

**ПЕРЕДОВЫЕ ПРОЕКТЫ**

# Современное оборудование газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» для испытательных стендов газовых турбин

И. В. Чернов – ООО «ЭНЕРГАЗ»

**Современные испытательные стенды дают возможность комплексно испытывать энергетические и газо-перекачивающие агрегаты широкого диапазона мощности с выходом на номинальные режимы их работы. При этом контролируются практически все технические нормативы, заложенные на стадии проектирования.**

История развития газотурбинного машиностроения в России дает несколько примеров создания современных стендов для заводских испытаний газотурбинных (ГТА) и газоперекачивающих (ГПА) агрегатов. Первоочередная цель таких испытаний – создание системы гарантий для эффективной эксплуатации будущих энергетических и газотранспортных объектов.

Собственные испытательные стенды позволяют производственным компаниям иметь целый ряд конкурентных преимуществ. Прежде всего – это соответствие требованиям заказчиков о проведении индивидуальных и комплексных испытаний оборудования именно в заводских условиях. Данное требование все чаще становится обязательным критерием участия производителей в отборочных конкурсах.

По своей сути заводские испытания служат первоосновой достижения необходимой эксплуатационной надежности, особенно в труднодоступных, отдаленных районах, где работа ГТА или ГПА сопряжена также с экстремальными климатическими условиями.

Проведение испытаний в заводских условиях гарантирует заказчику высокую степень надежности агрегата, его соответствие заявленным технико-экономическим характеристикам и проектным требованиям,

а также значительно сокращает сроки монтажа и пусконаладки оборудования непосредственно на объекте строительства.

## Технологические системы газоподготовки от компании ЭНЕРГАЗ

В свою очередь, работоспособность самих испытательных стендов напрямую зависит от эффективности и надежности АСУ ТП, технологического и вспомогательного оборудования. В полной мере это относится и к возможностям технологических систем, предназначенных для подготовки и подачи топливного газа в турбины испытываемых агрегатов. Таких, например, как дожимные компрессорные станции от компании ЭНЕРГАЗ, которые были изготовлены для действующих испытательных стендов по особым проектам с учетом диапазона мощности и конструктивных особенностей испытываемых ГТА и ГПА. В итоге исходное газовое сырье подготавливается в качестве топливного газа в строгом соответствии с необходимыми параметрами по чистоте, давлению, температуре и расходу.

Здесь уместно подчеркнуть, что системы газоподготовки и газоснабжения «ЭНЕРГАЗ», выполненные на базе дожимных компрессорных станций (ДКС) и блочных пунктов подготовки газа (БППГ, фото 1), мно-

гократно подтвердили свою надежность и эффективность при практической эксплуатации газотурбинного и газотранспортного оборудования.

С 2007 года ЭНЕРГАЗ поставил и ввел в действие 243 ДКС и БППГ. В электроэнергетике они работают на 60 энергоблоках суммарной мощностью более 4200 МВт, в нефтегазовой отрасли – подготавливают попутный нефтяной газ на 40 месторождениях. Всего в активе компании 123 проекта.

Установки газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» действуют совместно 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.

Рассмотрим подробнее возможности конкретных заводских стендов и технологических установок подготовки газа, предназначенных для проведения испытаний ГТА и ГПА.

## Испытательный стенд «ОДК – Газовые турбины»

В 2014 году компания «ОДК – Газовые турбины» («ОДК-ГТ») ввела в промышленную эксплуатацию в Рыбинске Ярославской области универсальный стенд контрольных заводских испытаний (фото 2). Это первый в России стенд для испытаний полнокомплектных наземных ГТА и ГПА широкого мощностного ряда. Построен по контракту с Министерством промышленности и торговли РФ. Генеральный проектировщик – ЗАО «Казанский Гипрониавиапром».

Практика применения газотурбинных электростанций и компрессорных станций последнего поколения выдвигает повышенные требования к технологическим параметрам ГТА и ГПА. Поэтому универсальному испытательному стенду приданы функции одного из ключевых звеньев в системе объективного контроля качества и надежности оборудования под фирменной маркой «ОДК-ГТ».

Такие комплексные испытания открыли новые проектные возможности для исследований и разработок в энергетическом и газотранспортном машиностроении, расширили перспективы для долговременной партнерской кооперации в этой отрасли. На качество изготовления и работоспособность проверяются как отдельные детали и узлы, так и агрегаты в целом.

