

**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

# Многофункциональные установки подготовки газа «ЭНЕРГАЗ» – накоплен опыт надежной эксплуатации



**Александр Рубанов – ведущий специалист Департамента развития ООО «ЭНЕРГАЗ»**

**Первый блочный пункт подготовки газа производства ГК ЭНЕРГАЗ был введен в эксплуатацию восемь лет назад на 5-м энергоблоке Южно-Сахалинской ТЭЦ-1. Этот проект дал старт внедрению в эксплуатацию многофункциональных установок газоподготовки. С тех пор накоплен значительный опыт поставок такого технологического оборудования, раскрыты его универсальные возможности, доказана эффективность и надежность.**

Группа компаний ЭНЕРГАЗ ежегодно реализует десятки проектов и получает новые подтверждения тому, что подготовка газа (Upstream, Midstream) – это выверенный и согласованный инженерный расчет комплексного технологического процесса, позволяющего достигать и устойчиво поддерживать установленные значения газа по чистоте, влажности, температуре, давлению, расходу и другим параметрам.

По своему типу установки газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» делятся на комплектные и многоблочные.

**Компактные комплектные установки** состоят из 1–2 модулей, внутри которых оборудование интегрировано на единой раме. Это:

- блоки подготовки попутного газа;
- блочные пункты подготовки газа (природного);
- системы подготовки топливного и пускового газа;
- газоприемные станции;
- газорегуляторные пункты блочные;
- автоматизированные газораспределительные станции.

**Многоблочные установки** применяются в сложных и масштабных проектах. Они отличаются высокой производительностью (расходом подго-



*Фото 1. Пункт подготовки газа для парогазовых энергоблоков стратегически важной Прегольской ТЭС*

тавливаемого газа) и состоят из нескольких обособленных блок-боксов с оборудованием различного назначения, которые при монтаже стыкуются в единое здание (фото 2). При этом ряд элементов могут иметь внешнее исполнение.

Эти установки функционируют на генерирующих объектах с газовыми турбинами большой мощности, а также на нефтегазодобывающих площадках, где необходимо одновременно снабжать качественным газом (с отличающимися параметрами) сразу несколько основных и вспомогательных объектов.

В целом комплектные и многоблочные установки в автоматическом режиме непрерывно обеспечивают очистку, осушку, подогрев, редуцирование, определение состава и измерение различных параметров газа, одоризацию, технологический или коммерческий учет, контроль качества газа перед его подачей в газоиспользующее оборудование:

- газовые турбины;
- газопоршневые установки;
- котельные;
- печи прямого нагрева нефти;
- газоперекачивающие агрегаты и др.

*Многофункциональные установки «ЭНЕРГАЗ» характеризуются максимальной степенью заводской готовности при поставке (98 %), высокой ремонтпригодностью и длительным сроком службы – не менее 25 лет. Коэффициент технического использования составляет 0,92+, подтвержденный показатель надежности в эксплуатации – 0,95+.*

## Базовая комплектация многофункциональных установок

Минимальный (базовый) функционал технологических установок «ЭНЕРГАЗ» – это фильтрация и учет газа. Такое оборудование включает пять обязательных элементов.

### Система фильтрации

Стандартная система состоит из двух линий фильтрации с пропускной способностью 100 % потока или трех линий с пропускной способностью по 50 % потока каждая. В особых проектах применяется каскадная



*Фото 2. Отдельные блок-боксы при монтаже создают общее технологическое пространство многоблочной установки (панорамный вид)*



*Фото 3. Внешний блок предварительной фильтрации и узел дренажа конденсата*

схема, включающая блок предварительной фильтрации (фото 3) и блок тонкой очистки газа.

Газовые фильтры выбираются в зависимости от состава подаваемого на объект газа, а также содержания в нем механических примесей и жидких фракций. Преимущественно в оборудовании «ЭНЕРГАЗ» используются высокоэффективные двухступенчатые фильтры-коалесцеры со сменными элементами. Варьирование типов картриджей и их комбинирование оптимизирует очистку при изменении состава и характеристик поступающего газа.

