



In brief

Evolutionary development of Siemens SGT-800 – a ground for reliable upgrades.

The Siemens gas turbine SGT-800 has been on the market for 20 years. During these years a number of steps have been taken in order to further improve the performance and the design still keep a high operational reliability. During this time extensive operational experience has been gained with approximately 7 million accumulated operating hours. But also design methodology such as software and computational power and modeling have advanced significantly over these years, giving the opportunity to further improve the design in respect of optimizing aerodynamics, cooling and component integrity. When an up-dated design or a service schedule is released to the market also older versions of the SGT-800 are considered.

Газовая турбина SGT-800 компании «Сименс» –

надежная основа для модернизации электростанций

**Мэтс Бломштед, Эса Утриайнен – Siemens Industrial Turbomachinery AB
М. С. Ташкинов – ООО «Сименс»**

Постоянное совершенствование газовой турбины SGT-800 компании «Сименс» позволило повысить ее мощность и эффективность, существенно улучшить экологические показатели и увеличить межремонтный ресурс.

П оэтапная модификация ГТУ на основе опыта эксплуатации обеспечивает оптимизацию конструкции с учетом специфических требований заказчиков. Поскольку кардинальное изменение конструкции ГТУ существенно повышает риск снижения эксплуатационных параметров оборудования, модификация осуществляется поэтапно. Компания «Сименс» предлагает заказчикам ГТУ SGT-800 уже в течение 20 лет. За это время был проведен ряд ее модификаций с целью повышения рабочих параметров и надежности оборудования.

При модификации ГТУ все основные элементы конструкции сохранены без изменений. Увеличение мощности обеспечено за счет применения передового редуктора, повышения эффективности выходного диффузора и оптимизации конструкции тракта выхлопных газов. Кроме того, благодаря более компактной кон-

струкции требуется меньшая площадь для размещения ГТУ, а предварительная сборка технологических модулей облегчает ее монтаж на площадке заказчика.

Быстрое развитие компьютерной техники и программного обеспечения для моделирования процессов создает возможности для оптимизации аэродинамических процессов, систем охлаждения и управления ГТУ. Компания «Сименс» предлагает также модернизацию в рамках новых программ технического обслуживания оборудования в процессе эксплуатации. В настоящее время рекомендуется проводить его по результатам диагностики технического состояния компонентов, а не на основании количества эквивалентных часов работы. Компаниям, которые эксплуатируют ранние версии ГТУ SGT-800, предлагается модернизировать оборудование с использованием последних разработок.

Номинальная мощность первой версии SGT-800 составляла 43 МВт. После ряда модификаций мощность газовой турбины была увеличена на 35 % и составляет в настоящее время 57 МВт. Заказчики имеют возможность модернизировать свое оборудование во время планового технического обслуживания (ТО) или ремонта, с увеличением мощности и КПД ГТУ. В результате модернизации был снижен уровень выбросов NO_x с 25 до 15 ppm – это достигнуто за счет оптимизации конструкции камеры сгорания и использования передовых систем управления процессами горения и диагностики. Готовность оборудования к работе и его надежность в эксплуатации была сохранена на самом высоком уровне.

Требования рынка

Все требования в сфере газотурбинных технологий в настоящее время сводятся к трем основным направлениям: оптимальные эксплуатационные параметры, снижение негативного воздействия на окружающую среду, высокая готовность к работе и надежность в эксплуатации. Естественно, что производители газотурбинного оборудования прилагают максимум усилий при модернизации существующих моделей ГТУ, чтобы соответствовать данным требованиям.

Оптимальные эксплуатационные параметры, обеспечивающие максимальную эффективность инвестиций:

- повышение мощности уже установленного оборудования – стандартный метод повышения эффективности инвестиций заказчика

(первоначальные затраты), поскольку снижается соотношение \$/кВт;

- повышение КПД оборудования, обеспечивающее снижение расходов на топливо. При этом даже его незначительное повышение заметно отразится на эксплуатационных расходах, поскольку 80 % из них составляют затраты на топливо.

Снижение негативного воздействия на окружающую среду:

- снижение уровня выбросов CO₂ за счет повышения КПД двигателя;
- снижение выбросов NO_x и CO, а также несгоревших компонентов путем оптимизации процессов горения;
- повышение топливной гибкости ГТУ, возможность использования водорода в качестве топлива, поскольку при его сгорании в атмосферу выбрасывается только H₂O;
- повышение топливной гибкости путем использования тяжелых углеводородов и инертных газов, т.е. тех видов топлива, которые сейчас сжигаются в факелах или в менее эффективных двигателях.

