Комплексная подготовка топлива для газовых турбин на примере ГТУ-ТЭЦ «Восточная»

Крамской Дмитрий Александрович – инженер-эксперт ООО «СервисЭНЕРГАЗ»



На электростанциях, оснащенных современными газотурбинными, газопоршневыми или парогазовыми установками, трудно переоценить значение качества газа и беспрерывности топливоснабжения. Комплексная подготовка газового топлива — это обязательное условие планомерной, эффективной и надежной эксплуатации генерирующего оборудования.

Электростанция на базе газотурбинных технологий построена компанией «РусГидро» во Владивостоке и введена в эксплуатацию 10 сентября 2018 года. ГТУ-ТЭЦ «Восточная» — это первый объект большой энергетики, возведенный за последние 48 лет в столице Приморского края.

Группа «РусГидро» — один из крупнейших российских энергетических холдингов, который обеспечивает надежное энергоснабжение многих потребителей страны, в том числе Дальневосточного федерального округа. С этой целью РусГидро внедряет качественное и эффективное оборудование, инновационные технологии и передовые решения.

ГТУ-ТЭЦ «ВОСТОЧНАЯ». ПРЕДЫСТОРИЯ

История появления ТЭЦ берет свое начало в конце 60-х годов прошлого века. Тогда на ее площадке действовала угольная теплоцентраль. В конце 1970-х годов теплоцентраль закрыли по экологическим соображениям, а ее мощности заменили Центральной пароводяной бойлерной (ЦПВБ). В ЦПВБ для получения горячей воды использовался пар Владивостокской ТЭЦ-2, поступающий по паропроводу длиной 7 км.

Такое решение имело очевидные недостатки — бойлерная была зависимым энергоисточником, к тому же протяженный паропровод давал значительные потери тепла. И всё же ЦПВБ эксплуатировалась более 30 лет, и только после полной выработки ресурса ее оборудования последовало решение о создании нового энергообъекта.

Необходимость строительства электростанции была также вызвана увеличением городского потребления электроэнергии и тепла и постройкой новых жилых районов «Снеговая Падь» и «Патрокл».

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ СЕГОДНЯ

Новая станция, работающая в режиме когенерации, обеспечивает до 20 % потребности Владивостока в электричестве, а также потребность в тепле и горячей воде ряда предприятий и более 50 тыс. квартир в нескольких районах города. Дополнительно ввод ТЭЦ создал значительный резерв

энергии для проектируемых жилых кварталов развивающегося города.

ГТУ-ТЭЦ «Восточная» обладает электрической мощностью 139,5 МВт и тепловой мощностью 432 Гкал/ч. Проектная годовая выработка электроэнергии составляет 791 млн кВт·ч, тепла — 1,377 млн Гкал.

ГЕНЕРИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Станция оснащена эффективным оборудованием с высокими техническими показателями. Здесь действуют три аэропроизводные газотурбинные установки GE — ГТУ типа LM6000 PF DLE с системой повышения мощности SPRINT. Эта технология помогает снижать температуру в камере сгорания турбины за счет разбрызгивания мелкодисперсной водяной пыли. При этом компрессор осуществляет сжатие и подачу большего количества воздуха, что повышает выходную мощность турбины. Единичная электрическая мощность газотурбинных агрегатов на ТЭЦ «Восточная» — 46,5 МВт.

Каждая ГТУ оснащена камерой сгорания типа DLE с системой сухого подавления выбросов оксидов азота во всем диапазоне мощности. Это позволяет сохранять низкий уровень выбросов даже при неполной загрузке турбины. Установки укомплектованы модульными многоступенчатыми системами фильтрации воздуха (КВОУ) с антиобледенительной системой, которая обеспечивает надежную работу ГТУ в зимних условиях.

Из турбин отработавшие горячие газы попадают в котлы-утилизаторы, где нагревают воду, — это повышает общую эффективность использования топлива. Для выдачи тепла установлены три пиковых водогрейных котла, а для производства пара для промышленных нужд — два паровых котла.

Котлы-утилизаторы изготовлены ПАО «Силовые машины», пиковые водогрейные котлы — АО «Дорогобужкотломаш», паровые котлы — ООО «Энторрос», силовые трансформаторы — ООО «Тольяттинский Трансформатор» и АО «Группа СВЭЛ».

Основным видом топлива для электростанции является природный газ.

