

Герд-Уве Шмидель, А. В. Гущин, В. Е. Торжков – Siemens, Россия
 Концепция технической поддержки разработана компанией Siemens на основе многолетнего опыта обслуживания парка газовых турбин в различных странах. Каждая установка имеет индивидуальные условия эксплуатации, что определяет множество различных требований к техобслуживанию. Основные задачи технической поддержки – поддержание рабочих характеристик и повышение надежности работы оборудования, сокращение времени плановых и внеплановых простоев, увеличение общего ресурса.

Сервисная поддержка промышленных газовых турбин Siemens

По мере развития реформы электроэнергетики России все большее применение находят эффективные технологии производства электроэнергии и тепла на базе газотурбинной техники. Генерирующее газотурбинное оборудование внедряют как специализированные предприятия электроэнергетики (РАО ЕЭС, ОГК, ТГК), так и муниципальные энергетические компании, независимые производители электроэнергии и промышленные предприятия различных отраслей. При этом, как правило, далеко не всегда до приобретения оборудования уделяется должное внимание вопросам технического обслуживания (сервиса или сервисной поддержки) приобретаемой техники.

В данной статье выделены основные аспекты технического обслуживания газотурбинных установок, которые, на наш взгляд, следует учитывать при принятии взвешенных и экономически обоснованных решений по приобретению ГТУ.

Достигнутый в настоящее время технический уровень газотурбинных технологий в сочетании с автоматизацией основных технологических режимов позволяет резко снизить риск незапланированных простоев оборудования, существенно снижающих экономические показатели электростанции. Очевидно, что этого можно добиться только при реализации продуманной концепции технического обслуживания энергетического оборудования на протяжении всего жизненного цикла.

Современная концепция технической поддержки эксплуатации ГТУ предполагает, что если соблюдать рекомендованный изготовителем регламент технического обслуживания, то можно свести к минимуму риск возникновения нештатных ситуаций и, соответственно, внеплановых ремонтов. Таким образом, вопросы технической поддержки можно разделить на две основные группы:

1. Регламент и стоимость планового технического обслуживания;
2. Организационная составляющая технической поддержки.

Регламент технического обслуживания представляет собой определенный производителем комплекс обязательных для исполнения (по объемам и срокам) плановых работ. В соответствии с регламентом определяется объем необходимых запасных частей и трудоемкость работ, а это в свою очередь непосредственно влияет на время плановых простоев ГТУ и стоимость пла-



➞ Фото.
 Осмотр камер
 сгорания
 ГТУ SGT-500
 (вскрытие
 во время инспекции
 уровня В)

нового технического обслуживания. Последний показатель можно оценить по удельной стоимости плановых инспекций/ремонтов за жизненный цикл ГТУ (обычно от 100 до 120 тыс. часов). Этот показатель включает в себя стоимость работ, запасных частей для всех видов планового технического обслуживания (включая капитальные ремонты), а также необходимые для проведения работ инструменты.

Обычно удельная стоимость плановых инспекций/ремонтов указывается в евро на 1 МВт·ч выработанной электроэнергии. Необходимо отметить, что для ГТУ различных типов стоимость планового технического обслуживания за срок службы может составить от 50 до 150 % стоимости новой установки, что свидетельствует о важности экономического аспекта вопроса.

Если плановые простои и стоимость планового обслуживания довольно легко оценить количественно, то вопросы организации технической поддержки относятся уже скорее к области финансовых рисков и требуют более пристального внимания и взвешенной оценки. В качестве классического примера можно рассмотреть конвертированные авиационные газотурбинные двигатели (а также некоторые стационарные ГТ малой мощности), которые требуют проведения капитального ремонта в условиях завода-изготовителя (или специализированного цеха).

Если изготовитель ГТУ находится за рубежом и на территории России отсутствует его сервисный центр (со специализированным цехом), то для капитального ремонта таких установок необходимо вывезти газотурбинный двигатель за пределы страны. Это потребует значительных затрат времени и средств, связанных с транспортировкой и оформлением временного вывоза. Кроме того, существует риск, что двигатель, ввозимый обратно после капитального ремонта, может рассматриваться таможенными органами как не соответствующий вывезенному — тогда потребуются повторное оформление отремонтированного за рубежом оборудования.

Возможен также вариант с простой заменой на другой двигатель той же модели, уже прошедший капремонт, что, с одной стороны, позволит сократить время простоя, но с другой — увеличит сумму таможенных пошлин. Так как стоимость ГТД составляет 35-45 % стоимости газотурбинной установки, то очевидно, что затраты на таможенную очистку двигателя после капитального ремонта могут крайне негативно сказаться на общей стоимости технического обслуживания ГТУ. Кроме того, достаточно высока вероятность, что даже прохождение газотурбинного двигателя через таможенную границу может привести к задержкам по срокам завершения капитального ремонта.

