

ПГУ на Вологодской ТЭЦ – дополнительный импульс к развитию города



In brief

Combined cycle power station on the site of Vologodskaya TETs is additional impact for the city development.

Combined cycle power station was built under turn key contract by Intertechelectro group of companies. Total electric output of the station is 110 MW. The station was developed on the base of GE PG 6111FA gas turbines plant rated at 75 MW, steam turbine with output of 35 MW supplied by Kaluga turbine plant and Austrian Energy & Environment heat recovery steam generator. The station operates on the base mode in parallel with the main power grid. Main fuel is natural gas. The station is equipped with 4GTs2-87 / 5-35KU1 booster compressor station (Kazankompressormash).

Е. Ю. Шныров – группа компаний «Интертехэлектро»

Д. А. Капралов – ООО «Турбомашины»

В Вологде введена современная парогазовая установка. Строительство ПГУ электрической мощностью 110 МВт и тепловой – 75 Гкал/ч на условиях «под ключ» выполнила группа компаний «Интертехэлектро». Расширение ТЭЦ является крупнейшим инвестиционным проектом Вологды.

Вологодская ТЭЦ обеспечивает теплом более 40 % жилого фонда центральной и южной части города. С вводом ПГУ в эксплуатацию установленная электрическая мощность ТЭЦ увеличилась в 3,2 раза – с 34 МВт до 144 МВт. Станция, построенная более 50 лет назад, вышла на новый этап своего развития. Новый энергоблок позволил снизить зависимость Вологодской области от поставок электроэнергии из других регионов, повысилась надежность тепло- и электроснабжения жилищного комплекса и промышленных предприятий, созданы условия для развития городской инфраструктуры, в том числе возведения новых жилых массивов. Кроме того, на ТЭЦ созданы новые рабочие места.

«Для нас это значимое событие – оно является важным шагом на пути повышения эффективности деятельности ТГК-2 и свидетельствует о готовности компании выполнять взятые на себя инвестиционные обязательства», – прокомментировал генеральный директор ОАО «ТГК-2» Андрей Королев. – Ввод ПГУ-110 на Вологодской ТЭЦ окажет позитив-

ное влияние на операционные показатели и финансовый результат компании».

Решение о выборе ГК «Интертехэлектро» генеральным подрядчиком строительства под ключ было принято по результатам открытого конкурса, на который было представлено пять предложений. Группа компаний «Интертехэлектро» имеет большой опыт реализации проектов в электроэнергетике на условиях «под ключ», выполняя весь комплекс работ, выступая в роли инвестора, ЕРС/ЕРСМ-контрактора, управляющей организации для энергообъектов. За годы работы на рынке энергетического инжиниринга введены в эксплуатацию энергообъекты суммарной мощностью более 3115 МВт.

В ходе реализации проекта компания выполнила весь комплекс работ по проектированию, комплектации основным и вспомогательным оборудованием и материалами, строительству, монтажу и вводу в эксплуатацию ПГУ. Рабочим проектированием станции занималось ООО «Инженерно-проектный центр Новой Генерации», которое входит в ГК «Интертех-

электро». Монтаж основного оборудования (ГТУ, ПТУ) и трубопроводов также выполнен силами собственного персонала ООО «ИТЭ-Турбомонтаж».

Применение парогазовой технологии позволило существенно повысить эффективность производства электрической и тепловой энергии. Коэффициент полезного действия ПГУ в конденсационном режиме составляет более 50 %, в комбинированном – более 80 %. Удельный расход топлива на выработку электроэнергии на станции сократился на 37 % – с 406 до 256 г/кВт·ч. Ежегодная выработка электрической энергии составит более 700 млн кВт·ч.

Основное оборудование ПГУ включает газовую турбину PG 6111FA мощностью 75 МВт компании General Electric, паровую турбину 35 МВт Калужского турбинного завода и котел-утилизатор производства Austrian Energy & Environment. ПГУ-110 работает в базовом режиме, по тепловому и электрическому графику, параллельно с энергосистемой, количество рабочих часов в год – 8424.

