

# КОМПЛЕКСНАЯ ГАЗОПОДГОТОВКА ДОСТУПНА ПРОФЕССИОНАЛАМ

СОВРЕМЕННАЯ ПОДГОТОВКА ГАЗА (MIDSTREAM) РАЗЛИЧНОГО ТИПА И ИСХОДНОГО КАЧЕСТВА – ЭТО ВСЕГДА КОМПЛЕКСНЫЙ ПРОЦЕСС, ПРИ КОТОРОМ ТРЕБУЕТСЯ В СОВОКУПНОСТИ ОБЕСПЕЧИТЬ УСТАНОВЛЕННЫЕ ПРОЕКТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГАЗА ПО ЧИСТОТЕ, ВЛАЖНОСТИ, ТЕМПЕРАТУРЕ, ДАВЛЕНИЮ, РАСХОДУ И ДР. ОСОБЫМ ЭТАПОМ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОЦЕССА ГАЗОПОДГОТОВКИ ЯВЛЯЕТСЯ КОМПРИМИРОВАНИЕ. КАК ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ КОМПЛЕКСНАЯ ГАЗОПОДГОТОВКА НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.

**Ключевые слова:** газоподготовка, компримирование, попутный нефтяной газ

**Карпенко Р.Ю.,**  
начальник конструкторского  
отдела  
ООО «БелгородЭНЕРГАЗ»,

**Бурцев К.А.,**  
руководитель департамента  
проектирования  
ООО «БелгородЭНЕРГАЗ»

Для сжатия газа до необходимого рабочего давления – в целях его транспортировки или подачи в газоиспользующее оборудование – применяются дожимные компрессорные станции, состоящие из одной или нескольких компрессорных установок. (фото 1)

Другие задачи решает специальное оборудование соответствующего назначения и модификации:

- блоки подготовки попутного газа;
- блочные пункты подготовки газа (фото 2);
- пункты подготовки топливного и пускового газа;
- системы комплексной подготовки попутного газа;
- системы комплексной подготовки природного газа;
- многомодульные установки подготовки газа.

Возможности пунктов, систем и установок подготовки газа рассмотрим на примерах реализации проектов Группы компаний ЭНЕРГАЗ.

## ЭНЕРГАЗ – средоточие опыта

Выполнение всего комплекса газоподготовки – основная специализация Группы ЭНЕРГАЗ, которая начиная с 2007 года успешно реализовала более 120 таких проектов. Для них поставлено и введено в действие 243 технологические установки, которые обеспечивают транспортировку газа или действуют в сопряжении с разными видами газоиспользующего оборудования – газотурбинными и газопоршневыми установками, газоперекачивающими агрегатами, котельными и др.

В нефтегазовой отрасли оборудование «ЭНЕРГАЗ» подготавливает газ различного типа на 42 месторождениях (попутный нефтяной газ, природный газ, газ дезанизации конденсата, газ из сеноманской воды).

Соответствующие агрегаты функционируют на 67 объектах добывающего комплекса. Это энергоцентры и электростанции собственных нужд, установки подготовки нефти, цеха подготовки и перекачки нефти, цеха контрольной проверки нефти, дожимные насосные станции, центральные перекачивающие станции, установки предварительного сброса воды, центральные пункты сбора нефти, центральные нефтегазосборные пункты, концевые сепарационные установки, установки дезанизации конденсата, установки комплексной подготовки газа.

В электроэнергетике оборудование «ЭНЕРГАЗ» обеспечивает качественным топливным газом 60 современных энергоблоков (когенерационных, тригенерационных, парогазовых, простого цикла). Суммарная электрическая мощность этих энергоблоков составляет более 4 300 МВт.

