

ГЛАВА 2

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

РАЗДЕЛ 8

Техническое описание ГПА

| | |
|---|-----|
| 1. ГПА-6ДКС, 6 МВт (Д-30ЭУ-6, Авиадвигатель, НПО Искра) | 355 |
| 2. ГПА ГТН-16М-1, 16 МВт (ГТН-16М-1, УТЗ) | 359 |
| 3. ГПА-16 «Ладoga», 16 МВт (ГТД Т16, РЭПХ/GE) | 364 |
| 4. ГПА-Ц-16/18, 18 МВт (ГТД НК-16-18СТ, КМПО, СНПО) | 368 |
| 5. ТКА-Ц-16/18, 18 МВт (ГТД НК-16-18СТ, КМПО, СНПО) | 368 |
| 6. ГПА-16 Волга, 18 МВт (ГТД НК-16-18СТ, КМПО) | 368 |
| 7. ГПА-25 «Ладoga», 22/25 МВт (ГТД Т-22/25, РЭПХ) | 374 |

Внимание!

Перечень всех технических описаний ПГУ (61 шт.), размещенных в Каталогах газотурбинного оборудования, и место их размещения см. в Каталоге 2016 г. на с. 72-73

ГПА-6ДКС Южно-Приобского месторождения

Механическая мощность – 6 МВт

Поставщики – ОАО «НПО «Искра», ООО «Искра-Турбогаз»

Производители основного оборудования

| Оборудование | Модель, тип | Производитель |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Газоперекачивающий агрегат (ГПА) | ГПА-6ДКС ЮПМР | НПО Искра, Искра-Турбогаз |
| Газотурбинная установка (ГТУ) | ГТУ-6ПГ | Авиадвигатель |
| Газотурбинный двигатель (ГТД) | Д-30ЭУ-6 | Авиадвигатель |
| Компрессор ПНГ | ц/б | Siemens |
| Воздухозаборный тракт | КВОУ | НПО Искра |
| Стартер пневматический | СтВ-10Г | ПМЗ |
| Аппарат воздушного охлаждения масла | АВОМ 050.210 | Газхолотехника |
| Агрегатная система управления (АСУ) | МСКУ-5000-01-32-01 | НПФ Система-Сервис |
| Противопожарная система | АСПС, КЗ и ПТ | Спецложинжиниринг |

Южно-Приобское месторождение ОАО «Газпром нефть»

Первый этап строительства энергетического комплекса на месторождении был завершен в декабре 2010 г. вводом в эксплуатацию ГТЭС мощностью 96 МВт.

На втором этапе, стартовавшем в конце 2010 г., построена газокompрессорная станция (ГКС) «Южно-Приобская» для подготовки и транспортировки попутного нефтяного газа (ПНГ) и 60-километровый газопровод высокого давления от ГКС «Южно-Приобская» до точки врезки с выходом на КС-1 «Приобская» (РН-Юганскнефтегаз).

После смешения потоков попутный нефтяной газ от ГКС и КС-1 транспортируется на 167 км по действующему газопроводу на Южно-Балыкский ГПК (ООО «СИБУР»). Кроме того, ПНГ с ГКС используется в качестве резервного топлива для ГТЭС «Южно-Приобская».

В октябре 2011 г. проект газокompрессорной станции получил положительное заключение Государственной экспертизы. Генеральным проектировщиком ГКС является краснодарский институт «НИПИгазпереработка».

ГКС предназначена для приема ПНГ от кустов Южно-Приобского месторождения с последующим



Фото 1. Газоперекачивающий агрегат ГПА-6ДКС

компримированием газа, осушкой и подачей его в газопроводную систему для транспортировки на Южно-Балыкский ГПК (газоперерабатывающий комплекс). Давление газа на входе в станцию составляет 0,2...0,25 МПа, на выходе – до 7,8 МПа. Смесь легких углеводородов, выделяющихся при сжатии, по напорному трубопроводу подается на установку подготовки нефти месторождения.

ГКС состоит из двух компрессорных линий и одной резервной. Максимальная производительность трех линий 900 млн $\text{м}^3/\text{год}$, что обеспечивает перспективные планы по утилизации ПНГ при дальнейшем освоении месторождения.

В служебно-эксплуатационном блоке находятся главный щит управления ГКС и газопроводом, административные и бытовые помещения. Система управления построена на основе программно-технических средств Siemens.

В составе ГКС применяется современное технологическое и вспомогательное блочное оборудование максимальной заводской готовности. (Опубликовано в журнале «Турбины и дизели» № 5, 2011 г.)

