

# Новейшая отечественная ГТУ введена на Пермской ТЭЦ-13

**Д. Д. Сулимов – ОАО «Авиадвигатель»**

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

В марте текущего года началась промышленная эксплуатация газотурбинной электростанции ГТЭС-16ПА в составе Пермской ТЭЦ-13 дивизиона КЭС-Холдинга «Генерация Урала». Модернизация ТЭЦ проведена в рамках инвестпроекта «Гранат», входящего в инвестиционную программу ЗАО КЭС «Диадема».

## IN BRIEF

**Up-to-date gas turbine power plant was put into operation on the site of Permskaya TETs-13.**

Commercial operation of GTES-16PA as a part of Permskaya TETs-13 thermal power plant was started in March of 2010.

The owner of the plant is KES-Holding. The updating of the station was carried out under Granat investment project.

GTES-16PA - is the first functioning gas turbine power plant in this power range manufactured by Aviadvigatel JSC. It was developed on the base of advanced technologies and wide experience of creation and operation of industrial gas turbines.

GTES-16PA was designed around PS-90EU-16A gas turbine engine developed in cooperation with Pratt & Whitney.

The main design distinction of PS-90EU-16A gas turbine from former industrial turbines is four-stage power turbine with nominal speed of 3000 rpm.

Such design gives the opportunity not to use reduction gear, reduce operating costs of the customer and increase reliability of the plant.

**В**веденная в эксплуатацию 50 лет назад ТЭЦ-13 должна была обеспечивать электроэнергией предприятие «Камкабель» и близлежащий жилой поселок. Со временем количество потребителей станции существенно увеличилось.

В настоящее время от бесперебойной работы ТЭЦ зависит не только электроснабжение крупнейшего в России производителя кабельно-проводниковой продукции, но и подача тепла расположенному рядом жилому микрорайону Гайва г. Перми.

В связи с этим руководство КЭС-Холдинга «Генерация Урала» приняло решение о реконструкции ТЭЦ путем создания современной ГТУ-ТЭС на базе ГТЭС-16ПА мощностью 16,3 МВт. Применение современного оборудования позволило увеличить электрическую мощность станции почти в два раза и расширить возможности гарантированного энергообеспечения потребителей. Генеральным проектировщиком станции выступил институт «УралВНИПИЭнергопром».

## Особенности конструкции ГТЭС

ГТЭС-16ПА – это первая действующая электростанция разработки ОАО «Авиадвигатель» в данном диапазоне мощности (табл. 1). При ее проектировании были реализованы передовые технологии и учтен богатый опыт, накопленный при создании и эксплуатации газовых турбин промышленного назначения. В конструкции ГТЭС использована газотурбинная установка с двигателем ПС-90ЭУ-16А, в разработке которого принимала участие фирма Pratt & Whitney.

Главным конструктивным отличием ПС-90ЭУ-16А от созданных ранее двигателей промышленного назначения является четырехступенчатая силовая турбина с номинальной частотой вращения 3000 об/мин. Такое решение позволяет отказаться от использования

дорогостоящего редуктора, снизить эксплуатационные затраты заказчика и повысить надежность ГТУ в целом.

В состав ГТЭС входят следующие блоки:

- блок двигателя;
- блок выходного устройства;
- блок генератора;
- блоки маслообеспечения двигателя и генератора;
- блок вентиляции генератора;
- воздухоочистительное устройство (ВОУ);
- блок управления;
- электротехнический блок.

Блок двигателя состоит из входной камеры, отсека двигателя и предназначен для размещения элементов газотурбинной установки. В отсеке двигателя размещаются газотурбинная установка; оборудование системы обогрева отсеков ГТЭС; системы освещения, контроля загазованности; автоматическая система пожаротушения, а также трубопроводные коммуникации.

Выходной вал турбины является приводом синхронного турбогенератора Т-16-2РУХЛЗ производства ООО «Электротяжмаш-Привод». Выработка тепловой энергии осуществляется за счет использования тепла выхлопных газов в водогрейном котле-утилизаторе. Коэффициент использования теплоты сгорания топлива составляет 84,7 %.

Котел-утилизатор КУВ К-20-150Н изготовлен предприятием «Энергомашстрой» (г. Белгород). Дожимная компрессорная станция поставлена компанией «Казанькомпрессормаш».