Это газопоршневые энергоустановки мощностью 0,5...4,0 МВт, газотурбинные энергоблоки собственного производства мощностью до 25 МВт (ГТЭС-2,5; ГТА-6/8РМ; ГТА-10ГТ; ГТА-14; ГТА-16; ГТА-25), газоперекачивающие агрегаты (ГПА-4РМ; ГПА-6,3/8РМ; ГПА-16; ГПА-25). Первым агрегатом, прошедшим испытания на стенде, стал ГТА-10ГТ мощностью 10 МВт.

Сжатие и подачу топливного газа в процессе испытаний всех типов ГТА и ГПА осуществляет дожимная компрессорная станция винтового типа EGSI-S-140/1400WA (фото 3), поставленная компанией ЭНЕРГАЗ.



Фото 1. БППГ «ЭНЕРГАЗ» для энергоцентра собственных нужд ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» (ГТУ-ТЭЦ, Усинское месторождение)



Фото 2. Испытания газотурбинной установки ГТА-16 на стенде «ОДК – Газовые турбины»



Фото 3. ДКС снабжает топливом испытываемые турбины и газоперекачивающие агрегаты





Фото 4. Многоцелевой адаптивный стенд испытаний ГТУ ПАО «Протон – Пермские моторы»



Фото 5. Дожимная компрессорная станция «ЭНЕРГАЗ» для стенда «Протон-ПМ»



Фото 6. Испытательный цех «Невского завода»

Газ с входного давления 1,2 МПа компримируется до 3,5...5 МПа. В зависимости от мощности испытываемого агрегата производительность ДКС варьируется от 8 до 16 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Регулирование производительности (расхода газа) осуществляется при помощи двухуровневой системы: 1-й уровень – байпасная линия, 2-й уровень – золотниковое регулирование. Это позволяет максимально быстро и корректно реагировать на изменение режима работы сопряженного агрегата или изменение параметров входного газопровода, снижает эксплуатационные расходы, при необходимости обеспечивает работу ДКС в режиме рециркуляции.

### Стенд испытаний газотурбинных установок «Протон – Пермские моторы»

18 июля 2013 года в ПАО «Протон – Пермские моторы» пущен в эксплуатацию многоцелевой адаптивный стенд испытаний газотурбинных установок (фото 4). Это совместный проект «Протон-ПМ» и Пермского национального исследовательского политехнического университета. Федеральная служба по интеллектуальной собственности подтвердила уникальность технологий, предложенных пермскими инженерами для испытаний ГТУ.

Стенд построен на полигоне предприятия как один из основных структурных элементов технополиса «Новый Звездный» в рамках инновационного направления «Энергетическое машиностроение». Испытания ГТУ проводятся здесь в интересах конструкторских бюро, опытных производств и заводов, специализирующихся на изготовлении газотурбинных агрегатов.

Внедрение на стенде новых технических решений позволяет испытывать газотурбинное оборудование различных модификаций мощностью до 40 МВт. Основу для объективного анализа надежности и работоспособности ГТУ создает система измерений, которая способна достоверно определить уникальное количество параметров как испытываемых установок, так и самого стенда.

По оценкам специалистов, потенциальный объем испытаний на этом стенде составляет до 150 газотурбинных установок в год. Основными партнерами «Протона-ПМ» на этом направлении являются АО «ОДК – Пермские моторы» и АО «ОДК – Авиадвигатель».

Испытания газотурбинных агрегатов обеспечивает топливным газом дожимная компрессорная станция EGSI-S-200/1600WA от компании ЭНЕРГАЗ. Эта ДКС (фото 5) компримирует природный газ до давления на нагнетании в диапазоне 1,6...4,5 МПа и подает топливо в турбины ГТУ в объеме от 2500 до 11 000 м<sup>3</sup>/ч.

Блочно-модульная ДКС расположена на отдельной площадке во всепогодном звукопоглощающем укрытии, оборудована системами жизнеобеспечения и безопасности, работает в автоматическом режиме.



Фото 7. ДКС обеспечивает турбины газом с проектными параметрами по чистоте, давлению и температуре

Система автоматизированного управления (САУ) поддерживает компрессорную станцию в рабочем состоянии, обеспечивая требуемые эксплуатационные параметры, в том числе параметры масла, газа, охлаждающей жидкости. САУ обеспечивает связь с верхним уровнем АСУ ТП. Отсек управления размещен внутри блока-модуля ДКС.

### Модернизация испытательных стендов газовых турбин «Невского завода»

«Невский завод» – старейшее промышленное предприятие Санкт-Петербурга, основанное еще в 1857 году. Завод является разработчиком и производителем продукции энергетического машиностроения: промышленных газовых и паровых турбин, центробежных и осевых компрессоров и нагнетателей.

