

А. Я. Штраус; Н. А. Сингаевский, к.т.н.; А. Е. Церковный, к.т.н. –
ДОО «Электрогаз» (ОАО «Газпром»)

П. В. Яцынин, к.т.н. – ЭлектрогазПроект, филиал ДОО «Электрогаз»

Построение систем электроснабжения линейных потребителей магистральных газопроводов ОАО «Газпром» в регионах со слабо развитой энергетической инфраструктурой должно выполняться в соответствии с рекомендациями, изложенными в [1]. В их основе – централизованный или смешанный тип применения блочно-комплектных устройств электроснабжения.

Блочно-комплектные устройства электроснабжения с микротурбинами мощностью 100 кВт

IN BRIEF

Modular packaged power plants on the base of 100 kW microturbine power units.

Elektrogaz JSC developed and manufactured modular packaged power plant for main gas pipeline customers. The power unit is designed on the base of two Calnetix TA-100R microturbine power units rated at 100 kW each.

The power plant is characterized by two adjacent heat-insulated blocks – microturbine unit and electric block.

Each power unit can be run as either main or stand-by power source.

Gas-supply system provides microturbine power units with natural gas of the required quality. The operation on casing-head gas and biofuel is also possible.

Для обеспечения требуемого уровня надежности в блочно-комплектных устройствах электроснабжения (БКЭС) необходимо предусматривать два независимых источника питания – основной и резервный. При этом в качестве основного целесообразно использовать источник питания, работающий на природном газе.

БКЭС представляют собой изделия полной заводской готовности, поэтому ввод их в эксплуатацию на объекте производится в сжатые сроки при незначительных затратах. Обслуживание оборудования в процессе эксплуатации также не связано с большими расходами. Это подтверждено производственно-эксплуатационными испытаниями головного образца БКЭС-ЭГ, разработанного и изготовленного в ДОО «Электрогаз» ОАО «Газпром» [1].

С 2006 года компанией освоен серийный выпуск БКЭС различных модификаций, в которых основным источником питания, как правило, являются микротурбинные установки (МТУ) Capstone C-30 мощностью 30 кВт или комплектная трансформаторная подстанция мощностью 10...100 кВА. В качестве резервных, наряду с этими источниками, используются также дизель-генераторные установки мощностью от 8,5 кВт до 100 кВт.

В соответствии с планом газоснабжения Сыктывкарского промузла компания «Электрогаз» разработала и изготовила для ГРС «Сыктывкар» блочно-комплектное устройство на базе двух МТУ мощностью по 100 кВт типа TA-100R компании Calnetix Power Solutions. Электрическая схема БКЭС представлена на рис. 1.

По выбору оператора каждая из микротурбинных установок может использоваться как в качестве основного, так и резервного источника питания. Параллельный режим работы МТУ не предусмотрен.

Перевод питания на резервную МТУ в случае отказа основной установки производится устройством автоматического включения резерва (АВР), которое контролирует напряжение на выходах микротурбин с помощью реле напряжения KV1, KV2 и воздействует на автоматические выключатели QF1, QF2. Пуск резервной установки осуществляется по команде устройства АВР.

Для электропитания ответственных потребителей (оборудования телемеханики, а также собственных нужд МТУ – подогрев масла и заряд аккумуляторов) в БКЭС предусмотрен бензоэлектрический агрегат (БА) мощностью 8 кВт. Пуск агрегата и включение его под нагрузку с помощью переключателя Q1 производится оператором вручную.

Конструктивно БКЭС выполнено в виде установленных рядом двух утепленных блоков – МТУ и электротехнического блока (рис. 2, фото).

В стенах блока МТУ имеются восемь вентиляционных проемов, в которых установлены воздушные клапаны с автоматическим управлением. Проемы защищены изнутри решеткой. Для монтажа микротурбинных установок в крыше предусмотрены два люка.

В корпусах обоих блоков выполнены закладные для крепления оборудования, проемы для ввода/вывода силовых и контрольных кабе-

лей, а также для прохода выхлопных труб и труб системы газоснабжения.

В блоке МТУ расположены:

- две установки Calnetix TA-100R;
- оборудование системы газоснабжения;
- приборы контроля загазованности;
- восемь воздушных клапанов с электроприводом Velito и два клапана – с вытяжными вентиляторами.

В электротехнической блоке размещается следующее оборудование:

- щит собственных нужд;
- распределительное устройство низкого напряжения;
- щит учета расхода газа и щит пожарной автоматики;
- модули газового пожаротушения;
- источник бесперебойного питания MDT10-A6;
- бензоэлектродвигатель АКСА мощностью 8 кВт;
- стол-верстак.

Оба блока оснащены системой отопления и вентиляции, автоматически поддерживающей заданную температуру, а также рабочим, аварийным и ремонтным освещением.

Система газоснабжения обеспечивает микротурбинные установки природным газом необходимого качества. Допускается также использование попутного нефтяного газа и биогаза.