ГТЭС-16ПА имеет традиционную для ОАО «Авиадвигатель» блочную конструкцию. Оборудование и системы станции размещены в отдельных контейнерах в соответствии с функциональным назначением. Такой подход позволяет существенно уменьшить время и затраты на транспортировку, сборку, монтаж и ввод оборудования в эксплуатацию. Блоки электростанции смонтированы на открытой

площадке на подготовленном фундаменте – железобетонных монолитных ростверках на сборных сваях.

### Технические решения ГТУ-ТЭС

Станция объединяет газотурбинную установку ГТЭС-16ПА с котлом-утилизатором, а также блоки с электротехническим оборудованием, средствами АСУ ТП, КИП и А. Основное оборудование размещается в центре промплощадки, вблизи существующего главного корпуса. Неподалеку расположен пункт подготовки газа (ППГ) с дожимной компрессорной установкой.

Работа энергоустановки реализуется по следующей схеме. Атмосферный воздух для ГТУ поступает через шумоглушитель в воздухозаборное устройство. Пройдя через трехступенчатый блок воздухоочистки, цикловой воздух полностью соответствует предъявляемым к нему требованиям.

Далее воздух через входную камеру блока двигателя поступает на вход компрессора, где сжимается до требуемых параметров и направляется в трубчато-кольцевую камеру сгорания. Туда же поступает топливо. Продукты сгорания из КС направляются в турбину, где, расширяясь, производят механическую работу, используемую для привода компрессора и электрического генератора. Отработавшие газы поступают через газоотвод в котел-утилизатор.

Охлаждение ГТД осуществляется системой приточно-вытяжной вентиляции, охлаждение масла привода и генератора – в агрегатах воздушного охлаждения (АВОМ). Поскольку охлаждение оборудования ГТЭС-16ПА и газодожимного компрессора – воздушное, без использования воды, сохранена существующая обратная система технического водоснабжения, без реконструкции.

Табл. 1. Основные характеристики ГТЭС-16ПА

Электрическая мощность, МВт	16,3
КПД на клеммах генератора, %	35,0
Температура газов за силовой турбиной, °С	489
Расход газов за силовой турбиной, кг/с	55,7
Потенциальная тепловая мощность (при утилизации тепловых газов до 110 °С), МВт	20,2
Диапазон температуры атмосферного воздуха, °С	-60 ... +45

Ресурс газотурбинного привода до первого капитального ремонта не менее 25 000 ч, общетехнический – 100 000 ч.

Мероприятия по звукоизоляции обеспечивают уровень шума в соответствии с действующими санитарными нормами.

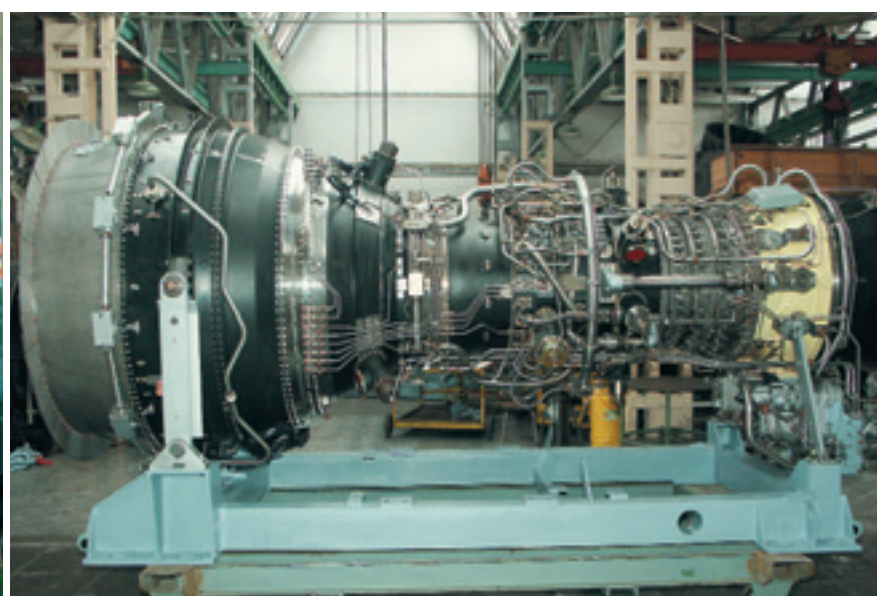
Котел-утилизатор К-20-150Н, примененный в составе ГТУ-ТЭС, – водотрубный, противоточный, горизонтальный. Основные характеристики КУ представлены в табл. 2. Блок котла имеет каркас с газоплотной обшивкой. Между котлом и дымовой трубой расположен шумоглушитель, предназначенный для снижения уровня шума.

