать незапланированный наброс нагрузки на электрические сети ЕЭС России, в результате чего возникают вынужденные режимы работы, возможна перегрузка и отключение оборудования.

3. Как правило, основными электроприёмниками промышленных предприятий являются электродвигатели. Момент на валу электродвигателя пропорционален напряжению питания. В связи с этим в изолированной энергосистеме устройство малой генерации должно выполнять функции по поддержанию напряжения и частоты. Учитывая наличие большого числа потребителей реактивной мощности, в автономной системе необходимо обеспечивать поддержание баланса реактивной мощности за счет малой генерации или установки дополнительных средств компенсации реактивной мощности.

Важно понимать, что режим изолированной работы может возникать и преднамеренно, и вынужденно - в результате работы делительной автоматики по частоте или напряжению. В любом случае требуется принятие мер для обеспечения устойчивой работы энергооборудования, надежного электроснабжения потребителя, а также безопасного проведения работ персоналом. Выделение генерации может осуществляться как на собственные нужды электростанции, так и на питание сбалансированной нагрузки. На рисунке 1 показаны варианты подключения малой генерации к распределительным сетям, внутренним сетям предприятий, а также возможные сечения, по которым будет осуществляться деление энергосистемы.

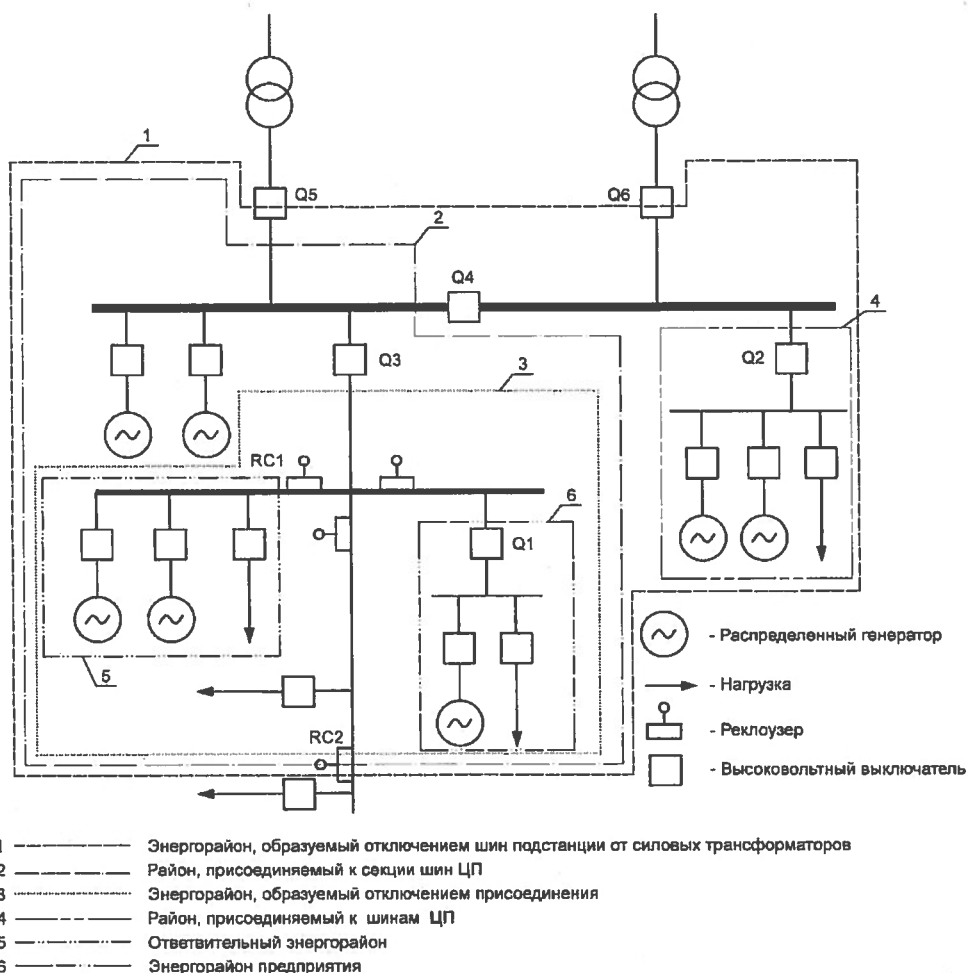


Рис. 1. Возможные сечения при отделении энергорайона

Обеспечение изолированной работы малой генерации

Ввиду технологических особенностей генерирующего оборудования малой мощности, важнейшими мероприятиями являются оценка влияния нагрузки на работу генерирующего источника и оценка влияния работы энергоагрегата на надежность электроснабжения.

