



Электростанция собственных нужд для Перегребненской КС

**С. К. Панчева, И. А. Латынин – ЗАО «Искра-Авигаз»
И. И. Аршакян – ООО «Газпромтрансгаз Югорск»**

В соответствии с требованиями надежности энергообеспечения компрессорных станций ОАО «Газпром», каждая КС должна иметь два независимых источника электропитания. В статье представлен проект электропитания КС «Пере́гребненская» с использованием ГТЭС, созданной на базе энергоблоков Урал-2500 и работающей в параллель с энергосистемой.

Реализация проекта

Линейная компрессорная станция «Пере́гребненская» (ООО «Тюментрансгаз», в настоящее время ООО «Газпромтрансгаз Югорск») входит в состав магистрального газопровода СРТО-Торжок и предназначена для компримирования природного газа. На КС введены в эксплуатацию три газоперекачивающих агрегата ГПА-16 «Волга» производства ОАО «КМПО».

Для повышения надежности энергоснабжения КС было принято решение о применении многоагрегатной электростанции собственных

нужд (ЭСН) с энергоблоками Урал-2500 (три работающих и один резервный) в качестве дополнительного источника электроснабжения – параллельно с энергосистемой. Такая схема эксплуатации агрегатов позволяет своевременно выводить их на регламентное обслуживание и производить ремонт. ГТЭС введена в эксплуатацию в феврале текущего года. Энергоблоки подключаются к существующему ЗРУ-6 кВ.

В состав системы гарантийного электроснабжения КС входит ДЭС Звезда-650НК-02М3-0 мощностью 630 кВт производства ОАО «Звезда-Энергетика».

Заказчик ЭСН – ЗАО «Ямалгазинвест», проект выполнен институтом «ЮжНИИгипрогаз».

Электростанция создана на базе 4 газотурбинных агрегатов Урал-2500 блочного типа, с шумоглушением на линии всасывания и выхлопа. Урал-2500 был разработан в 1998 году по заказу ООО «Тюментрансгаз» в тесном сотрудничестве со специалистами Газпрома. Разработка осуществлялась в соответствии с программой «Урал-Газпром». В настоящее время у заказчи-

ков эксплуатируются, а также находятся в стадии монтажа и пусконаладочных работ более 30 агрегатов Урал-2500.

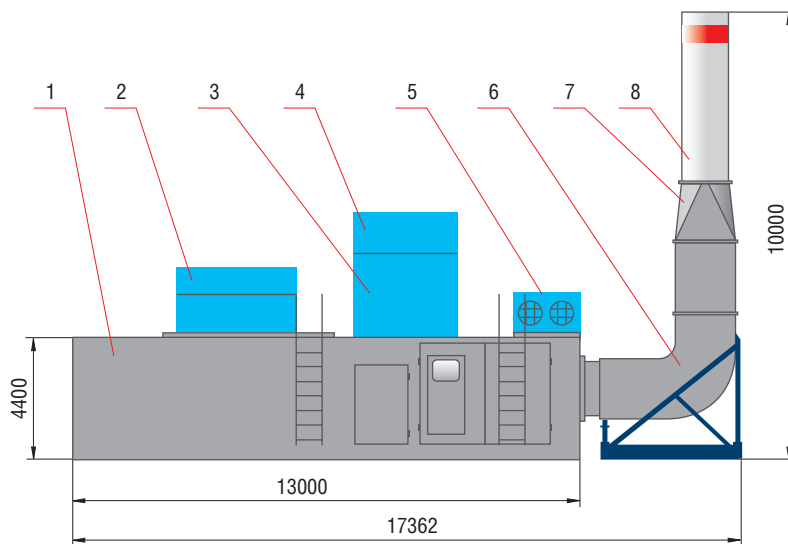
Компанией «Искра-Авигаз» организовано серийное производство основных узлов электростанции на предприятиях г. Перми. ГТУ изготавливается Пермским моторным заводом, а элементы пэкиджа (турбоблок, блоки воздухоочистки и вентиляции, системы всасывания и выхлопа с шумоглушением) – заводом «Машиностроитель». ОАО «Протон-ПМ» выполняет полную сборку ГТЭС и проводит контрольные (заводские) испытания перед отгрузкой на объекты заказчика. Поставку, монтаж, ПНР и сдачу станции в эксплуатацию осуществляет ЗАО «Искра-Авигаз».