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

В многофункциональных установках степень очистки достигает 100 % для твердых частиц величиной не менее 3 мкм и капельной влаги не менее 5 мкм. Для частиц размером от 0,5 до 3 мкм эффективность составляет 98–99 %.



Фото 4. Узел коммерческого учета газа с ультразвуковыми расходомерами



Фото 5. Отсек САУ комплектной установки

**Узел дренажа конденсата**

Сбор газового конденсата и механических примесей происходит в автоматическом режиме. Как правило, дренажный резервуар расположен под землей. Если позволяют климатические условия, применяется наземное исполнение (фото 3), а резервуар оснащается электрообогревом.

Уровень конденсата в накопительном баке устанавливается и поддерживается на заданном значении системой автоматизированного управления. Узел дренажа укомплектован устройством контроля уровня и оборудованием для удаления продуктов очистки в передвижную емкость.

**Блок учета газа**

После очистки газ попадает в блок учета, который имеет одну или несколько измерительных линий нормального расхода, линию малого расхода, а также линию байпаса (в случае одной измерительной линии или по требованию заказчика). Относительная погрешность блока учета – не более 1 %.

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

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

Блок коммерческого учета газа (фото 4) позволяет проводить взаимные финансовые расчеты между по-

ставщиком, газораспределительной организацией и потребителем, составлять балансы приема и отпуска газа, контролировать расходы и эффективность использования газа.

**Система автоматизированного управления**

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

Система управления (САУ) выполнена на базе микропроцессорной техники с использованием современного программного обеспечения и коммутационного оборудования. Она размещена внутри блок-модуля комплектной установки (или внутри блок-здания многоблочной установки) – в отсеке, отделенном от технологической части газонепроницаемой огнестойкой перегородкой (фото 5).

Основные компоненты САУ имеют резервирование, что гарантирует непрерывность управления. В случае потери напряжения собственные источники бесперебойного питания поддерживают автономную работу программно-технического комплекса от 1 до 3 часов.

Локальная САУ интегрируется с верхним уровнем АСУ ТП, обеспечивает дистанционное управление установкой, автоматические защиты и сигнализацию, контролирует технологические параметры и загазованность в помещениях, обрабатывает параметры рабочего процесса и аварийных событий, выводит информацию на панель оператора.

**Системы жизнеобеспечения и безопасности**

Наряду с системами жизнеобеспечения (освещение, обогрев, вентиляция) установки «ЭНЕРГАЗ» обязательно имеют системы безопасности: пожаро- и газодетекции, сигнализации, пожаротушения.

**Дополнительные возможности**

Установки в базовой комплектации на практике применяются редко. Как правило, для эффективного решения проектных задач в технологическую схему встраиваются дополнительные узлы и системы.

**Системы сепарации и осушки**

Подготовка попутного нефтяного газа предполагает включение в состав оборудования сепаратора-пробкоуловителя (рис. 1) для приема залповых выбросов жидкости и сглаживания пульсации газовой смеси.

Также может устанавливаться узел осушки газа на базе адсорберов. Эта мера необходима в том случае, когда возможностей базовой системы фильтрации недостаточно для достижения установленных проектных параметров газа по влажности.

**Узел подогрева газа**

Для достижения проектной температуры газа установка оборудуется узлом подогрева.