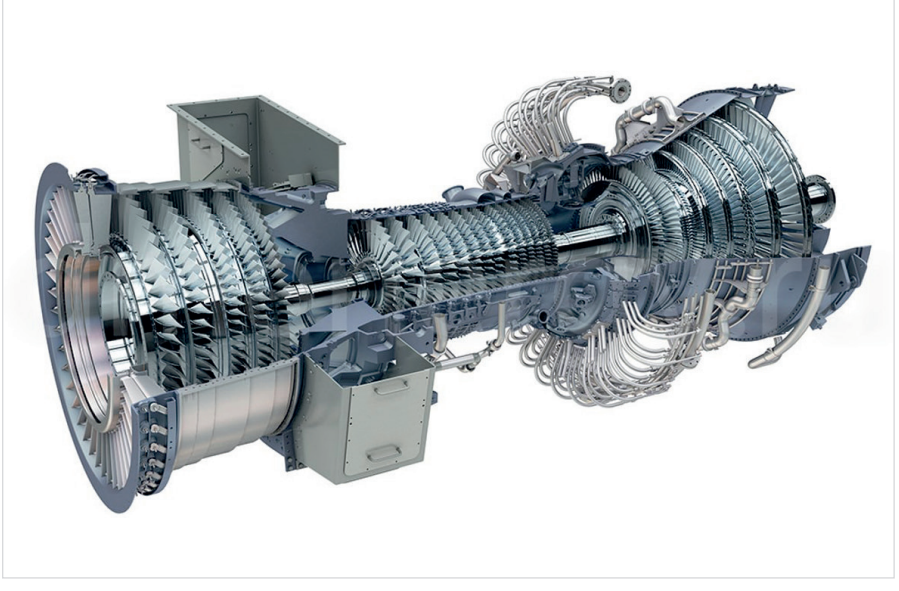
Турбины модельного ряда LM6000 — лидер в сегменте мощности 40+ МВт. В настоящее время в мире функционирует свыше 1 300 ГТУ LM6000, которые суммарно отработали более 40 млн часов с надежностью 99,8 %. Эти установки характеризуются компактностью (около 5 м в длину), рекордно быстрым пуском (5 мин) и выходом на полную мощность (менее 10 мин), топливной эффективностью и высоким КПД в простом цикле (до 42 %).

КОМПЛЕКСНАЯ ГАЗОПОДГОТОВКА

Топливоснабжение энергоблоков ТЭЦ «Восточная» осуществляет система подготовки газа «ЭНЕРГАЗ», расположенная



ГТУ-ТЭЦ «Восточная» во Владивостоке



Макет газовой турбины GE типа LM6000

на площадке газового хозяйства. Она обеспечивает необходимое качество газа в соответствии с проектными параметрами по чистоте, температуре, давлению и расходу. Основные элементы системы: блочный пункт подготовки газа (БППГ), дожимная компрессорная станция (ДКС) и парк газовых ресиверов.

Всё оборудование поставлялось с максимальной степенью заводской готовности (97 %). Коэффициент технического использования составляет 0,92+, надежности пусков — 0,95+.

Блочный пункт подготовки газа

БППГ изготовлен ЭНЕРГАЗ по специальному проекту и представляет собой технологическую установку, основное назначение которой — измерение расхода и фильтрация газа. Максимальная производительность БППГ составляет 40 000 м³/ч, расчетная производительность — 36 000 м³/ч, что соответствует номинальному расходу топлива на 3 ГТУ.

Установка оборудована высокоэффективной сепарационной системой с коалесцирующими фильтрами-скрубберами. Степень очистки газа — 99,98 % для загрязнений размером свыше 10 мкм. Предусмотрена возможность быстрой замены фильтрующих картриджей.

Сбор газового конденсата и механических примесей происходит автоматически. Из-за климатических условий дренажный резервуар объемом 1,5 м³ имеет наземное исполнение. Узел дренажа оснащен электрообогревом, устройством контроля уровня жидкости и оборудованием для удаления конденсата в передвижную емкость.

Для измерения объема газа, поступающего в энергоблоки ГТУ-ТЭЦ «Восточная», БППГ укомплектован двухлинейным блоком коммерческого учета газа с относительной



Блочный пункт подготовки газа «ЭНЕРГАЗ»



Технологический отсек БППГ

погрешностью не более 1,5 %. Данные от него передаются по коммуникационным каналам на верхний уровень АСУ ТП. Блок учета позволяет проводить взаимные финансовые расчеты между поставщиком, газораспределительной организацией и потребителем, составлять балансы приема и отпуска газа, контролировать расход и эффективность использования топлива.