ГТЭС работает в условиях сурового северного климата, характеризующегося большой разницей летних и зимних температур (зимние минимумы -55°C , летние максимумы $+40^{\circ}\text{C}$). К оборудованию, эксплуатирующемуся в таких сложных климатических условиях, предъявляются повышенные требования надежности.

В основу создания ГТЭС положен модульный принцип построения. Станция состоит из максимально унифицированных отсеков и модулей, что позволяет в сжатые сроки создавать новые модификации агрегатов, а также совершенствовать и модернизировать устаревшие объекты с минимальными затратами.

Модульное исполнение обеспечивает высокий уровень заводской готовности ГТЭС. Электростанция монтируется с применением универсальных грузоподъемных и монтажных средств. Размеры блоков не превышают транспортные железнодорожные габариты. Оборудование было доставлено с завода железнодорожным транспортом до места назначения. Далее по зимнику – на компрессорную станцию. Строительные работы были выполнены силами специализированного подразделения Тюментрансага, монтаж, шефмонтаж и пусконаладочные работы осуществили специалисты ЗАО «Искра-Авигаз». После окончания пусконаладочных работ предприятием «Авиадвигатель» были проведены индивидуальные и комплексные испытания ГТЭС Урал-2500.

В процессе испытаний выполнена проверка каждого из четырех энергоблоков и всей электростанции в целом на функционирование, работоспособность и управляемость, точность и устойчивость поддержания заданных параметров на всех, предусмотренных ТУ режимах работы. Оценена логика работы САУ, защиты и блокировки систем энергоблока. Выполнена проверка надежности работы энергоблоков при максимально возможной нагрузке – непрерывно в течение 72 часов.



- 1 – турбоблок; 2 – блок вентиляции;
3 – блок воздухоочистки; 4 – шумоглушитель на входе;
5 – блок маслоохладителей; 6 – отвод выхлопной;
7 – шумоглушитель выхлопа; 8 – труба выхлопная

Рис. 1.
Схема ГТЭС
Урал-2500

При комплексном опробовании проверена параллельная работа энергоблоков между собой и с сетью «Росэнерго» в диапазоне изменения нагрузки от минимальной до максимально возможной. Оценено качество вырабатываемой электроэнергии по напряжению и частоте.

Турбоблок

Основой ГТЭС является турбоблок, в котором размещены газотурбинная установка ГТУ-2,5П, генератор СГСБ-14-100-6У2 и основное оборудование систем ГТЭС.

В качестве привода генератора используется газотурбинная установка ГТУ-2,5П (фото 1) на базе двигателя Д-30ЭУ-1А, работающего на природном газе. Д-30ЭУ-1А и его модификации являются конвертированным вариантом высоконадежного авиационного двигателя Д-30 III серии, устанавливаемого на самолете ТУ-134.

Установка выполнена по традиционной схеме: используется газогенератор базового двигателя и турбина низкого давления в качестве



Фото 1.
Монтаж
газотурбинной
установки ГТУ-2,5П

ве силовой турбины, с выводом приводного вала в сторону компрессора. Номинальная мощность на клеммах генератора ГТЭС составляет 2,5 МВт. Частота вращения силовой турбины и ротора вала генератора – 1000 и 5500 об/мин соответственно. Расход газа за силовой турбиной составляет 25,3 кг/с, температура – 440 °С. Давление топливного газа 1,0...1,2 МПа (изб.).

Камера сгорания – трубчато-кольцевая, состоит из 12 жаровых труб. Система воспламенения – конденсаторная.

Масса двигателя в состоянии поставки на раме с обвязкой – 3600 кг, габариты – 3107x1642x2015 мм. Время выхода на режим холостого хода составляет 2,5 мин, на номинальный режим – 5 мин. Назначенный ресурс ГТУ составляет 100 тыс. часов, межремонтный – 25 тыс. часов, с продлением по техническому состоянию до 35 тыс. часов.

