

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ГАЗОКОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

И.С. Токарев<sup>1</sup>, Ю.Н. Ужастов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭСиЭ, <sup>2</sup>группа 5АМ4Г

Современные системы электроснабжения промышленных объектов должны обеспечивать надежное функционирование в принципиально различных режимах работы. Здесь и автономные режимы электростанций, и параллельная работа энергоагрегатов, и работа на мощную сеть, и возможность слабых связей с энергосистемой, и соизмеримость нагрузки, и проблемы с качеством внешней сети.

Сегодня эти проблемы решаются, по сути, методом проб и ошибок, в лучшем случае на громоздких натуральных стендах, что весьма затратно и малоэффективно. Зачастую многие проблемы всплывают лишь на этапе пуско-наладочных испытаний, что ведет к необходимости жестко ограничивать режимы работы уже созданных автономных энергосистем и систем электроснабжения промышленных объектов [1]. Для разрешения проблемной ситуации необходимо совершенствовать системы управления энергосистемами. Для этого необходимо подробное математическое описание объекта управления, роль которого играет многоагрегатная мини-электростанция или крупный потребитель электроэнергии от внешней сети с резкопеременной асинхронной нагрузкой. При этом набор элементов системы, а также ее структура должны изменяться произвольным образом, в реальном времени.

Решение задач обеспечения надежного электроснабжения должно осуществляться, опираясь на данные, полученные из моделирования систем электроснабжения объектов на моделирующих комплексах. Современные моделирующие комплексы в реальном времени позволяют получить данные о работе практически любого электрооборудования энергосистемы в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах работы.

Одним из таких комплексов является RTDS. Устройство цифрового моделирования энергосистемы в режиме реального времени (Real Time Digital Simulator – RTDS) – это специализированный инструмент, ориентированный на исследование электромагнитных и электромеханических переходных процессов [2].

Основные задачи, решаемые с применением RTDS:

- Моделирование систем различной конфигурации, включающих как традиционные элементы (генераторы, трансформаторы, линии), так и современные внедряемые устройства (силовые полупроводниковые комплексы - FACTS, HVDC, SVC)
- Детальное исследование режимов (установившихся режимов, электромагнитных и электромеханических переходных процессов) систем переменного и постоянного тока.
- Всесторонние испытания реального оборудования в условиях, максимально близких к тем, которые имеют место в реальных энергосистемах;
- Разработка и проверка алгоритмов действия устройств управления, регулирования и защиты (в том числе систем управления FACTS, HVDC, SVC).

На первом этапе работы, была произведена оценка малой автономной энергосистемы газокompрессорной станции (ГКС) «Сахалин». Автономные энергосистемы промышленных предприятий должны иметь высокую надежность работы. На программно-аппаратном комплексе RTDS в реальном времени была создана модель автономной энергосистемы с подробным описанием всех ее элементов. Очень сложным являлся процесс моделирования генераторов с уникальной системой АРВ.

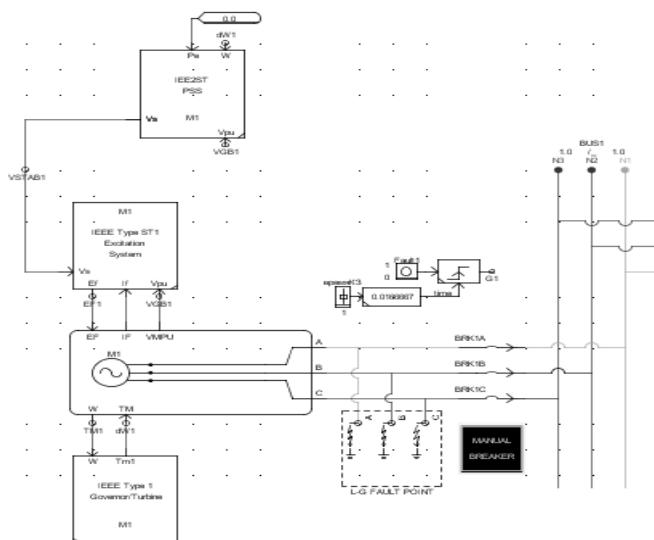


Рис. 1. Имитация короткого замыкания на шинах генератора на моделирующем комплексе RTDS.

На полученной модели можно оценить различные режимы работы энергосистемы, такие как короткое замыкание или резкий наброс асинхронной нагрузки. Появилась возможность проверки и настройки

устройств релейной защиты и автоматики, проверки электромагнитной совместимости вновь устанавливаемого электрооборудования (дополнительная нагрузка, генерирующее оборудование и др.) в существующую энергосистему.