Блочный пункт размещается в отдельном всепогодном модуле с интеграцией элементов на единой раме; действует в автоматическом режиме; оснащен системами рабочего и аварийного освещения, обогрева и вентиляции помещения, а также системами безопасности.

После предварительной подготовки поток топливного газа направляется в ДКС.

Дожимная компрессорная станция

ДКС от компании «ЭНЕРГАЗ» состоит из трех модульных компрессорных установок (две КУ в работе, одна в горячем резерве) и служит для компримирования и подачи топливного газа в турбины ГТУ. КУ выполнены на базе винтовых маслозаполненных компрессоров.

В двухступенчатых КУ применяется технология сжатия газа в два этапа, без промежуточного охлаждения. Это позволяет компрессорной станции стабильно работать во всем диапазоне изменения давления на всасывании, вне зависимости от питающей линии. Двухступенчатое компримирование обеспечивает также высокую степень сжатия: минимальное давление газа на входе — 0,57 МПа, максимальное давление нагнетания — 4,81 МПа (ограничено уставками ГТУ).

Максимальная производительность каждой КУ составляет 18 000 м^3/ч. Расход газа зависит от динамики изменения нагрузки связанной ГТУ и контролируется в диапазоне от 0 до 100 %. Для этого используется специальная двухуровневая система регулирования.

Первый уровень — управление золотниковым клапаном компрессора — обеспечивает плавное бесступенчатое регулирование производительности в диапазоне 15–30...100 %, а для контроля производительности в нижнем диапазоне он комбинируется с системой рециркуляции газа (второй уровень), которая позволяет максимально быстро и корректно реагировать на резкое изменение нагрузки



Дожимная компрессорная станция



Компрессорная установка №1 в составе ДКС топливного газа

при переходных режимах работы сопряженных турбин.

Технологической схемой ДКС предусмотрено устойчивое поддержание расчетной температуры газа, необходимой для нормальной работы турбин. Оптимальная температура подачи топлива установлена производителем газотурбинных установок и составляет +60 °С.

Проектные требования по чистоте топливного газа обеспечивает система фильтрации КУ: входной стрейнер, газо-масляный сепаратор 1-й ступени очистки и коалесцирующий (страховочный) фильтр 2-й ступени. Содержание аэрозолей масла в газе на выходе — не более 1 ppmw (мг/кг), жидкие примеси отсутствуют.

Установки размещаются в собственных укрытиях контейнерного типа, оснащенных системами жизнеобеспечения. Согласно требованиям безопасности каждая КУ оборудована системами пожарообнаружения, газодетекции, сигнализации, пожаротушения.

Парк газовых ресиверов

Система подготовки газа «ЭНЕРГАЗ» включает также смонтированный на выходе ДКС парк газовых ресиверов для сглаживания пульсаций давления в газораспределительной сети.

При остановке одной из компрессорных установок объем подготовленного газа (25 кубометров) гарантирует устойчивую работу (без снижения мощности) турбин ГТУ-ТЭЦ на время, необходимое для полноценного включения в эксплуатацию резервной КУ.

Автоматизация процесса газоподготовки

Пункт подготовки газа и дожимные компрессорные установки полностью автоматизированы и не требуют дополнительной ручной настройки для отладки корректного взаимодействия различных систем оборудования.

Локальные системы автоматического управления (САУ) выполнены на базе микропроцессорной техники с использованием современного программного обеспечения, коммутационного оборудования и каналов связи. Они расположены внутри блок-модулей БППГ и КУ — в специальных отсеках, отделенных от технологической части газонепроницаемой огнестойкой перегородкой.

Основные компоненты САУ имеют резервирование, что гарантирует непрерывность управления. В случае потери напряжения собственные источники бесперебойного питания поддерживают автономную работу программно-технического комплекса не менее 30 минут.

Локальные САУ интегрированы с верхним уровнем АСУ ТП, обеспечивают дистанционное управление установками газоподготовки, автоматические защиты и сигнализацию, контролируют технологические параметры и загазованность в помещениях, обрабатывают параметры рабочего процесса и аварийных событий, выводят информацию на панель оператора. Управление с центрального щита ГТУ-ТЭЦ осуществляется в полном объеме аналогично управлению «по месту».