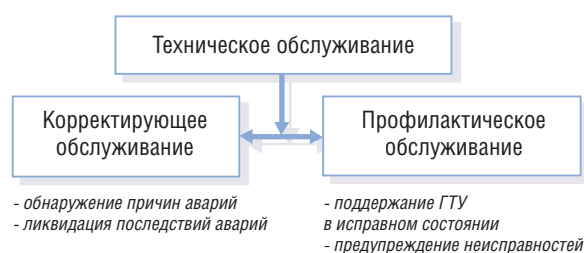


Рис. 1.
Категории
технического
обслуживания

В действительности, неправильная организация сервиса может обернуться серьезными финансовыми потерями для заказчика. Например, если задержать на одну неделю после капитального ремонта ввод в эксплуатацию установки мощностью 30 МВт, минимальные потери (затраты на покупку замещающей мощности) при тарифе на электроэнергию 1 р./кВт·ч составят $24 \times 7 \times 30000 \times 1 = 5\,040\,000$ рублей. Если установка работает на оптовый рынок электроэнергии, общие потери могут быть еще большими при определенном соотношении ставок на непоставленную энергию и штрафов за неподтвержденную мощность (Договор о присоединении к торговой системе оптового рынка, Постановление Правительства РФ № 643, 620).

Другим важным аспектом организационной составляющей технической поддержки, который сложно оценить количественно, является уровень компетенции и возможностей локальной (региональной) сервисной организации изготовителя ГТУ. Этот фактор непосредственно влияет на оперативность и качество технического обслуживания и, следовательно, на время вынужденных простоев при нештатных ситуациях и сопряженных с ними потерями.

Принципы организации технической поддержки

Деятельность сервисных центров Siemens включает профилактическое (плановое) обслуживание, которое направлено на поддержание оборудования в исправном состоянии и предупреждение аварийных ситуаций, и корректирующее (внеплановое) — оно ориентировано на быструю ликвидацию возникших неполадок и их последствий (рис. 1). Цель сервисной поддержки заказчика — оптимизация профилактического обслуживания, сводящая к минимуму время внеплановых простоев оборудования.

Основным инструментом, определяющим комплекс мероприятий, является долгосрочный сервисный договор, заключаемый между заказчиком и компанией (региональным сервисным центром). Заказчику предлагается на выбор несколько уровней договоров, которые отличаются объемом оказываемых услуг и степенью вовлеченности компании в процесс эксплуатации и обслуживания энергетического оборудования.

Рис. 2.

Пример уровней
планового тех-
обслуживания
SGT-800 (47 МВт)

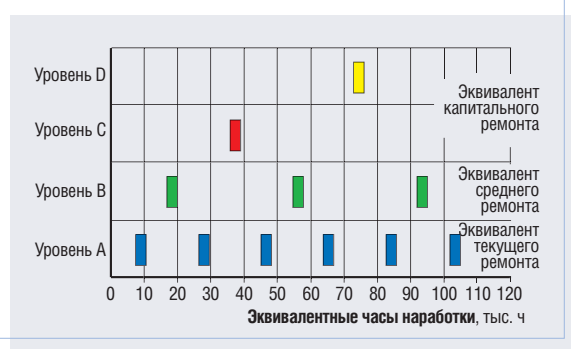
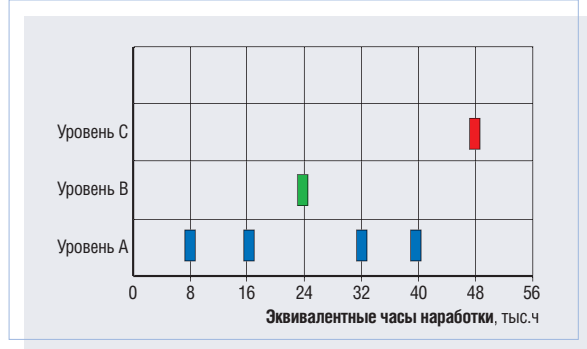


Рис. 3.

Пример уровней
планового тех-
обслуживания
SGT-100
(4,35...5,25 МВт)



Продолжительная практика сервисных соглашений уже доказала их целесообразность за рубежом. В России такие виды договоров применяются редко из-за отсутствия долгосрочного планирования бюджета. Несмотря на это, все чаще долгосрочные соглашения на техническое обслуживание заключается совместно с договором на поставку нового оборудования.

