

Большие ГТУ Siemens в России – реализованные проекты и развитие

In brief

Siemens heavy gas turbines in Russia: commissioned projects and development.

Siemens supplied power
equipment to Russian mar-
ket for more than 100 years.

Advanced german power
technologies are success-
fully applied in Russia. The
mastering of V94.2 gas tur-
bine production was started
by Power Machines JSC in
1991 when LMZ JSC and
Siemens created Interturbo
joint venture for V94.2
assembling. The first power
station in Russia commis-
sioned on the base of two
Siemens V94.2 gas turbines
(PGU-450) was Severo-
Zapadnaya Thermal Power
Plant in Saint-Petersburg.
In the following years PGU-
450 power units were com-
missioned on the sites of
Provoberezhnaya TETs,
Yuzhnaya TETs (Saint-
Petersburg),
Kaliningradskaya TETs-2,
TETs-21, TETs-27
(Mosenergo),
Urengoykayskaya GRES.

Д. А. Капралов – ООО «Турбомашины»

Развитие российской энергетики сегодня трудно представить без участия концерна Siemens. Более 100 лет предприятие поставляет энергетическое оборудование в Россию, неизменно подтверждая высокий уровень выпускаемой продукции. Передовые немецкие технологии эффективно применяются в отечественной энергетике.

В конце 19 века «Общество электрического освещения», учрежденное в России компанией Siemens, поставило осветительную технику в Санкт-Петербург (Зимний дворец) и Москву. В дальнейшем было построено несколько предприятий по выпуску различного энергетического и транспортного оборудования. В СССР компания поставляла дизель-генераторы и гидротурбины, паровые турбины. Одной из крупнейших сфер деятельности компании Siemens в области энергетики в России является изготовление газовых турбин.

Освоение производства турбины Siemens V94.2 было начато в 1991 г., когда АО «ЛМЗ» (Ленинградский металлический завод входит в состав ОАО «Силовые машины») и Siemens учредили совместное предприятие «Интертурбо» по сборке турбин V94.2 (прототип ГТЭ-160, новое название SGT5-2000E) из готовых компонентов. Подписание в 2001 г. лицензионного соглашения на право производства и продажи ГТЭ-160 на базе V94.2 стало продолжением работы по освоению производства компонентов газовых турбин на ЛМЗ.

Накопленный опыт и наличие лицензионного договора с Siemens позволили ОАО «Силовые

машины» самостоятельно поставлять ГТЭ-160. К середине 2011 г. предприятие освоило изготовление 60 % деталей и узлов турбоустановки ГТЭ-160, включая полный цикл производства компрессора, основных корпусных и роторных деталей. По состоянию на июнь 2014 г. референция установок ГТЭ-160 составляет 35 единиц в составе энергоблоков ПГУ-450 и ПГУ-230. Большая часть ГТЭ-160 уже поставлена и успешно эксплуатируется в различных регионах Российской Федерации, другая часть находится в процессе монтажа и пусконаладки, в том числе на зарубежных электростанциях.

Первой станцией в России, где были применены ГТУ V94.2, является Северо-Западная ТЭЦ в С.-Петербурге. В 1992 г. было принято Постановление Правительства РФ о ее строительстве и организации производства парогазовых установок. Две газовые турбины были установлены для работы в составе ПГУ-450 на первом этапе строительства станции. Северо-Западная ТЭЦ – первая в России электростанция нового поколения с высокоэкономичной и экологичной технологией производства энергии, работающая по парогазовому бинарному циклу.

Первый энергоблок станции мощностью 450 МВт был запущен в опытно-промышленную эксплуатацию в декабре 2000 г. Затем строительство ТЭЦ продолжилось, и в ноябре 2006 г. введен второй энергоблок такой же мощности. С этого времени Северо-Западная ТЭЦ работает в теплофикационном режиме, обеспечивая теплом Приморский район С.-Петербурга. Станция работает не только в энергосистеме России, но и Финляндии.

В дальнейшем ПГУ-450 были введены в эксплуатацию на Правобережной и Южной ТЭЦ С.-Петербурга. ПГУ работают в базовом режиме. Ввод энергоблоков значительно улучшил качество и надежность тепло- и электроснабжения города.

В конце 2005 г. начал работать первый энергоблок на Калининградской ТЭЦ-2. Всего на станции установлены две ПГУ-450, каждая из них включает по две ГТЭ-160, паровую турбину и генератор производства ОАО «Силовые машины». Паровой котел изготовлен Подольским машиностроительным заводом.