Готовность к работе и надежность оборудования:

- обеспечение высокого уровня готовности к работе, применение программы запланированного ТО в процессе эксплуатации, увеличение межремонтных интервалов;
- поддержание самого высокого уровня надежности, которое особенно необходимо при проведении модернизации в соответствии со специфическими требованиями заказчиков.

Рис. 1. Процесс поэтапной модификации ГТУ SGT-800



Рис. 2. Одновальная двухтопливная ГТУ SGT-800 для производства электроэнергии



При решении данных задач потребуется тщательно продуманная последовательность выполнения конструкторских работ с учетом всех указанных требований. При этом разработки должны осуществляться на основе опыта, полученного в процессе эксплуатации предыдущих модификаций оборудования, и с учетом дальнейшей перспективы оптимизации конструкции ГТУ (рис. 1).

Газовая турбина SGT-800

Компания Siemens Industrial Turbomachinery AB (г. Финспонг, Швеция) производит газовые турбины в диапазоне мощности 19...57 МВт (SGT-500/-600/-700/-750/-800). Первая турбина, изготовленная компанией, – SGT-500. Она была представлена на рынок в 1940-х гг. и до сих пор востребована заказчиками благодаря ее высокой топливной гибкости.

Разработка первоначальной версии ГТУ SGT-800 началась в 1995 г. и через три года она была выведена на рынок. Это одновальная газовая турбина, которая в основном применяется для производства электроэнергии (рис. 2). Параметры SGT-800 изначально выбирались для достижения максимальных показателей в своем классе мощности.

ГТУ имеет не только высокий электрический КПД, но и большую энергию выхлопа – это позволяет эффективно применять ее в когенерационном и парогазовом цикле. Она оснащена запатентованной сухой низкоэмиссионной камерой сгорания DLE, имеющей низкие уровни выбросов при работе на жидком и газообразном топливе, без впрыска воды или пара.

К настоящему времени более 350 установок находятся в эксплуатации на объектах заказчиков по всему миру. Общая наработка ГТУ превысила 7 млн часов. На данный момент SGT-800 является лидером рынка в диапазоне мощности 40...60 МВт (табл. 1).

Конструкция двигателя

Газовая турбина SGT-800 имеет модульную конструкцию с минимальным количеством компонентов в одновальной конфигурации и ротором, рассчитанным на рабочую частоту вращения 6600 об/мин. Ротор компрессора и трехступенчатая турбина образуют единый вал, установленный в стандартных гидродинамических подшипниках с самоустанавливающимися сегментами.

Привод генератора осуществляется с холодной стороны ГТУ, создавая простую и оптимальную компоновку выхлопа. Конструкция камеры сгорания позволяет отдельно снимать каждую из 30 горелок без разборки всего агрегата. Это также обеспечивает простой и удобный осмотр камеры сгорания.

ГТУ может легко извлекаться из укрытия для проведения ремонта. Для этого вал между редуктором и газовой турбиной отсоединяется, и входная камера сдвигается в сторону генератора. При замене отдельных лопаток компрессора или турбины на месте эксплуатации предусмотрена трехплоскостная балансировка ротора (диск № 1 компрессора, промежуточный вал и диск № 3 турбины).

Секция компрессора

Компрессор – трансзвукового типа, 15-ступенчатый, со степенью повышения давления 21 (согласно ISO), имеет современную аэродинамическую конструкцию. Для достижения высокой эффективности используется технология управляемой диффузионной аэродинамической поверхности (Controlled Diffusion Airfoils).

Первые три ступени имеют изменяемую геометрию. Для минимизации утечек над концами лопаток в ступенях 4–15 используются истираемые уплотнения. Держатель крыльчатки в секции высокого давления ступеней 11–15, где самые короткие лопатки, изготовлен из материала с низким коэффициентом теплового расширения, что обеспечивает минимальные зазоры.

Ротор компрессора выполнен из дисков, сваренных в надежный блок с применением электронно-лучевой сварки. Такая технология в течение многих лет использовалась для изготовления ротора компрессора газовой турбины SGT-600, обеспечивая минимальный уровень вибрации и очень высокую надежность эксплуатации.

