МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 3977-8— 2017

ТУРБИНЫ ГАЗОВЫЕ

Технические условия на закупку

Часть 8

Контроль, испытания, монтаж и ввод в эксплуатацию

(ISO 3977-8:2002, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 414 «Газовые турбины»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г. № 52-2017)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Грузия	GE	Грузстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Институт стандартизации Молдовы
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 октября 2018 г. № 742-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 3977-8—2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 3977-8:2002 «Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 8. Контроль, испытания, монтаж и ввод в эксплуатацию» («Gas turbines — Procurement — Part 8: Inspection, testing, installation and commissioning», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ISO/TC 192 «Газовые турбины» Международной организации по стандартизации (ISO).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© ISO, 2002 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2018

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Общие принципы . . . 2
5 Инспекции . . . 3
5.1 Общие положения . . . 3
5.2 Контроль качества материалов . . . 3
5.3 Механические инспекции . . . 3
6 Испытания . . . 3
6.1 Общие положения . . . 3
6.2 Гидростатическое испытание . . . 4
6.3 Функциональные/эксплуатационные испытания . . . 5
6.4 Дополнительные испытания . . . 8
7 Подготовка к хранению и отгрузке . . . 9
7.1 Общие положения . . . 9
7.2 Подготовка . . . 9
8 Монтаж и ввод в эксплуатацию . . . 10
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 11

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТУРБИНЫ ГАЗОВЫЕ

Технические условия на закупку

Часть 8

Контроль, испытания, монтаж и ввод в эксплуатацию

Gas turbines. Procurement. Part 8. Inspection, testing, installation and commissioning

Дата введения — 2019—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает принципы систем и процедур, гарантирующих целостность продукта и услуг пэкиджера.

Настоящий стандарт содержит указания по инспекциям, испытаниям, монтажу и наладке, необходимым для пэкиджа и его оборудования.

Настоящий стандарт рассматривает ответственность между покупателем и пэкиджером для проверки, координации, отчетности и регистрации.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения к нему).

ISO 2314:1989, Gas turbines — Acceptance tests (Турбины газовые. Приемочные испытания)

ISO 3977-1:1997, Gas turbines — Procurement — Part 1: General introduction and definitions (Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 1. Общее введение и определения)

ISO 3977-2:1997, Gas turbines — Procurement — Part 2: Standard reference conditions and ratings (Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 2. Стандартные условия и номинальные характеристики)

ISO 3977-3:2002, Gas turbines — Procurement — Part 3: Design requirements (Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 3. Требования к проектированию)

ISO 3977-4:2002, Gas turbines — Procurement — Part 4: Fuels and environment (Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 4. Топливо и условия окружающей среды)

ISO 4406:1999, Hydraulic fluid power — Fluids — Method for coding the level of contamination by solid particles (Приводы гидравлические. Жидкости. Метод кодирования степени загрязнения твердыми частицами)

ISO 6190:1988, Acoustics — Measurement of sound pressure levels of gas turbine installations for evaluating environmental noise — Survey method (Акустика. Измерение уровней звукового давления при работе газотурбинных установок для оценки окружающего шума. Контрольный метод)

ISO 10442:2002, Petroleum, chemical and gas service industries — Packaged, integrally geared centrifugal air compressors for general refinery service (Промышленность нефтяная, химическая и газовая. Центробежные воздушные блочные компрессоры с встроенным редуктором)

ISO 11042-1:1996, Gas turbines — Exhaust gas emission — Part 1: Measurement and evaluation (Установки газотурбинные. Выбросы отработавшего газа. Часть 1. Измерение и оценка)

Издание официальное

ISO 11086:1996, Gas turbines — Vocabulary (Турбины газовые. Словарь)

ISO 13709:2009, Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical, and natural gas industries (Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности)

ISO 13691:2001, Petroleum and natural gas industries — High-speed special-purpose gear units (Промышленность нефтяная и газовая. Высокоскоростные зубчатые передачи особого назначения)

IEC 60034-1:1983, Rotating electrical machines — Part 1: Rating and performance (Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики)

IEC 60034-4:1985, Rotating electrical machines — Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests (Машины электрические вращающиеся. Часть 4. Методы экспериментального определения параметров синхронных машин)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ISO 3977-1, ISO 3977-3, ISO 3977-4 и ISO 11086 и следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **инспекция** (inspection): Процесс, целью которого является демонстрация того, что материалы, компоненты, узлы или пэкиджи в целом удовлетворяют одному или более конкретному требованию пэкиджера или покупателя.