Долгосрочный договор, как правило, заключается на срок от 5 до 15 лет. Детальная разработка программы обслуживания проводится в тесном сотрудничестве с заказчиком, чтобы максимально учесть специфику оборудования, условий и режимов его работы. Правильно проработанные сервисные договоры позволят обеспечить не только соответствие требованиям по эксплуатации оборудования, но и минимизировать затраты на его обслуживание.

В рамках сервисной поддержки компания готова предложить целый комплекс услуг, включая (но не ограничиваясь):

- планирование и проведение инспекций оборудования согласно разработанному совместно с заказчиком графику;
- постоянный мониторинг рабочих параметров и анализ состояния оборудования;

- обеспечение аварийных выездов специалистов;
- консультационная поддержка, включая рекомендации по решению возникших технических проблем;
- проведение анализа используемых в эксплуатации топлива, масла, антифризов и пр.;
- круглосуточная телефонная поддержка (в т.ч. на русском языке);
- обучение обслуживающего персонала заказчика;
- рекомендации по замене частей и узлов оборудования, его модернизации;
- поставка (плановая и срочная) запасных частей и расходных материалов, включая экстренную поставку с аварийного склада компании;
- всесторонняя поддержка заказчика при возникновении нештатных ситуаций (прибытие квалифицированного персонала для выяснения причины и устранения неполадок, координация работ и пр.).

Такая организация сервисной поддержки позволяет Siemens соответствовать коммерческим интересам заказчика, где приоритетами являются обеспечение бесперебойной работы

Табл. Пример проводимых работ на уровнях планового обслуживания SGT-500 (17 МВт)

Уровни	А	В	С	Д
Время ремонта	3 рабочих дня	5 рабочих дней	26 рабочих дней	26 рабочих дней
Осмотры	Лопатки турбины Камера сгорания Муфты и редуктор Вспомогательные системы Генератор	Лопатки турбины Топливные форсунки Камера сгорания Газовый коллектор Муфты и редуктор Вспомогательные системы Генератор	Неразрушающие испытания лопаток и дисков турбины Камера сгорания Газовый коллектор Муфты и редуктор Вспомогательные системы Подшипники Генератор	Неразрушающие испытания лопаток и дисков турбины Камера сгорания Газовый коллектор Муфты и редуктор Вспомогательные системы Подшипники Генератор (с выемкой ротора)
Замена или ремонт (по необходимости)			Замена Курсовые подшипники Входное кольцо ТВД	Замена Газовый коллектор Жаровые трубы 1-я ступень ТНД Курсовые подшипники Диск ТВД Входное кольцо ТВД
Проверки	CAV и КИП	CAV и КИП	CAV и КИП	CAV и КИП

оборудования, оптимизация затрат на эксплуатацию, заранее планируемое распределение затрат на обслуживание в продолжение всего жизненного цикла оборудования и т.д.

Программа планового технического обслуживания

Программы технического обслуживания газотурбинных установок и вспомогательных систем представляют собой установленный порядок проведения необходимого комплекса работ на оборудовании в зависимости от времени эксплуатации.

Учитывая, что готовность энергоустановки определяется продолжительностью как вынужденных, так и плановых простоев, необходимо использовать время таких простоев с максимальной эффективностью. С этой целью реализация программы техобслуживания предусматривает проведение работ во время плановых остановов в тесной координации с заказчиком. Технические работы, выполняемые в соответствии с программой планового обслуживания, основываются на уровневой системе — инспекции А, В, С и т. д. (табл.). На рис. 2 и 3 показаны уровни обслуживания турбин SGT-800 и SGT-100.

Интервалы времени, через которые необходимо проводить соответствующее обслуживание, определяются не только количеством часов наработки турбины, но и эксплуатационными факторами — нагрузка, количество пусков, тип и качество используемого топлива. Для этого используется комплексный показатель — эквивалентное время наработки (эквивалентные часы). Пример расчета эквивалентных часов наработки приведен на рис. 4.

Все работы по плановому техобслуживанию проводятся только специально подготовленным, высококвалифицированным персоналом компании. По окончании каждой технической инспекции заказчику предоставляется отчет с результатами инспекции и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации и обслуживанию.

Корректирующее (внеплановое) обслуживание

Корректирующее техобслуживание проводится в случае появления особых обстоятельств, в том числе нештатных ситуаций. В таких случаях сервисные центры компании готовы предложить заказчикам полную поддержку — начиная с рекомендаций по выявлению неисправностей и срочного выезда технического персонала и заканчивая срочной доставкой запчастей и выполнением ремонтных работ.