Сегодня это одно из ведущих энергомашиностроительных производств России. Предприятие обеспечивает оборудованием объекты топливно-энергетического комплекса, металлургии, машиностроения, нефтехимии, газовой и нефтяной промышленности.

В 2007 году «Невский завод» вошел в состав «РЭП Холдинга». Начался новый этап в развитии предприятия. В 2008–2010 гг. здесь проведена глобальная реконструкция: построены новые производственные цеха, внедрены современные технологии, приобретены уникальные станки.

В 2016 году была завершена модернизация стендов для испытаний газовых турбин мощностью 4...32 МВт (фото 6). В рамках проекта компания ЭНЕРГАЗ поставила и поэтапно ввела в эксплуатацию дожимную компрессорную станцию топливного газа EGSI-S-190/1500W (фото 7).

В ходе стендовых проверок ДКС снабжает испытываемые турбины качественным топливом с требуемыми параметрами по чистоте, давлению, температуре и расходу. Компрессорная станция номинальной производитель-



Фото 8. Комплекс для эквивалентно-циклических испытаний двигателей АЛ-31СТ производства УМПО

ностью до 11 000 м<sup>3</sup>/ч обеспечивает компримирование газа до уровня рабочего давления 1,5...4,3 МПа.

ДКС размещается в собственном укрытии, оснащена системами регулирования производительности, автоматизированного управления, индивидуального маслообеспечения, газообнаружения, сигнализации, пожаротушения, рабочего и аварийного освещения, водяного обогрева, вентиляции.

Цикл работ по вводу ДКС топливного газа включил в себя шефмонтаж, пусконаладку, индивидуальные испытания оборудования, обучение заводских специалистов и комплексное опробование компрессорной станции в процессе стендового испытания газовой турбины мощностью 16 МВт.

### Стенд для испытаний газотурбинных двигателей ПАО «УМПО»

«Уфимское моторостроительное производственное объединение» – крупнейший разработчик и производитель авиационных двигателей в России. УМПО входит в состав АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (Госкорпорация Ростех).

Наряду с авиационными двигателями УМПО выпускает продукцию для газотранспортной отрасли и газотурбинной энергетики:

- газоперекачивающие агрегаты ГПА-16Р и ГПА-16-АЛ;
- газотурбинные установки для электростанций ГТЭ-18, ГТЭ-10/95 и ГТЭ-10/95БМ;
- газотурбинные приводы АЛ-31СТН для ГПА;
- газотурбинные приводы АЛ-31СТЭ для ГТЭ.

В ноябре 2012 года был введен в эксплуатацию испытательный стенд (фото 8), построенный АО «Уфа-АвиаГаз» (дочернее предприятие УМПО). Комплекс осуществляет эквивалентно-циклические испытания газотурбинных двигателей (ГТД) АЛ-31СТ, применяемых в газоперекачивающих агрегатах и на электростанциях.





Фото 9. Компрессорная установка типа EGSI-S-55/350WA



Фото 10. Сборочный цех Группы компаний ЭНЕРГАЗ в Белгороде

Известно, что одним из ключевых параметров привода является его ресурс, измеряемый в часах и циклах нагрузок. Так, например, АЛ-31СТН – базовый двигатель в ГПА – по своему назначению должен обладать повышенным ресурсом и высокой степенью надежности в различных условиях эксплуатации.

Уникальный по своим возможностям стенд УМПО позволяет испытывать отдельные агрегаты и узлы, а также всю конструкцию двигателя при значительно ускоренных циклических нагрузках в искусственно созданных экстремальных условиях (по сравнению с естественными условиями эксплуатации). На стенде тщательно тестируются конструкции рабочих лопаток и опор турбин высокого давления, от работоспособности которых непосредственно зависит общий ресурс и надежность привода.

В рамках реконструкции стенд оснащается дожимной компрессорной установкой (ДКУ) для бесперебойного снабжения испытываемых ГТД топливным газом. ДКУ типа EGSI-S-55/350WA, поставленная компанией

ЭНЕРГАЗ, будет компримировать газ (до 2,8...3,2 МПа) и подавать его на газогенератор приводов в процессе их тестирования.

Оборудование (фото 9) разработано по специальному проекту, предназначено для работы в условиях высокой интенсивности запусков и остановов и разной продолжительности испытаний. Производительность ДКУ составляет 6500 м<sup>3</sup>/ч.

За эффективный контроль, управление и безопасную эксплуатацию ДКУ отвечает система автоматизированного управления и регулирования. САУиР представляет собой полнокомплектную двухуровневую систему, которая интегрирована в АСУ ТП стенда.