Примечание — Инспекция может включать верификационную документацию, отчеты, сертификаты на материалы, химический анализ, физические проверки, визуальный контроль и/или результаты документальных проверок и испытаний, включая методы неразрушающего контроля (НК).

3.2 **испытание** (test): Процесс, в результате которого определено, что агрегаты, компоненты или пэкиджи удовлетворяют физическим, функциональным и эксплуатационным требованиям, определенным в программах и методиках испытаний пэкиджера или в спецификации покупателя.

3.3 **заверенный** (witnessed): Проверку или испытание проводят в присутствии покупателя или его представителя.

3.4 **подконтрольный** (observed): Покупатель будет уведомлен о сроках проведения инспекции или испытания.

Примечание — Осмотр или испытание должны проводиться в соответствии с графиком, но если покупатель или его представитель не присутствует, комплектовщику следует перейти к следующему этапу испытаний.

4 Общие принципы

Пэкиджер обязан предоставить покупателю планы инспекций и испытаний. Планы определяют действия, требуемые пэкиджером и его субпоставщиками, чтобы гарантировать целостность пэкиджа.

Планы должны включать в себя конкретные требования, установленные покупателем в его запросе и в местных или национальных правилах, применимых к пэкиджу в стране происхождения или назначения. План должен быть согласован между пэкиджером, покупателем и третьим лицом, которое может быть назначено покупателем до начала производства.

Покупатель должен уведомить пэкиджера о применимых местных и национальных правилах в стране назначения.

Если инспекции и испытания должны проходить на месте эксплуатации, то они должны быть определены в планах инспекций и испытаний и согласованы между пэкиджером и покупателем.

Пэкиджер и покупатель должны прийти к соглашению:

- о степени участия покупателя в инспекциях и испытаниях, в том числе заверенных и подконтрольных;
- о процедуре сдаточных испытаний, а также о приемочных параметрах и критериях;
- о сроке уведомления о контрольных точках, а также заверенных и подконтрольных испытаниях;
- об оборудовании и услугах, предоставляемых за счет покупателя.

Пэкиджер должен сохранять в течение как минимум 10 лет после даты ввода в эксплуатацию и предоставлять по запросу покупателю или его представителю, по крайней мере, следующие данные:

- сертификации материалов;
- спецификации на поставку используемых материалов;
- результаты испытаний, чтобы убедиться, что требования спецификации были выполнены;
- результаты документированных инспекций материалов, в том числе полностью идентифицированные записи всех процессов термообработки и рентгенографии;
- при необходимости другую техническую документацию.

В дополнение к вышеуказанным требованиям покупатель может указать следующее:

- детали, к которым применяется неразрушающий контроль;
- типы применяемого неразрушающего контроля.

5 Инспекции

5.1 Общие положения

Инспекции проводят в течение всего производственного процесса и могут охватывать:

- материалы;
- компоненты;
- изготовление;
- сборочные единицы;
- отдельные узлы;
- законченные газотурбинные пэкиджи.

Если предусмотрены инспекции оборудования, работающего под давлением, то соответствующие детали не должны окрашиваться до завершения инспекций.

5.2 Контроль качества материалов

Процедуры неразрушающего контроля (НК), используемые при производстве и сборке газогенератора, силовой турбины и других элементов оборудования, должны осуществляться в соответствии с согласованными планами инспекций и испытаний.

5.3 Механические инспекции

В процессе сборки и до функциональных/эксплуатационных испытаний компоненты и сборочные единицы, а также все трубопроводы и агрегаты должны быть очищены химически или другим подходящим способом для удаления инородных материалов, продуктов коррозии и окалины.

Все компоненты масляной системы должны соответствовать требованиям чистоты ISO 4406.

При необходимости покупатель (с помощью пэкиджера) может проверить оборудование, трубопроводы и дополнительные приспособления, перед тем как оголовки приварены к сосудам, отверстия в сосудах или теплообменниках закрыты, трубопроводы окончательно собраны.

