

Комплексная подготовка топливного газа для турбин Прегольской ТЭС



Э.С. Зимнухов

руководитель Департамента
реализации проектов
ООО «ЭНЕРГАЗ»



На примере Прегольской ТЭС, введенной в эксплуатацию в марте 2019 года, рассмотрим возможности комплексной газоподготовки на базе многофункциональных технологических установок, применяемых в автоматизированном процессе очистки, осушки, подогрева, редуцирования, учета, контроля качества, компримирования и подачи топливного газа к турбинам парогазовых энергоблоков.

НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ

Переведем исторический счетчик времени на шесть лет назад. Тогда, после «блэкаута» 2013 года, по поручению Президента России и в соответствии с распоряжениями Правительства Российской Федерации было решено гарантировать необходимые энергетические мощности и надежно обезопасить энергосистему Калининградской области.

Для решения этой стратегической задачи создали ООО «Калининградская генерация». Инвестором проекта стало АО «Роснефтегаз» с объемом инвестиций 100 млрд рублей. Операторами проекта выступили компании Группы «Интер РАО», которые будут эксплуатировать новые ТЭС.

По проекту требовалось до 2021 года воздвигнуть четыре электростанции суммарной установленной мощностью порядка 1 ГВт: в Гусеве (Маяковская ТЭС), Советске (Талаховская ТЭС), Калининграде (Прегольская ТЭС) и Светловском городском округе (Приморская ТЭС).

Уже в марте 2018 года при участии Президента России В.В. Путина были пущены Маяковская и Талаховская ТЭС, обе по 156 МВт. Приморская ТЭС (195 МВт) планируется к вводу в третьем квартале 2020 года как резервный источник энергоснабжения региона. Она будет работать на угле, в отличие от других электростанций, использующих природный газ.

Добавим к этому, что строительство и поэтапный ввод новых станций сопровождался масштабной модернизацией газотранспортной системы и электросетевого хозяйства с применением технологии «умных сетей».

Все новые ТЭС в совокупности обеспечивают надежность и маневренность калининградской энергосистемы. Пуск же Прегольской ТЭС создал основной запас мощности для форсирования экономического развития области. Предполагается, что энергетический суверенитет региона полностью состоится с вводом резервной Приморской ТЭС.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ДЕЙСТВИИ

Прегольская теплоэлектростанция мощностью 455,2 МВт — это самый крупный объект новой калининградской генерации. Заказчик этого строительства ООО «Калининградская генерация» — совместное предприятие ПАО «Интер РАО» и АО «Роснефтегаз». Руководила строительством компания «Интер РАО — Управление электрогенерацией». Генеральный подрядчик — «Интер РАО — Инжиниринг».

Все основное оборудование Прегольской ТЭС произведено отечественными предприятиями. Станция состоит из четырех парогазовых блоков мощностью по 113,8 МВт. Каждый энергоблок включает газовую турбину типа 6F.03 (ООО «Русские газовые турбины», г. Рыбинск, Ярославская область), генератор (НПО «Элсиб», г. Новосибирск), паровую турбину (ПАО «Силовые машины», г. Калуга), котел-утилизатор (АО «Подольский машиностроительный завод», г. Подольск, Московская область).

На объекте применены сухие вентиляторные градирни. При строительстве также использованы технологии и решения, снижающие допустимые уровни вредных выбросов в атмосферу.



Фото 1. Прегольская ТЭС – самый крупный объект новой калининградской генерации



Фото 2. Машинный зал новой электростанции

Основным топливом для станции является природный газ, резервным — дизельное топливо. Парогазовые технологии подтверждают здесь свою высокую эффективность. Электрический КПД составляет 51,8%, удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии — 236,8 грамма условного топлива на 1 кВт·ч.

КОМПЛЕКСНАЯ ГАЗОПОДГОТОВКА

Снабжение топливом энергоблоков Прегольской ТЭС обеспечивает система комплексной газоподготовки «ЭНЕРГАЗ», которая включает многоблочный пункт подготовки газа, газодожимную компрессорную станцию из четырех установок и модуль управления.

Система смонтирована на территории Калининградской ТЭЦ-2, с которой соседствует построенная электростанция. Все оборудование поставлялось с максимальной степенью заводской готовности (коэффициент готовности 0,98). Коэффициент технического использования составляет 0,92+, надежности пусков — 0,95+. Расчетный срок службы системы — не менее 25 лет.

Пункт подготовки газа

Пункт подготовки газа (далее — ППГ) изготовлен ЭНЕРГАЗом по специальному проекту. Это технологическая установка, состоящая из нескольких блок-боксов с оборудованием различного назначения, которые при монтаже состыкованы в единое здание с общей кровлей. Исключение составляют входной блок фильтрации и узел дренажа конденсата, которые имеют внешнее исполнение на открытой раме.

