

Газопоршневая теплоэлектро- станция на шахтном метане построена в Воркуте

А. А. Фомичев, Я. С. Гончаренко – ОАО «Звезда-Энергетика»

При добыче угля в шахтах большое значение придается технике безопасности. В связи с высоким содержанием взрывоопасного метана в угольных пластах, особое внимание уделяется проветриванию горных выработок и удалению метана. Вакуумные насосные станции (ВНС) удаляют до 18000 м³ метановоздушной смеси (МВС) при концентрации метана от 25 до 75 %. Уровень концентрации метана и его значительное массовое содержание в смеси позволяют использовать газ при его утилизации в газопоршневых машинах с одновременной выработкой тепловой и электрической энергии.

In brief

Gas engine power station operating of coal-bed methane was commissioned in Vorkuta.

For increasing of cost effectiveness and safety level of technological processes at the enterprises of metal mining industry Vorkutaufol JSC constructed two gas engine power stations with output of 6 and 12 MW correspondingly on the site of Severnaya mine.

General contractor and general designer of the project is Zvezda-Energetika JSC (Saint-Petersburg). The stations were designed around MWM TCG2020V20 gas engines each rated at 2 MW. The stations are equipped with Marelli Motori MJB 560 LA4 electric generators. For coal-bed methane treatment the stations include special equipment which provides sequential cooling, decontamination and heating. After the commissioning of the stations green-house gases emission was significantly reduced. All generated electric and thermal power is used for the needs of mine infrastructure.

Для повышения экономической эффективности и снижения опасности технологии процессов на предприятиях горнорудной промышленности российское стратегическое предприятие – ОАО «Воркутауголь» построило две газопоршневые теплоэлектроцентрали (далее ГПЭС) мощностью 6 и 12 МВт на территории шахты «Северная». Генеральным проектировщиком и подрядчиком по поставке оборудования и строительству станций выступило С.-Петербургское машиностроительное предприятие «Звезда-Энергетика», в ключевые компетенции которого входит реализация ЕРС-контрактов.

Компания «Звезда-Энергетика» реализовала масштабный проект по проектированию, производству, поставке, строительству и вводу в эксплуатацию двух модульных газопоршневых электростанций с утилизацией тепла. Энергоблоки используют в качестве топлива шахтный метан. Также реконструированы две подстанции: ПС 110/6,6/6,3 кВ «Северная-2» мощностью 10 000 кВА и ПС 35/6 кВ «Северная» – 16000 кВА. Работы выполнены по заказу компании «Комиэнерго» – филиала «МРСК Северо-Запада».

Электростанции размещаются на территории действующей шахты «Северная» в северо-восточной части Воркутинского месторождения Печорского угольного бассейна и предназначены для теплоэлектроснабжения потребителей шахты. Подстанции являются важным связующим звеном между газопоршневой электростанцией и действующей сетью, поэтому реконструкция ПС – необходимое условие для подключения ГПЭС к сети и бесперебойного обеспечения потребителя электроэнергией. В ходе работ по реконструкции подстанций устаревшее, не соответствующее современным техническим требованиям оборудование было заменено современным.

Проект строительства ГПЭС такой мощности стал пилотным для ОАО «Звезда-Энергетика» и инновационным для угольной отрасли страны. Его уникальность в том, что газопоршневые электростанции работают на метане действующей шахты при относительно невысокой и подверженной значительным колебаниям концентрации метана в смеси – от 25 до 70 %. Режим работы – в параллель с сетью, с выдачей мощности в сеть.

ГПЭС способны ежегодно вырабатывать 110,5 МВт·ч электрической энергии и более 56700 Гкал/ч тепловой. Утилизация метана позволяет существенно улучшить экологическую обстановку в регионе, получить значительный экономический эффект при достаточно малых сроках окупаемости проекта.

Разработка проектной документации, прохождение государственной экспертизы и изготовление модулей электростанции, а также испытания выполнены силами компании «Звезда-Энергетика» на собственном производстве, что позволило значительно минимизировать затраты по проекту.

Была также разработана документация и выполнена реконструкция подстанций «Северная-2» и «Северная», подключены электростанции к сетям «Комиэнерго».

Предприятие изготовило оборудование для двух ГПЭС модульного исполнения на базе электроагрегатов MWM единичной мощностью 2 МВт. В комплект поставки каждой электростанции вошли модули ЗРУ 6,3 кВ, ГРЩ 0,4 кВ, теплового пункта, АСУ ТП. Были спроектированы системы подготовки топливного газа. Компания разработала проект и выполнила реконструкцию теплового пункта шахты, вакуум-насосных станций.