ПГУ-450 предназначены для обеспечения Калининграда электрической и тепловой энергией. Вначале станция эксплуатировалась в конденсационном режиме, без отбора тепла. После прокладки теплотрассы ее перевели в теплофикационный режим, что повысило эффективность. Электроэнергия поставляется в сеть «Янтарьэнерго».

В соответствии с инвестиционной программой Мосэнерго были введены парогазовые энергоблоки ПГУ-450 на ТЭЦ-21 и ТЭЦ-27. В 2015 г. планируется ввести ПГУ-220 на ТЭЦ-12. Это повысит надежность энергоснабжения потребителей Москвы и области, позитивно скажется на эффективности работы электростанций, в том числе на их экологических показателях.

В рамках реконструкции Ижевской ТЭЦ-1 построена современная парогазовая установка мощностью 230 МВт. Энергоблок создан на базе ГТЭ-160 и генератора ТФП-180-2МУЗ («Силовые машины»). Уральский турбинный завод изготовил для парогазовой установки одноцилиндровую паровую турбину Т-63/76-8,8.

В результате реконструкции ТЭЦ вышла на новый по качеству и экономическим показателям уровень производства энергии. Значительно улучшены и экологические показатели. Это крупнейший по масштабам и объему инвестиций проект в энергетическом комплексе Республики Удмуртия за последние десятилетия.

На Новгородской ТЭЦ в составе ПГУ-210 работают газовая турбина ГТЭ-160 и генератор мощностью 160 МВт компании «Силовые

машины». С вводом ПГУ в эксплуатацию электрическая мощность станции увеличилась с 200 до 350 МВт, удельный расход топлива снижен на 25 %. В результате реализации проекта потребность города в электроэнергии удовлетворена полностью, а Новгородской области – на 70 %.

Новый энергоблок ПГУ-450 запущен на Уренгойской ГРЭС, в зоне вечной мерзлоты. Станция работает в условиях сурового климата, в непосредственной близости к Северному полярному кругу (70 км). Энергоблок включает две установки ГТЭ-160 с двумя турбогенераторами SGen5-1000A (Siemens), два горизонтальных котла-утилизатора («ЭМАльянс»), паротурбинную установку двух давлений К-160-7,5 с турбогенератором ТЗФП-160-2МУЗ («Силовые машины»).

Чтобы оптимизировать затраты и сократить сроки строительства, блок введен в эксплуатацию единым комплексом, объединив в общий технологический цикл паротурбинные и газотурбинные установки. Это позволило значительно снизить потери теплоты с уходящими газами ГТУ, используя их в паровом цикле энергоблока для выработки тепловой и электрической энергии.

В феврале текущего года введен в коммерческую эксплуатацию блок ПГУ-230 на Пермской ТЭЦ-9. Станция реконструирована в рамках приоритетного инвестиционного проекта ЗАО «КЭС Холдинг». Модернизация оборудования на объектах коммунальной инфраструктуры – это часть краевой программы

ПГУ-210
на Новгородской ТЭЦ



по энергосбережению и повышению энергоэффективности Пермского края до 2020 года. В июле на Кировской ТЭЦ-3 планируется ввести в эксплуатацию энергоблок ПГУ-230 на базе ГТЭ-160.

Парогазовый энергоблок мощностью 230 МВт на Челябинской ТЭЦ-3 повысил надежность энергоснабжения потребителей жилищного комплекса и промышленных предприятий г. Челябинска.

Две установки ГТЭ-145 (на базе ГТЭ-160) открытого цикла будут работать в пиковом режиме на Кузнецкой ГТЭС. Запуск энергоблоков позволит увеличить выработку электроэнергии в Кузбассе на 596 млн кВт·ч. В результате удастся ликвидировать энергодефицит на юге области и предотвратить его возникновение на территории Кузбасса в целом.

В декабре 2011 г. ОАО «Силовые машины» и Siemens AG подписали заключительные документы о создании в С.-Петербурге совместного предприятия по производству и сервису газовых турбин для России и стран СНГ. Новое предприятие – ООО «Сименс Технологии Газовых Турбин» (СТГТ) – создано на базе компании «Интертурбо». Основные направления деятельности СТГТ – проектирование газовых турбин, локализация их производства в России, сборка, продажи, управление проектами и техническое обслуживание.

Новое предприятие будет играть ведущую роль в поддержке модернизации российского сектора электроэнергетики благодаря разработке и производству современных газовых турбин различных классов мощности.