Охлаждающий воздух для горячих секций турбины извлекается из компрессора в ступенях 3, 5, 8 (по внешнему каналу), 10 и 15 (по внутреннему каналу).

Секция камеры сгорания (КС)

Камера сгорания – кольцевого типа, имеет сварную конструкцию из листового металла. Теплоизолированное покрытие внутренней поверхности КС снижает уровень теплопередачи и увеличивает срок службы камеры сгорания. Такая концепция конструкции много лет используется в газовых турбинах, производимых компанией «Сименс». Камера сгорания SGT-800 оснащена 30 горелками DLE третьего поколения (фото). При использовании такой технологии выбросы NO_x не превышают 15 ppm без впрыска воды или пара. Сухое подавление вредных выбросов также применяется при работе на двух видах топлива.

Секция турбины

Трехступенчатая турбина изготовлена в виде единого модуля для облегчения технического обслуживания и имеет болтовое соединение с

валом компрессора. Улучшена аэродинамическая конструкция за счет полного трехмерного анализа потока газа при использовании цилиндрических секций над лопатками 1-, 2- и 3-й ступеней.

Аэродинамические поверхности направляющих и рабочих лопаток 1- и 2-й ступеней охлаждаются с помощью технологии, применяемой в других газовых турбинах «Сименс». Первая лопатка выполнена из монокристаллического материала, обеспечивающего высокую надежность и долгий срок службы.

Фланцы статора турбины охлаждаются воздухом из компрессора для уменьшения зазоров и повышения эффективности. Размещение приводимого агрегата с холодной стороны позволяет реализовать осевой выхлоп через диффузор, обеспечивая наилучшие характеристики ГТУ. Чтобы минимизировать аэродинамические потери при работе турбины в составе станции комбинированного цикла или совместном производстве тепла и электроэнергии (когенерация), с особой тщательностью разработана конструкция соединения выхлопного диффузора и котла-утилизатора.

Тепло- и звукоизоляция

В целях создания комфортных условий для обслуживающего персонала предусмотрена наружная изоляция ГТУ, обеспечивающая снижение температуры незащищенных поверхностей и максимально возможное подавление шума внутри укрытия. Обшивка применяется начиная с 3-й ступени компрессора на холодной стороне, включает горячую секцию и диффузор выхлопа.

Запуск и работа

Газовая турбина SGT-800 запускается с помощью пускового электродвигателя, подключенного к понижающему редуктору. Компрессор оснащен двумя перепускными (противопомпажными) клапанами на 5- и 10-й ступенях, они открыты в начале процесса запуска и закрываются при запуске турбины.

Во время эксплуатации выходная мощность установки регулируется с помощью направляющего аппарата и за счет изменения температуры сгорания. Сначала выходная мощность

С Фото.

Четырехфорсунная коническая горелка малозмиссионной камеры сгорания



Табл. 1. Номинальная мощность модификаций SGT-800, предлагаемых в настоящее время на рынке

Простой цикл	Номинальная мощность (платформа Б)			
Мощность электрическая, МВт	50,5	54	56	57
КПД электрический, %	38,3	39,1	39,6	40,1
Расход выхлопных газов, кг/с	134,2	135,5	136,0	136,6
Температура выхлопных газов, °С	553	563	568	565

снижается путем прикрытия направляющего аппарата, пока температура выхлопного газа не достигнет 600 °С. Дальнейшее снижение мощности достигается снижением температуры сгорания и закрытием направляющего аппарата, при этом температура выхлопных газов поддерживается на максимальном уровне (600 °С). Такой принцип работы обеспечивает высокую эффективность при эксплуатации ГТУ на частичных нагрузках.

Доработка SGT-800

Все разработки и модификации ГТУ проводились на базе опыта эксплуатации предыдущих моделей и результатов постоянной обратной связи с заказчиками и эксплуатирующими организациями.

Работы по модификации конструкции ГТУ велись по четырем основным направлениям:

1. Испытания прототипа ГТУ. Ряд полномасштабных испытаний прототипа проведен с полной нагрузкой на испытательном стенде и в полевых условиях, с использованием большого количества контрольно-измерительной аппаратуры для определения всех граничных условий эксплуатации.

2. Анализ опыта эксплуатации SGT-800 на площадках заказчиков. На этом этапе были детально проанализированы результаты технического обслуживания и ремонтов оборудования. При этом проведено более 200 инспекций и ремонтов горячих трактов и компрессоров ГТУ, а также более 300 бороскопических инспекций парка ГТУ SGT-800.