Уникальный опыт эксплуатации технологических систем и модульных установок подготовки газа нарабатан при совместном использовании с газотурбинным оборудованием ведущих отечественных и мировых производителей: «ОДК-Газовые турбины» и НПО «Сатурн», «ОДК-Пермские моторы» и «ОДК-Авиадвигатель», Казанское и Уфимское моторостроительные производственные объединения, «Невский завод», General Electric, Siemens, Alstom, Turbomach, Centrax, Solar, Pratt&Whitney, Rolls-Royce, Kawasaki.

## Специализация, проверенная временем

Компании ЭНЕРГАЗ, БелгородЭНЕРГАЗ, СервисЭНЕРГАЗ объединяет не только общий бренд. Наши предприятия имеют согласованные цели и задачи, которые достигаются через профессиональную специализацию и взаимную ответственность за качество модульных установок газоподготовки.

Фото 1. Компрессорная установка в ангарном (цеховом) исполнении



Фото 2. Технологический отсек блочного пункта подготовки газа



Фото 3. Индивидуальное проектирование – важный фактор в производстве современного оборудования



Надежная и эффективная эксплуатация технологического оборудования обеспечена сочетанием специального (индивидуального) проектирования и современного высококачественного производства, воплощенного на инженеринговой и производственной площадке в Белгороде (фото 3 и 4).

Проектирование и производство ведется здесь по стандартам ISO 9001, согласно установленным в России правилам и нормативам. Оборудование разрабатывается с учетом области применения, условий эксплуатации, качества и состава исходного газа, типа и характеристик сопряженных агрегатов, особых проектных требований.

При разработке проекта мы проводим расчеты в специальной программе, позволяющей создать теоретическую модель поведения газа при заданных параметрах

по температуре, давлению и компонентному составу. В итоге, заказчику предлагаются несколько алгоритмов решения поставленных задач, из которых в процессе согласования выбирается оптимальный вариант – по степени сложности, срокам и стоимости реализации.

В зависимости от условий эксплуатации и окружающей среды установки газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» поставляются в контейнерном, ангарном (цеховом),



Фото 4. Сборочный цех Группы компаний ЭНЕРГАЗ в Белгороде

арктическом исполнении, а также в легкосборном укрытии или на открытой раме.

**Функциональные возможности оборудования газоподготовки**

Приоритетное назначение оборудования газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» – фильтрация и учет газа. В то же время действующие системы и установки оснащены дополнительными узлами и элементами, которые значительно



Фото 5. Двухступенчатые коалесцирующие фильтры-сепараторы

расширяют функциональные возможности основного оборудования и повышают эффективность технологических процессов.

**Система фильтрации**

Блок очистки газа обычно включает в себя две линии фильтрации с пропускной способностью 100% потока, или три линии с пропускной способностью по 50% потока каждая.

Газовые фильтры в каждом конкретном случае выбираются в зависимости от состава газа,

количества механических примесей и жидких фракций в подаваемом на объект газе.

Большой частью в оборудовании газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» используются газовые фильтры двухступенчатой очистки (фото 5) со сменными фильтрующими элементами (картриджами). Такие фильтры обеспечивают высокую степень удаления капельной жидкости и механических примесей при расчетном перепаде давления. На входе фильтра самые крупные и тяжелые частицы оседают на дно. Затем газ проходит через две ступени фильтрующих элементов, которые задерживают даже самые мелкие частицы, так что в верхнюю часть фильтра газ поступает уже чистым. Такой метод фильтрации позволяет менять тип фильтрующих элементов или их комбинацию для оптимизации эффективности очистки при изменении состава и характеристик поступающего газа.

В случае повышенной влажности газа применяются фильтры с вихревой решеткой на первой ступени фильтрации и последующей финишной очисткой фильтрующими элементами. Прохождение потока газа через вихревую решетку первой ступени фильтра создает завихрения, вызывает срыв потока и последовательное снижение и повышение давления газа. В этой связи происходит конденсация жидких примесей газа. Высокая эффективность очистки газа достигается использованием в качестве абсорбента собственного газового конденсата.