В состав системы газоснабжения входят:

- газопровод с термозапорным клапаном КТЗ-50-01;
- три электромагнитных клапана-отсекателя КЭ-1;
- три газовых фильтра типа ФГ;
- ротационный газовый счетчик RVG G-16 с электронным корректором расхода газа ВКГ-2;
- линия байпаса с отключающей арматурой и продувочными газопроводами;
- комплекты топливной аппаратуры микротурбинных установок.

Термозапорный клапан срабатывает при повышении температуры в блоке МТУ до 80...100 °С, герметично перекрывая газопровод на входе в блок.

Электромагнитный клапан-отсекатель прекращает подачу газа в микротурбинные установки при превышении в блоке МТУ концентрации оксида углерода 100 мг/м³, а также при поступлении сигнала «Пожар».

Кроме того, в составе каждой микротурбинной установки имеются клапаны-отсекатели, управляемые контроллерами МТУ. Они обеспечивают безопасность эксплуатации микротурбин с учетом технологических особенностей пуска, работы и остановки МТУ.

Установка Calnetix TA-100R представляет собой агрегат полной заводской готовности со всеми вспомогательными системами, смонти-

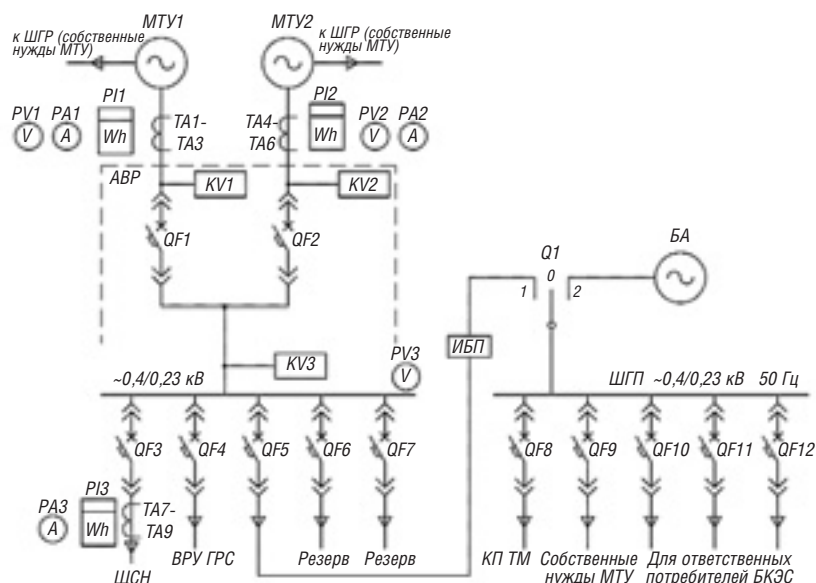


Рис. 1. Электрическая схема БКЭС:

MTU1, MTU2 – микротурбинные установки; P11... P13 – счетчики электроэнергии; TA1...TA9 – трансформаторы тока; ABP – устройство автоматического включения резерва; PV1...PV2 – вольтметры; PA1...PA6 – амперметры; KV1...KV3 – реле напряжения; QF1...QF12 – автоматические выключатели; ЩСН – щит собственных нужд; ВРУ ГРС – внутреннее распределительное устройство газораспределительной станции; ИБП – источник бесперебойного питания; ШГП – шины гарантированного питания; БА – бензоэлектрический агрегат; КП ТМ – контрольный пункт телемеханики