3. Модернизация системы управления. В течение последних 20 лет системы управления развивались параллельно с развитием компьютерных технологий. В связи с этим появилась возможность проводить более качественный анализ граничных условий работы, состояния компонентов ГТУ, получать более точные входные данные для анализа и, соответственно, делать более взвешенные выводы по состоянию

оборудования и режимам его работы. На основе анализа эксплуатации ГТУ созданы более точные компьютерные модели для использования при дальнейших разработках.

4. Передовые возможности производства и современные материалы. Благодаря развитию технологий производства и появлению современных материалов возможна дальнейшая оптимизация конструкции компонентов ГТУ. Примером этому может служить изготовление компонентов с применением технологий 3D-печати и создание передовых сплавов, обладающих более высокой устойчивостью к окислению, ползучести, коррозии и малоцикловой усталости.

Сохранение базовой конструкции

Процесс модификации всегда основывался на базовых принципах проектирования: сохранение той же частоты вращения ротора, количества ступеней секций компрессора и турбины; использовать тот же тип и количество горелок. Следуя данным принципам, можно устанавливать модифицированные компоненты на существующие ГТУ и применять их для модернизации в рамках плановых инспекций оборудования.

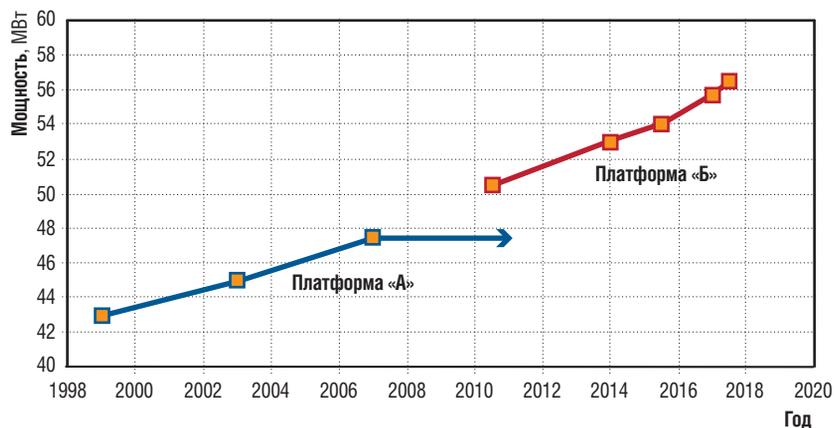
Оптимизация рабочих характеристик ГТУ

В процессе модернизации были созданы различные модификации ГТУ SGT-800: от первоначальной, номинальной мощностью 43 МВт, до современной – 57 МВт. В среднем на каждом этапе модернизации мощность газовой турбины увеличивалась на 2 МВт (или 5 %). Параллельно достигалось повышение КПД газовой турбины за счет использования передовых технологий охлаждения компонентов и сокращения различных потерь.

Были разработаны два варианта /платформы конструкции ГТУ – «А» и «Б». С использованием платформы «А» созданы модификации SGT-800 номинальной мощностью 43, 45 и 47,5 МВт. При этом в каждой модификации закладывались дополнительные возможности для дальнейшей модернизации и повышения мощности (рис. 3).

В 2011 г., с появлением компрессоров нового поколения, была реализована платформа «Б» для модификации газовой турбины. В результате был увеличен расход воздуха, повышен КПД при сохранении конструкции каналов подачи воздуха. При этом модифицированы также лопатки ступеней № 1 и 3 турбины. С использованием платформы «Б» были созданы пять модификаций газовой турбины SGT-800, которые имеют номинальную мощность 50,5; 53; 54; 56 и 57 МВт.

Рис. 3. Увеличение мощности SGT-800 в процессе модернизации



Снижение вредных выбросов и топливная гибкость

Газовая турбина SGT-800 оснащена сухой малоэмиссионной камерой сгорания 3-го поколения. КС аналогичной конструкции используются также в SGT-600 и SGT-700. Поскольку такой камерой сгорания оснащаются три различные модели ГТУ, накоплен огромный опыт эксплуатации данного оборудования в разных регионах мира, на площадках с различными условиями и при разных режимах работы. По результатам приемосдаточных испытаний с полной нагрузкой конструкция КС была оптимизирована для работы на различных видах топлива, а также с целью снижения уровней вредных выбросов ГТУ.