В большинстве случаев эффективность очистки составляет 100% для твердых частиц не менее 3 микрон и капельной влаги не менее

5 микрон. Для частиц размером от 0,5 до 3 микрон эффективность составляет около 99%.

Фильтры оснащены датчиками и индикаторами контроля давления, перепада давления, уровня газового конденсата, а также продувочными и сбросными трубопроводами с предохранительными клапанами. Продукты очистки из накопителей фильтров-сепараторов в дренажную емкость сбрасываются автоматически. Уровень газового конденсата в фильтрах и в наружной накопительной емкости устанавливается и поддерживается на заданном значении системой автоматического управления установки газоподготовки.

Для быстрого доступа к фильтрующим элементам, их очистки или замены предусмотрена надстройка укрытия над фильтрами с площадкой обслуживания и талями для снятия верхних торцевых крышек фильтров.

**Системы сепарации и осушки**

При подготовке попутного нефтяного газа в состав оборудования зачастую включается сепаратор-пробкоуловитель, который осуществляет прием залповых выбросов жидкости и сглаживание пульсаций газовой смеси.

Дополнительно может устанавливаться адсорбционный осушитель газа. Такая мера необходима в том случае, когда возможностей базовой системы фильтрации недостаточно для достижения установленных проектных параметров газа по влажности.

**Узел учета газа**

После очистки и осушки газ попадает в узел учета (фото 6), который может включать в себя одну или две измерительных линии измерительной способностью 100% потока и линию байпаса (в случае одной измерительной линии или



Фото 6. Узел учета газа

по требованию заказчика). По специальным требованиям узел учета газа может дополнительно комплектоваться линией малого расхода.

Коммерческий или технологический учет объема газа осуществляется путем измерений объема и объемного расхода газа в рабочих условиях и автоматического приведения измеренного объема к стандартным условиям в зависимости от давления, температуры и коэффициента сжимаемости газа.

Преимущественно применяются турбинные и ультразвуковые первичные преобразователи расхода (расходомеры). Могут также использоваться ротационные, вихревые, диафрагменные, кориолисовые или термоанемометрические расходомеры. Данные с преобразователей поступают на корректоры-вычислители (flowcomputers).

Система учета газа выполняет следующие функции:

- регистрация величин объема, измеренного расходомерами по каждой измерительной линии;
- измерение температуры и абсолютного давления газа по каждой измерительной линии;
- вычисление коэффициента сжимаемости газа;
- вычисление коэффициента коррекции и величины объема газа при стандартных условиях;
- вычисление объемного расхода газа при рабочих и стандартных условиях;
- индикация измеренных и вычисленных физических величин на каждой линии на жидкокристаллических дисплеях корректоров объема газа;
- передача измеренных и расчетных данных с корректоров на систему управления установки газоподготовки и при необходимости в другие системы контроля;
- обработка аварийных сигналов и их ретрансляция на систему управления установки газоподготовки и при необходимости в другие системы контроля;
- ведение архивной базы



Фото 7. Электрические нагреватели газа

измеренных значений объема газа и журнала событий.

**Узел подогрева газа**

Для достижения проектной температуры газа в состав оборудования газоподготовки включается узел подогрева. Это могут быть подогреватели с промежуточным теплоносителем (при наличии внешнего источника тепла) или электрические нагреватели (фото 7). Установки «ЭНЕРГАЗ» также могут оснащаться собственными блочно-модульными котельными.

Для плавной регулировки мощности (или блокировки нагрева в аварийных ситуациях) в комплект поставки включается шкаф управления, оснащенный интерфейсом для связи с внешней АСУ ТП.

**Система редуцирования**

Если давление газа в питающем трубопроводе выше уровня, необходимого для корректной работы газоиспользующих агрегатов, то оборудование газоподготовки комплектуется узлом редуцирования.

В состав установки «ЭНЕРГАЗ» может входить многолинейная система редуцирования. Это необходимо для параллельного обеспечения топливным газом (с отличающимися параметрами по давлению) ряда объектов на одной производственной площадке.