На первом этапе действуют производственные мощности компании «Интертурбо», что позволило продолжить сборку высокоэффек-

тивных газовых турбин SGT5-2000E в тесной кооперации с ОАО «Силовые машины». Строится новый производственный комплекс мирового уровня по изготовлению и обслуживанию газовых турбин.

На заводе будет производиться механическая обработка роторных и статорных деталей и узлов, выполняться полный цикл сборочных работ, проводиться комплекс заводских испытаний, консервация оборудования и отгрузка его заказчику. В перспективе планируется освоить производство одной из самых эффективных в мире газовых турбин – SGT5-4000F.

Специалисты Siemens и СТГТ, имея сильную инженерную команду, регулярно выступают с предложениями по модернизации SGT5-2000E и ГТЭ-160. Модернизацию ГТЭ-160 на действующих объектах предлагается проводить во время плановых ревизий путем частичной замены лопаточных аппаратов компрессора, турбины и доработки отдельных компонентов горячего тракта с установкой новых лопаток в существующие пазы на дисках и обоймах без доработки.

Значительная часть ГТЭ-160 поставлялась в города с низкими зимними температурами – Новый Уренгой, Пермь, Ижевск, Кирово-Чепецк, Челябинск и другие. Для надежной эксплуатации ГТУ в таких регионах разработаны технические решения по замене материалов передней части компрессора и крепежных элементов, модернизации вспомогательных механизмов, изменению алгоритма управления камерами сгорания в части настройки режимов зажигания и др.

Все более широко используются в России газовые турбины большой мощности, в частности SGT5-4000F – сегодня эксплуатируются семь таких ГТУ: на Яйвинской, Невинномысской, Киришской ГРЭС, Южноуральской ГРЭС-2 (блок 1), Няганьской ГРЭС (блоки 1 и 2). Еще девять установок находятся в стадии монтажа или наладки.

Все ПГУ имеют высокую эффективность: в конденсационном режиме 55–59 % брутто, предусматривается возможность отпуска горячей воды для отопления. Совместная выработка электроэнергии и тепла поднимает коэффициент использования топлива до 88 %.

Расширенная линейка производимых газовых турбин позволит реализовать различные схемы надстройки паровых блоков. Один из вариантов надстройки применен при реконструкции Пермской ГРЭС, где для включения ГТУ с котлом-утилизатором в паровой цикл применены поперечные связи. В этом случае используются ранее установленные на электростанции паровые турбины.

На Южноуральской ГРЭС-2 работает высокоэффективный парогазовый энергоблок мощностью 422 МВт



Другой возможный вариант использовался при реконструкции Киришской ГРЭС, где существующая паровая турбина производства ЛМЗ была надстроена двумя газовыми турбинами SGT5-4000F. В результате модернизации в 2012 г. запущен крупный бинарный блок ПГУ-800. При этом мощность энергоблока возросла с 300 до 800 МВт, а КПД – с 36 до 55 %.

В феврале текущего года состоялась торжественная церемония пуска в эксплуатацию первого блока ПГУ на Южноуральской ГРЭС-2. Строительство двух новых парогазовых энергоблоков суммарной мощностью 800 МВт ведется в рамках инвестиционной программы ОГК-3 (Интер РАО).

Компания Siemens поставила для первого блока станции силовую установку SCC5-4000F 1S, в состав которой входит ГТУ SGT5-4000F, паровая турбина, генератор с водородным охлаждением, АСУ ТП турбоагрегата. Установка имеет одновальное исполнение, при котором основные составляющие: газовая и паровая турбины, генератор – расположены на одном валу. Модульная компоновка установки позволяет не только быстро адаптировать ее под конкретные требования заказчика и месторасположение, но и обеспечить высокую эксплуатационную гибкость, короткое время пуска и быструю смену нагрузки.

Первым опытом локализации для СТГТ был контракт, подписанный 14 мая 2012 г. с ЗАО «АтомСтройЭкспорт» на поставку силовой установки SCC5-4000F 1S для ПГУ мощностью 422,8 МВт, которая предназначалась для второго блока Южноуральской ГРЭС-2. В объем поставки вошли газовая турбина SGT5-4000F, генератор SGen5-2000H, паровая турбина SST5-3000, а также все необходимые вспомогательные и механические системы, электрическое оборудование, системы управления.

Все оборудование было поставлено в сроки, предусмотренные контрактом, – в период с апреля по ноябрь 2013 г. В настоящий момент монтажные работы выполнены на 70 %, идет активная подготовка к пусконаладке оборудования. Ввод энергоблока SCC5-4000F 1S планируется в ноябре 2014 г.