В качестве примера на (рис. 1) приведена модель генератора, мощностью 1.1 МВт, в составе автономной энергосистемы ГКС.

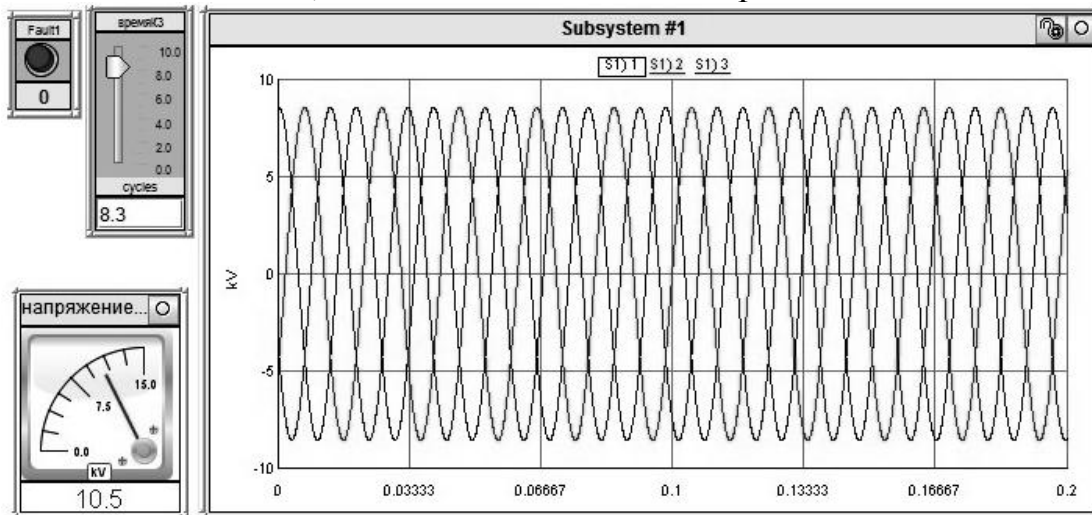


Рис. 2. Напряжение генератора в нормальном режиме.

На (рис. 2) приведены синусоиды напряжения генератора и вольтметр генератора в нормальном режиме работы. Программно-аппаратный комплекс RTDS позволяет получать данные в реальном времени любого переходного процесса в энергосистеме. С помощью множества функций комплекса можно снимать показатели всех необходимых электрических величин, которые влияют на режим работы энергооборудования.

В работе будут рассмотрены следующие вопросы:

1. моделирование различных режимов работы автономной энергосистемы ГКС;
2. возможность повышения устойчивости работы энергосистемы путем изменения настроек автоматического регулирования возбуждения генератора;
3. применимость комплекса RTDS к анализу систем электроснабжения электроприводных компрессорных станций.

Применение программно-аппаратного комплекса RTDS для моделирования режимов работы энергосистем потенциально предоставляет новые возможности по повышению их надежности и устойчивости. Однако в каждом случае необходимо выполнить сложную работу по построению конечной модели конкретной энергосистемы в формате RTDS.

На сегодняшний день ведутся работы по исследованию амплитудно-фазовых частотных характеристик снятых с модели энергосистемы на комплексе RTDS, по критерию Найквиста.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Петроченков А.Б., канд. техн. Наук, Кавалеров Б.В., канд. техн. наук, Математическое моделирование газотурбинных мини-электростанций и мини-энергосистем, журнал электро 6/2010, стр.19-23
2. Программно – аппаратный симулятор реального времени RTDS, учебное пособие, версия RSCAD 4.0, 87 с.

Научный руководитель: Ю.В. Хрущев, д.т.н., профессор каф. ЭСиЭ ЭНИН ТПУ.

### **АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Д.С. Кунулеков  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭКМ

Силовые трансформаторы являются в электрических сетях и системах основными элементами, определяющими надежность и экономичность их функционирования. Аварийные отключения или отказы в работе приводят к значительным убыткам.

Стоимость одного силового трансформатора в среднем достигает 250 тыс. - 1,5 млн. долл. США, а с демонтажем поврежденного трансформатора, транспортными расходами, с работами по восстановлению и монтажом нового – достигает 2,5 млн.

На данный момент в Казахстане (как в прочем и в России) отработали свой нормативный срок службы в 25 лет (ГОСТ 11677-85) большая часть силовых трансформаторов. В связи с этим все большее значение приобретает проблема оценки возможности дальнейшей эксплуатации вырабатывающий свой нормативный ресурс оборудования и продления срока службы[1].

Обеспечение надёжной, бесперебойной работы силовых трансформаторов необходимо, в первую очередь, для предотвращения аварийных последствий, таких как, пожары из-за внутренних повреждений трансформатора или выбросы масла[2].