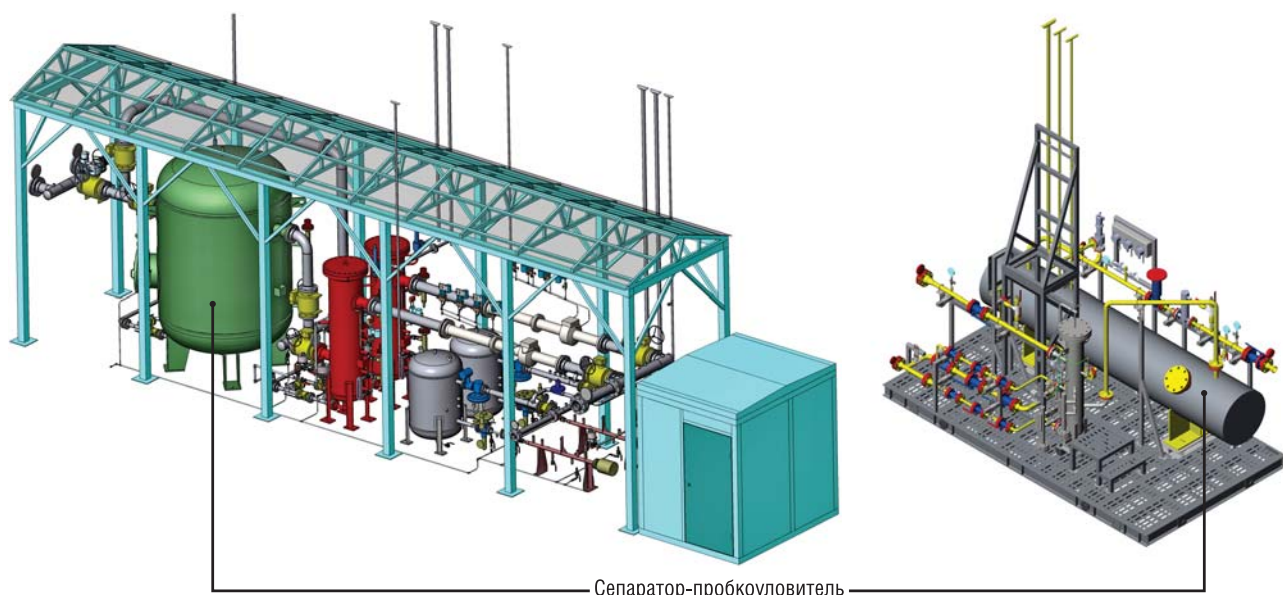
При наличии стороннего теплоносителя (горячей сетевой воды) этот технологический блок включает кожу-



Фото 6. Система газоподготовки для ДКС «Алан» (Узбекистан). Здесь применены электрические подогреватели газа



Фото 7. Отсек блочной котельной встроены в общий технологический модуль



Сепаратор-пробкоуловитель

Рис. 1. Компоновка сепаратора-пробкоуловителя в технологических установках для подготовки ПНГ

хотрубные теплообменники различного типа, действующие по прямой схеме «вода-газ» или по схеме с промежуточным контуром – «вода-антифриз + антифриз-газ».

При отсутствии внешнего источника тепла применяются два решения:

- 1) используются взрывозащищенные электрические подогреватели газа (фото 6) с устройством плавной регулировки и блокировки нагрева;
- 2) многофункциональные установки оснащаются собственными блочно-модульными котельными.

**Блочно-модульная котельная**

Блочно-модульная котельная обеспечивает подготовку теплоносителя для узла подогрева газа. Компактная БМК размещается в специальном отсеке внутри установки (фото 7). Количество водогрейных котлоагрегатов и их тепловая мощность устанавливаются с учетом объемов подготавливаемого газа и необходимости резервирования.

БМК комплектуется собственными устройствами для редуцирования и измерения расхода газа, системой безопасности, а также резервуаром для слива теп-



Фото 8. Установка подготовки топливного газа для объектов УКПГиК на Восточном Уренгое – основной (слева) и резервный модули



Фото 9. Автоматизированная газораспределительная станция производства ГК ЭНЕРГАЗ



Фото 10. Блок подготовки попутного газа для ГТУ-ТЭЦ Усинского месторождения ЛУКОЙЛ-Коми



Фото 11. Блочный пункт очистки газа для ГТУ-ТЭС в Елабуге – компактная установка в базовой комплектации

лоносителя. Работа котельной автоматизирована, локальная система управления БМК интегрируется с САУ установки.

#### Система редуцирования

Если давление газа в питающем трубопроводе выше уровня, необходимого для корректной работы сопряженных газоиспользующих агрегатов, то оборудование газоподготовки оснащается узлом редуцирования, который имеет одну-две нитки с резервированием.