Изначально, 20 лет назад, ряд допустимых видов топлива для SGT-800 был достаточно узким и включал в основном стандартный природный газ. В настоящее время широкий ряд тяжелых углеводородов, водорода и инертных газов может использоваться в качестве топлива для ГТУ (табл. 2).

В процессе модернизации уровни выбросов NO_x и CO были заметно снижены (табл. 3). Изначально уровень выбросов NO_x составлял 25 ppтм – сейчас для доступных на рынке модификаций турбины он составляет 15 ppтм. В особых случаях может быть гарантирован уровень выбросов NO_x 9 ppтм, с использованием последних конструктивных изменений. При работе на жидком топливе содержание NO_x в выхлопных газах ГТУ SGT-800 составляет 42 ppтм, без впрыска воды или пара.

Варианты модернизации существующих ГТУ в рамках ТО

Как было отмечено выше, базовые принципы проектирования предусматривают использование вновь разработанных компонентов для модернизации существующего парка энергоблоков SGT-800. Данная модернизация традиционно проводится в рамках запланированных инспекций горячей проточной части или капитального ремонта, с открытием корпуса газовой турбины. При этом все необходимые работы выполняются на площадке заказчика (или в местном сервисном центре).

Компоненты для модернизации поставляются компанией «Сименс» из Швеции. Объем и необходимые сроки проведения модернизации традиционно представляются в регламентах ТО или на конференциях для пользователей ГТУ, которые организуются на регулярной основе. Примеры возможных вариантов модернизации представлены ниже.

Повышение эксплуатационных параметров ГТУ

1. Повышение мощности с 43/45 МВт до 47,5 МВт, модернизация проводилась на базе платформы «А». Модифицированная версия ГТУ представлена на рынок в 2014 г. Профиль воздушного потока был оптимизирован в соответствии с изменениями конструкции, при этом достигнуто повышение КПД на 0,6 %.

2. Повышение мощности с 43/45/47 МВт до 53 МВт. Эта модернизация является более масштабной, и при ее проведении использовались компоненты платформы «Б». В соответствии с пожеланиями заказчика данный вариант модернизации может быть выполнен следующим образом:

- повышение мощности ГТУ до 48 МВт осуществляется с минимальным изменением конструкции компонентов газовой турбины, таких как редуктор или генератор. В результате увеличиваются межремонтные интервалы с использованием специальной программы технического обслуживания LTP-Flex компании «Сименс»;
- повышение мощности до 48...53 МВт осуществляется в строгом соответствии с потребностями заказчика и решениями по объемам финансирования проекта. При этом проводится модернизация вспомогательных систем ГТУ, а также парового цикла при работе установки в составе электростанции комбинированного цикла. В результате достигается повышение КПД и тепловой мощности ГТУ. Обеспечивается экономия

Табл. 2. Спецификация топлива для ГТУ SGT-800

Компоненты в составе газового топлива	Максимальное значение, моль, %	Примечание
Метан, CH_4	100	
Этан, C_2H_6	100	Необходимы специальные условия при массовой доле этана более 30 %
Пропан, C_3H_8	100	Необходимы специальные условия при массовой доле пропана более 30 %
Бутан и тяжелые алканы, C_4+	15	
Водород и монооксид углерода, $\text{H}_2 + \text{CO}$	30	Необходимы специальные условия при массовой доле водорода более 10 %
Инертные газы, N_2/CO_2	50/40	

Табл. 3. Уровни выбросов при использовании сухой малоэмиссионной камеры сгорания 3-го поколения последней модификации

Простой цикл	Газовая горелка		Двухтопливная горелка
	Природный газ	Природный газ	Дизель № 2
Вид топлива	Природный газ	Природный газ	Дизель № 2
NO_x при 15 % O_2 , ppтмv	≤ 15	≤ 15	≤ 42...74
CO при 15 % O_2 , ppтмv	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Неметановые летучие органические соединения при 15 % O_2 , ppтм	1	1	6
Твердые частицы PM10, кг/ч	0,7	0,7	3,0

