

На Могилевской ТЭЦ-3 выведена на полную проектную мощность ПГУ-18,5



In brief

PGU-18.5 combined cycle power station was commissioned on the site of Mogilevskaya TETS-3.

The project was realized by Tehnosero Group of Companies under turn-key contract. The customer of the project is Mogilevenergo RUP. General designer for the station is BelNIPENERGOPROM RUP. Correction of the project and the development of working documentation was made by BelTEI RUE. Combined cycle power station consists of two Siemens SGT-300 gas turbine plants each rated at 7.5 MW, B3.7-1.2/0.12 steam turbine plant supplied by Qingdao Jieneng Steam Turbine Group Co., Ltd. (China) rated at 3.5 MW and two 12H-05 heat-recovery steam generators manufactured by AE&E Nanjing Boiler Co., Ltd. (China). The station is equipped with EGSI-S-55/300WA booster compressor station delivered by Energas Ltd.

Д. А. Буторин – ГК «Техносерв»

Завершена модернизация Могилевской ТЭЦ-3 с возведением парогазовой установки. Проект реализован под ключ компанией «Техносерв». В эксплуатацию введен второй пусковой комплекс, что позволило вывести ПГУ на полную проектную мощность. Новый энергоблок предназначен для работы в теплофикационном режиме и интегрирован в существующую технологическую схему бывшей районной котельной.

Благодаря принятой государственной программе «Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь», взят курс на внедрение самых современных и энергоэффективных решений. Построены десятки электростанций на базе газопоршневых установок и газовых турбин различной мощности. Перевод муниципальных котельных в мини-ТЭС – один из самых эффективных путей в муниципальной энергетике, имеющей значительные объемы теплопотребления.

Проект в Могилеве реализован в рамках республиканской программы за счет кредита Международного банка реконструкции и развития. Его экономическая эффективность составит 16,5 тыс. т условного топлива в год. Современное оборудование позволит значительно снизить удельный расход топлива и, что немаловажно, снизится уровень вредных выбросов в атмосферу.

В рамках реконструкции ТЭЦ компания «Техносерв» выполнила полный комплекс работ, включая проектирование, закупку и испытания оборудования на заводе-изготовителе,

монтаж, наладку, пусковые испытания, а также обучение персонала заказчика. Заказчиком строительства выступило РУП «Могилевэнерго». Проект реконструкции разработан РУП «БелНИПИэнергопром». Корректировка архитектурной части и разработка строительной части проекта выполнены РУП «БелТЭИ».

Парогазовый энергоблок включает две газотурбинные установки SGT-300 (Siemens) мощностью по 7,5 МВт, паротурбинную установку ВЗ.7-1.2/0.12 (Qingdao Jieneng Steam Turbine Group Co., Ltd) мощностью 3,5 МВт и два котла-утилизатора 12Н-05 (AE&E Nanjing Boiler Co., Ltd.) Технические характеристики ПГУ даны в табл. Компримирование и подачу топлива в газовые турбины обеспечивает дожимная компрессорная станция в составе двух установок EGSI-S-55/300WA (поставка ООО «Энергаз»).

Ранее мощность ТЭЦ-3 составляла 210 Гкал/ч без выработки электроэнергии. В настоящее время станция способна производить на 10 % больше тепла и имеет 18,5 МВт

электрической мощности. Общий КПД парогазовой установки – 88 %. Она обеспечит электроэнергией жилые дома, промышленные предприятия и административно-бытовые здания северной части города.

Успешная реализация проекта стала возможна благодаря гармоничному сочетанию передовых на сегодняшний момент технологий в области создания современных генерирующих объектов с применением ПГУ. Большая заслуга в этом также и инженеров ГК «Техносерв», сумевших грамотно выстроить весь технологический комплекс станции, скомпоновать все многообразие оборудования, чтобы в результате получился проект с оптимальным сочетанием технологичности, качества и стоимости. Опыт компании позволяет выполнять работы под ключ – от заливки фундамента до строительства сетевой и инженерной инфраструктуры. Обеспечивается поставка оборудования, монтаж и комплексная пусконаладка, а также гарантийная и сервисная поддержка.