В состав многоблочной установки «ЭНЕРГАЗ» входит многолинейная система редуцирования. Это требуется для параллельного снабжения газом (с отличающимися параметрами по давлению) нескольких объектов на одной производственной площадке. Число ниток редуцирования зависит от количества объектов-потребителей.

#### Узел одоризации

Узел одоризации с емкостью для хранения одоранта (вещества, придающего газу предупреждающий запах – от лат. odor «запах») является обязательным элементом технологических установок, используемых в автоматизированном процессе отбора магистрального газа и его подготовки для транспортировки конечному потребителю.

#### Блок контроля качества газа

По специальным проектным требованиям заказчика в технологическую схему установки встраивается оборудование для измерения и анализа различных параметров газа.

Например, потоковый газовый хроматограф непрерывного действия (калориметр) с устройством отбора проб. Его функционал – определение компонентного состава газа, измерение теплотворной способности, вычисление плотности и относительной плотности, вычисление числа Воббе.

Измерение температуры точки росы газа по воде и углеводородам обеспечивает анализатор влажности с устройством для отбора проб.

Помимо манометров, термометров, датчиков давления и температуры на выходных коллекторах могут уста-

навливаться анализаторы содержания примесей – для контроля соответствия подготовленного газа расчетным параметрам.

### Примеры действующих многофункциональных установок

Проекты Группы ЭНЕРГАЗ в нефтегазовом комплексе и электроэнергетике дают представление о технологических особенностях и возможностях оборудования газоподготовки. Рассмотрим применение установок «ЭНЕРГАЗ» на примерах практической подготовки природного и попутного нефтяного газа для газоиспользующего оборудования разного типа и назначения.

#### Многоблочная установка подготовки топливного газа для объектов УКПГиК Восточно-Уренгойского лицензионного участка

Установка комплексной подготовки газа и конденсата АО «Роспан Интернешнл» (Роснефть) оснащена многоблочной установкой подготовки топливного газа (УПТГ) «ЭНЕРГАЗ».

УПТГ предназначена для фильтрации, учета, подогрева, редуцирования газа и параллельного снабжения им основных и вспомогательных объектов УКПГиК. Среди них: газотурбинная электростанция, котельная, установка очистки пропан-бутана технического от метанола, узлы входных шлейфов, установка низкотемпературной сепарации, горелочное устройство для сжигания промстоков, установка регенерации метанола, факельная установка, дожимная компрессорная станция низконапорных газов, установка стабилизации конденсата. Для каждого потребителя подаваемый газ имеет индивидуальные параметры по давлению, температуре и расходу.

УПТГ включает 8 блоков различного назначения, объединенных в два модуля (фото 8) – основной (МПТГ-1) и резервный (МПТГ-2). Максимальная производительность МПТГ-1 по газу составляет 90 400  $\text{нм}^3/\text{ч}$ . Номинальный расход газа МПТГ-2 – 32 612  $\text{нм}^3/\text{ч}$ .

#### Автоматизированная газораспределительная станция АГРС «Александровка»

АГРС «Александровка» (фото 9) осуществляет отбор газа из магистрального газопровода, очистку, коммерческий учет, контроль качества, снижение давления, подогрев и одоризацию газа перед его транспортировкой на отдаленную теплоэлектростанцию.

Комплектация АГРС: 2 линии фильтрации с фильтрами-коалесцерами; узел дренажа конденсата (с резервуаром 3 куб. м); две измерительные линии с расходомерами ультразвукового типа; узел подогрева газа из двух кожухотрубных теплообменников; две нитки редуцирования; калориметр; анализатор влажности; узел одоризации (с емкостью для хранения одоранта объемом 2,1 куб. м); система автоматизированного управления; системы жизнеобеспечения и безопасности; резервный генератор.

Подготовку промежуточного теплоносителя для узла подогрева газа обеспечивает блочно-модульная котельная, укрытие которой пристыковано к модулю АГРС. Основа котельной – два водогрейных котлоагрегата общей (полезной) тепловой мощностью 1 МВт.