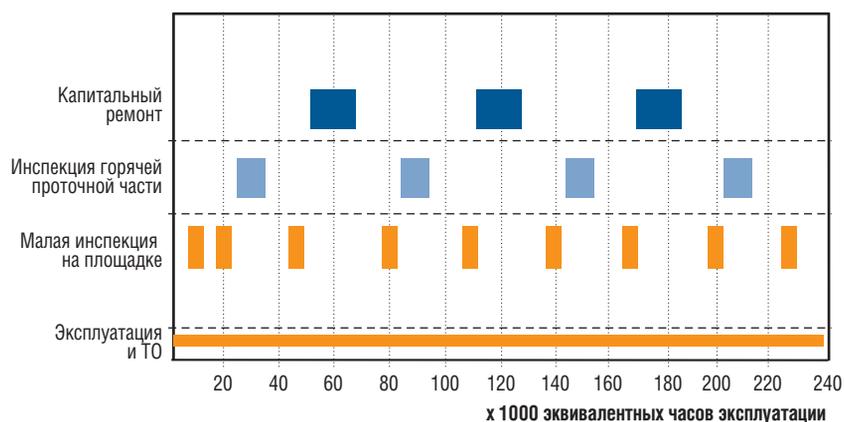


Рис. 4. Программа технического обслуживания SGT-800, срок службы 240 000 ч (около 30 лет), межремонтный интервал 30 000 ч

топлива: 3,5 % при полной нагрузке и в большем размере при частичных нагрузках по сравнению с газовой турбиной стандартной конструкции;

- повышение мощности с 50,5/53 МВт до 54 МВт – данный вариант осуществляется на базе платформы «Б». Модифицированная ГТУ мощностью 54 МВт была представлена на рынке в 2017 г. Новые компоненты данной версии могут использоваться для других модификаций ГТУ, что в результате даст повышение КПД на 0,7 %.

Оптимизация программы технического обслуживания ГТУ

Обслуживание газотурбинной установки SGT-800 не требует ее вывоза на завод-изготовитель для проведения ремонтов. Все ТО, включая капитальные ремонты, проводятся на месте эксплуатации.

Изначально программа предусматривала проведение технического обслуживания ГТУ с интервалом 20 000 эквивалентных часов наработки. На основе опыта эксплуатации и с учетом модернизированной конструкции SGT-800 интервал ТО был продлен до 30 000 ч, что эквивалентно четырем годам непрерывной работы (рис. 4).

При этом учтен опыт эксплуатации и обслуживания модифицированной версии SGT-800 мощностью 47 МВт. Периодичность проведения осмотров бороскопом (инспекция уровня А) составляет 10 000 эквивалентных часов.

Первое техническое обслуживание осуществляется через 30 тыс. экв. часов эксплуатации, второе – через 60 тыс. часов. Первый цикл планово-предупредительного ТО включает 120 тыс. экв. часов, или около 15 лет эксплуатации. Второй цикл адаптируется под требования заказчика и состояние двигателя (процедура оценки срока службы).

В настоящее время, используя передовые системы компьютерной диагностики состояния компонентов ГТУ и свойств материалов, воз-

можно и далее оптимизировать программы ТО. С помощью разработанных алгоритмов можно точно прогнозировать срок службы каждого отдельного компонента.

В рамках данного подхода появляется возможность удовлетворить специфические требования заказчика, в частности, максимально увеличить интервал между простоями для ТО, запланировать его в удобное время для снижения издержек, а также оптимизировать количество заменяемых компонентов. Нарботка ГТУ между ремонтами во многих случаях также может быть увеличена сверх установленных 30 000 часов. Продление межремонтных интервалов в комплексе с сокращением времени простоя, необходимого для проведения ремонтов или ТО, заметно повысит показатель готовности оборудования к работе.

По усмотрению заказчика, для сокращения времени простоев в ходе проведения инспекций уровней В и С предлагается использовать подменный двигатель. Он может быть поставлен на площадку опционно, в составе капитальных запасных частей. Использование подменного двигателя позволит сократить простой в ходе проведения инспекции В до пяти дней, инспекции С – до семи дней.

Высокая надежность SGT-800 достигнута благодаря постоянной модернизации и оптимизации конструкции компонентов двигателя. Согласно средним статистическим данным по эксплуатации турбины на сентябрь 2017 года, коэффициент надежности по парку составляет 99,4 %, готовности – 97,2 %, надежность пусков – 96,4 %.