Продукты сгорания из газотурбинной установки попадают в горячий газовый короб, затем в блок котла, омывают пакет змеевиков и выходят из котла через холодный газовый короб, шумоглушитель и дымовую трубу. Подогреваемая вода подается во входной коллектор блока котла, проходит по змеевикам и направляется в выходной коллектор блока, из которого отводится по трубопроводу и подается потребителю.

Подача сетевой воды в котел-утилизатор производится от существующих сетевых насосов. Для поддержания требуемых параметров теплосети на них установлен частотный преобразователь (на всю группу насосов).

Электростанция ГТЭС-16ПА блочного исполнения

Газотурбинный двигатель ПС-90ЗУ-16А в сборочном цехе ОАО «Авиадвигатель»





**Блочная компоновка электростанции позволила значительно сократить время строительно-монтажных и пусконаладочных работ**

Необходимая температура сетевой воды на входе в котел-утилизатор обеспечивается за счет применения двух рециркуляционных насосов НКУ-90М (с одним частотным преобразователем на оба насоса).

Для поддержания необходимой температуры прямой сетевой воды к ней подмешивается после котла-утилизатора обратная сетевая вода, подаваемая по трубопроводу с узлом регулирования.

На максимальном зимнем режиме тепловые нагрузки обеспечиваются за счет котла-утилизатора, существующих паровых и водогрейных котлов; при средних значениях зимних температур – за счет котла-утилизатора, частичной загрузки паровых и водогрейных котлов.

В летнем режиме работы станции тепловые нагрузки потребителей покрываются за счет загрузки КУ и двух паровых котлов.

В аварийном режиме покрытие тепловых нагрузок обеспечивается за счет полной загрузки котлов-утилизаторов, остающихся в работе паровых котлов ТЭЦ, и частичной загрузки водогрейных котлов.

### Компоновочные решения ГТЭС

Базовой сборочной единицей электростанции является блок двигателя, состоящий из входной камеры (с металлической защитной сеткой входного устройства) и отсека двигате-

ля. В отсеке размещаются входное устройство, закрепленный на силовой раме газотурбинный двигатель ПС-90ЭУ-16А, выходное устройство с компенсатором, трансмиссия «двигатель-генератор».

К блоку двигателя присоединено комплексное воздухоочистительное устройство, система вентиляции, КУ и дымовая труба.

Непосредственно к задней стенке блока двигателя примыкает блок генератора, на крыше которого установлен блок охлаждения. Слева от блоков двигателя и генератора размещаются система маслообеспечения генератора, АВОМ, блок АСУ ТП; справа – блоки электротехнических устройств и маслообеспечения двигателя.

На ТЭЦ дополнительно построен корпус электротехнических устройств и средств АСУ ТП (двухэтажное здание 8,5х12 м), а также помещения для датчиков КИП и блока газового оборудования.

Кроме основного оборудования, в главном корпусе на месте существующих летних сетевых насосов установлены рециркуляционные насосы НКУ-90М.

### Газоснабжение

Топливом для ГТЭС-16ПА является природный газ. Расход газа на номинальном режиме в ГТУ – 4826 м<sup>3</sup>/ч, давление – 2,8...3,2 МПа. Природный газ подается на ТЭЦ-13 по газопроводу с давлением 1,2 МПа. Перед подачей в двигатель газ проходит через ППГ, где осуществляются его очистка, учет расхода и компримирование.

Блочный дожимной компрессор ТАКАТ 9/13-33,5 обеспечивает необходимую производительность и требуемое давление – до 3,35 МПа. Дожимная установка, состоящая из блока компрессора, конечного охладителя, воздушного охладителя масла, размещается на общей фундаментной плите. ДКС оборудована системой автоматизации с дистанционным управлением, не требующей постоянного присутствия обслуживающего персонала.

**Газоснабжение электростанции обеспечивает ДКС ТАКАТ 9/13-33,5**



Табл. 2. Характеристики котла-утилизатора К-20-150Н

Теплопроизводительность, МВт	23,72
Расход воды через котел, т/ч	250,5
Давление сетевой воды на входе, МПа	2,4
Давление сетевой воды на выходе, МПа	2,3
Температура воды на входе, °С	70
Температура воды на выходе, °С	150
Гидравлическое сопротивление котла, МПа, не более	0,05
Температура газов перед котлом, °С	496
Температура газов за котлом, °С	97

ОАО «Авиадвигатель», ведущее конструкторское бюро по разработке газотурбинных двигателей авиационного и промышленного назначения, входит в состав Объединенной двигателестроительной корпорации – 100%-й специализированной дочерней компании ОПК «Оборонпром» по управлению двигателестроительными активами.