**Измерительное и аналитическое оборудование**

По специальным проектным требованиям заказчика в технологическую схему встраивается оборудование для



Фото 8. Схема управления на мониторе АРМ оператора

измерения и анализа различных параметров газа.

Например – потоковый хроматограф с устройством отбора проб для определения состава и теплотворной способности газа (калориметр). Калориметр определяет компонентный состав газа и проводит вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе.

Для измерения температуры точки росы газа по влаге и углеводородам в состав установки газоподготовки включается соответствующая система с устройством для отбора проб.

**Системы управления и безопасности оборудования газоподготовки**

Помимо систем жизнеобеспечения (освещение, обогрев, вентиляция) установки «ЭНЕРГАЗ» обязательно оснащаются системами безопасности: пожаро- и газодетекции, сигнализации, пожаротушения.

При подготовке низконапорного попутного газа (с давлением, близким к вакууму) также устанавливается система обнаружения кислорода –



Фото 9. Блок подготовки попутного газа для ГТУ-ТЭЦ Усинского месторождения

со специальным датчиком контроля содержания кислорода в газовом потоке.

Установки газоподготовки полностью автоматизированы и не требуют дополнительной ручной настройки для отладки корректного взаимодействия различных систем оборудования.

Система управления осуществляет подготовку к пуску, пуск, останов и поддержание оптимального режима работы установки; контролирует технологические параметры; обеспечивает автоматические защиты и сигнализацию; обрабатывает параметры рабочего процесса и аварийных событий с выдачей информации по стандартному протоколу обмена.

Для масштабных проектов подготовки газа Группа ЭНЕРГАЗ поставляет двухуровневые САУ газового хозяйства (САУ ГХ) или САУ газоснабжения (САУ ГС).

Нижний уровень – локальные САУ основного оборудования, входящего в систему комплексной газоподготовки, и релейные щиты автоматики вспомогательного оборудования. Верхний уровень – коммутатор для обмена информацией, автоматизированная рабочая станция с функциями сервера, шкаф управления, автоматизированное рабочее место оператора (фото 8), пульт аварийного останова.

САУ ГХ и САУ ГС оснащаются индивидуально разработанным

программным обеспечением, а передача информации осуществляется по современным каналам связи и протоколам.

### Примеры реализации проектов

Примеры проектов газоподготовки и газоснабжения, выполненных Группой ЭНЕРГАЗ в нефтегазовом комплексе, электроэнергетике и других отраслях промышленности, дают достаточное представление о технологических особенностях и производственных возможностях представленного оборудования.

#### Блок подготовки попутного газа для энергоцентра «Уса» (ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»)

На Усинском нефтяном месторождении действует энергоцентр установленной электрической мощностью 100 МВт и тепловой мощностью – 152,1 Гкал/ч. Генерирующее оборудование включает 5 энергоблоков ГТЭС-25ПА производства АО «ОДК-Авиадвигатель», каждый из которых выполнен на основе газотурбинной установки ГТЭС-25ПА мощностью 25 МВт.

Основное и резервное топливо для энергоцентра – попутный нефтяной газ. Его подготовку и подачу в турбины ГТУ-ТЭЦ выполняет многофункциональная система газоподготовки «ЭНЕРГАЗ», в состав которой входят три компрессорные установки и блок подготовки попутного газа (БППГ).

БППГ (фото 9) осуществляет измерение расхода и фильтрацию газа, укомплектован двухлинейным узлом коммерческого учета, сепаратором-пробкоуловителем и системой фильтрации. Степень очистки газа составляет 100% для жидкой фракции и 99,8% для твердых частиц размером более 10 мкм.

Дополнительный функционал – подготовка топлива для котельной собственных нужд. С этой целью БППГ оснащен узлом подогрева газа и системой редуцирования. Производительность БППГ – 2 260...21 684 кг/час (2 430...24 059 м³/ч).

