



## ЭКСПЛУАТАЦИЯ, МОНТАЖ И НАЛАДКА

### Обоснование необходимости разработки интеллектуальной системы мониторинга технического состояния комплексов гарантированного электроснабжения объектов магистральных газопроводов

Атрощенко В. А., доктор техн. наук, Цыгикало Д. В., Цыгикало Т. И., инженеры  
Кубанский государственный технологический университет, Краснодар

Рассмотрены схемы систем электроснабжения объектов магистральных газопроводов. Проведен анализ существующих систем управления и мониторинга резервных источников электроснабжения: дизельных и микротурбинных электростанций, а также источников бесперебойного питания на базе аккумуляторных батарей. Выявлены основные характеристики систем, обоснована необходимость разработки интеллектуальной системы мониторинга технического состояния комплексов гарантированного электроснабжения с целью повышения надежности их функционирования путем своевременного реагирования на нештатные ситуации.

**Ключевые слова:** система электроснабжения, резервный источник электроснабжения, система мониторинга, система управления, дизельная электростанция, микротурбинная электростанция, источник бесперебойного питания.

Вдоль магистральных газопроводов расположено большое количество газораспределительных и газоперекачивающих станций, а также других объектов, требующих обеспечения гарантированного электроснабжения. Для реализации этого осуществляют резервирование основных источников электроэнергии, вводя в структуру систем электроснабжения (СЭС) дополнительные элементы. На объектах, где основной источник электроснабжения (ОИЭ) — линии электропередачи, в качестве резервного используется автономный источник. Для таких объектов обеспечение принятия нагрузки данным источником в минимальные сроки является одной из важных задач. Но для определения его готовности к этому необходимо осуществлять мониторинг состояния резервного источника электроснабжения во время как ожидания, так и работы. Выполнение указанной функции возлагается на обслуживающий персонал, работающий непосредственно на объекте. Несмотря на то, что современные технические средства имеют возможность вести автоматический мониторинг резервных источников электроснабжения, поэтапная его автоматизация только начинается.

В схемах электроснабжения объектов магистральных газопроводов применяют разные источники электроэнергии:

высоковольтные и низковольтные линии электропередачи совместно с комплектными трансформаторными подстанциями напряжением 10/0,4 и 6/0,4 кВ;

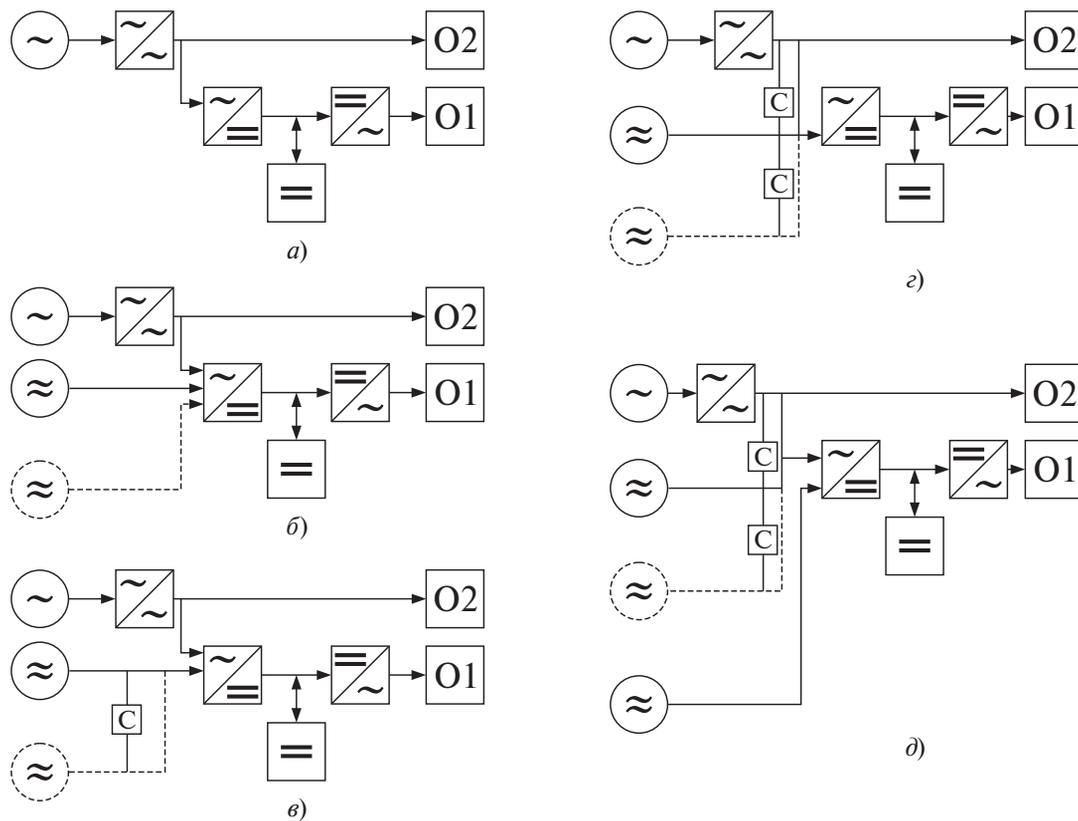
дизельные электростанции (ДЭС);  
микротурбинные электростанции (МТЭС);  
источники бесперебойного питания (ИБП) на базе аккумуляторных батарей.