#### Блок подготовки ПНГ для газотурбинного энергоцентра Усинского месторождения

На Усинском нефтяном месторождении (ЛУКОЙЛ-Коми) действует энергоцентр установленной электрической мощностью 100 МВт и тепловой – 152,1 Гкал/ч. Генерирующее оборудование включает пять энергоблоков ГТЭС-25ПА производства АО «ОДК-Авиадвигатель».

Основное и резервное топливо для энергоцентра – попутный нефтяной газ. Его подготовку и подачу в турбины ГТУ-ТЭЦ выполняет многофункциональная система газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» в составе трех компрессорных установок и блока подготовки попутного газа (БППГ).

БППГ (фото 10) 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.

Подготавливается также топливо для котельной собственных нужд месторождения. Для этого БППГ оснащен узлом подогрева газа и системой редуцирования.

#### Блочный пункт очистки газа для ГТУ-ТЭС в Елабуге

В городе Елабуга (Республика Татарстан) действует ГТУ-ТЭС электрической мощностью порядка 20 МВт и тепловой – 28 Гкал/ч. Основное оборудование состоит из четырех газотурбинных установок Taurus 60 GS (Solar) с котлами-утилизаторами. Топливо для турбин – природный газ.

На электростанции функционирует система подготовки газа «ЭНЕРГАЗ» в составе дожимной компрессорной станции и блочного пункта очистки газа. БПОГ – это типичный пример компактной установки в базовой комплектации. Все технологическое оборудование интегрировано на единой раме. Комплектный пункт имеет небольшую производительность (8240  $\text{м}^3/\text{ч}$ ), обусловленную малой мощностью сопряженных газовых турбин.

БПОГ (фото 11) обеспечивает очистку газа от твердых частиц и капельной влаги до проектных требований производителя турбин, сбор уловленной жидкости в дренажный резервуар с перекачкой в передвижную емкость или спецтранспорт, измерение расхода газа, определение и регистрацию состава газа и его изменений, определение теплоты сгорания, измерение температуры точки росы газа.

#### Система подготовки топливного и пускового газа для газоперекачивающих агрегатов на месторождении «Алан»

На месторождении «Алан» в Узбекистане (НХК «Узбекнефтегаз») действует дожимная компрессорная станция для транспортировки природного газа в составе двух газоперекачивающих агрегатов ГПА-16 «Волга» (КМПО). ДКС оснащена системой подготовки топливного и пускового газа «ЭНЕРГАЗ» (фото 6).

СПТПГ – это многофункциональная установка для очистки, нагрева и редуцирования газа. На открытой раме размещено следующее технологическое оборудование: коалесцирующие фильтры-сепараторы (степень фильтрации газа 99,98%), блок автоматического дренажа конденсата, электрические подогреватели с устройством плавной регулировки и блокировки нагрева, двухлинейные узлы редуцирования пускового и топливного газа.

Проект реализован в максимально сжатые сроки – проектирование, производство, заводские испытания и поставка были выполнены за два месяца.

**Многоблочный пункт подготовки газа для парогазовых энергоблоков Прегольской ТЭС**

Самый крупный объект новой калининградской генерации – Прегольская теплоэлектростанция мощностью 455,2 МВт – состоит из четырех парогазовых энергоблоков, каждый из которых включает газовую турбину типа 6F.03 («Русские газовые турбины»), генератор («Элсиб»), паротурбинную установку («Силовые машины»), котел-утилизатор (Подольский машиностроительный завод).

Снабжение топливом энергоблоков ТЭС обеспечивает система комплексной газоподготовки «ЭНЕРГАЗ»: пункт подготовки газа (ППГ), дожимная компрессорная станция и модуль управления.

Многоблочный ППГ (фото 1) производительностью 106 тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$  изготовлен ЭНЕРГАЗом по специальному проекту. Это технологическая установка из нескольких блок-боксов с оборудованием различного назначения, которые состыкованы в единое здание. Исключение составляют блок предварительной фильтрации и узел дренажа конденсата, имеющие внешнее исполнение на открытой раме.