АСУ ТП парогазовой установки реализована на базе новейшего программно-технического комплекса SPPA T3000 производства Siemens. Автоматизированная система управления охватывает все оборудование станции и обеспечивает его взаимосвязанную работу на всех эксплуатационных режимах ТЭЦ.

Параллельная работа ПГУ с энергосистемой осуществляется на напряжении 110 кВ по схеме «блок генератор-трансформатор с генераторным выключателем» от каждого повышающего трансформатора на шины открытого распределительного устройства РП-110 кВ. Для подключения ПГУ к секциям РП-110 кВ установлено ОРУ-110 кВ.

Выдача мощности ГТУ выполнена через трансформатор фирмы АББ мощностью 105 МВА, выдача мощности ПТУ – через трансформатор ТДЦ-63000/110УХЛ1 мощностью 63 МВА. Выдача тепловой мощности от ПГУ-110 реализована в общестанционный смешивающий коллектор. Совместная работа нового блока, теплофикационного оборудования и пиковой котельной осуществляется по принятой схеме станции, обеспечивающей в смешивающем коллекторе выдачу тепла потребителям по температурному графику 150/70 °С со срезкой на 130 °С.

Тепловая нагрузка Вологодской ТЭЦ по горячей воде составляет 280 Гкал/ч. Основной потребитель горячей воды – МУП «Вологдагортеплосеть». Тепловая нагрузка по пару, потребителем которого является ОАО «Вологодский текстиль», – 34 т/ч.

Газотурбинная установка

Газовая турбина PG 6111FA создана на базе передовой технологии F-class. ГТУ отличается высокой эффективностью и надежностью, низким уровнем выбросов вредных веществ, а также низкой стоимостью обслуживания. Установка выдерживает сейсмическое воздействие до 5 баллов по шкале MSK-64.

Двигатель включает 18-ступенчатый компрессор со степенью сжатия 15,8. Отбор воздуха между ступенями используется для охлаждения и противопомпажного регулирования во время пуска. Материал лопаток имеет высокую устойчивость к коррозии и не требует дополнительного покрытия. Диски колес покрыты антикоррозийной краской. Для проведения визуальной проверки в отсеках компрессора предусмотрены смотровые лючки для бороскопирования.

Топливная система включает шесть камер сгорания. Каждая КС имеет пять топливных форсунок, установленных по окружности, и одну – по центру. При сжигании топлива применяется система сгорания типа DLN-II, обеспечивающая снижение выбросов NO_x до 15 ppm в пересчете на 15 % O₂ в выхлопных газах. Эта система включает также топливные сопла, систему воспламенения со свечами зажигания, датчики пламени и пламеперекидные патрубки.

Турбина – трехступенчатая, с воздушным охлаждением сопловых аппаратов и рабочих колес. Все турбинные лопатки изготавливаются по технологии высокоточного литья с высокими показателями устойчивости к коррозии и окислению. Ротор турбины, как и ротор компрессора, выполнен из дисков, стянутых

 **Строительство
энергоблока**





Открытое
распределительное
устройство (ОРУ-110)

болтами. Корпус турбины имеет горизонтальный разъем. Вал турбины крепится к валу компрессора болтовым соединением. В корпусе выхлопа расположен радиальный опорный подшипник.

Для очистки атмосферного воздуха, поступающего на вход газотурбинной установки, установлено комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ). Система шумоглушения КВОУ снижает уровень шума до санитарных норм. Вся система доступна для осмотра и обслуживания. Она включает погодозащитные колпаки, сетку от насекомых, фильтр предварительной очистки, коалесцирующие фильтры, высокоэффективные фильтры. КВОУ укомплектовано противообледенительной системой. Гидравлическое сопротивление КВОУ составляет 882 Па. При пуске ГТУ при температуре ниже -32°C для подогрева воздуха в КВОУ установлен воздушно-водяной теплообменник.

Система смазки энергоблока включает бак, подогреватели, насосы, фильтры, вентиляторы, маслоохладители, трубопроводы и КИП. Масло из бака емкостью 24 м^3 подается насосами для смазки газовой турбины, редуктора, генератора, а также в гидравлическую систему. Потери масла в маслосистеме ГТУ составляют около 50 л в год.