По оценкам экспертов, ГПЭС покроют около 80 % потребности шахты «Северная» в электроэнергии. В режиме сниженного

потребления энергии избыток выдается в сеть МРСК. Предприятие также получает около половины необходимой тепловой энергии. Строительство электростанций называют одним из самых важных инвестиционных проектов для компании «Воркутауголь» в области повышения энергоэффективности. По предварительным расчетам, экономия электроэнергии составит 12 %, тепла – 8 %.

Тепло, вырабатываемое ГПЭС, используется для собственных нужд шахты – прогрева воздуха, подаваемого в горные выработки, технологических процессов, а также для обеспечения административно-бытовых зданий. Возможность потреблять электроэнергию есть и у наземных, и у подземных объектов шахты.

Технические решения

Полная электрическая мощность двух ГПЭС составляет 17,4 МВт, тепловая – 17,9 МВт при 100 %-й нагрузке. Электроагрегаты выполнены на базе газопоршневых двигателей TCG2020V20 компании MWM и генератора переменного тока MJB 560 LA4 фирмы Marelli Motori. В состав ГПЭС-1 входят шесть газопоршневых агрегатов мощностью по 1932 кВт, ГПЭС-2 – три агрегата.

Электроагрегаты каждой станции объединены общестанционным распределительным устройством 6,3 кВ. В комплект ГПЭС входит главный распределительный щит 0,4 кВ, теплообменники выхлопных газов (котлы-утилизаторы) и теплообменники высокотемпературных контуров охлаждения двигателей. Генераторное напряжение ТЭС – 6,3 кВ.

Топливом для электростанций является метановоздушная смесь, поступающая с вакуум-насосных станций шахты. Для обеспечения работы газопоршневых двигателей на МВС на площадках ГПЭС установлено оборудование и специальные системы подготовки топливного газа. Модули полной заводской готовности, поставленные на площадку, были собраны в единое здание. Все блоки находятся на ростверке, поднятом над поверхностью земли на 1,5 м.

Подача газа на ГПЭС-1 осуществляется от ВНС-3, на ГПЭС-2 – от ВНС-1. Единичная мощность агрегата TCG2020V20 при работе на шахтном газе с концентрацией метана 35–45 % составляет 1932 кВт, при концентрации 28–35 % и 45–60 % двигатели работают со снижением мощности. Диапазон номинальной мощности при концентрации метана 35–45 % обусловлен требованием перемещения двигателей с одной площадки на другую без замены топливной аппаратуры.



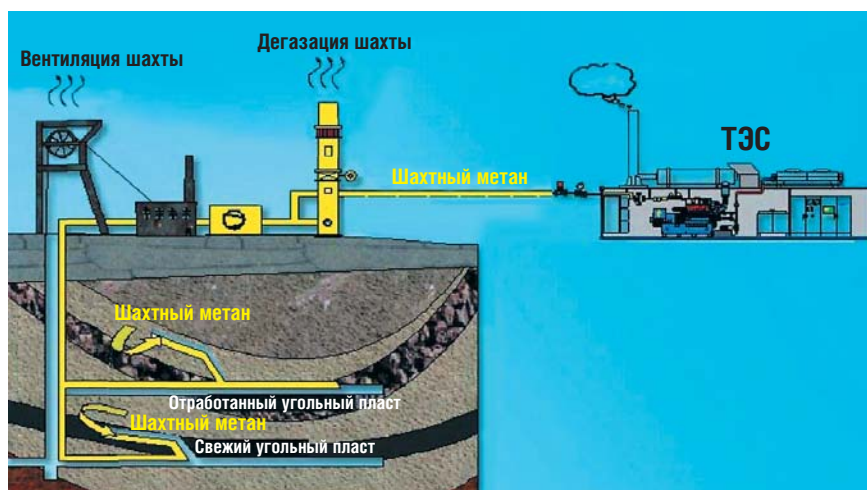
Концентрация метана на ВНС-1 составляет 60–71 %, на ВНС-3 – 25–34 %. Концентрация метана на ВНС-3 увеличена путем переключения на нее системы дегазации газообильных участков. Снижение концентрации метана на ВНС-1 обеспечено за счет включения в работу дополнительных вакуум-насосов. Таким образом, организация данных мероприятий позволила выравнять концентрацию метана на обеих площадках до 35–45 %

От ЗРУ-6,3 кВ каждой ГПЭС по двум отходящим линиям электроэнергия передается на подстанции шахты «Северная». Электропитание потребителей собственных нужд станции осуществляется от ГРЩ 0,4 кВ. Снимаемая с вторичных контуров теплообменников горячая вода используется для выдачи тепла потребителям. Тепло систем утилизации передается в полном объеме в сети теплоснабжения основной промплощадки и вентиляционного ствола №2 через существующие тепловые пункты. При этом была выполнена их частичная реконструкция.