Помимо внешних элементов ППГ оснащен системой тонкой очистки газа, блоком коммерческого учета с ультразвуковыми расходомерами, узлом подогрева газа, системой редуцирования и блоком контроля качества газа.

**Установка подготовки ПНГ для газопоршневого энергокомплекса Барсуковского месторождения**

На Барсуковском месторождении («РН-Пурнефтегаз», Роснефть) в Ямало-Ненецком автономном округе действует автономный энергоцентр из 10 газопоршневых агрегатов Cummins единичной мощностью 1,5 МВт.



Фото 12. УПТГ «ЭНЕРГАЗ» (слева) в составе газопоршневой электростанции Барсуковского месторождения Роснефти

Электростанция, построенная ООО «Альянс Генерация», снабжает электрической энергией инфраструктурные и технологические объекты промысла.

Топливо – попутный нефтяной газ. Проектные параметры ПНГ по чистоте, температуре, давлению и расходу обеспечивает установка подготовки топливного газа «ЭНЕРГАЗ» (фото 12) номинальной производительностью 5000  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

В состав этого многофункционального комплекса входят: система фильтрации газа с двухступенчатыми фильтрами-коалесцерами (степень очистки 100% для жидкой фракции и 99,9% для твердых частиц размером свыше 2 мкм); узел дренажа конденсата с подземным резервуаром; блок коммерческого учета газа с ультразвуковыми расходомерами; узел подогрева газа на базе кожухотрубного теплообменника; двухлинейная система редуцирования; блочно-модульная котельная тепловой мощностью 0,19 МВт.

Во всех названных проектах полный цикл предпусковых мероприятий (шефмонтаж, наладка, собственные и интегрированные испытания, обучение эксплуатационного персонала) выполнили специалисты компании «СервисЭНЕРГАЗ», входящей в Группу ЭНЕРГАЗ. Сервисные инженеры ведут здесь и техническое обслуживание оборудования газоподготовки.

**Перспективные проекты**

Среди проектов, реализуемых в настоящее время, отметим наиболее значимые.

**Установка подготовки топливного газа для энергоцентра Харасавэйского месторождения**

При обустройстве Харасавэйского месторождения ПАО «Газпром» на Ямале создается энергоцентр для обеспечения электричеством объектов строительства. Здесь применены восемь газопоршневых электростанций MWM мощностью от 1,2 до 2 МВт и четыре передвижные автоматизированные газотурбинные электростанции ПАЭС-2500 мощностью по 2,5 МВт.

Топливо для энергоцентра – добываемый здесь природный газ. Его рабочие параметры по чистоте, температуре, давлению и расходу обеспечит установка подготовки топливного газа «ЭНЕРГАЗ», которая уже доставлена на