Газовая турбина укрыта звукоизолирующим кожухом, разделенным на три отсека: редуктора нагрузки, турбины и выходного диффузора. Укрытие обеспечивает противопожарную защиту, вентиляцию, обогрев для поддержания внутренней температуры на необходимом уровне с целью предотвращения конденсации во время остановки ГТУ.

Передача крутящего момента от газовой турбины к генератору осуществляется редукто-

ром. Сварная конструкция корпуса редуктора и высокий уровень жесткости обеспечивают центровку при экстремальной нагрузке и максимальную жесткость опоры подшипника.

Генератор газовой турбины производства компании ELIN — полностью закрытый, с воздушно-водяным охлаждением. Электрогенератор является трехфазной синхронной машиной. Энергоблок запускается с помощью электродвигателя мощностью 565 кВт.

Котел-утилизатор

В котле утилизируются уходящие после ГТУ газы. Котел — барабанный, двух давлений, без промперегрева, с естественной циркуляцией в испарительных контурах высокого и низкого давлений. Барабан низкого давления совмещен с деаэратором. Давление пара высокого давления на выходе из котла составляет 9,12 МПа, пара низкого давления — 0,59 МПа.

Котел был поставлен на площадку блоками заводского изготовления, что сократило сроки его монтажа. Это однокорпусный КУ, горизонтального профиля, с вертикальным расположением труб поверхностей нагрева. Конструкция котла обеспечивает условия для проведения механизированного ремонта его узлов, пусковых и эксплуатационных водно-химических промывок пароводяного тракта, а также консервации внутренних поверхностей.

Газоходы котла соединены с диффузором газовой турбины и дымовой трубой через компенсаторы. На выхлопном паропроводе, а также перед дымовой трубой установлены шумоглушители. Выходной короб дымовых газов и дымовая труба укрыты внешней изоляцией. Однокорпусная самонесущая стальная дымовая труба высотой 40 м размещена за котлом на самостоятельном фундаменте. В дымовой трубе установлены датчики для замера уровней NO_x и CO .

Котел имеет системы автоматического регулирования и контроля технологических параметров, технологические защиты и блокировки, дистанционное управление. АСУ котла интегрирована в общую систему управления ПГУ.

Паровая турбина и конденсационное устройство

Теплофикационная турбина Т-28/35-8,8/0,1 мощностью 35 МВт отличается компактностью, простотой технического обслуживания и ремонта. Паровая турбина оснащена генератором производства ООО «Электро-тяжмаш Привод» (г. Лысьва). ПТУ допускает длительную работу в регулировочном диапазоне при отклонениях частоты вращения ротора

98–101 % от номинальной и длительную работу в регулировочном диапазоне мощности 30–100 % от максимальной. Рабочий диапазон регулируемого теплофикационного отбора составляет 0,07...0,25 МПа.

Камера регулируемого отопительного отбора делит турбину на часть высокого давления (ЧВД) и часть низкого давления (ЧНД). Корпус турбины опирается двумя «лапами» выхлопной части на фундаментные плиты. «Лапы» передней части опираются на корпус переднего подшипника, стоящего на скользящих опорах, закрепленных на передней фундаментной плите. Скользящие опоры обеспечивают перемещение корпуса турбины в осевом направлении и сохранение центровки. Ротор турбины – цельнокованый, с насадными дисками ЧНД. Роторы турбины и генератора соединяются жесткой муфтой и опираются на четыре подшипника.

Паровая турбоустановка имеет систему измерений ИТ-14, которая передает данные в АСУ ТП энергоблока. Функции автоматизации, контроля и управления выполняет система SPPA-T3000, поставленная ЗАО «Интеравтоматика». Система обеспечивает защиту от превышения оборотов, технологические защиты турбины, авторегулирование технологических параметров.