Специализированная программа технического обслуживания реализуется компанией «Сименс» с 2017 г. Были разработаны специальные алгоритмы для различных модификаций SGT-800, с помощью которых определяется остаточный ресурс каждого компонента ГТУ в зависимости от условий окружающей среды, нагрузки и других факторов. Таким образом, появилась возможность планировать программу ТО по результатам мониторинга технического состояния оборудования, а не на основе количества эквивалентных часов эксплуатации. Такой подход является более гибким и дает возможность использовать компоненты максимально эффективно.

Компания «Сименс» предлагает заказчикам ряд цифровых решений, которые обеспечат детальный анализ всех получаемых данных по работе ГТУ. Они могут использоваться для определения фактического состояния оборудования и выдачи рекомендаций по необходимому объему ТО и ремонта.

Снижение уровней вредных выбросов и обеспечение топливной гибкости ГТУ

Первоначально гарантированный уровень выбросов NO_x SGT-800 составлял 25 ppm. В процессе модернизации, с использованием передового программного обеспечения и компонентов камеры сгорания, он был снижен до 15 ppm.

ГТУ SGT-800 оснащена сухой малоэмиссионной камерой сгорания 3-го поколения. При этом возможно ручное регулирование уровней эмиссии в процессе пусконаладочных работ с учетом определенных пределов, касающихся динамики процессов горения. Благодаря обширному опыту эксплуатации парка SGT-800, в 2017 г. был обеспечен автоматический контроль уровней выбросов. Сигналы с датчиков динамического давления в КС используются системой контроля горелок для минимизации выбросов NO_x , при этом на любом режиме работы ГТУ поддерживаются минимально возможные уровни выбросов.

При проведении последней модификации SGT-800 был существенно расширен перечень применения возможных видов топлива. В настоящее время ГТУ может работать на различных тяжелых углеводородах и инертных газах. Более того, изготовление компонентов горячей проточной части турбины методом аддитивного наращивания (3D-печати) позволяет работать на топливе с высоким содержанием водорода.

Надежность ГТУ

Изначально при выводе на рынок в 1998 г. надежность ГТУ была обеспечена на самом высоком уровне. С учетом базовых принципов модернизации оборудования специалисты компании «Сименс» всегда уделяли особое внимание данному параметру, поскольку он является



одним из основных требований заказчиков. Опыт эксплуатации SGT-800 показывает, что показатель надежности как новых газовых турбин, так и модернизированных обеспечивается на уровне 99,5 % (рис. 5).

Рис. 5. Показатель надежности ГТУ SGT-800 за последние 9 лет

Заключение

Компания «Сименс» уже в течение 20 лет постоянно работает над оптимизацией конструкции и повышением рабочих параметров ГТУ SGT-800. За этот период проведено семь этапов модернизации, с повышением мощности на 2 МВт (или 5 %) и КПД на 0,6 % на каждом этапе. При этом заметно снизилась вероятность аварийных остановов и повреждения оборудования.

Подход компании «Сименс» заключается в том, что при модернизации ГТУ, которые находятся в эксплуатации на объектах заказчиков, должны применяться все новые разработки и достижения. Компания информирует заказчиков о новых предложениях по оптимизации и модификации ГТУ через бюллетени по техническому обслуживанию и на регулярных конференциях для пользователей оборудования.

Siemens построит электростанцию комбинированного цикла в Германии.

Новости

Электростанция предназначена для Marl Chemical Park (Северный Рейн-Вестфалия). Заказчиком проекта выступает компания Evonik Industries. Новая ПГУ-ТЭС, состоящая из двух блоков электрической мощностью по 90 МВт, будет производить электроэнергию и технологический пар для химического комбината. Интегрированная паровая сеть также обеспечит централизованное теплоснабжение около 2000 домов.

Электростанция компании Evonik заменит последнюю угольную установку на предприятии. Поскольку она будет производить экологически чистую электроэнергию, используя в качестве топлива природный газ, выбросы CO_2 сократятся на 1 млн тонн в год.

Объем работ компании Siemens включает в себя строительство под ключ двух блоков электростанции на базе газовой турбины SGT-800 и паровой турбины. Поставка также включает генераторы, вспомогательное оборудование и систему управления.

Siemens будет проводить профилактические работы на обеих ГТУ в течение 15 лет в рамках долгосрочного соглашения об обслуживании. В соглашение входит также удаленная диагностика для ежедневного мониторинга установки и ежемесячный анализ эксплуатационных данных. Строительство электростанции начнется в текущем году, ввод в эксплуатацию запланирован на 2022 г.