Газовый ресивер на площадке газового хозяйства

Комплексный ввод системы газоподготовки и топливоснабжения в действие (шефмонтаж, пусконаладку, индивидуальные и интегрированные испытания), а также обучение оперативного персонала выполнили специалисты компании «СервисЭНЕРГАЗ», которая входит в структуру Группы «ЭНЕРГАЗ». В ходе эксплуатации сервисные инженеры проводят плановое техобслуживание этого оборудования — через каждые 4 000 часов наработки.

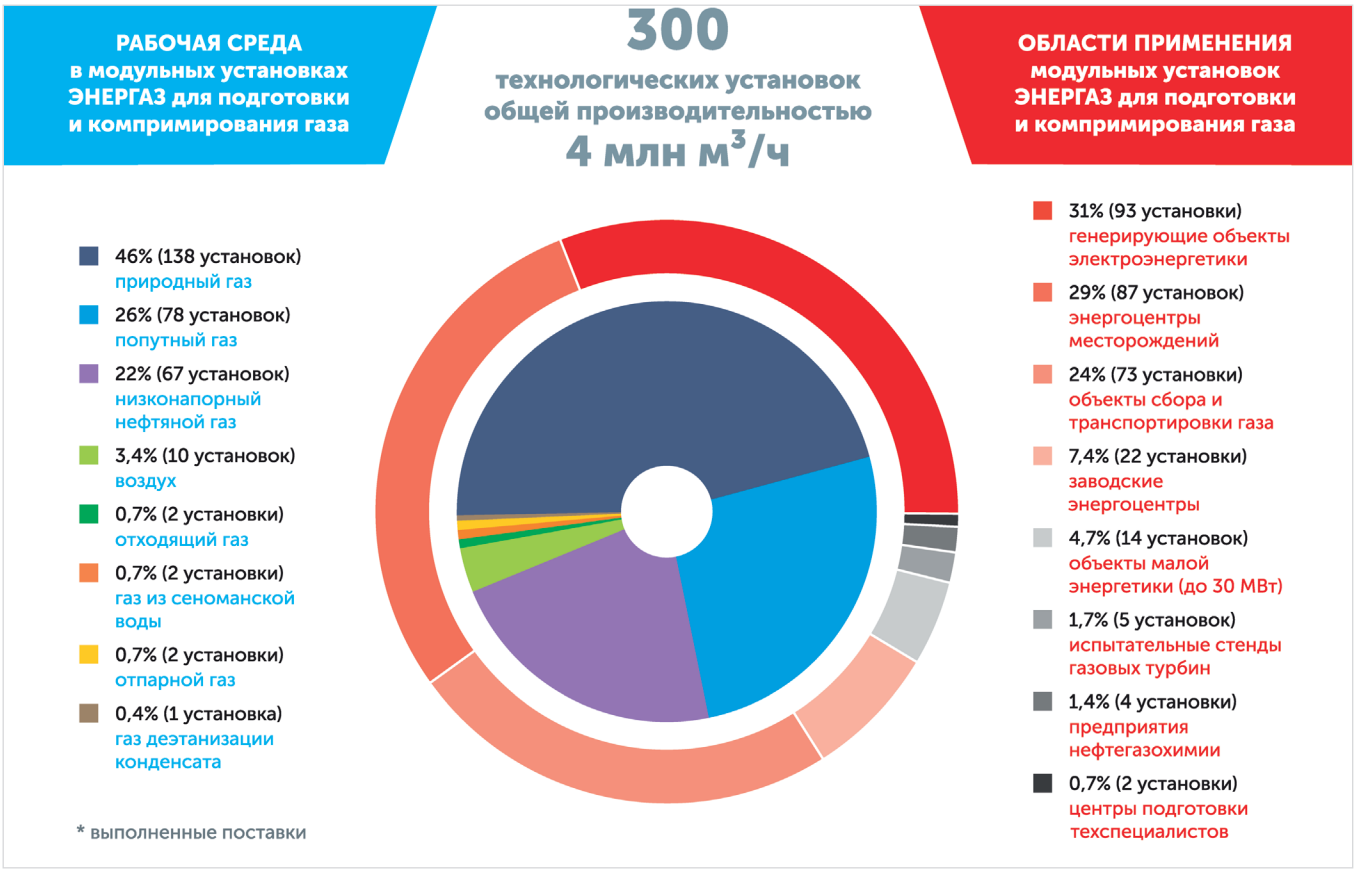
ПОДГОТОВКА ГАЗА ДОВЕРЕНА ПРОФЕССИОНАЛАМ

Деятельность Группы «ЭНЕРГАЗ» развернута от Калининграда до Сахалина. Наши технологические установки функционируют на Дальнем Востоке, в Сибири и на Крайнем Севере, в южных и центральных регионах страны, в Москве и Санкт-Петербурге, а также за пределами России — в республиках Беларусь, Казахстан и Узбекистан.