Данный проект является первым в самостоятельной практике ООО «СТГТ», где компания выступает не только как поставщик оборудования, но и как связующее звено между европейскими и российскими стандартами исполнения проектов.

В ноябре 2013 г. ООО «СТГТ» и ОАО «Силловые машины» подписали договор на поставку энергетического оборудования для ПГУ мощностью 420 МВт на Верхнетагильской ГРЭС.



➡ Доставка газотурбинного двигателя SGT5-4000F на Верхнетагильскую ГРЭС



⤷ Сборка двигателя SGT5-4000F на заводе Siemens в Берлине. В перспективе ООО «СТГТ» будет выпускать ГТУ SGT5-4000F мощностью 307 МВт. Привод является одним из самых эффективных в мире в своем классе мощности



🔧 ПГУ мощностью 800 МВт
на базе двух газотурбинных
установок SGT5-4000F,
Киришская ГРЭС

В состав оборудования, поставляемого СТГТ, входит газовая турбина SGT5-4000F (8), генератор SGen5-1200A, вспомогательные и механические системы, электрическое оборудование и система управления ГТУ.

Паровая турбина К-130-12,8 с генератором ТЗФП-160-2МУЗ и вспомогательным оборудованием, а также котел-утилизатор для ПГУ будут изготовлены и поставлены компанией «Силовые машины».

Нужно отметить, что для Верхнетагильской ГРЭС было принято решение поставить совершенно новую модель генератора с воздушным охлаждением — большей мощности и КПД 98,8 %, а также самую современную версию газовой турбины SGT5-4000F мощностью 305,9 МВт. Эксплуатация газотурбинной установки возможна как на природном газе (в качестве основного топлива), так и на жидком топливе (резервное).

В процессе изготовления оборудования был проведен ряд испытаний газовой турбины и генератора на заводах-изготовителях с привлечением представителей ОАО «Силовые машины», а также конечного заказчика — «Интер РАО-Электрогенерация». Все испытания были успешно проведены в заданные сроки, и нареканий со стороны представителей заказчика не было.

В конце мая текущего года СТГТ досрочно поставило ОАО «Силовые машины» газовую турбину (с опережением графика на два месяца) и выходной диффузор (с опережением

на шесть месяцев). Генератор был поставлен в срок. Отгрузка оставшегося оборудования запланирована на конец ноября этого года. Следующим этапом реализации проекта станут монтажные работы. Ввод объекта в эксплуатацию намечен на декабрь 2015 г.

На сегодня данный проект является ключевым для ООО «СТГТ» и подтверждает готовность этой организации и ОАО «Силовые машины» к дальнейшему тесному сотрудничеству.

Надежная и эффективная эксплуатация энергетического оборудования невозможна без качественного сервиса. С первых дней создания нового предприятия специалисты СТГТ включились в работу по обслуживанию поставленного оборудования Siemens и ГТЭ-160 (по субконтрактным проектам с ОАО «Силовые машины»). К этому времени уже был накоплен опыт технического обслуживания ГТЭ-160: проведены малые инспекции на ТЭЦ-27 и ТЭЦ-21 Мосэнерго и на Калининградской ТЭЦ-2, выполнены инспекции горячего тракта на ТЭЦ-27.

В апреле 2013 г. ОГК-2 и ООО «СТГТ» заключили контракт на долгосрочное обслуживание ПГУ-800 на Киришской ГРЭС — крупнейшего в северо-западном регионе парогазового энергоблока. В соответствии с контрактом компания «СТГТ» в течение 12 лет будет обеспечивать техническое обслуживание газовых турбин и генераторов. В мае этого года проведена первая малая ревизия оборудования с выполнением регламентных работ.

Еще один значительный контракт на долгосрочное обслуживание оборудования ПГУ-420 заключен с компанией «Фортум» на Няганьской ГРЭС. На станции введены два энергоблока мощностью по 424 МВт, ввод третьего планируется до конца года. ПГУ с КПД более 57 % являются одними из самых эффективных в Тюменской энергосистеме. Каждый энергоблок включает ГТУ SGT5-4000F с генератором, котел-утилизатор паропроизводительностью 465 т/ч, изготовленный предприятием «ЗиО-Подольск».

Таким образом, ООО «Сименс Технологии Газовых Турбин», реализуя проекты по поставке и пусконаладке оборудования (в том числе совместно с ОАО «Силовые машины»), обеспечивая техническое обслуживание и модернизацию поставленного оборудования, активно участвует в развитии энергетической отрасли Российской Федерации. **Д**