Особенностью проекта стала принципиальная реконструкция ТЭЦ, давшая дополнительный импульс к развитию ближайших к станции городских районов. Это первая ПГУ в Могилеве на природном газе, которая будет вырабатывать тепловую и электрическую энергию для последующей передачи в энергосистему страны с высоким КПД. На всех этапах создания объекта, от проектирования до пусконаладочных испытаний, к сотрудничеству были привлечены белорусские компании.

Параллельно со строительными работами специалисты РУП «Могилевэнерго» и филиала «Могилевские тепловые сети» приняли участие в испытаниях основного оборудования: газовой и паровой турбин.

Табл. *Технические характеристики ПГУ-18,5*

Параметры	Значение
Мощность электрическая, МВт	18,5
Мощность тепловая, МВт	23,2
Мощность электрическая ГТУ, МВт	2 x 7,5
Мощность электрическая ПТУ, МВт	3,5
КПД, %	88

Описание проекта

Газотурбинные установки поставлены в контейнерах полной заводской готовности и размещаются вне здания котельной на дымососной площадке. Контейнеры установлены на железобетонные фундаменты.

Газотурбинная установка SGT-300 состоит из трех секций, объединенных на общей раме:

- контейнер газотурбинного двигателя SGT-300. На месте установки он трубопроводом соединен с блоком отключающей арматуры топливного газа;
- блок турбогенератора с системой воздушно-го охлаждения;
- комплексное воздухоочистительное устройство (КБОУ), установленное на контейнере газотурбинного двигателя.

SGT-300 – одновальный промышленный двигатель открытого цикла, с приводом агрегата на стороне компрессора. Применение новейших технологий, конструкций и материалов позволило создать двигатель, близкий по характеристикам к авиапроизводной ГТУ, но сохранить при этом преимущества агрегата промышленного типа. В двигателе применен осевой околозвуковой 10-ступенчатый компрессор. Разъемный корпус компрессора облегчает диагностику его компонентов. Ротор

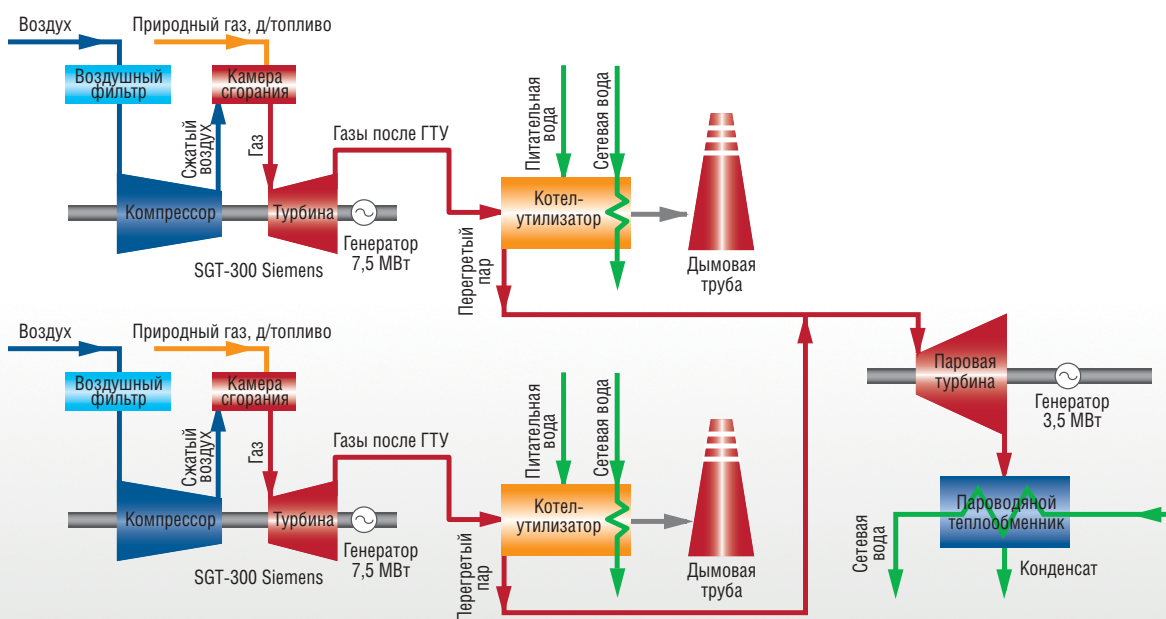


Рис. Принципиальная схема парогазовой установки

– дискового типа. Диски, имеющие хертовое соединение, стянуты центральным болтом.