Общее описание ГПА

Основой технологического оборудования ГКС является ГПА-6ДКС – газоперекачивающий агрегат, серийно выпускаемый ОАО НПО «Искра» и ООО «Искра-Турбогаз» для газовой промышленности. ГПА представляет собой комплекс блочно-модульного обо-



Фото 2. Два GPA-6ДКС на газокompрессорной станции Южно-Приобского месторождения

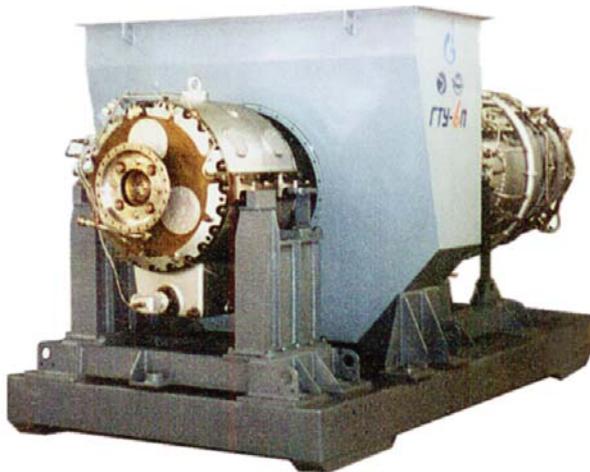


Фото 3. Газотурбинная установка GTU-6ПП

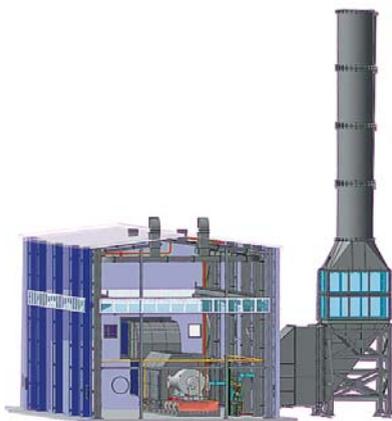


Рис. 1. Макет унифицированного GPA ангарного исполнения ОАО «НПО «Искра»

рудования, размещенный в легкоборном индивидуальном укрытии ангарного типа (ангарное исполнение) и поставляемый заказчику в виде транспортабельных составных частей полной заводской готовности (фото 1, 2).

В состав GPA входит газотурбинная установка GTU-6ПП в теплозвукоизолирующем кожухе, центробежный нагнетатель и системы обеспечения. Газотурбинная установка GTU-6ПП предназначена для привода высокооборотного центробежного нагнетателя и представляет собой модуль, включающий конвертированный авиационный двигатель Д-30ЭУ-6 (ГТД-6П) с мультипликатором на подмоторной раме (фото 3). На крыше ангара располагается КВОУ циклонного типа для подачи воздуха в ГТУ. Вблизи ангара устанавливается выхлопная труба ГТУ. Основными факторами, влияющими на компоновочные решения GPA, являются требования удобства технического обслуживания и ремонта, уровень воздействия на окружающую среду, надежность и обеспечение безопасности, приспособленность к реконструкции в будущем и др. Этим условиям полностью удовлетворяет размещение GPA в легкоборном индивидуальном укрытии ангарного типа.

Агрегаты GPA-6ДКС ангарного исполнения разработаны ОАО НПО «Искра» в унифицированном варианте с учетом современных требований для поставок на дожимные компрессорные станции (рис. 1) и имеют следующие преимущества (опубликовано в Каталоге энергетического оборудования за 2012 год, стр. 275–279):

- улучшенные условия для технического обслуживания и ремонта;
- единое помещение для ГТУ и нагнетателя без противопожарной перегородки;
- зона обслуживания мостовым краном распространяется на всю площадь ангара;
- индивидуальная для каждого укрытия система отопления (газовоздушные подогреватели, электроподогрев и др.);
- шумотеплоизолирующие панели;
- обеспечено электроснабжение, вентиляция, отопление, грузоподъемные средства, пожаробнаружение и пожаротушение, контроль загазованности, рабочее и аварийное освещение;
- агрегатная САУ и силовая автоматика размещены в отдельном блок-боксе, оснащенных системами обогрева, кондиционирования, рабочим и аварийным освещением;
- обеспечена автономность GPA в составе КС посредством замещения стационарных систем соответствующими агрегатными системами;
- созданы условия для последующей модернизации GPA.