Первый уровень – отсек управления ДКУ, размещенный внутри компрессорной установки и отделенный от технологической части (машинного зала) газонепроницаемой огнестойкой перегородкой. Второй уровень – пульт дистанционного управления (автоматизированное рабочее место – АРМ), расположенный в операторной объекта.

Поэтапный ввод в действие ДКУ и САУиР провели инженеры Группы компаний ЭНЕРГАЗ.

### Универсальность применения оборудования «ЭНЕРГАЗ»

ЭНЕРГАЗ поставляет не только комплектное оборудование – газовые и воздушные компрессорные станции, пункты подготовки топливного и попутного газа – но и отдельные системы и установки, используемые в газоподготовке и газоснабжении:

- системы фильтрации природного (топливного и пускового) газа;
- фильтры-скрубберы для очистки ПНГ;
- узлы коммерческого и технологического учета газа, расходомеры;
- установки газоохлаждения (воздушные и рефрижераторные);
- блоки осушки (температурные, аб- и адсорбционные);
- подогреватели газа (электрические и водяные);
- системы редуцирования;
- блоки газораспределения, ресиверы, газовые коллекторы;
- сепараторы-пробкоуловители и системы сжижения газов;
- измерители температуры точки росы;
- анализаторы компонентного состава и теплотворной способности газа;
- трубопроводную обвязку и запорную арматуру;
- внутриплощадочные газопроводы.

Группа ЭНЕРГАЗ включает три предприятия – головную компанию «ЭНЕРГАЗ», инжиниринговую и производственную базу «БелгородЭНЕРГАЗ» (фото 10), сервисно-технический дивизион «СервисЭНЕРГАЗ» – и располагает многопрофильными отделами проекти-

рования и строительства, службой логистики, мобильными инженерными группами, а также цехами по ремонту компрессорной техники и установок газоподготовки.

Это позволяет возводить объекты газоподготовки под ключ, проводить модернизацию устаревшего и ремонт неисправного оборудования, осуществлять сервисное обслуживание. Накоплен значительный опыт в выполнении работ на особо опасных и технически сложных объектах.

ЭНЕРГАЗ участвует в проектах любого масштаба и сложности, поставляет установки не только для объектов электроэнергетики и нефтегазового комплекса, но и для предприятий различных отраслей промышленности, где применяется газоиспользующее оборудование (газовые турбины, газопоршневые установки, котельные).

Примером этого служит участие компании в ряде проектов по строительству автономных центров энергоснабжения: ГТЭС АО «ФосАгро-Череповец», ПГЭС ПАО «Мордовцемент», ГТЭС Минского КСИ, КЭУ Крымского содового завода, ГТЭС АО «ММП им. В. В. Чернышева», ГТУ Завода мебельных плит Kastamonu, ГТЭС Сенгилеевского цементного завода, ПГУ-ТЭС для газохимического комплекса «Ставролен», ГПЭС завода микроэлектроники «Ангстрем-Т» (фото 11).

### Признание специалистов

По итогам трехлетней эксплуатации своего испытательного стенда технические специалисты ПАО «Протон – Пермские моторы» направили в адрес ООО «ЭНЕРГАЗ» благодарственное письмо, в котором отмечается надежность компрессорной станции, устойчивое обеспечение параметров топливного газа, подаваемого на испытываемые ГТУ, в соответствии со стандартами работы газовых турбин.

В письме подтверждается высокая квалификация сотрудников ЭНЕРГАЗа, точное и своевременное выполнение условий договора при производстве, поставке ДКС, проведении шефмонтажных и пусконаладочных работ. Выражается признательность за оперативный отклик сервисной службы на нештатные ситуации – как в гарантийный, так и послегарантийный период.

По завершению проекта модернизации собственных испытательных стендов ЗАО «Невский завод» также направило компании ЭНЕРГАЗ письмо, в котором отмечен



Фото 11. Система газоподготовки «ЭНЕРГАЗ» для автономной ГПЭС завода микроэлектроники «Ангстрем-Т»

профессионализм, проявленный на производственной стадии и во время подготовки оборудования к вводу в действие.

Специалисты «Невского завода» подтвердили: ДКС обеспечивает все требования к качеству топливного газа, что позволяет проводить испытания турбин по графику и в установленные сроки. В письме подчеркнута, что на всех этапах сотрудничества работники ЭНЕРГАЗа проявили себя как опытная и надежная команда, быстро реагирующая на пожелания заказчика.

\*\*\*

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что широкое применение технологического оборудования комплексной газоподготовки и компримирования «ЭНЕРГАЗ» обязывает компанию соответствовать растущим требованиям наших нынешних и будущих заказчиков и партнеров.

**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