#### Блочный пункт подготовки газа для ПГУ-190 Новомосковской ГРЭС (ПАО «Квадра»)

На Новомосковской ГРЭС функционирует парогазовая установка мощностью 190 МВт. Основу энергоблока составляют: газотурбинная установка General Electric типа Frame 9E, паротурбинная установка Siemens SST PAC 600 и котел-утилизатор.

Подготовку топлива для ПГУ осуществляет блочный пункт подготовки газа «ЭНЕРГАЗ» марки

GS-FME-5000/12. Это комплектная технологическая установка с максимальной интеграцией элементов на единой раме. БППГ оснащен тремя линиями фильтрации газа, узлом коммерческого учета, системой для измерения температуры точки росы газа по влаге и углеводородам с устройством отбора проб.



Фото 10. Система подготовки топливного и пускового газа для газоперекачивающих агрегатов ДКС «Алан»

Производительность блочного ППГ составляет 60 000 м³/ч. После предварительной подготовки поток газа направляется в дожимную компрессорную станцию, которую также поставила и ввела в эксплуатацию Группа ЭНЕРГАЗ.

#### Система подготовки топливного и пускового газа для ДКС «Алан» (НХК «Узбекнефтегаз»)

На месторождении «Алан» в Узбекистане построена дожимная компрессорная станция для транспортировки природного газа, состоящая из двух газоперекачивающих агрегатов ГПА-16 «Волга» (КМПО). ДКС оснащена системой подготовки топливного и пускового газа «ЭНЕРГАЗ» (фото 10).

СПТПГ марки GS-FHP-400/56 – это многофункциональная установка, предназначенная для очистки, нагрева и редуцирования газа. В её состав входят: коалесцирующие фильтры-сепараторы (степень фильтрации газа – 99,98%), автоматическая система дренажа конденсата, электрические подогреватели, двухлинейные узлы редуцирования пускового и топливного газа.

Система подготовки газа размещена на открытой раме. Назначенный ресурс (срок службы) СПТПГ – 25 лет. Проект реализован в максимально сжатые сроки – проектирование, производство, заводские испытания и поставка были выполнены за 2 месяца.

Шеф-инженерные работы, а также консультационное и техническое сопровождение проекта выполнили эксперты ООО «СервисЭНЕРГАЗ».

#### Система комплексной подготовки попутного газа на Западно-Могутлорском месторождении

На ЦПС Западно-Могутлорского нефтяного месторождения «Аганнефтегазгеологии» действует система подготовки попутного газа,

поставленная компанией ЭНЕРГАЗ. Это технологический комплекс (фото 11), в состав которого входят дожимная компрессорная установка винтового типа, адсорбционный осушитель газа, холодильная установка (чиллер), узел учета газа с расходомерами.

Специалисты Группы ЭНЕРГАЗ разработали этот проект на основе инженерного решения, позволяющего при



Фото 11. Комплекс оборудования для подготовки попутного газа на ЦПС Западно-Могутлорского месторождения



Фото 12. Система газоподготовки для автономной ГПЭС завода микроэлектроники «Ангстрем-Т»

компримировании ПНГ достигать отрицательной температуры точки росы по воде

(-20°C). Еще одна особенность заключается в том, что осушка попутного газа осуществляется двумя методами: рефрижераторным и адсорбционным.

Всё оборудование расположено на единой площадке, размещено в отдельных всепогодных укрытиях (арктическое исполнение), режим работы в составе ЦПС – непрерывный. Система подготовки ПНГ последовательно выполняет осушку, тонкую фильтрацию, сжатие до 3 МПа, учет объема, охлаждение и закачку попутного газа в транспортный трубопровод.

**Система комплексной подготовки природного газа для ГПЭС завода микроэлектроники (АО «Ангстрем-Т»)**

Научно-производственный комплекс АО «Ангстрем-Т» оснащен автономным центром энергоснабжения – газопоршневой электростанцией (ГПЭС) электрической мощностью 36 МВт.