При необходимости соответствие твердости деталей, сварных швов и околошовной зоны должно быть проверено на соответствие допустимым значениям путем испытаний деталей, сварных швов или зон. Метод, степень документирования и свидетельствование испытаний должны быть взаимно согласованы между покупателем и пэкиджером.

6 Испытания

6.1 Общие положения

Этот раздел определяет минимальные рекомендуемые требования для физических испытаний компонентов, узлов и пэкиджа до вступления в коммерческую эксплуатацию.

Покупатель и пэкиджер согласовывают объем испытаний. Он может включать дополнительные испытания, указанные покупателем, в соответствии с 6.4.

На рисунке 1 показана последовательность обязательных и необязательных эксплуатационных испытаний.

Все протоколы испытаний должны сохраняться в течение периода времени, установленного в соответствии с требованиями стандарта ISO 3977-2.

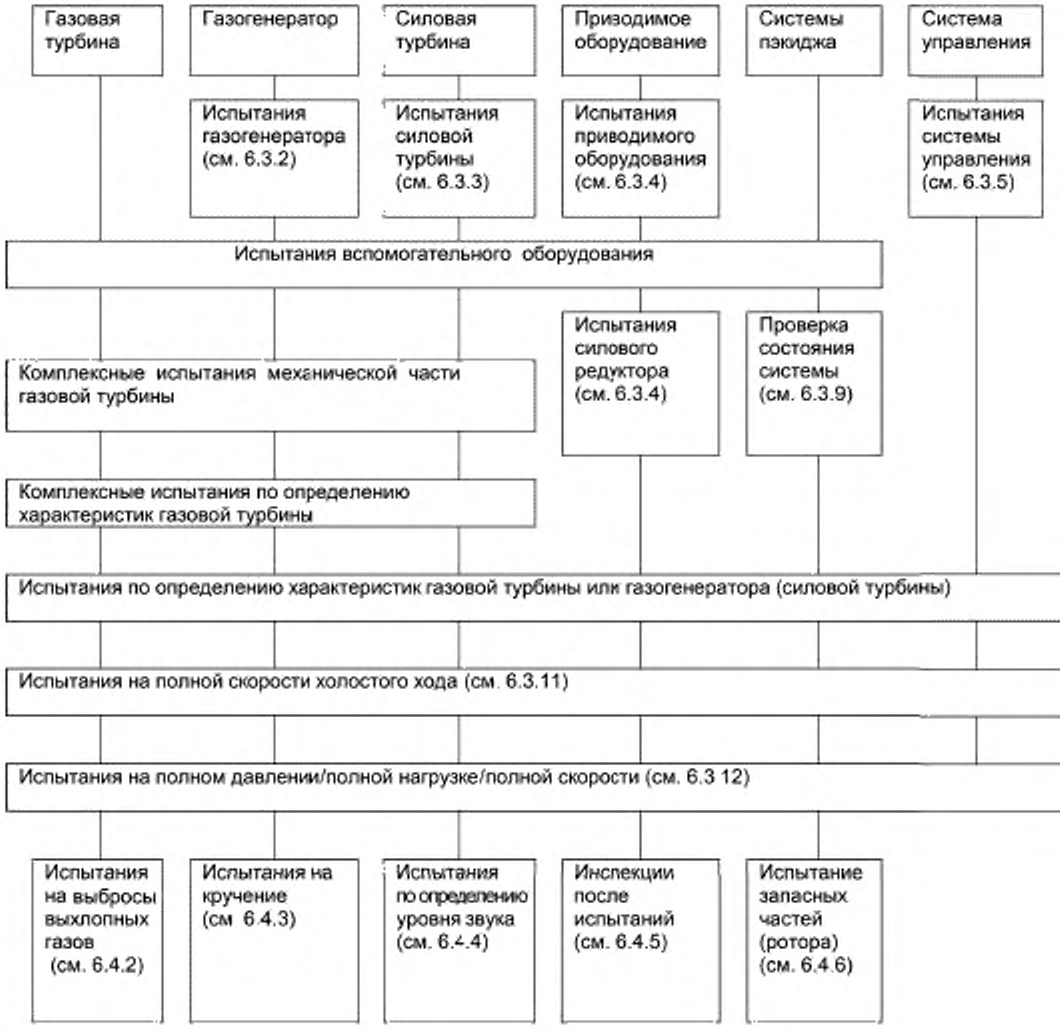

Рисунок 1

6.2 Гидростатическое испытание

Как минимум, определенные законодательством или национальными стандартами компоненты, такие как сосуды под давлением (за исключением корпусов газогенератора и силовой турбины), должны быть испытаны гидростатически в соответствии с законодательством или национальными стандартами, при этом давление жидкости должно быть как минимум в 1,5 раза больше максимально допустимого рабочего давления, перепад давления должен быть не менее 140 кПа. Другие компоненты и системы должны быть испытаны в соответствии с требованиями покупателя, законодательных или обязательных требований, применимых к территории назначения.

Жидкость, используемая для испытаний, должна иметь температуру выше, чем температура перехода к нулевой пластичности испытываемого материала.

Если испытывается деталь, предназначенная для эксплуатации при температуре, при которой предел прочности материала ниже предела прочности этого материала при комнатной температуре, гидростатическое давление при испытании должно быть умножено на коэффициент, полученный де-

лением допустимого напряжения материала при комнатной температуре на допустимое напряжение материала при эксплуатационной температуре. В паспортах должны быть указаны фактические гидростатические давления и температуры испытаний.

Содержание хлоридов в жидкостях, используемых для проверки аустенитных нержавеющих сталей, не должно превышать 50 частей на миллион.

Для предотвращения осаждения хлоридов в результате сушки по окончании испытания остатки жидкости должны быть удалены из испытываемых объектов.

Испытания должны проводиться в течение достаточного периода времени, чтобы позволить полное обследование деталей под давлением.