Технические характеристики ГПА

| | |
|--|---------------|
| Номинальная мощность привода, МВт | 6 |
| Номинальный эффективный КПД привода в стационарных условиях, % | 25,5 |
| Располагаемая тепловая мощность (при температуре уходящих из дымовой трубы газов 110 °С), Гкал/ч | 10,6 |
| Производительность нагнетателя при 20 °С и 0,1013 МПа, м ³ /ч | 36 000 |
| Номинальный расход топливного газа (H _u = 50056 кДж/кг), кг/ч | 1692 |
| Необходимое давление топливного газа на входе в ГТУ, кгс/см ² (изб.) | 12...18 |
| Температура наружного воздуха, °С | -55...+45 |
| Применяемые масла для ГТД | МС-8ГП, МС-8П |
| Применяемое масло для компрессора ПНГ | ТП-22С |
| Безвозвратные потери масла ГТД/ЦБН, кг/ч | 0,4/0,1 |
| Время пуска и набора полной нагрузки, мин | 25 |
| Потребляемая мощность собственных нужд при работе ГПА под нагрузкой, кВт | 50 |
| Масса ГПА, т | 190 |
| Масса наиболее тяжелого блока, т | 40 |
| Габариты ГПА (L×B×H), м | 7,1×9×16,6 |

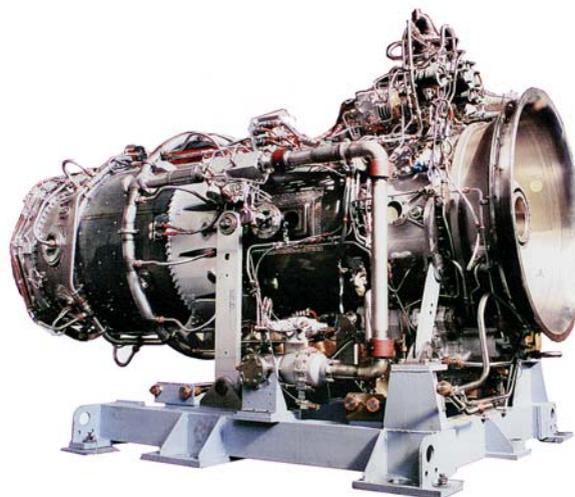


Фото 4. Газотурбинный двигатель Д-30ЭУ-6 (ГТД-6П) на раме

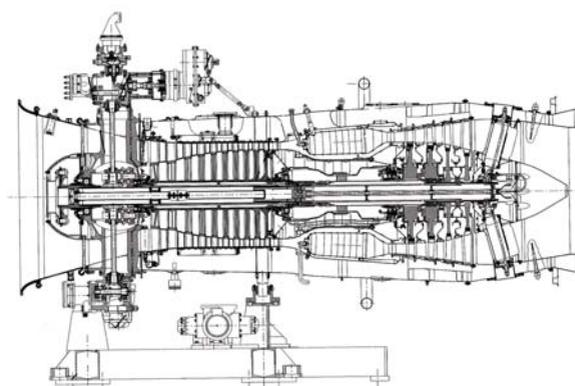


Рис. 2. Продольный разрез газотурбинного двигателя Д-30ЭУ-6 (ГТД-6П)

Описание газотурбинного двигателя

Газотурбинный двигатель Д-30ЭУ-6 (ГТД-6П) разработан ОАО «Авиадвигатель» на базе авиационного двигателя Д-30 3-й серии, применяемого на пассажирском самолете ТУ-134 (фото 4). В ГТД-6П использован газогенератор базового двигателя, а в качестве силовой турбины – турбина низкого давления базового двигателя с выводом приводного вала в сторону компрессора.

Двигатель двухвальный со свободной силовой турбиной состоит из осевого однокаскадного 10-ступенчатого компрессора с регулируемым входным направляющим аппаратом, трубчато-кольцевой камеры сгорания с двенадцатью жаровыми трубами, осевой реактивной двухступенчатой турбины высокого давления

и двухступенчатой силовой турбины с частотой вращения ротора 7090 об/мин (рис. 2). Газотурбинный двигатель Д-30ЭУ-6 оборудован системами смазки и суфлирования, автоматического регулирования и контроля, запуска и зажигания.