За счет утилизации тепла обеспечивается подача тепловой энергии: от ГПЭС-1 – до 11,9 МВт, от ГПЭС-2 – до 6 МВт при

Газопоршневая
теплоэлектростанция

Технология утилизации
шахтного метана



10 декабря 2014 года ОАО «Звезда-Энергетика» получило высшую награду в рамках национальной премии «Малая энергетика – большие достижения», организованной Ассоциацией малой энергетики Урала в г. Челябинске.

Реализованный проект модульной ГПЭС на шахтном метане с утилизацией тепла газопоршневых агрегатов для шахты «Северная» признан экспертами бизнес-сообщества РФ лучшим в номинации «Лучший проект в области альтернативной энергетики». За это звание боролись крупнейшие компании в сфере малой энергетики, такие как группа компаний «МКС», «Макс Моторс», «Штарк» и другие, среди которых компания «Звезда-Энергетика» по праву заняла достойное место среди победителей. ГПЭС на шахтном метане – это не только успешный проект для компании, но и первый в своем роде инновационный проект для России и всей горнорудной промышленности.

Премия «Малая энергетика – большие достижения» на сегодня является уникальной в области распределенной генерации. Победителей в ней определяют эксперты бизнес-сообщества РФ, представители профильных федеральных и региональных органов государственной власти, коммерческих и некоммерческих организаций в области малой энергетики. С 2014 года премия имеет статус федеральной.

100 %-й нагрузке и тепловом графике 115/70 °С. Количество получаемого тепла прямо пропорционально вырабатываемой электрической энергии. При недостаточном уровне тепловых нагрузок охлаждение собственных контуров энергоблока осуществляется через воздушные вентиляторы аварийного охлаждения, тепло от котла-утилизатора отводится на воздушный охладитель.

В межотопительный период выполняется байпасирование продуктов сгорания в обход котла-утилизатора. Теплоноситель к системам утилизации тепла и сетевым разделительным теплообменникам (промежуточный контур) подается циркуляционными насосами теплового пункта ГПЭС. Подача воды к сетевым разделительным теплообменникам также осуществляется сетевыми насосами, установленными в тепловом пункте каждой станции.

От качества и надежности работы системы подготовки газа зависит эффективность работы и срок службы газопоршневых двигателей. Газоподготовка на каждой станции определяется типом оборудования дегазации. На ВНС-1 выкачивается газ со 100 %-й влажностью, загрязненный угольной пылью и неорганическими элементами, содержащимися в подпиточном контуре (карбонаты, железо, колонии сульфаторедуцирующих бактерий). На ВНС-3 добывается газ влажностью до 90 %, загрязненный угольной пылью, но в значительно меньшей степени. Это связано с предварительной очисткой газа в сепараторах/циклонах на входе ротационных вакуум-насосов.

Для подготовки газа установлено специальное технологическое оборудование, последовательно обеспечивающее охлаждение газа, очистку от механических примесей, подогрев и дополнительную стабилизацию давления. Для

газа ВНС-1 повышается давление метановоздушной смеси до 0,08 МПа, применены системы фильтрации, двухстадийной сепарации, подогрев проточными электроподогревателями. В результате относительная влажность снижается до менее чем 80 %. Все оборудование газоподготовки максимально скомпоновано и размещено в непосредственной близости к контейнерам электроагрегатов.

Для газа ВНС-3 применяется система фильтрации, сепарации. Влажность газа снижается за счет последовательного охлаждения потока МВС в аппарате воздушного охлаждения, а затем нагрева в теплообменнике «газ-газ». Для подогрева используется тепло отходящего потока смеси на выходе насосов. Оборудование газоподготовки размещается в блоке на территории ГПЭС №1.

Вакуум-насосные станции

В связи с использованием на вакуум-насосных станциях разных типов насосов, доработана система подготовки оборотной технологической воды. Так как на ВНС-1 используются водокольцевые насосы, технологически было применено две станции дозирования реагентов во взрывобезопасном исполнении. Станция дозирования «А» обеспечивает пополнение оборотной воды ингибиторами коррозии, а станция «Б» насыщает воду бактерицидом – реагентом, подавляющим рост сульфаторедуцирующих бактерий. Таким образом, комплексная подготовка воды обеспечивает повышенную стойкость трубопроводов оборотной технологической воды.