Система маслоснабжения турбины осуществляет смазку и отвод тепла подшипников турбины и генератора, обеспечивает подачу масла в систему регулирования и защиты. Подача осуществляется главным масляным насосом. Рабочее колесо насоса выполнено заодно с валом турбины. Система работает на турбинном масле марки Т-22.

Конденсационное устройство предназначено для преобразования отработавшего в турбине пара, откачки конденсата и поддержания за турбиной разрежения необходимой величины. Оно включает в себя конденсатор, воздухоудаляющее устройство, насосы, эжектор циркуляционной системы и трубопроводы с необходимой арматурой. Конденсатор КП-1650-3, с площадью поверхности охлаждения 1650 м², состоит из корпуса и размещенных в нем двух трубных пучков. Он конденсирует поступающий из турбины пар, создает разрежение в ее выхлопном патрубке.

Системы охлаждения и водоподготовки

На площадке электростанции смонтирована вентиляторная секционная градирня, предназначенная для охлаждения воды. Градирня состоит из двух секций, каждая из которых оборудована вентилятором. Охлаждение происходит за счет испарения части воды на спе-

циальных оросителях, куда подается поток атмосферного воздуха.

Охлажденная вода из оросителей падает в водосборный бассейн, откуда отводится и используется для производственно-технологического процесса.

Система водоподготовки «вписана» в существующее здание химцеха. В ней применяется технология обратного осмоса. Модульное исполнение установки обеспечивает компактность и простоту монтажа.

Система газоснабжения

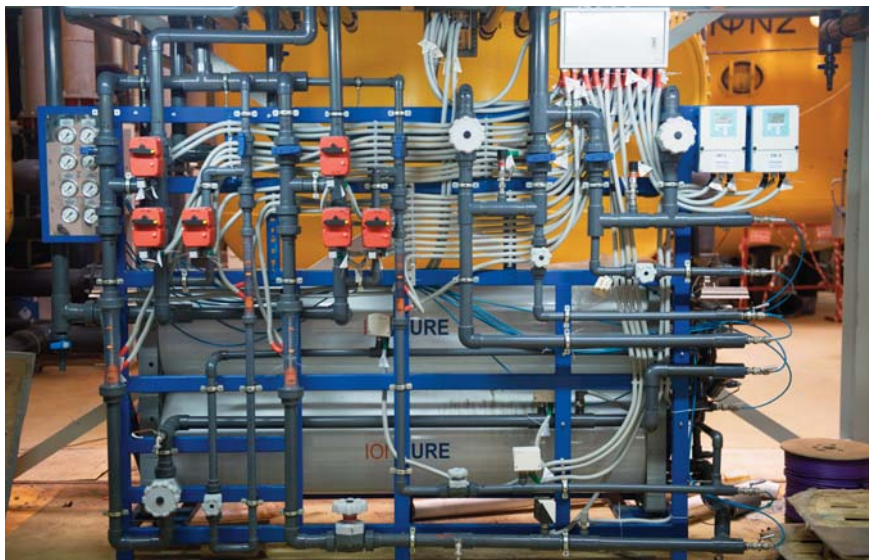
Подвод газа к ТЭЦ осуществляется по газопроводу высокого давления (0,52 МПа) от ГРС «Вологда». Далее газ поступает в пункт подготовки (ППГ). Он предназначен для защиты дожимного компрессора и газовой турбины от механических примесей и капельного газового конденсата. В ППГ предусмотрено две нитки очистки газа, каждая из которых рассчитана на 100 %-й расход газа.

Далее газ поступает на дожимную компрессорную станцию (ДКС), представляющую собой контейнерную установку с центробежным компрессором 4ГЦ2-87/5-35КУ1 производства ОАО «Казанькомпрессормаш». Модуль ДКС состоит из двух контейнеров со всеми системами жизнеобеспечения. На месте монтажа блоки объединены в укрупненный модуль под единой крышей.

Сжатый газ после ДКС проходит через внешний и внутренний газовые модули ГТУ. С помощью регулирующих клапанов газ распределяется по коллекторам, подающим топливо в систему низкоэмиссионных камер сгорания.