Максимальный КПД компрессора и его надежную работу на различных режимах обеспечивают четыре ряда регулируемых направляющих аппаратов. На фланце кожуха воздухозаборника находится компенсатор, предназначенный для компенсации температурных расширений. Глушитель, установленный на линии забора воздуха, снижает уровень шума до 80 дБ(А). Для восстановления эффективности работы компрессора, снижающейся во время эксплуатации из-за загрязнения его проточной части, и удаления накопившихся на его элементах отложений предусмотрена система промывки.

Камера сгорания с системой сухого подавления выбросов (DLE) – осевая, трубчатого типа. КС состоит из шести жаровых труб, имеющих двустенную конструкцию. Они снабжены системой горелок для подготовки обедненной топливной смеси, что позволяет снизить температуру пламени и уровень выбросов NO_x .

Для зажигания используется пилотная горелка, расположенная во входной части жаровой трубы. Розжиг осуществляется с помощью искровых электродов. Конструкция крепления компонентов КС допускает их свободное температурное расширение. Это минимизирует температурные напряжения и увеличивает срок службы камеры сгорания.

Турбина двигателя – осевая, околосзвуковая, двухступенчатая. Первая ступень имеет конвективно-пленочное охлаждение, вторая – неохлаждаемая. Для компенсации перемещений, вызванных температурным расширением, на диффузоре выхлопных газов турбины установлен высокотемпературный компенсатор.

Все основное и вспомогательное оборудование газотурбинного агрегата размещено на единой опорной раме, в которую встроен бак сма-

зочного масла. Система смазочного масла обеспечивает маслом двигатель, редуктор и генератор. Пусковой двигатель мощностью 90 кВт соединяется с главным редуктором посредством самовыключающейся обгонной муфты.

Газотурбинный двигатель, ротор которого вращается с частотой 14010 об/мин, через понижающий редуктор соединен с синхронным четырехполюсным генератором типа «Альфа», расположенным на одной опорной раме с двигателем. Частота вращения ротора генератора – 1500 об/мин. Генератор имеет замкнутую воздушную систему охлаждения. При нормальном режиме эксплуатации уровень шума от работающего оборудования не превышает 80 дБ(А), а уровень выбросов составляет менее 50 мг/м³ для NO_x и менее 100 мг/м³ для СО (при 15 % O_2).

Испытание SGT-300 проводилось на стенде компании Siemens Energy. Inc в г. Линкольн (Великобритания). Во время испытаний произведен пуск турбины с разгоном ротора до 2700 об/мин, при этом контролировались вибрация и выбросы в атмосферу. Выполнен предварительный расчет КПД газотурбинной установки, который составил 30,97 %.

Шкаф управления газотурбинным агрегатом с операторскими средствами управления и индикаторами состояния агрегата размещается в помещении щитовой. Система управления позволяет осуществлять пуск и останов агрегата нажатием одной кнопки. Она включает в себя модуль управления топливной системой, частотой вращения газовой турбины, систему пожаротушения и газообнаружения, модуль управления промывкой компрессора (холодной/горячей).

Кроме функций управления, данная система контролирует текущее состояние агрегата: вибрацию энергоблока, температуру внутри газового тракта турбины, температуру подшипников, состояние генератора, а также обеспечивает контроль корректности функционирования элементов КИП. Вся получаемая с датчиков информация выводится на жидкокристаллический дисплей. Данные могут быть представлены в виде цифровой информации, графиков, а также в виде мнемосхем.

АСУ ТП электростанции выполнена на базе системы SIMATIC. Она реализует функции отображения информации на операторских станциях, дистанционный контроль и управление технологическими процессами, настройки компонентов системы, протоколирование и архивирование данных. Средства АСУ ТП позволяют осуществлять ручное, полуавтоматическое и автоматическое управление оборудованием электростанции и контролировать его параметры. В случае необходимости система



управления может быть модернизирована или расширена.

Котел-утилизатор 12Н-05 – паровой, водотрубный, горизонтального исполнения, оснащен вспомогательным оборудованием полной заводской готовности. Котел включает площадки и лестницы, дымовую трубу с опорными металлоконструкциями, газовый подогреватель сетевой воды, арматуру котла, газоходы, компенсаторы и др. Блочное исполнение КУ свело к минимуму объем и сроки монтажных работ. Все детали корпуса котла являются самонесущими.

