

# ГПЭС на метане угольных пластов – новый опыт в российской энергетике

**Д. В. Глушич, А. С. Горбачев – ЗАО «Интма»**

**П. И. Куруч – ООО «Кузбасская энергосетевая компания»**

**Д. А. Капралов – ООО «Турбомашинны»**

В феврале текущего года компания «Интма» запустила в работу модульную электростанцию мощностью 1 МВт в Кемеровской области – в Кузбассе, традиционном угольном регионе России. В качестве топлива используется метан, добываемый из угольных пластов. ГПЭС работает параллельно с энергосистемой, с выдачей всей мощности в сеть.

## In brief

**Gas engine power plant on coal-bed methane is the new experience in Russian power industry.**

*Intma company commissioned gas engine power plant rated at 1 MW in Kuzbass in February 2011.*

*The fuel for the plant is coal-bed methane. The first coal-bed-methane (CBM) to energy project in Russia celebrated its grand opening at Kuzbasskaya Energo-setevaya Compania's Talda site, located near Kemerovo.*

*The gas comes from test drills that Gazprom, one of the world's largest energy companies is conducting to capture the huge reserves of CBM in this traditional coal mining region. A Jenbacher gas engine from GE uses the gas to provide electricity, which is ultimately sold to the grid.*

## Электростанции на угольном метане

Утилизация угольного метана позволяет экономить природный газ и сокращает выбросы парниковых газов. Мировые запасы метана угольных пластов превышают запасы природного газа и оцениваются в 260 трлн м<sup>3</sup>. Это перспективный энергетический рынок будущего.

Работы по добыче угольного метана ведутся в США, Австралии, Китае, Канаде, Германии, Великобритании, Польше, на Украине. Компания GE и, в частности, ее подразделение GE Jenbacher имеют большой опыт эксплуатации энергоблоков на угольном метане (Турбины и Дизели. 2006, №6). Общая установленная электрическая мощность таких станций по всему миру свыше 400 МВт.

Опыт зарубежных стран показывает, что масштабная добыча угольного метана в США, Австралии, Китае началась после того, как государство стало стимулировать такие проекты, предоставив им значительные налоговые льготы. В России пока нет полноценной правовой базы для добычи метана, что тормозит привлечение инвестиций в данный бизнес.

Поскольку угольный метан не внесен в общероссийский классификатор продукции в качестве самостоятельного ископаемого, это не позволяет ввести для него специальный

налоговый режим. В настоящее время на законодательном уровне угольный метан, добываемый ООО «Газпром добыча Кузнецк», рассматривается как природный газ, а цена на него устанавливается по формуле цены природного газа.

Первый в стране полигон по экспериментальной добыче угольного метана расположен на Талдинском месторождении, в 200 км от г. Кемерово. В этом году в Кузбассе планируется добыть 10 млн м<sup>3</sup> газа. На Талдинской площадке действуют восемь скважин, которые уходят в середину угольных пластов на глубину около 1 км. По ним метан выкачивается на поверхность.

Пилотная установка по утилизации метана угольных пластов на базе газопоршневой электростанции JGC320 (производства GE Jenbacher) размещена на территории ООО «Газпром добыча Кузнецк» – дочернего подразделения ОАО «Газпром» (д. Жерново, Кемеровская обл.). ГПЭС эксплуатируется в тяжелых климатических условиях: расчетный вес снежного покрова для района составляет 240 кг/м<sup>2</sup>, температура наружного воздуха – минус 39 °С, сейсмичность – 7 баллов. Реальная температура окружающего воздуха при запуске установки достигала минус 47 °С.

Заказчиком ГПЭС выступила Кузбасская энергосетевая компания, получившая под этот проект специальный кредит, организованный правительством Кемеровской обл. Губернатор области А.Г. Тулеев активно поддерживает мероприятия по утилизации угольного метана. Выступая на церемонии открытия 11 февраля 2011 г., он отметил, что технологии утилизации угольного метана позволяют сделать шахтерский труд более безопасным и дать угольным предприятиям дополнительный источник получения прибыли, решая при этом энергетические и экологические проблемы угольного региона.



Проектную документацию ГПЭС «Кемерово-1» электрической мощностью 1063 кВт подготовило ЗАО «Интма». Компания также поставила оборудование, выполнила инжиниринговые работы, монтаж, пусконаладку и ввод ГПЭС, обучение персонала станции. Заказчик – ООО «Кузбасская энергосетевая компания» выполнила строительные работы на площадке и проложила более 4 км линий электропередачи 6,3 кВ до ближайшей электрической подстанции.