Система смазки и суфлирования двигателя обеспечивает смазку и охлаждение:

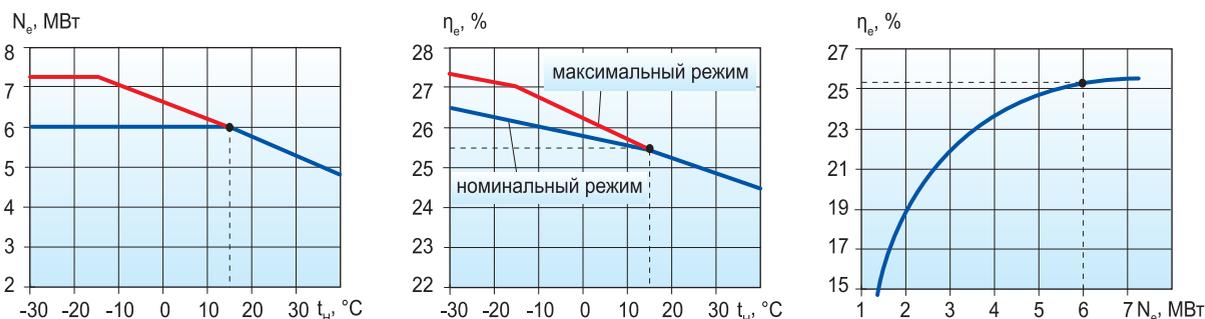


Рис. 3. Характеристики газотурбинного двигателя ГТД Д-30ЭУ-6 (ГТД-6П)

■ шарикового и роликового подшипников компрессора;

■ роликового подшипника турбины компрессора;

■ роликового и шарикового подшипников силовой турбины и межвального роликового подшипника;

■ подшипников, зубчатых колес и деталей верхней и нижней коробок приводов, центрального привода, раздельного корпуса и воздушного стартера.

Заявленная мощность двигателя поддерживается до температуры наружного воздуха +15 °С, а при температуре ниже -15 °С возможно увеличение мощности до 7,2 МВт. Характеристики ГТД-6П (Д-30ЭУ-6) представлены в табл. и на графиках (рис. 3).

Технические характеристики ГТД

| | |
|--|------------------------|
| Модель | ГТД-6П |
| Номинальная мощность, МВт | 6,4 |
| Схема двигателя: | |
| – количество валов | двухвальная |
| – количество ступеней | 10КВД+2ТВД+ 2СТ |
| Степень повышения давления в компрессоре | 8,7 |
| Камера сгорания | трубчато-кольцевая |
| Количество жаровых труб | 12 |
| Система воспламенения | емкостная |
| Номинальный КПД в простом цикле (ISO), % | 27 |
| Расход выхлопных газов, кг/с | 33,9 |
| Температура выхлопных газов, °С | 474 |
| Частота вращения силовой турбины, об/мин | 7090 |
| Направление вращения вала силовой турбины по ГОСТ 22378-77 | против часовой стрелки |
| Назначенный ресурс, ч | 100 000 |
| Межремонтный ресурс, ч | 25 000 |
| Сухая масса на раме с обвязкой, кг | 3600 |
| Габариты на раме (L×B×H), м | 5,5×2×2 |

Компрессорные установки ПНГ

Для сжатия попутного нефтяного газа в составе ГПА применены компрессорные установки производства Siemens. Компрессорная установка выполнена на единой раме в заводской готовности, для монтажа установки в ангаре ГПА применяется устройство закатки рельсового типа.

На раме компрессорной установки расположены мультипликатор, компрессор низкого давления (НД) и компрессор высокого давления (ВД). Каждый компрессор оснащен масляными подшипниками и газодинамическими уплотнениями. Мультипликатор соединен муфтами передачи крутящего момента от ГТУ к компрессору низкого давления.

Компрессоры НД и ВД, соединенные муфтой передачи крутящего момента, работают на одной частоте вращения.

Технические характеристики компрессора

| | |
|--|------------|
| Производитель | Siemens |
| Номинальная потребляемая мощность, МВт | 6 |
| Производительность при атмосферных условиях +20 °С, 0,1013 МПа, нм ³ /ч | 36 000 |
| Частота вращения ротора, об/мин | 12 810 |
| Степень сжатия компрессора НД | 7,3 |
| Степень сжатия компрессора ВД | 3,7 |
| Суммарная степень сжатия компрессора | 27 |
| Давление газа на входе компрессора, МПа | 0,2...0,25 |
| Давление газа на выходе компрессора, МПа | 7,8 |
| Безвозвратные потери масла, кг/ч | 0,1 |
| Уровень звука на расстоянии 1 м, дБ (А) | 80 |

Система топливоподготовки

Подготовка топливного газа для ГПА-6ДКС и буферного газа для сухих газовых уплотнений выполняется в блоке подготовки топливного газа (БПТГ). Топливный газ дросселируется до давления 1,6 МПа, буферный – до 4,1...7,8 МПа. Затем газ сепарируется в сепараторах подготовки газа и подогревается в электрических газовых подогревателях, после чего подается на вход в СГУ и топливную систему ГТУ. Для запуска ГКС с газораспределительной станции Южно-Приобской ГТЭС подается природный газ.