ГПЭС в составе пяти ГПУ Wartsila 16V34DF работает по тригенерационному циклу и обеспечивает предприятие необходимыми объемами электроэнергии, тепла и холода. Здесь же располагается новая котельная на базе 4 водогрейных котлов Buderus.

Топливо для ГПЭС и котельной поступает через систему комплексной подготовки топливного (природного) газа, которая последовательно выполняет предварительную фильтрацию, измерение расхода, тонкую очистку и компримирование газа.

Комплекс оборудования (фото 12) включает блок входных газовых фильтров, пункт учета газа, сепарационную систему, дожимную компрессорную станцию (из 2 агрегатов). Строительство и ввод системы газоподготовки осуществили специалисты Группы ЭНЕРГАЗ.

**САУ газоснабжения энергоцентра «Ярега» (ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»)**

На Ярегском нефтетитановом месторождении возводится энергоцентр собственных нужд на базе ГТУ-ТЭЦ. Установленная электрическая мощность ГТУ-ТЭЦ составляет 75 МВт, тепловая - 79,5



Фото 13. Многомодульная установка подготовки топливного газа на этапе цеховой сборки

Гкал/ч. Топливом для энергоцентра «Ярега» является природный газ Курьино-Патраковского газоконденсатного месторождения.

Необходимое качество газа с проектными параметрами по чистоте, температуре и давлению обеспечит система газоподготовки и газоснабжения «ЭНЕРГАЗ» в составе: блочный пункт подготовки газа, дожимная компрессорная станция из 4 агрегатов, входные электрораздвижки подачи газа.

Полнокомплектная двухуровневая система автоматизированного управления – САУ газоснабжения – обеспечивает контроль, управление и безопасную эксплуатацию этого технологического оборудования.

САУ ГС интегрирована в АСУ ТП энергоцентра. Внутренние и внешние соединения осуществляются при помощи сети Ethernet и протоколов S7-connection и Profibus.

**Многомодульная установка подготовки газа для объектов УКПГиК Восточно-Уренгойского лицензионного участка (АО «Роспан Интернешнл»)**

В сфере подготовки и компримирования газа ЭНЕРГАЗ нарабатал опыт, позволяющий выполнять сложные, масштабные проекты, среди которых производство и ввод в эксплуатацию многомодульных (многоблочных) установок подготовки газа.

Такие установки отличаются высокой производительностью – расходом подготовливаемого газа, и состоят из нескольких (до десяти) обособленных блок-боксов, которые при монтаже стыкуются между собой в единое блок-здание с общей кровлей.

Применяются на крупных генерирующих объектах с газовыми турбинами большой мощности, а

также на нефтегазодобывающих площадках, где необходимо параллельно и непрерывно обеспечивать качественным газом (с отличающимися параметрами) несколько объектов основного и вспомогательного назначения.

Так, например, на Восточно-Уренгойском лицензионном участке АО «Роспан Интернешнл» (НК «Роснефть») многомодульная установка подготовки топливного газа «ЭНЕРГАЗ» (фото 13) предназначена для обеспечения газом всех потребителей УКПГиК, а именно: газотурбинной электростанции, котельной, установки низкотемпературной сепарации, установки регенерации метанола, узлов входных шлейфов, дожимной компрессорной станции низконапорных газов, факельной установки и других объектов.

\*\*\*

*Благодаря устойчивым партнерским и кооперационным связям в своем сегменте технологического оборудования Группа ЭНЕРГАЗ идет по пути дальнейшего профессионального совершенствования и наращивания уникального инженерного опыта – как сплоченная команда специалистов, полных энергии и веры в свои возможности по созданию новых эффективных проектов комплексной газоподготовки.*



105082, Москва, ул. Б. Почтовая, 55/59, стр. 1  
Тел.: +7 (495) 589-36-61  
Факс: +7 (495) 589-36-60  
info@energas.ru  
www.energas.ru