На рисунке показаны основные структурные схемы СЭС ответственных потребителей электроэнергии: без резервных агрегатов (*a*); с *N* резервными агрегатами (*b*); с *N* резервными агрегатами, работающими в параллельном режиме (*в*); с *N* резервными агрегатами, работающими в параллельном режиме с ОИЭ (*г*); с резервирующими агрегатами системы с *N* резервными агрегатами в параллельном режиме с ОИЭ (*д*). На схемах приняты следующие обозначения:

- ⊖ — основной источник электроснабжения;
- ⊕ — резервный источник электроснабжения;
- ⊞ — комплектная трансформаторная подстанция;
- ⊞ — преобразующее устройство — выпрямитель;
- ⊞ — аккумуляторные батареи;
- ⊞ — преобразующее устройство — инвертор;
- ⊞ — синхронизирующие устройства для объектов СЭС;

⊞1 и ⊞2 — ответственные потребители электроэнергии магистральных газопроводов 1-й и 2-й категорий.

Дизельные электростанции составляют значительную долю в малой энергетике



[1 – 3]. Увеличение спроса на них стимулировало создание систем мониторинга состояния этих источников электроснабжения. У всех современных контроллеров ДЭС в стандартной комплектации или в качестве опции есть порт для связи с персональным компьютером по одному из стандартных интерфейсов (RS-232, RS-485, USB, Ethernet), который поддерживает один из стандартных протоколов (или завод-изготовитель регламентирует протокол собственной разработки). С помощью программного обеспечения можно выполнять настройку уставок и осуществлять мониторинг ДЭС [4].

Спектр контроллеров дизельных электростанций очень широк. Наиболее распространенные из них:

DSE509 – DSE8760 (производство фирмы “Deep Sea Electronics PLC”);

easYgen, GCP, EGCP, LS и др. (“Woodward Inc.”);

TE802 – TE2010 (“Tecnoelettra s.r.l.”);

31RGAM, серия ATL (“Lovato”);

DKG105 – DKG707 (“DATAKOM Electronic Engineering Ltd.”);

InteliLite, InteliCompact, InteliGen, InteliSys (“ComAP”);

BE24, BE46, BE48 (“Bernini design s.r.l.”);

AGC200, GPU, PPU, PPM, GC, AGC (“DEIF A/S”).

Для реализации мониторинга нескольких ДЭС необходима более сложная система, которая позволяет работать с разными контроллерами. К таким системам относятся:

“DVK Monitoring System” (совместное производство фирм “ДVK – Электро” и “DEIF A/S”);

система мониторинга и управления дизель-генератором (“АВИСТЭН”);

система удаленного мониторинга электростанциями (“ГАРАНТ-ЭНЕРГО”);

система удаленного мониторинга ДГУ (“Уралинком”).

Автономными энергетическими установками являются также микротурбинные электростанции. Их выпускают различные фирмы, в частности, “Capstone”, “Elliot”, “Turbec”, “Bowman”, “Ingersoll-Rand”, “TOYOTA”, “Kawasaki”, “Siemens” [5]. Американская фирма “Capstone Turbine Corporation” – одна из известных производителей МТЭС. Мониторинг выпускаемых ею электростанций осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения “CRMS”.