В БПТГ также осуществляется подготовка топливного газа для Южно-Приобской ГТЭС. Нефтяной газ дросселируется до давления 3,2 МПа, сепарируется и подогревается для подачи на электростанцию. Предусмотрен автоматический переход электростанции с природного газа на ПНГ и обратно. Это позволяет операторам в безостановочном режиме перевести на питание природным или нефтяным газом в любом сочетании от одного до восьми энергоблоков в составе ГТЭС.

Для учета ПНГ, потребляемого электростанцией, на выходе ГКС установлен узел коммерческого учета газа. Подача ПНГ от ГКС для топливопитания электростанции и природного газа от электростанции для запуска ГКС осуществляется по реверсивному газопроводу между ГКС и ГТЭС.

Описание АСУ

Агрегатная система автоматического управления и контроля МСКУ 5000-01-32-01 и силовая автоматика НКУ размещены в отдельном блок-боксе, оснащенный системами обогрева, кондиционирования, рабочим и аварийным освещением.

АСУ является смешанной электронногидропневмомеханической системой, состоящей из электронной части и взаимодействующих с ней гидро- и пневмомеханических агрегатов. Электронная часть системы представляет собой электронно-вычислительный комплекс, задачей которого является сбор и обработка информации, поступающей в АСУ от датчиков и сигнализаторов ГПА, и выдача управляющих сигналов на гидропневмомеханические агрегаты (подробно опубликовано в Каталоге энергетического оборудования за 2012 год, стр. 278).

Управление энергетическим комплексом

Длина газопровода от ГКС «Южно-Приобская» до КС-1 «Приобская» составляет 62 км. Для управления потоками ПНГ от компрессорных станций на Южно-Балыкский ГПК предусмотрена система диспетчеризации. На главных щитах ГКС и КС-1 установлены диспетчерские станции, соединенные между собой радиоканалом и дублирующей оптоволоконной связью. Задаёт режимы диспетчерская станция КС-1.

Диспетчерская станция ГКС соединена с АСУ ТП газопровода интерфейсной связью. Между АСУ ТП ГКС и АСУ ТП газопровода также введена интерфейсная связь. Такая конфигурация позволяет в режиме онлайн координировать работу ГКС и транспортной системы ГКС – КС-1 – ГПК. Управление ГКС позволяет передавать в автоматическом режиме невостребованные транспортной системой излишки ПНГ на ГТЭС. Операторские станции ГКС и газопровода установлены на главном щите управления компрессорной станции для визуального контакта операторов всех систем управления.

Введенные в эксплуатацию ГПА-6ДКС на территории России и СНГ:

■ ГКС Южно-Приобского месторождения ОАО «Газпром нефть», ГПА-6ДКС (ОАО НПО «Искра» и ООО «Искра-Турбогаз», ангарное исполнение), 2 шт. в 2013 г. и 1 шт. в 2014 г.

ГПА ГТН-16М-1

Механическая мощность – 16,8 МВт

Тепловая мощность – 22,6 Гкал/ч

Поставщик – ЗАО «Уральский турбинный завод» (ЗАО «УТЗ»)



Фото 1. ГПА ГТН-16М-1 на Ухтинской КС ООО «Газпром трансгаз Ухта»

Производители основного оборудования

| Оборудование | Модель, тип | Производитель |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Газотурбинная установка (ГТУ) | ГТН-16М-1 | ЗАО «УТЗ» |
| Газотурбинный двигатель (ГТД) | ГТН-16М-1 | ЗАО «УТЗ» |
| Нагнетатель природного газа | 2Н-16-76-1,44М-1, 2Н-16-76-1,5 | ЗАО «УТЗ» |
| Редуктор | 2516 | ОАО «Компрессорный комплекс» |
| Привод пусковой | турбодетандер | ЗАО «УТЗ» |
| САУ | АСУ ТП, А-705-15-02 | ЗАО «РЕТЕМП», НПО «Автоматика» |
| КВОУ | КВОУ ГТЭ-16 | ОАО НПО «Искра» |
| АВОМ | водяное охлаждение | ЗАО «УТЗ» |
| Котел-утилизатор водогрейный | УТ-16-12,4 | ЗАО «УЭМЗ» |
| Противопожарная система | №702001.96-ПТ, 702001.96-ПТЭ | «Противопожарная автоматика» |