Важно отметить, что корректирующее техобслуживание не входит в объем долгосрочных

сервисных договоров. Для успешной реализации корректирующего обслуживания необходимо наличие на площадке требуемых инструментов, запчастей и специальной оснастки (приспособлений) для проведения работ.

Запасные части

Наличие запчастей и расходных материалов на площадке проведения работ играет важную роль при обслуживании оборудования как во время эксплуатации, так и при проведении ремонтов.

Запасные части и расходные материалы в зависимости от назначения делятся на три основные группы:

- для эксплуатации — покрывают потребности оперативного (постоянного) обслуживания оборудования и поддержания его в высокой степени готовности (рекомендуются для формирования склада на площадке);
- для планового обслуживания — предназначены для проведения плановых замен во время выполнения инспекций (необходимы на площадке к началу проведения инспекций);
- для капитальных ремонтов — представляют собой дорогостоящие сложные компоненты/модули оборудования (могут быть поставлены со склада завода-изготовителя или регионального сервисного центра).

Региональные сервисные центры Siemens совместно с заказчиками разрабатывают программу плановых поставок материалов на площадку для создания склада. Такой подход позволяет заказчику заранее планировать бюджет на «актуальный» период.

Сервисная организация Siemens в России

Реализация концепции сервисной поддержки является для заказчика эффективным вложением средств. Сервисная организация компании Siemens в России оказывает поддержку таким крупным компаниям, как РАО «ЕЭС России», ОАО «Газпром», ОАО «Роснефть», Каспийский

Рис. 4.
Пример расчета эквивалентных часов наработки

$$H_0 = \sum (C_x \times C_f \times H + 5 \times N_0)$$

H_0 — эквивалентные часы наработки
 C_x — коэффициент нагрузки
 C_f — коэффициент топлива
 H — часы наработки

$C_x = 1,0-2$ — в зависимости от режима работы (1 ≤ базисной, =2 пиковый режим работы)
 $C_f = 1,0$ — для газа
 $C_f = 1,5$ — для жидкого топлива

$$N_0 = \sum (C_n \times N)$$

H_0 — эквивалентные циклы наработки
 C_x — коэффициент пуск/останов
 N — количество старт/стоп циклов

$C_n = 0$ — запуск, прерванный до достижения $T_7=300^\circ\text{C}$
 $C_n = 1$ — нормальный запуск и останов
 $C_n = 10$ — норм. запуск — авар. останов при нагрузке 50-100 %
 $C_n = 10$ — норм. запуск — 30 авар. останов при нагрузке 50-100 %
 $C_n = 10$ — норм. запуск — 90 авар. останов при нагрузке 50-100 %

Фото.
Проведение
инспекции
газовой турбины
SGT-100 в
Краснодарском
сервисном центре



трубопроводный консорциум, корпорация «ТВЭЛ», компания Heineken. Число заказчиков увеличивается с каждым годом.

Центральный офис сервисного отделения Siemens в России находится в Москве и обеспечивает координацию всех мероприятий по техобслуживанию промышленных ГТУ в сотрудничестве с сервисными службами заводов-изготовителей в Швеции, Великобритании, Чехии, Германии. Также отдел осуществляет плановые и внеплановые поставки узлов оборудования с полным документальным оформлением, что позволяет заказчику максимально сокращать сроки и собственные затраты.

В 2005 году российским подразделением компании образован сервисный центр в г. Краснодаре. Первоначально его создание и локали-

зация были ориентированы на потребности Каспийского трубопроводного консорциума — одного из крупнейших заказчиков газотурбинных установок Siemens малой мощности в России. Сервисный центр многофункционален и обеспечивает проведение инспекций газовых турбин малой мощности SGT-100 с заменой деталей и узлов ГТУ, а также хранение запасных частей, компонентов турбин, вспомогательных систем и долгосрочное хранение турбинных агрегатов. Производственная площадь предприятия составляет 420 м². Оно оснащено необходимым подъемным оборудованием, специнструментом для проведения механосборочных работ, спецприспособлениями и оснасткой.

В настоящее время собственными силами технического персонала компании были успешно проведены первые инспекции уровня В двигателя SGT-100. Не останавливаясь на достигнутом, компания реализует план дальнейшего развития центра, а также повышения компетенции технического персонала с целью проведения инспекции уровня С двигателя SGT-100.

В будущем планируется обслуживание ГТУ средней мощности собственным техническим персоналом, который находится в офисе сервисного отдела Siemens в Москве.

Возможности Краснодарского центра вместе с сервисным отделом в Москве позволяют компании Siemens предлагать всем российским заказчикам полный спектр услуг по сервисной поддержке эксплуатируемого оборудования. ■