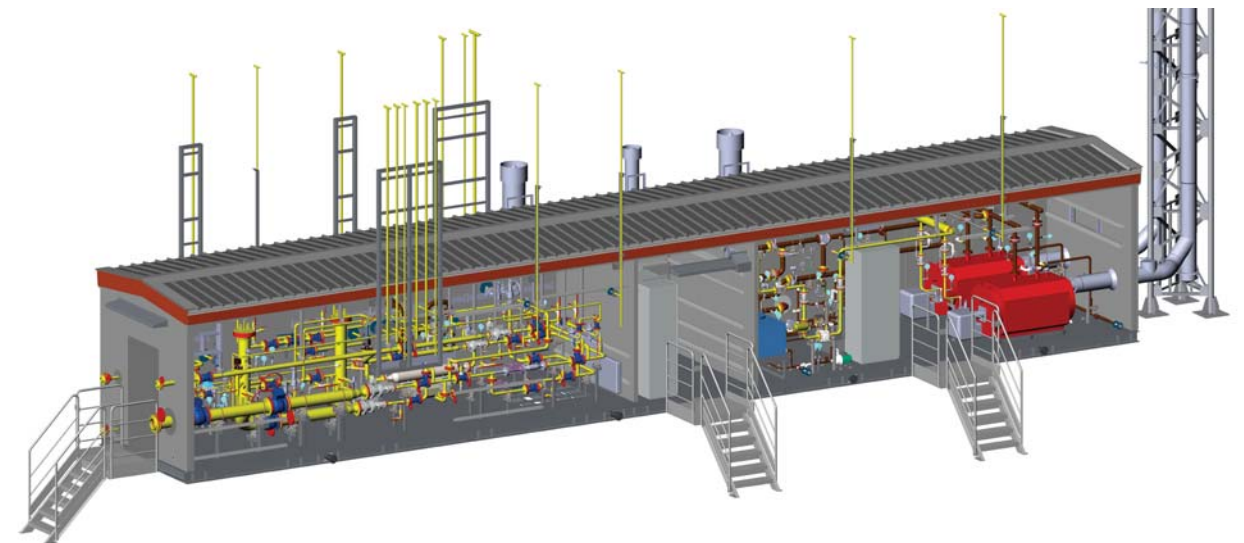


Рис. 2. Модуль № 2 УПТГ для энергоцентра Харасавэйского месторождения состоит из технологической части, котельной и отсека управления

эксплуатационную площадку. Многофункциональный комплекс состоит из двух отдельных модулей (рис. 2), действующих по каскадной схеме. Максимальная производительность установки – 8000  $\text{м}^3/\text{ч}$ , в том числе расход газа на газопоршневые агрегаты – 5000  $\text{м}^3/\text{ч}$ , на турбины ПАЭС – 3000  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

**Газорегуляторный пункт на установке подготовки нефти «Уса-Тяжелая нефть»**

В рамках технического перевооружения УПН Усинского месторождения (ЛУКОЙЛ-Коми) оснащается газорегуляторным пунктом (фото 13). ГРП «ЭНЕРГАЗ» – это модульная технологическая установка для очистки, подогрева и редуцирования газа до стабильных проектных показателей перед его подачей на печи прямого нагрева нефти. ГРП также осуществляет измерение расхода и контроль качества газа.

Эффективность системы фильтрации ГРП – 100% для жидкой фракции и 99,9% для твердых частиц крупнее 2 мкм. Система редуцирования снижает давление газа с 1,6...2,5 МПа до 0,6 МПа. Взрывозащищенные электрические подогреватели обеспечивают расчетную температуру газа на уровне +25 °С. Блочный газорегуляторный пункт готовится к монтажу на объекте.

**Газоприемные станции для турбин пиково-резервных ГТЭС в Республике Беларусь**

В Республике Беларусь создаются пиково-резервные энергетические источники на базе 16 газотурбинных установок Siemens SGT-800. На Минской ТЭЦ-5 будет действовать газотурбинная электростанция мощностью 300 МВт из 6 ГТУ, на Березовской ГРЭС – ГТЭС-254 МВт (5 турбин), на Лукомльской ГРЭС – ГТЭС-150 МВт (3 турбины), на Новополоцкой ТЭЦ – ГТЭС-100 МВт (2 турбины).

ЭНЕРГАЗ поставит комплект оборудования газоподготовки и топливоснабжения. Это четыре газоприемные станции (по одной ГПС на каждую пиковую ГТЭС),



Фото 13. Газорегуляторный пункт обеспечит топливом печи прямого нагрева нефти на УПН «Уса-Тяжелая нефть»

которые смонтируют на питающих трубопроводах для фильтрации, подогрева и коммерческого учета топливного газа, поступающего в турбины энергоблоков.

В заключение констатируем, что многофункциональные установки – это состоявшийся фактор в технологической сфере комплексной газоподготовки. Опираясь на мировой опыт и наращая собственную практику, Группа ЭНЕРГАЗ совершенствует возможности оборудования подготовки газа для проектов различной сложности и масштаба.

**ЭНЕРГАЗ**

**ГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

105082, Москва, ул. Б. Почтовая, 55/59, стр. 1

Тел.: +7 (495) 589-36-61

Факс: +7 (495) 589-36-60

info@energaz.ru

www.energaz.ru