### Газопоршневая электростанция

ГПЭС включает в себя комплект контейнеров заводского изготовления – газопоршневую установку, трансформаторную подстанцию, помещение оператора. Основанием контейнера электростанции служат сборные железобетонные дорожные плиты по уплотненной щебеночной подготовке. Ограждающими конструкциями контейнера являются трехслойные сэндвич-панели с негорючим утеплителем по металлическому каркасу. Для кровли используются аналогичные панели с утеплителем по металлическим балкам.

### Система газоснабжения

После системы газоподготовки – стабилизация концентрации метана на безопасном уровне (не менее 25 %), стабилизация давления, температуры и влажности, очистка от пыли – шахтный метан может применяться в газопоршневых двигателях как природный газ и многие другие виды горючих газов (табл. 1). Компания GE Jenbacher является мировым лидером в области утилизации сложных газов с применением газопоршневых агрегатов.

Подводящий газопровод среднего давления Ду100 к электростанции проложен на опорах высотой 1,0...2,5 м. Агрегат работает при давлении подводимого газа от 8 кПа. Газ к энергоблоку подается через газовую рампу, устанавливаемую внутри контейнера. Затем через гибкую вставку он поступает в газосмеситель двигателя, там перемешивается с воздухом и подается в турбоагрегат. Воздух в газосмеситель поступает через фильтр со сменными фильтрующими патронами. Газовое оборудование, материалы и КИП соответствуют требованиям нормативно-технической документации, имеют сертификаты соответствия и разрешение Ростехнадзора к их применению.

### Технологические решения

Конструктивно газопоршневой агрегат представляет собой один блок. Контейнер заводского изготовления с установленным в нем технологическим оборудованием имеет

габариты 12,2x2,4x2,6 м. Это позволяет осуществлять его перевозку по автомобильным дорогам общего пользования. Проект обвязки энергоблока внутри контейнера и изготовление контейнерного агрегата выполнила компания GE Jenbacher. На весь контейнер в сборе полностью распространяется заводская гарантия. Сборка технологических элементов электростанции производилась на объекте.

В контейнере расположен газопоршневой двигатель J320 и генератор электрического тока 0,4 кВ, образующие единый агрегат. Двигатель-генератор JGC 320 GS-N.L установлен на общую раму через эластичные прокладки (Silomer). Сопряжение вала двигателя и генератора осуществляется упругой муфтой.

В контейнере энергоблока также находятся шкафы управления, газовая рампа, системы маслоснабжения, вентиляции, защиты и автоматики, технологические трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой. На крыше энергоблока размещаются закрытые градирни системы охлаждения двигателя и системы поддержания температуры газовой смеси, шумоглушитель выхлопных газов.

### Газопоршневой привод

Двигатель внутреннего сгорания J320 – четырехтактный, 20-цилиндровый, высокоскоростной, с электроискровым зажиганием. В дви-

Табл. 1. Характеристики подводимого газа

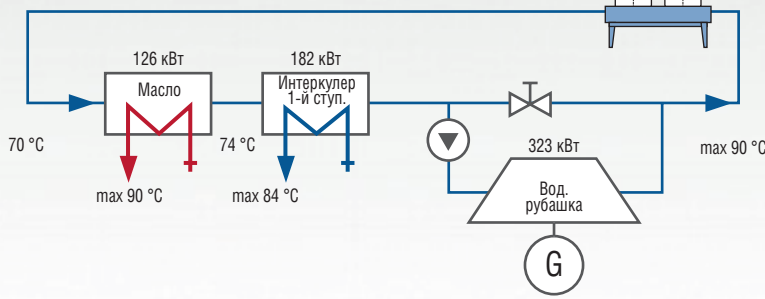
Характеристики	Критерий	Фактические характеристики газа
Теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	30...40	30...40
Плотность газа, кг/м <sup>3</sup>	0,7...0,9	0,7...0,9
Метановое число, MN	> 70	> 70
Этан (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ), %	< 10	< 10
Сероводород (H <sub>2</sub> S), г/м <sup>3</sup>	< 0,01	< 0,01
Меракпановая сера, г/м <sup>3</sup>	не задан	не задан
Максимальная темп. газа, °С	50	50
Механические примеси, мг/м <sup>3</sup>	не задан	не задан
Абсолютная влажность подводимого газа, г/м <sup>3</sup>	не задан	не задан
Давление подводимого газа, МПа	не задан	не задан