В состав ГТУ-2,5П входит редуктор Р-25 – двухступенчатый, трехпоточный, с шевронным зацеплением зубчатых колес. Передаточное отношение – 5,51. Редуктор осуществляет механическую связь между двигателем и турбогенератором и снижает частоту вращения ротора силовой турбины двигателя до номинальной частоты генератора – 1000 об/мин.

Запуск двигателя производится от расширительной турбины (турбодетандера), работающей на природном газе.

Для выработки электроэнергии применяются синхронные турбогенераторы СГСБ-14-100-6У2 трехфазного тока (производства ЗКЭМ, г. Н. Каховка, Украина) с бесщеточной системой возбуждения, с воздушным охлаждением обмоток по разомкнутому циклу. Смазка подшипников – картерного типа, применяемое масло включает 75 % трансформаторного масла (ГОСТ 982-80) и 25 % МС-20 (ГОСТ 21743-76).

Контейнер турбоблока – силовой, его каркас выполнен из швеллера, на который приварена перфорированная внутренняя и наружная гладкая оболочка. Пространство между ними заполнено теплозвукоизолирующим материалом. Вся конструкция размещена на несущей раме.

В турбоблоке применяется вентиляция вытяжного типа. Вытяжка воздуха осуществляется вытяжным вентилятором через систему охлаждения двигателя. Вход охлаждающего воздуха – через блок вентиляции, установленный на крыше турбоблока. Система вентиляции включается при запуске двигателя и обеспечивает отвод охлаждающего воздуха из турбоблока для поддержания нормального температурного режима. Работа вентиляции обеспечивается в автоматическом и ручном режиме.

Турбоблок состоит из двух частей (отсеков) – двигателя и агрегатной САУ.

САУ блока управления выполняет следующие функции:

- пуск, останов, защиту и управление ГТУ;
- управление и контроль вспомогательного технологического оборудования электроагрегата (вентиляция, отопление, регулирование температуры масла и т.д.);
- синхронизацию генератора электроагрегата с сетью;
- управление активной и реактивной мощностью генератора;
- управление кранами газовой обвязки;
- взаимодействие с другими системами электроагрегата (пожарная и силовая автоматика, система контроля содержания метана в отсеках и др.);
- взаимодействие с АСУ ТП верхнего уровня.

Система силовой автоматики обеспечивает подачу электропитания на исполнительные электроприводы технологического оборудования ГТЭС и другое электрооборудование.

Агрегатная часть пожарной автоматики включает пульт управления (пожарные контроллеры). Контроллеры выполняют функции управления системой противопожарной защиты и приемного устройства пожарной сигнализации.

Воздухоочистительное устройство (ВОУ) осуществляет очистку циклового воздуха газотурбинной установки от капельной влаги, снега, пылевых частиц, вызывающих эрозионный износ лопаточного аппарата компрессора.

ВОУ обеспечивает заданные технические характеристики при эксплуатации в зонах с относительной влажностью до 100 %, максимальной кратковременной запыленностью атмосферного воздуха не более 200 мг/м³ и среднегодовой концентрацией пылевых частиц в атмосфере не более 3 мг/м³.

Таблица. Технические характеристики ГТЭС Урал-2500

Параметры	Значение
Мощность номинальная, кВт	2500
Напряжение номинальное, В	6300
Номинальный коэффициент мощности	0,8
Эффективный КПД %	21,3
Коэффициент использования тепла топлива, %	78,04
Топливо	Природный газ по ГОСТ 5542
Давление топливного газа на входе в ГТЭС (изб.), МПа	1,0...1,2
Давление пускового газа на входе в ГТЭС (изб.), МПа	0,4...0,5
Удельный расход топливного газа, кг/кВт·ч	0,355
Уровень шума, дБ	80
Эмиссия CO / NO _x мг/нм ³	50 / 50

Система охлаждения турбоблока служит для охлаждения турбогенератора и двигателя в процессе работы, отвода тепла в атмосферу с целью обеспечения требуемой температуры воздуха в контейнере.