Гидростатическое испытание считается удовлетворительным, если не наблюдается ни утечки, ни просачивания через корпус или соединения корпусов в течение как минимум 30 мин. Для больших деталей может потребоваться более длительный период испытаний, который должен быть согласован между покупателем и пэкиджером.

Допускаются утечки из внутренних соединений, необходимые для проверок сегментированных корпусов и эксплуатации насосов для поддержания давления.

6.3 Функциональные/эксплуатационные испытания

6.3.1 Общие положения

На рисунке 1 показано визуальное представление альтернативных вариантов испытаний.

Уровень испытаний до доставки к месту эксплуатации зависит от конструкции, мощности и размеров газовой турбины и пэкиджа. Там, где эти факторы делают невозможными стендовые испытания, пэкидж должен быть испытан в другом месте или на месте эксплуатации. В любом случае приемочные испытания на месте эксплуатации, как правило, требуются независимо от предварительных испытаний.

Программа и место проведения испытаний должны быть согласованы между покупателем и пэкиджером. Приемочные испытания газотурбинной установки и газогенератора должны проводиться в соответствии с ISO 2314. Ниже приведены примеры обычно выполняемых испытаний:

- испытания газовой турбины;
- испытания газовой турбины с приводимым оборудованием;
- испытания полного пэкиджа.

Для газовых турбин со свободной турбиной могут быть выполнены следующие альтернативные испытания:

- испытания газогенератора;
- испытания свободной турбины.

Эти испытания могут быть выполнены при отсутствии нагрузки, частичной нагрузке или полной нагрузке. При использовании с механическим приводом приводимое оборудование может быть испытано при создании полного давления, полной загрузки или полной скорости приводимого оборудования.

Испытания должны включать в зависимости от обстоятельств:

- холодный старт;
- горячий старт;
- полный диапазон положений входных направляющих аппаратов и/или ступеней статора;
- работу перепускных клапанов;
- эксплуатацию противообледенительной системы (если предусмотрено).

Все давления, вязкости и температуры смазочного масла должны находиться в пределах диапазона рабочих значений, рекомендованных в инструкции по эксплуатации.

Корпуса, система смазки, топливная система и гидравлическая система должны быть проверены на целостность и герметичность соединений.

Все утечки масла и топлива должны быть устранены. Утечки воздуха, отрицательно влияющие на производительность и, по мнению покупателя, создающие угрозу безопасности, должны быть устранены.

Все устройства предупреждения, защиты и управления должны быть отрегулированы и испытаны для удовлетворительной работы. Если испытания заверяются покупателем, то демонстрация во время испытания проводится случайным выбором.