ОАО «ОПК «Оборонпром» – многопрофильная машиностроительная группа компаний, созданная в 2002 году, – входит в состав ГК «Российские технологии». Основные направления деятельности: вертолетостроение, двигателестроение и др. Прибыль предприятий корпорации в 2009 году превысила 130 млрд рублей.



## Электрическая схема ГТУ-ТЭС

В составе ГТЭС-16ПА используется турбогенератор Т-16-2Р УХЛЗ.1 с воздушным охлаждением, напряжением 6,3 кВ. Возбуждение генератора осуществляется от бесщеточной диодной системы с цифровым управлением. Для подключения генератора установлено распределительное устройство 6,3 кВ. Выдача мощности в систему осуществляется через повышающий трансформатор ТРДН-25000/110-У1 напряжением 110/6,3 кВ на шины ОРУ-110 кВ.

Все электротехническое оборудование установлено на первом этаже здания электротехнических устройств и средств АСУ ТП. Силовой трансформатор, выключатель ВЭБ-11011-40-2500, разъединители РГНП-16-110/2000 располагаются на территории ячейки №13 ОРУ-110 кВ.

## Система управления электростанции

АСУ ТП станции построена на базе микропроцессорной техники. В качестве программно-технических средств используется система Simatic PCS7 производства Siemens. АСУ ТП обеспечивает централизованное управление всем оборудованием ГТЭС из помещения главного щита ТЭЦ. Система управления имеет трехуровневую иерархическую структуру:

- нижний (полевой) уровень – датчики технологических параметров, электроприводы исполнительных механизмов, кабели;
- средний (контроллерный) уровень;
- верхний (операторский) уровень, состоящий из отдельных автоматизированных рабочих мест обслуживающего персонала.

Верхний уровень строится на базе станций управления с системой WinCC. Предусмотренные средства аварийного управления обеспечивают экстренный останов основного оборудования путем прямого воздействия на исполнительные механизмы, минуя ПТК.

Средний уровень реализован на базе программируемого логического контроллера Simatic S7-400, станций ввода-вывода ET 200M

и агрегатных САУ электростанции и дожимного компрессора. Локальная САУ станции связана с системой Simatic PCS7 по шине Ethernet; САУ компрессора – с системой PCS7 по протоколу Modbus. Принципиальные электрические схемы выполнены для реализации на НКУ с элементной базой Siemens.

В здании электротехнических устройств в помещении средств АСУ размещаются шкаф контроллера ПТК ГТЭС с операторской панелью, шкафы САУ дожимного компрессора, АРМ оператора ГТЭС.

## Итоги и перспективы

Благодаря реконструкции установленная электрическая мощность ТЭЦ-13 увеличилась почти вдвое – с 18 до 34 МВт. Тепловая мощность оборудования – 22,3 МВт. Параметры установки позволяют эксплуатировать ее до 8 000 часов в год и обеспечить покрытие базовых (летних) тепловых нагрузок по горячему водоснабжению с максимально возможной выработкой электроэнергии. Эффективность использования тепла топлива ГТУ-ТЭС составляет 84,7 %.

ГТЭС-16ПА, предназначенная для выработки переменного тока при автономной или параллельной работе с другими станциями, может использоваться в качестве основного или резервного источника электроэнергии и для покрытия пиковых нагрузок. Это повышает энергобезопасность объектов, позволяя при аварийном отключении потребителей от сети автоматически переходить на локальную нагрузку. ГТЭС входит в состав теплоэлектростанции и подключается к общей энергосистеме большой мощности.

Инвестиционная привлекательность создания ГТУ-ТЭС на базе ГТЭС-16ПА обусловлена преимуществами новой установки ОАО «Авиадвигатель». В 2009 г. в Перми изготовлен и поставлен заказчику аналогичный энергоблок, который начнет эксплуатироваться в текущем году в составе ГТУ-ТЭС в г. Сибее – промышленном центре и основном транспортном узле зауральского региона Башкортостана. **TD**

**Сборка газотурбинного двигателя ПС-90ЗУ-16А для электростанции в г. Сибее**