Газовая система обеспечивает подвод топливного и пускового газа к ГТУ, очистку его от твердых частиц и продуктов коррозии, образующихся в процессе эксплуатации в трубопроводах, подводящих газ от источника к газовой системе. К системе подачи подводится газ, предварительно подготовленный общестанционными системами, редуцированный, очищенный от твердых частиц (размером более 100 мкм) и жидких фракций, подогретый до определенной температуры.

В маслоблоке размещаются системы маслообеспечения двигателя, редуктора и турбогенератора. В качестве основного масла в турбоблоке используется масло МС-8П, дублирующего – МС-8ГП. Емкости маслобаков обеспечивают работу ГТУ без дозаправки продолжительностью не менее 250 часов.

Система контроля загазованности, установленная в турбоблоке, контролирует загазованность модулей газовой системы и отсеков ГТУ. При концентрации метана 0,5 % выдается сигнал предупреждения на щит оператора, и включаются вентиляторы в отсеках ГТУ. При концентрации 1 % на пульт выдается аварийный сигнал, и происходит аварийный останов ГТЭС.

Для обнаружения пожара, сигнализации и оповещения, локального и объемного тушения в отсеках газотурбинной электростанции установлена система пожаротушения.

Технические характеристики ГТЭС Урал-2500 приведены в *таблице*.

Инженерные особенности проекта

Энергоблоки размещаются и эксплуатируются на открытой площадке (*фото 2*). Фундаменты – монолитные, железобетонные, на которые опирается несущий контейнер турбоблока и выхлопная труба.

Рабочим телом системы запуска двигателя служит природный газ. По трубопроводу диаметром 80 мм под давлением 3,5...7,36 МПа газ подается к блоку подготовки пускового и топливного газа (БПТГ), установленному на площадке электростанции.

Для редуцирования газа до необходимого давления, подогрева до требуемой температуры и замера расхода применяется блочно-комплектный пункт типа БПТГ поставки ЗАО «Уромгаз» (г. Екатеринбург).

Каждая ГТЭС имеет отдельные автономные циркуляционные системы смазки и суфлирова-



ния для двигателя и редуктора. В систему маслообеспечения электростанции входят агрегатные системы маслообеспечения двигателя и редуктора и станционное маслохозяйство, включающее систему приема, хранения масла, его очистки, приготовления смесей и подачи их в маслобаки агрегатов.

На ГТЭС применяется станция наружного пожаротушения. С этой целью установлен кольцевой противопожарный водопровод высокого давления диаметром 100 мм, проложенный на эстакаде с теплосетью в общей тепловой изоляции.

На кольцевой сети установлены сертифицированные пожарные гидранты типа Дорошевского на расстоянии 100...150 м.

Турбоагрегаты подключаются к существующему технологическому ЗРУ-6 кВ. Подвод электроэнергии от ЗРУ к трансформаторным подстанциям КС осуществляется по кабельным ЛЭП-6 кВ, проложенным по эстакадам.

Система управления электростанцией

САУ энергоблоков – совместная разработка ОАО «Авиадвигатель» и НПФ «Система-Сервис» (С.-Петербург),

Система управления, предназначенная для автоматизированного контроля, регулирования и управления работой энергетическими объектами КС, создана на основе высоконадежной микропроцессорной элементной базы. Она обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования за счет автоматического обнаружения неисправностей, их локализации и предотвращения