ДКС отличается высокой степенью эксплуатационной надежности и устойчивости – обеспечивается работа блока даже при снижении давления в подающем газопроводе до 0,3 МПа.

Один из блоков системы ХВО



➔ **Центральный
щит управления**



Технологическая схема станции

Тепловая схема ПГУ выполнена по принципу моноблока – газовая турбина, котел-утилизатор, паровая турбина. Атмосферный воздух, пройдя КВОУ, поступает в компрессор газотурбинной установки, сжимается до требуемых параметров, а затем направляется в камеру сгорания, образуя с поступающим в КС топливом воздушно-топливную смесь. Продукты сгорания топливной смеси из КС попадают в газовую турбину и, расширяясь, производят механическую работу, используемую для привода компрессора и электрогенератора.

Отработавшие в турбине газы высокой температуры поступают в паровой котел-утилизатор, где генерируется пар высокого и низкого давления. Выработанный в котле пар высокого давления направляется в ЧВД турбины, пар низкого давления – в ЧВД цилиндра турбины за соответствующей ступенью. В конденсаторе отработанный пар конденсируется за счет отбора тепла циркуляционной водой.

Подпитка цикла в конденсатор осуществляется из бака запаса конденсата объемом 630 м³, размещенного вне главного корпуса.

Пар низкого давления генерируется в испарителе низкого давления с естественной циркуляцией.

Тепловая мощность от энергоблока поступает в общестанционный смешивающий коллектор Вологодской ТЭЦ. Часть сетевой воды расходом 1550 м³/ч из станционного коллектора обратной сетевой воды направляется в теплофикационную установку блока ПГУ-110 МВт, где обеспечивается ее подогрев.

Компоновка станции

Главный корпус станции – двухпролетное здание, состоящее из двух отделений: турбинного (36х60 м) и котельного (36х42 м).

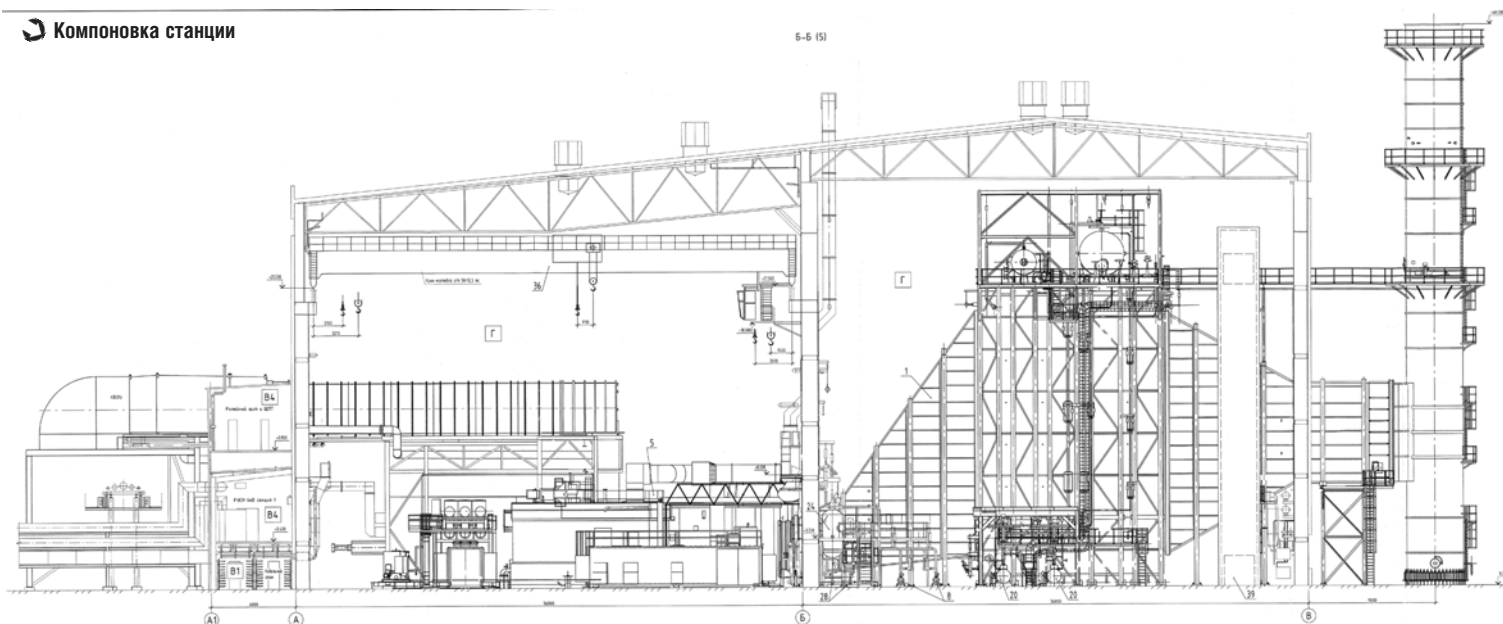
В отделении размещаются газотурбинная и паротурбинная установки. Расположение газовой и паровой турбин – поперечное. В отсеке газовой турбины установлено вспомогательное оборудование, в том числе механическое и электрическое, для запуска, эксплуатации и отключения турбин.