Входной блок состоит из трех линий с фильтрами грубой очистки газа. Степень очистки — 99,98% для загрязнений размером свыше 10 мкм. После предварительной фильтрации топливный газ поступает в систему тонкой очистки.

Трехлинейная система с коалесцирующими фильтрами-сепараторами осуществляет дополнительное удаление твердых частиц и отделение капельной влаги.

Сбор газового конденсата и механических примесей происходит в автоматическом режиме. В силу климатических условий

дренажный резервуар объемом 10 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 станции, ППГ укомплектован блоком коммерческого учета газа, который включает три линии нормального расхода и одну линию малого расхода. Тип первичных преобразователей расхода (расходомеров) — ультразвуковой. Относительная погрешность блока учета — не более 1%. Данные от него по коммуникационным каналам передаются в узел учета газа Калининградской ТЭЦ-2, а также в систему учета ресурсов и в ПТК АСУ ТП Прегольской ТЭС.

Блок коммерческого учета газа ППГ позволяет проводить взаимные финансовые расчеты между поставщиком, газораспределительной организацией и потребителем, контроль за расходами и гидравлическими режимами систем газоснабжения, составление балансов приема и отпуска газа, контроль за эффективностью использования газа.

Пункт подготовки газа оснащен узлом контроля качества, основу которого составляет потоковый газовый хроматограф непрерывного действия (калориметр) с устройством отбора проб. Функционал этого оборудования: определение компонентного

состава газа, измерение теплотворной способности, вычисление плотности и относительной плотности, вычисление числа Воббе.

После фильтрации и учета газ попадает в трехлинейный узел подогрева на базе кожухотрубных теплообменников с коаксиальными трубками. Номинальный расход газа через один подогреватель — 53 000 м³/ч. В качестве теплоносителя используется сетевая вода. Здесь газ нагревается до показателей, необходимых для нормальной работы турбин. Оптимальный диапазон температуры подачи газа, установленный производителем газотурбинных установок (далее — ГТУ), составляет +11...+40 °С (расширенный диапазон +11...+90 °С).

Проектное давление газа на входе в ППГ — до 4,14 МПа. Его понижение до рабочих параметров подачи в турбины (2,6...3,08 МПа, максимально допустимое — 3,45 МПа) обеспечивает система редуцирования. В ней предусмотрены три нитки редуцирования: две рабочие по 50% потока и одна резервная.

В конечном итоге, пункт подготовки газа подает топливный газ к блокам отключающей арматуры ГТУ с максимальной производительностью 106 000 м³/ч.

В периоды, когда давление газа, поступающего в ППГ, недостаточно для работы ГТУ (ниже 2,6 МПа), газ после фильтрации и учета, минуя узел подогрева и систему редуцирования, направляется в дожимную



Фото 3. Сухая вентиляторная градирня



Фото 4. Входной блок фильтрации и узел дренажа конденсата ППГ



Фото 5. Технологические отсеки пункта подготовки газа «ЭНЕРГАЗ»

компрессорную станцию, где компримируется до необходимых параметров.

Дожимная компрессорная станция

ДКС от компании ЭНЕРГАЗ состоит из четырех модульных компрессорных установок (3 в работе, 1 в горячем резерве). КУ выполнены на базе винтовых маслозаполненных компрессоров. Давление на линии нагнетания может быть обеспечено в диапазоне 2,6...3,45 МПа.

Единичная производительность КУ составляет 35 500 нм³/ч. Расход газа контролируется в диапазоне от 0 до 100% от номинального. Для этого применена 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 при переходных режимах работы сопряженных турбин.

Данный метод управления производительностью КУ имеет ряд существенных преимуществ:

- система регулирования автоматически устанавливает загрузку в зависимости от

давления газа в подводящем трубопроводе, что позволяет установкам работать в условиях, когда давление и расход газа на входе могут изменяться;

- при уменьшении производительности пропорционально уменьшается потребляемая мощность двигателя, обеспечивается понижение потребления электричества на собственные нужды КУ;
- процесс полностью автоматизирован и не требует участия оперативного персонала в регулировании работы оборудования.

С учетом жестких требований по чистоте топливного газа система фильтрации в установках усилена. Помимо газо-масляного фильтра-сепаратора 1-й ступени очистки и коалесцирующего фильтра 2-й ступени, в каждый блок-модуль встроен дополнительный (страховочный) фильтр тонкой очистки газа.

Содержание аэрозолей масла в газе на выходе из КУ составляет не более 0,5 ppm. Для контроля этого показателя на общем выходном коллекторе компрессорной станции установлен анализатор содержания паров масла.

В технологическую схему КУ интегрирован каскад последовательных газоохладителей и газонагревателей, что обеспечивает «отбой» конденсата и устойчивое поддержание проектной температуры топлива для турбин энергоблоков (до +90 °С).