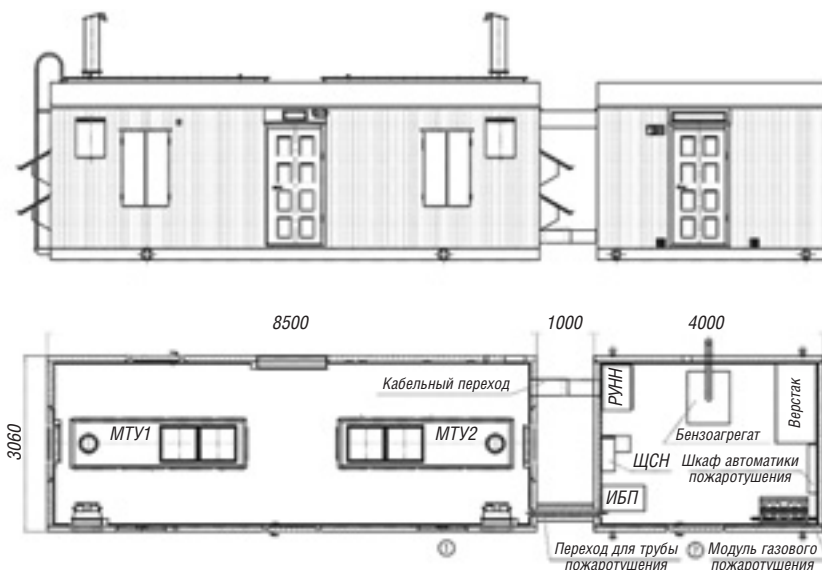


Рис. 2. Общий вид и компоновка оборудования БКЭС



Фото. Внешний вид БКЭС

Табл. Технические характеристики БКЭС

Микротурбинная установка	
Тип	Calnetix TA-100R
Номинальная мощность МТУ, кВт	100
Номинальная частота вращения, об/мин	68000
Напряжение, В	400
Выходной ток, А	200
Коэффициент мощности (индуктивный)	0,8
Режим нейтрали	глухозаземленная
КПД электрический, %	29
Расход топлива при 100%-й нагрузке, м ³ /ч	78
Давление газа на входе в МТУ, МПа	0,52...0,62
Интервал ТО (замена воздушных фильтров по состоянию), ч	4000
Колебание напряжения, В, %	±5 (1,25)
Колебание частоты, Гц, %	0,5 (1)
Габариты (ДхШхВ), мм	3111x2123x917
Масса, не более, кг	1500
Блок микротурбинной установки	
Габариты (ДхШхВ)*, не более, мм	8500x3060x3100
Масса, не более, кг	10 000
Блок электротехнический	
Габариты, ДхШхВ*, не более, мм	4000x3060x3100
Масса, не более, кг	4 000

* габариты блоков даны в транспортируемом состоянии

рованы на единой раме. Для повышения электрического КПД используется газоздушный теплообменник-рекуператор. Во время работы МТУ обеспечивается постоянная частота вращения ротора. Это позволяет без использования дополнительных источников энергии, например, аккумуляторных батарей, принимать в один прием до 100 % нагрузки. Диапазон изменения нагрузки составляет от 0 до 100 %.

Вырабатываемое высокочастотное напряжение подвергается двойному преобразованию: в постоянное, а затем в переменное – 400 В (50 Гц). Выработка электроэнергии начинается в течение 3-4 мин после запуска установки (одновременно с выходом на режим холостого хода).

МТУ выполнена в виде единого агрегата, в который интегрированы газотурбинный двига-

тель и электрический генератор. На одном валу последовательно расположены втулка с постоянными магнитами, колеса одноступенчатого центробежного компрессора и одноступенчатой центростремительной турбины. Такое решение позволило отказаться от редуктора.

Эксплуатация МТУ возможна при температурах окружающего воздуха от -60 °С до +50 °С. Назначенный ресурс установки составляет 72 тыс. часов, межремонтный – 24 тыс. часов. Зависимость КПД и мощности установки от нагрузки и температуры воздуха на входе показана на рис. 3.

Выбор для БКЭС в качестве привода микротурбинной установки Calnetix TA-100R обусловлен следующими ее достоинствами:

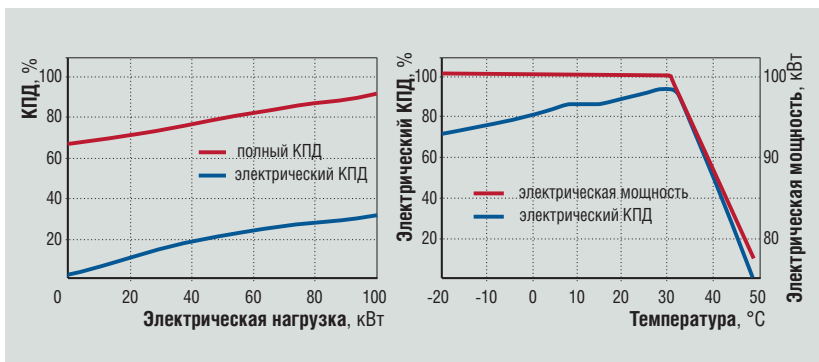
- МТУ может работать как в автономном режиме, так и параллельно с сетью;
- установка способна воспринимать 100 %-е набросы и сбросы нагрузки;
- в качестве топлива может использоваться низкокалорийное топливо с минимальной концентрацией метана 30 %;
- может работать в течение длительного времени при очень низких нагрузках, в том числе в режиме холостого хода.

Важным фактором являются экологические показатели: низкий уровень эмиссии NO_x (25 ppm при 15 % O₂) и низкий уровень шума (30..40 дБ на расстоянии 1 м от контейнера), практически полное отсутствие вибрации.

Кроме того, микротурбинные установки данного типа характеризуются малыми затратами времени на техническое обслуживание, которое должно производиться после 4 тыс. часов наработки. Таким образом, за 24 тыс. часов работы (что составляет около трех лет) на техобслуживание затрачивается не более 55 нормочасов. Замена масла в турбогенераторе производится через 24 тыс. моточасов.

При проектировании и изготовлении БКЭС на базе МТУ Calnetix TA-100R применялись инновационные конструкторско-технологические решения и материалы, что позволило обеспечить высокую степень надежности электрооборудования потребителей. **□**

Рис. 3. Зависимость мощности и КПД МТУ от нагрузки и температуры воздуха на входе в двигатель



Использованная литература

1. Перспективы применения автономных источников для электрооборудования линейных потребителей: Материалы заседания секции «Энергетика» Научно-технического совета ОАО «Газпром» (Санкт-Петербург, 13-15 февраля 2007 г.). М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007.

2. БКЭС-ЭГ на базе микротурбины: результаты испытаний / А.Я. Штраус, Н.А. Сингаевский, А.Е. Церковный и др. // Турбины и дизели. 2008, № 4. С.10-13.