На этапе проектирования особое внимание должно быть уделено выбору количества, типа, единичной мощности и технологических характеристик энергетического оборудования. К примеру, чем больше единичная мощность генератора, тем больше его инерционная постоянная, а значит, он будет более устойчив к скачкообразным изменениям нагрузки в системе, не будет «раскачиваться». В то же время большее количество агрегатов малой мощности позволит работать без отключения (не выходить за технологический минимум) или изменять состав работающего генерирующего оборудования. Кроме того, выход из строя одной установки не будет приводить к отключению электроприемников. Отсюда возникает вывод: при увеличении числа единичных агрегатов надежность возрастает.

Для обеспечения устойчивой работы энергоустановки изолированно от ЕЭС России требуются сложные устройства мониторинга и управления. Изучение специфики работы конкретного предприятия, технологического процесса, а также состава электроприемников позволит с высокой точностью осуществлять прогнозирование графика нагрузки, а значит поддерживать показатели функционирования системы на допустимом уровне, своевременно управляя выдачей активной и реактивной мощности генераторами и СКРМ.

Рассмотрения требует вопрос назначения одной или нескольких генераторных установок, отличающихся хорошими динамическими характеристиками, частотоведущими. Такой подход обеспечит поддержание баланса активной мощности в изолированном энергорайоне и позволит оставшейся части генерирующих установок работать на выдачу постоянной величины активной мощности в базовой и полупиковых частях графика

нагрузки, продлевая тем самым срок службы установки и обеспечивая наиболее экономичный режим работы.

Проектирование и эксплуатация энергоустановок малой мощности является новым и малоизученным направлением деятельности, ввиду чего остро встает проблема подготовки квалифицированных кадров. Необходимо готовить специалистов, способных эксплуатировать генераторы малой мощности в соответствии со всеми техническими требованиями. Требуются квалифицированные специалисты для осуществления проектных, монтажных и пуско-наладочных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время рыночные сигналы и административные барьеры по подключению новых потребительских нагрузок делают строительство потребителем собственной генерации более выгодным, чем покупку электрической и тепловой энергии из сетей общего пользования [4]. Это, в свою очередь, приводит к появлению большого числа энергоустановок, работающих изолированно от ЕЭС России.

Обеспечение экономичного, бесперебойного, надежного электроснабжения автономного энергорайона является приоритетной и весьма непростой задачей для собственника энергоустановки.

Только выполнение ряда технических и организационных мероприятий поможет собственнику избежать прерывания технологического процесса предприятия, незапланированных затрат на частые ремонты оборудования, а также замену вышедших из строя агрегатов.

Обеспечение автономной работы выделенного энергорайона возможно при наличии тщательно проработанного проекта по разработке схемы выдачи мощности электростанции, учитывающей особенности как нагрузки, так и генерации. В рамках проекта особое внимание должно быть уделено применению и настройке современных устройств релейной защиты и автоматики, а также грамотному управлению электроэнергетическим режимом энергорайона.

Дальнейшие исследования будут посвящены моделированию автономного энергорайона с малой генерацией различных типов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. J.C. Gomez and M.M. Morcos: Proc. IEEE / PES Transmission and Distribution Conference and Exposition (13-15 Aug. 2008, Bogota) (2008), p. 1-5
2. IEEE Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems, IEEE Std. 1547.4 (2011).
3. F. Katiraei: IEEE Power and Energy Magazine Vol. 6 Iss. 3 (2008), p. 54–65
4. Российский национальный комитет CIGRE [Электронный ре-сурс] // Семинар «Проблемы подключения и эксплуатации малой генерации»: [сайт], [2014]. URL http://cigre.ru/activity/conference/seminar_cb/materials/archive/

Научный руководитель: С. А. Ерошенко, ассистент кафедры автоматизированных электрических систем УралЭНИН УрФУ.