Установки размещаются в собственных всепогодных укрытиях контейнерного типа, оснащенных системами жизнеобеспечения (обогрев, вентиляция, освещение). Согласно требованиям по безопасности каждая КУ оборудована системами пожаробезопасности, газодетекции, сигнализации, пожаротушения.

Модуль управления локальными САУ

Пункт подготовки газа и дожимные компрессорные установки полностью автоматизированы. Их САУ осуществляют подготовку к пуску, пуск, останов и поддержание оптимального режима работы; контролируют технологические параметры; обеспечивают автоматические защиты и сигнализацию; обрабатывают параметры рабочего процесса и аварийных событий с выдачей информации по стандартному протоколу обмена.

Локальные САУ ППГ и ДКС размещены в общем модуле управления (в отдельном укрытии), который расположен на площадке газового хозяйства в непосредственной близости от ППГ. Модуль выполнен на базе современной микропроцессорной техники, с использованием передового программного обеспечения и коммутационного оборудования.

Основные компоненты САУ ППГ имеют резервирование, благодаря чему неисправность любого из них не приводит к останову пункта подготовки газа. Резервирование элементов САУ ДКС не выполнялось, так как надежность эксплуатации компрессорных установок гарантируется наличием резервной КУ.

При отсутствии внутростанционного электроснабжения собственные источники бесперебойного питания обеспечивают автономную работу программно-технического комплекса САУ ППГ не менее 1 часа, а САУ ДКС — не менее 0,5 часа.

Модуль интегрирован с верхним уровнем АСУ ТП и обеспечивает дистанционное управление оборудованием, контроль загазованности в помещениях, вывод информации о состоянии элементов и узлов на панель оператора. Управление с БЩУ электростанции осуществляется в полном объеме аналогично управлению «по месту».



Фото 6. Дожимная газоконпрессорная станция



Фото 7. Компрессорная установка №1 в составе ДКС топливного газа



Фото 8. Модуль управления с локальными САУ

ПРИРАЩЕНИЕ ОПЫТА

Шеф-инженерные работы по вводу в эксплуатацию системы газоподготовки и газоснабжения Прегольской ТЭС выполнили специалисты ООО «СервисЭНЕРГАЗ» (входит в группу компаний ЭНЕРГАЗ).

Данный проект стал еще одним примером творческого соединения многолетнего опыта Группы ЭНЕРГАЗ с новаторскими техническими решениями. Это значимый этап в работе проектировщиков и инженеров ЭНЕРГАЗа по повышению эффективности и надежности технологического оборудования газоподготовки и газоснабжения для крупных электростанций, объектов малой энергетики, автономных центров энергоснабжения промышленных предприятий, объектов сбора и транспортировки ПНГ, энергоцентров собственных нужд месторождений, объектов специального назначения (испытательные стенды газовых турбин и технические учебные центры).

С каждым реализованным проектом ЭНЕРГАЗ наращивает организационную практику и оттачивает инженерный профессионализм. Сегодня в нашем активе насчитывается 149 проектов на территории 36 регионов России и стран СНГ. Начиная с 2007 года, введено или готовятся к пуску 290 технологических установок.

Эти агрегаты различного назначения,

исполнения и модификации объединены в комплексы оборудования «ЭНЕРГАЗ» следующих типов:

- многофункциональная система газоподготовки и газоснабжения;
- система комплексной подготовки попутного газа;
- дожимная компрессорная станция топливного газа;
- компрессорная станция для перекачивания попутного газа;
- многоблочная (многомодульная) установка подготовки топливного газа.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Итак, Калининградская область получила энергетические основания для достижения опережающих темпов социально-экономического развития. В регионе созданы условия для энергоснабжения в изолированном режиме. Задача энергобезопасности области решена.

На этом фоне примечательна позиция прибалтийских стран, которые анонсировали свой выход из постсоветской единой энергетической системы БРЭЛЛ до 2025 года, что непосредственно грозило Калининградской области, так как превращало ее в «энергетический остров».

Так вот, после ввода новых калининградских мощностей, в той же Литве

забеспокоились, что Россия сама может досрочно выйти из БРЭЛЛ ранее 2025 года, а это чревато возможным энергетическим дефицитом и даже «блэкаутом» уже для всей Прибалтики. Там также заговорили о стремительном росте генерации Калининградской области якобы «для шантажа», чтобы «выставить Литве счет» за пребывание в БРЭЛЛ, пользуясь тем, что она не готова к синхронизации с европейскими сетями.

Останется ли Россия в БРЭЛЛ до 2025 года, пока Прибалтика только готовится покинуть существующее энергокольцо? В ответ ИТАР-ТАСС процитировал вице-премьера российского Правительства Дмитрия Козака: «У нас есть готовность работать, в том числе до 2025 года, но на других условиях».

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



Фото 9. Система комплексной газоподготовки и газоснабжения «ЭНЕРГАЗ»