Паропроизводительность КУ составляет 17,5 т/ч (при $t = +15$ °С). Давление пара – 1,4 МПа, температура – 225 °С. Оба котла-утилизатора смонтированы в существующем здании котельной, при этом здание расширено на 18 метров. Здесь же размещается все вспомогательное оборудование котлов.

Газоход между выходом котла-утилизатора и дымовой трубой выполнен из круглых труб, изготовленных из углеродистой стали. Трубы имеют соответствующие гибкие соединения, чтобы компенсировать температурные деформации. Дымовая труба представляет собой самонесущую стальную конструкцию высотой 40 метров. Станция оснащена общей для двух котлов системой мониторинга вредных выбросов – NO_x, СО, СО₂. Измерения выполняются в оперативном режиме. Все кожухи и трубопроводы энергоблока имеют теплоизоляцию, обеспечивающую соблюдение требований по нагреву поверхностей.

Пар от котлов-утилизаторов и из общестанционного коллектора пара 1,4 МПа направляется по паропроводу диаметром 250 мм в паровую турбину. На паропроводе установлена отключающая арматура и измерительная диафрагма. Теплофикационная паровая турбина (с давлениями пара на входе/выходе 1,4/0,12 МПа) расположена в существующем здании котельной. Для ее обслуживания предусмотрены металлические площадки. Отрабатывший в турбине пар по паропроводу диаметром 800 мм подается на пластинчатые подогреватели сетевой воды производства «Альфа-Лаваль». Конденсат после подогревателей отводится насосами в существующие деаэраторы питательной воды котлов ДА-100/25. Чтобы обеспечить возможность работы паровой турбины от существующих котлов ГМ-50-14, они дооборудованы пароперегревателем для получения пара температурой 250 °С.

Паровая турбина прошла испытания на заводе-изготовителе компании Qingdao Jieneng Power Engineering в г. Циндао (КНР). В ходе испытаний было проверено качество изготов-

ления сборочных единиц турбины в комплексе, правильность работы отдельных сборочных единиц и их взаимодействие в рабочем состоянии (системы регулирования, смазки, плотности и срабатывания стопорных клапанов, автоматов безопасности).

На рабочих режимах была проверена работа подшипников и уровень вибрации, системы регулирования по набору нагрузки и удержания данной нагрузки (по колебаниям частоты вращения ротора турбины), срабатывание автомата безопасности при повышении частоты вращения. Все паспортные характеристики подтверждены.

Для обеспечения ГТУ природным газом требуемых параметров проектом предусмотрен общестанционный пункт подготовки газа (ППГ). Оборудование ППГ размещается на открытой площадке. Компримирование и подачу топлива под необходимым рабочим давлением (1,9...2,6 МПа) в газовые турбины энергоблока обеспечивает дожимная компрессорная станция в составе двух установок EGSI-S-55/300WA производительностью по 3 тыс. м³/ч. Поставку и ввод в эксплуатацию ДКС выполнила российская компания «Энергаз».

При всасывании в компрессорную установку газ проходит через отсечные краны – ручной и автоматический. Входная линия укомплектована приборами КИПиА для контроля температуры и давления. Сжатие газа происходит в винтовом компрессоре, с впрыском масла в область сжатия, что обеспечивает уплотнение и смазку роторов, а также первичное охлаждение газа. Главный двигатель оснащен датчиком температуры обмотки электродвигателя.

Соединение компрессора и двигателя обеспечивается муфтой. Технологические газопроводы подводятся к площадке ГТУ по эстакаде, затем проложены по фасадам котельной и на отдельно стоящих опорах.

Заключение

В июне текущего года были проведены завершающие испытания парогазовой установки. Цель испытаний – подтверждение соответствия фактических параметров электростанции заявленным, а также гарантированным техническим характеристикам. До проведения завершающих испытаний станция некоторое время эксплуатировалась персоналом ТЭЦ под контролем специалистов компании Siemens.

Проведенные испытания полностью подтвердили все заявленные параметры ПГУ. Парогазовая установка, построенная компанией «Техносерв», позволит РУП «Могилевэнерго» повысить надежность энергоснабжения потребителей и снизить себестоимость производимой энергии. **Д**