С учетом реализованных в 2020 г. проектов ЭНЕРГАЗ достиг отметки в 300 поставленных модульных установок для подготовки и компримирования газа. Диапазон их единичной производительности — от 270 до 185 000 м^3/час. Суммарная производительность этого оборудования превысила 4 млн м^3/ч.



Плановое техобслуживание оборудования газоподготовки на ГТУ-ТЭЦ «Восточная»



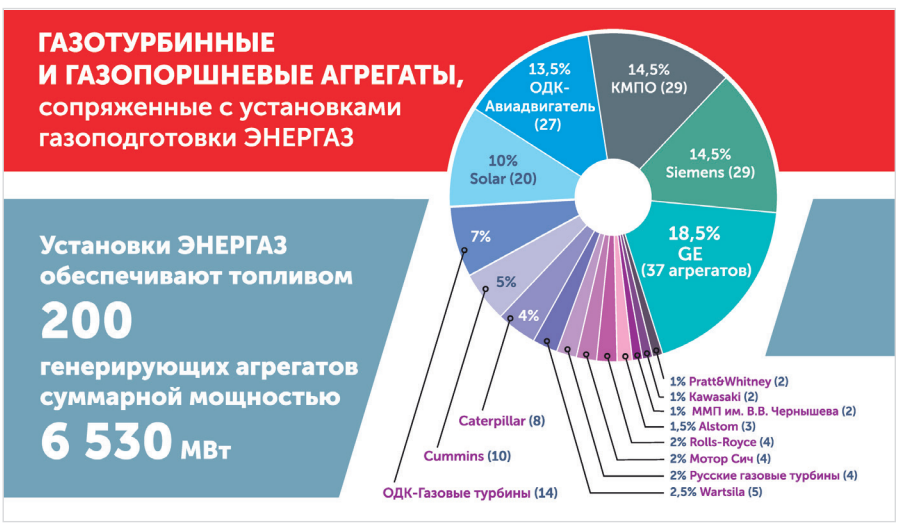
Рабочая среда (тип газа) и области применения модульных технологических установок «ЭНЕРГАЗ»

Пункты подготовки газа и дожимные компрессорные станции «ЭНЕРГАЗ» эксплуатируются на крупных электростанциях, объектах малой энергетики, автономных центрах энергоснабжения промышленных предприятий, объектах сбора и транспортировки газа, энергоцентрах собственных нужд месторождений, предприятиях нефте- и газопереработки, а также на объектах специального назначения: на испытательных стендах газовых турбин и в технических учебных центрах.

Рабочей средой являются различные типы газа: природный, попутный, низконапорный нефтяной, отходящий, отпарной, газ из сеноманской воды, воздух, газ деэтанизации конденсата.

В нефтегазовой отрасли наши установки действуют в составе 62 объектов на 47 месторождениях. Среди них: электростанции, 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, нефтегазосборные пункты, концевые сепарационные установки, установки деэтанизации конденсата, установки стабилизации конденсата, приемо-сдаточные пункты, транспортные системы жидких углеводородов, установки комплексной подготовки газа и конденсата.

В электроэнергетике на 76 генерирующих объектах оборудование «ЭНЕРГАЗ» обеспечивает качественным топливом газотурбинные и газопоршневые агрегаты ведущих отечественных и мировых производителей. Число таких энергоагрегатов достигло 200. Диапазон их единичной мощности составляет от 1,2 до 187 МВт, суммарная электрическая мощность превысила 6,5 ГВт. В эту статистику не входят агрегаты, проходящие заводское тестирование на испытательных стендах ПАО «Протон-Пермские моторы», АО «ОДК-Газовые турбины», ЗАО «Невский завод» и ПАО «ОДК-УМПО», которые также получают топливный газ от наших установок.



Энергоагрегаты, сопряженные с установками газоподготовки «ЭНЕРГАЗ»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт эксплуатации системы топливоснабжения турбин ГТУ-ТЭЦ «Восточная» анализируется в Группе компаний «ЭНЕРГАЗ» как универсальный и учитывается при индивидуальном проектировании и изготовлении оборудования газоподготовки, предназначенного для новых энергообъектов различной мощности, создаваемых на базе парогазовых, газотурбинных и газопоршневых энергоблоков.

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@energas.ru
www.energas.ru