Фото 2.
Внешний вид
электростанции

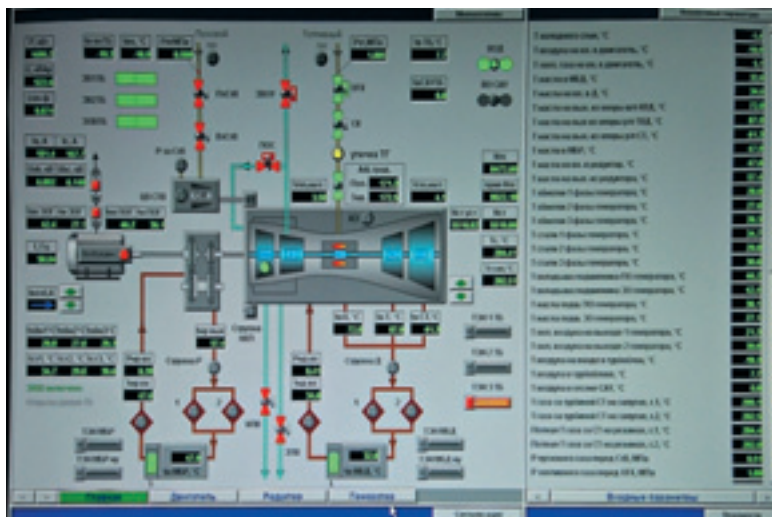


Фото 3.
Интерфейс
главной
мнемосхемы

развития аварийных ситуаций, а также за счет использования методов функционального резервирования и аппаратного дублирования наиболее ответственных компонентов. Объектами управления являются энергетические узлы, установки и системы ЭСН, КЦ, площадки артезианских скважин и объекты инфраструктуры.

Создание современного автоматизированного рабочего места оператора (пульты управления) обеспечивает удобство для обслуживания управляемого оборудования.

Технологические параметры объектов передаются из смежной системы АСУ ТП компрессорного цеха по каналу межсистемного обмена для сигнализации и архивирования в АСУ электростанции.

Система управления электростанции предусматривает использование локальных средств автоматизации, которые предназначены для управления отдельными энергоблоками, энергетическими узлами, установками и системами ЭСН, КЦ и других объектов и объединены между собой.

В системе применяются каналы последовательной передачи информации (интерфейсы типа Industrial Ethernet, Profibus-DP, RS-485), индивидуальные линии связи для передачи особо ответственных команд управления, таких как аварийный останов, экстренный останов.

Для автоматизации ГТЭС и другого энергетического оборудования использованы системы комплексного управления мультимикропроцессорные МСКУ 5000, построенные на ПТС Simatic компании Siemens.

Эти средства сертифицированы в соответствии с международными стандартами и обладают высокой надежностью и производительностью.

Автоматизированная система управления энергоснабжением (фото 3) выполняет следующие функции:

- управляет агрегатами ГТЭС Урал-2500; выключателями ЗРУ-6 кВ и главными выключателями 0,4 кВ КТП (вводными, секционными и аварийного ввода);
- отображает текущее состояние электрической части (мнемосхемы ЭСН, ЗРУ, КТП, ЩПТ, дизельной электростанции);
- обрабатывает информацию, получаемую от цифровых защит ячеек ЗРУ и КТП;
- осуществляет аварийную и предупредительную сигнализацию;
- ведет коммерческий и технический учет электроэнергии.

Предусмотрено измерение тока и напряжения на вводах КТП, сигнализация положения автоматов КТП, щита постоянного тока и дизельной электростанции, а также сигналы неисправностей объектов управления АСУ Э.

Все измерительные и информационные сигналы от КТП, ЩПТ и ДЭС передаются в АСУ ТП. Далее по каналу межсистемного обмена эти сигналы передаются в АСУ Э. Связь КТП с АСУ ТП осуществляется по протоколу MOD BUS RS-485.

Управление главными выключателями 0,4 кВ КТП осуществляется непосредственно из АСУ Э, связь с которой реализуется при помощи «физических» кабельных проводков.

Станция работает в автоматическом режиме. Рабочее место оператора находится на расстоянии 100 метров от ГТЭС.

В АСУ электростанции из АСУ ТП передаются данные о системе водоснабжения, теплоснабжения компрессорного цеха, в том числе расход воды, тепла и стоков.

Заключение

Компания «Газпромтрансгаз Югорск» имеет самый большой в ОАО «Газпром» парк газоперекачивающих агрегатов и газотурбинных электростанций.

Предприятием накоплен значительный опыт строительства и эксплуатации ГТЭС, в том числе и многоагрегатных.

С вводом собственной электростанции надежное электроснабжение КС «Перегибненская» реализовано в полном объеме. Кроме того, станция получает электроэнергию по себестоимости ее производства, что значительно ниже покупной.

Полученный при создании ГТЭС опыт использован при проектировании и строительстве электростанций на базе агрегатов Урал-2500 для ООО «Газпром добыча Надым» на полуострове Ямал (Харасавейское и Бованенковское газоконденсатные месторождения – 4 и 5 агрегатов соответственно). ■