Табл. 2. Основные технические характеристики энергоблока JGC 320 GS-N.L

Характеристики	Показатели
Мощность электрическая, кВт	1063
Мощность тепловая, кВт	1208
КПД электрический, %	40,8
Коэффициент использования теплотворной способности топлива, %	87,3
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500
Расход газа, м <sup>3</sup> /ч	275
Напряжение, кВ	0,4

### Контур охлаждения двигателя (содержание гликоля 37 %)

Отводимое тепло для рассеивания – 631 кВт  
Расход воды в контуре вод. рубашки – 30,4 м³/ч



### Контур холодной воды (содержание гликоля 37 %)

Отводимое тепло для рассеивания – 78 кВт  
Расход холодной воды – 25 м³/ч

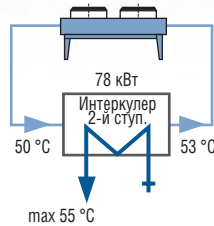


Рис. Контур охлаждения двигателя и холодной воды

гатель применена технология сжигания обедненной топливной смеси, позволяющая уменьшить содержание вредных веществ в выхлопных газах. Привод оснащен современной бесконтактной системой зажигания с электронным управлением и регулируемым временем воспламенения. Электронная система регулирования числа оборотов доводит их до заданного значения, обеспечивая постоянные обороты независимо от нагрузки генератора. Основные технические характеристики энергоблока представлены в табл. 2.

Для поддержания рабочей температуры в двигателе охлаждающая жидкость, заполняющая водяную рубашку, по трубопроводам циркулирует через аппарат воздушного охлаждения (АВО), установленный на крыше контейнера. АВО представляет собой радиатор с электроприводными вентиляторами.

Смазка элементов двигателя производится от единого масляного контура, который используется как для смазки движущихся деталей, так и для охлаждения поршней. Заправочный объем масла в двигателе – 342 литра. Механическим насосом масло забирается из масляной ванны и через систему охлаждения и очищающие фильтры подается в систему смазки, а также к форсункам охлаждения поршней двигателя. Смазка турбоагнетателя осуществляется от системы смазки двигателя через наружный трубопровод.

В контейнере агрегата размещаются два расходных маслобака по 300 л (свежего и рабочего масла), из которых автоматически пополняется уровень масла в двигателе в процессе его работы. Расход масла составляет примерно

0,3 г/кВт·ч. По специальному графику пробы масла отсылаются на анализ, и по его результатам оценивается состояние двигателя, определяются сроки замены масла.

Замкнутая система жидкостного охлаждения (рис.) предназначена для отвода тепла от блока цилиндров, газовой смеси, турбоагнетателя и смазочного масла. Турбоагнетатель охлаждается тем же потоком жидкости, что и блок цилиндров. Смазочное масло охлаждается при прохождении жидкости через пластинчатый теплообменник (масло-вода), установленный на двигателе. В качестве охлаждающей жидкости используется смесь воды и антифриза.

### Схема ГПЭС

Температура воздуха в помещении энергоблока поддерживается за счет использования приточной вентиляции. В отсеке управления контейнера находится шкаф вспомогательных систем (0,4 кВ) с зарядным устройством аккумуляторной батареи и шкаф управления.

Циркулирующий воздух в машинном помещении постоянно контролируется устройством предупреждения загазованности, не допуская опасной концентрации газов и взрывоопасности. Для предупреждения задымления используется система, оснащенная оптическим и электронным устройствами.

Для снижения уровня шума поток выхлопных газов проводится через шумоглушитель, установленный на крыше контейнера. Через встроенную в него выхлопную трубу газы выбрасываются в атмосферу.

### Выдача электроэнергии в сеть

Электростанция синхронизирована с электрической сетью через подстанцию ЗАО «Усинское энергоуправление». Присоединение ГПЭС к энергосистеме выполнено через повышающий трансформатор 0,4/6,3 кВ к шинам 6 кВ подстанции «Восточная». Для подключения в параллельную работу с сетью применена система точной синхронизации.

ГПЭС подключается к сети при нулевой мощности, с постепенным ее наращиванием (темпа набора мощности 0,2 % в секунду). Таким образом, система не «чувствует» подключения электростанции в параллель. В штатном режиме электростанция работает круглосуточно с номинальной нагрузкой, параллельно с сетью.

### Система управления ГПЭС

GE Jenbacher поставляет полностью укомплектованную электростанцию с четвертым уровнем автоматизации, практически не требующую присутствия дежурного персонала. Система управления энергоустановкой и про-