Большая часть вспомогательного оборудования ГТУ смонтирована на самостоятельных рамах – в контейнерах, расположение таких модулей стандартное. КВОУ смонтировано на специальных металлических конструкциях. Воздухозаборный короб проходит над пристройкой к главному корпусу, далее в помещение турбинного отделения – к всасывающему патрубку компрессора ГТУ. Всю весовую нагрузку воспринимает металлический каркас КВОУ. Для обслуживания основного оборудования турбинного отделения смонтирован мостовой электрический кран грузоподъемностью 50/12,5 тонн.

В пристройке к турбинному отделению главного корпуса размещаются электротехниче-

➔ **Компоновка станции**

5-5 (5)



ские устройства (СН 6,0 и 0,4 кВ, ТСН, ЩПТ с АБ, шкафы РЗА). В котельном отделении главного корпуса расположен паровой котел-утилизатор. Ось котла совпадает с осью газовой турбины.

К котельному отделению пристроено трехэтажное здание вспомогательных помещений, где размещаются БЩУ, серверная, кабельный этаж, помещения шкафов ПТК и НКУ, газоанализаторов, экспресс-лаборатория, комнаты дежурного персонала, оборудование систем вентиляции и кондиционирования.

С северо-восточной стороны главного корпуса ПГУ расположена площадка трансформаторов, электротехнические сооружения на 110 кВ с выходом кабеля 110 кВ связи на РП-110 кВ, циркуляционная насосная станция, вентиляторная градирня. Таким образом, все элементы парогазовой установки максимально компактно расположены на площадке станции.

Заключение

Генеральный подрядчик проекта – группа компаний «Интертехэлектро», выполнив все строительные, монтажные и пусконаладочные работы, перед вводом в эксплуатацию парогазовой установки успешно провела комплексное опробование оборудования. Энергоблок отработал 72 часа при номинальной нагрузке с выдачей электроэнергии в сеть, а также прошел аттестацию мощности. Станция введена в эксплуатацию в базовом режиме. ПГУ характеризуется высокой производственной эффективностью и полностью отвечает требованиям экологической безопасности.

Общая численность персонала станции составляет 35 человек: 29 из них эксплуатирующий персонал и 6 человек – ремонтники. Все специалисты прошли обучение на действующих станциях.

ПГУ-110 на Вологодской ТЭЦ построена в рамках инвестиционной программы ТГК-2 согласно обязательствам по договору о предоставлении мощности. В сооружение установки инвестировано более 5,6 млрд рублей. Расширение ТЭЦ является крупнейшим инвестиционным проектом для Вологды и очередным шагом в рамках инвестпрограммы ТГК-2. Ежегодная выручка ОАО «ТГК-2» по ДПМ инвестиционного проекта в Вологде составит около 1 млрд рублей, а дополнительная прибыль компании оценивается в 700 млн р./год. При этом увеличатся поступления в бюджеты всех уровней.