Для обеспечения требуемых технологических характеристик ГПЭС и эксплуатационной независимости ВНС от утилизации шахтного газа вакуум-насосные станции были модерни-



Подстанция «Северная-2» реконструирована компанией «Звезда-Энергетика» в ходе реализации проекта



зированы. Установлена автоматизированная система клапанов, которая позволяет регулировать и стабилизировать давление газа на выходе станции, обеспечен своевременный перепуск газа на сбросную свечу ВНС в случае отключения станции или возникновения нештатной ситуации.

Регулирование заданного давления газа на выходе ВНС осуществляется клапаном с электроприводом, управляемым АСУ ТП ВНС. Для аварийного сброса газа используются пружинные предохранительные сбросные клапаны. Количество и параметры клапанов рассчитаны таким образом, что полная остановка всех агрегатов ГПЭС не вызовет аварийного нарастания давления и отключения оборудования ВНС. Оснащение станций дозирования датчиками позволяет дистанционно, с рабочего места оператора ВНС, контролировать ход технологического процесса и своевременно предпринимать необходимые действия.

Системы управления

Управление электроагрегатами, инженерными системами и устройствами осуществляют локальные системы автоматического управления и автоматизированные системы управления технологическими процессами электростан-

ций. АСУ ТП управляет пуском, остановом, режимом работы и т.д. каждой электростанции в целом, а также обеспечивает контроль работы отдельных систем электростанций, в том числе систем безопасной эксплуатации.

Применение АСУ ТП для вакуум-насосных станций позволяет эффективно управлять процессом стабилизации давления с АРМ оператора как в ручном, так и в автоматическом режиме, а наличие архива, отображающего основные технологические параметры и графики состояния технологического оборудования, – оперативно решать возникающие проблемы. Также автоматизированное рабочее место оператора ГПЭС позволяет осуществлять оперативное управление и производить количественный и качественный анализ текущих или прошедших технологических процессов для их дальнейшей оптимизации.

Выводы

Благодаря реализованному проекту снижены выбросы парниковых газов от сжигания ископаемого топлива. Это обусловлено главным образом тем, что предприятие уменьшило выбросы дегазационного метана в атмосферу. При этом метан – газ с высоким потенциалом глобального потепления ($GWP = 21$) – сжигается в газопоршневых двигателях с переходом в CO_2 ($GWP = 1$) и водяной пар.

Электрическая энергия собственных ГПЭС замещает часть энергии из сети, а вырабатываемая тепловая энергия позволила сократить потребление тепла от внешнего источника – Воркутинской ТЭЦ-2 (ТГК-9). На сетевых электростанциях снизилось сжигание ископаемого топлива, а на Воркутинской ТЭЦ – каменного угля. **Д**

С Вакуум-насосная станция №3 обеспечивает откачивание метано-воздушной смеси из пласта

Дизельные энергоблоки компании «Звезда-Энергетика» оснащаются российскими двигателями.

ОАО «Звезда-Энергетика» строит автономную электростанцию мощностью 9,9 МВт на базе двигателей 8ГДГ-Н производства Коломенского завода (с возможностью работы на сырой нефти). Заказчик – Восточно-Сибирская нефтегазовая компания.

В состав ДЭС входят шесть модульных энергоблоков Звезда-1650ВК-05М3 мощностью по 1650 кВт, напряжением 6,3 кВ. Комплект вспомогательного оборудования включает: модуль ЗРУ напряжением 6,3 кВ, аппарат управления оперативным током, модуль ГРЩ напряжением 0,4 кВ и два трансформа-

тора собственных нужд 6,3/0,4 кВ мощностью не менее 400 кВА. Будут поставлены две установки компенсации реактивной мощности и модуль операторной (АСУ ТП) контейнерного исполнения; АДЭС мощностью 105 кВт, модуль насосной дизтоплива и расходных материалов; блок подготовки топливной нефти УПН ДС.

Станция будет работать на сырой нефти, в режиме запуска и останова используется дизельное топливо. Нужно отметить, что дополнительно в комплект поставки входит парк специальных емкостей. Благодаря этому

будет обеспечено хранение топлива и бесперебойная работа системы топливоснабжения (нефть и дизтопливо), а также системы охлаждения станции. Оборудование планируется отправить заказчику в марте этого года.

Восточно-Сибирская нефтегазовая компания (Роснефть) осуществляет подготовительные работы к полномасштабному освоению Юрубчено-Тохомского месторождения, а также ведет пробную добычу нефти. Сырье поставляется предприятиям ЖКХ и золотодобывающим компаниям для использования в качестве топлива.

Новости