Фирма “Elliot” производит систему мониторинга и управления микротурбинными электростанциями “РМС”, которая позволяет локально и удаленно осуществлять контроль за параметрами. Фирма “Turbec”, созданная в 1999 г. в результате объединения фирмы “Volvo Aero” и филиала компании “ABB”,

выпускает микротурбинные энергетические установки электрической мощностью 100 кВт, имеющие систему мониторинга и управления "TURBEC" с Web-интерфейсом.

При использовании систем на базе ИБП для электропитания потребителей магистральных газопроводов актуальным является вопрос удаленного мониторинга и управления несколькими такими источниками.

В аварийной ситуации перерыв питания при переключении на резервный источник может составлять от миллисекунд до микросекунд или вообще отсутствовать в зависимости от структурной схемы системы гарантированного электроснабжения. В связи с этим и с учетом других факторов для мониторинга систем на основе ИБП требуется соответствующее программное обеспечение. Среди множества подобных систем значительную долю рынка занимают системы "POWER-VISION MANAGEMENT SOFTWARE" (фирма "Eaton"), "GLOBMON" (фирма "Elteco a.s."), система мониторинга "ШТИЛЬ" (группа компаний "Штиль"), "REDPine Электро" (фирма "ХайТед").

Системы мониторинга резервных источников электроснабжения должны иметь:

техническую возможность осуществления как локального, так и удаленного мониторинга с существующих панелей управления агрегатами;

узконаправленное программное обеспечение для программирования контроллеров агрегатов и мониторинга оборудования;

строго лимитированное количество агрегатов в системе мониторинга.

На системы одновременного мониторинга ДЭС и ИБП накладывается ряд ограничений, в частности:

наличие резервных источников электроснабжения только одного производителя;

поддержание всеми контроллерами агрегатов протокола обмена информацией, предоставляемого системой мониторинга;

присутствие в системе мониторинга строго лимитированного количества агрегатов;

наличие определенного набора контролируемых параметров, не зависящего от типа и марки оборудования.

Системы мониторинга трех резервных источников электроснабжения (ДЭС, МТЭС, ИБП) имеют сложную структуру, не предназначенную для использования без предварительного ее конфигурирования, поэтому при добавлении соответствующего агрегата система должна быть перепрограммирована. В связи с тем, что для каждого параметра агрегата необходимо индивидуальное представление, такие системы имеют громоздкий исходный

код, требуют больших вычислительных мощностей и непрерывного контроля со стороны опытного программиста (наладчика) [3].

Общие недостатки существующих систем: невозможность прогнозирования параметров резервных источников электроснабжения; протоколирование значений параметров агрегатов в журнале с применением систем управления базами данных собственной разработки, уступающих по многим параметрам современным подобным системам;

неспособность формировать отчеты в стандартные офисные приложения с целью внесения изменений и корректировок или последующей интеграции в другие системы.

### Выводы

1. Существующие системы управления резервными источниками электроснабжения имеют качественно подготовленную техническую базу для обеспечения локального или удаленного мониторинга с помощью современных промышленных интерфейсов передачи данных и по современным протоколам обмена информацией независимо от физических сред ее передачи.

2. Современные системы мониторинга резервных источников электроснабжения ответственных потребителей магистральных газопроводов осуществляют качественный мониторинг оборудования, но набор их функций недостаточен для создания интеллектуальной системы мониторинга всех электроэнергетических комплексов, которая позволит значительно повысить надежность функционирования систем путем своевременного реагирования на нештатные ситуации.

### Список литературы

1. **Системы** резервного и гарантированного электроснабжения (Проблемы, методы, технические средства): Монография / В. А. Атрошенко, М. П. Лысенко, А. В. Орлов, В. Н. Петрушкин. — Краснодар: Флер-1, 1998.
2. **Атрошенко В. А., Дьяченко Р. А., Коновалов Д. П.** К вопросу выбора резервного дизель-генератора для систем гарантированного электроснабжения. — Промышленная энергетика, 2008, № 4.
3. **Атрошенко В. А., Кабанков Ю. А., Дьяченко Р. А.** Теория информационных систем электроэнергетических комплексов: Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing. — Германия: Саарбрюкен, 2012.
4. **Атрошенко В. А., Дьяченко Р. А., Махаммад М. Д.** Разработка программного обеспечения для прогнозирования технического состояния дизель-генераторов. — Промышленная энергетика, 2009, № 10.
5. **Обзор** и состояние развития современных газотурбинных установок малой мощности. НТЦ "Микротурбинные технологии" (<http://stc-mtt.ru/wp-content/uploads/2011/05/0001x.pdf>).