6.3.2 Газогенератор

Газогенератор должен быть испытан или в виде отдельного узла, или в качестве составной части газовой турбины в сборе. Испытание должно демонстрировать механическую работу, мощность и тепловой коэффициент полезного действия в соответствии с техническими условиями изготовителя.

Это испытание может быть проведено с использованием дополнительного оборудования (управления, трубопроводы, фильтрование воздуха, силоизмерительное устройство, сопло и т. д.), которое должно быть определено в процедурах испытаний, разработанных пэкиджером и утвержденных покупателем.

Во время испытаний механического движения и/или эксплуатационных испытаний газогенератора должны быть удовлетворительно продемонстрированы механическая работа всего оборудования и предохранительных устройств, которые могут быть проверены. Уровни вибрации не должны превышать предельных значений, указанных в 6.7.2.1 ISO 3977-3. Характеристики установки должны соответствовать установленным критериям.

6.3.3 Силовая турбина

Если силовая турбина испытывается отдельно (то есть непосредственно не соединена с газогенератором, см. 6.3.2), то она должна быть проверена на соответствие требованиям по уровню вибрации и удовлетворительной работе встроенных устройств защиты.

6.3.4 Приводимое оборудование

6.3.4.1 Испытание электрического генератора

Электрический генератор должен быть испытан на предприятии — изготовителе генератора в соответствии с IEC 60034-1 и IEC 60034-4.

Характеристики генератора должны быть испытаны в соединении с турбиной в согласованном месте.

6.3.4.2 Испытания компрессоров

Компрессоры для нефтяной, газовой, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности должны быть испытаны при заводских испытаниях в соответствии с требованиями ISO 10442.

Дополнительные испытания в рамках ISO 10442 могут составлять часть заводских испытаний пэкиджа.

6.3.4.3 Испытания насосов

Насосы для нефтяной, газовой, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности должны быть испытаны в соответствии с требованиями ISO 13709.

Дополнительные испытания в рамках ISO 13709 могут составлять часть заводских испытаний пэкиджа.

6.3.4.4 Испытания силового редуктора

Основные редукторы для нефтяной, газовой, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности должны быть испытаны в соответствии с требованиями ISO 13691.

6.3.5 Система управления

Поставляемая панель управления должна быть полностью аппаратно испытана. Также должно быть выполнено функциональное испытание, либо в качестве испытания типа, либо в качестве специального испытания поставляемой панели управления. Функциональное испытание должно проводиться на симуляторе или пэкиджер должен полностью проверить работу всех рабочих параметров газовой турбины до установки и ввода в эксплуатацию.

6.3.6 Испытания вспомогательного оборудования

При необходимости вспомогательное оборудование должно быть испытано в соответствии с ISO 3977-3:2004 (пункт 5.2) до механического испытания. Процедура испытаний вспомогательного оборудования должна быть разработана совместно покупателем и пэкиджером.

6.3.7 Механическое испытание газогенератора/силовой турбины

При необходимости раздельные газогенератор и силовая турбина должны быть механически испытаны вместе. Испытания должны проводиться в соответствии с 6.3.2. Механическое состояние силовой турбины должно соответствовать требованиям вибрации и балансировки ISO 3977-3:2004 (пункт 4.7.2). Для силовых турбин с гидродинамическими подшипниками температуры масла и температуры подшипников должны соответствовать спецификациям.

6.3.8 Эксплуатационное испытание газогенератора/силовой турбины

Испытания по определению мощности газовой турбины и теплового коэффициента полезного действия должны проводиться в соответствии с ISO 2314 и/или по согласованию между покупателем и пэкиджером.

6.3.9 Проверка состояния системы

Все компоненты должны быть испытаны в соответствии со стандартами производителей и установленными процедурами. Эти испытания должны подтвердить целостность систем и их способность правильно функционировать и могут включать в себя в случае необходимости некоторые или все из следующих действий:

- визуальный осмотр;
- проверку цепей;
- проливку трубопроводов;
- испытания под давлением или испытания на герметичность;
- проверку установок;
- проверку срабатывания клапанов.

6.3.10 Газотурбинная установка, включающая приводимое оборудование

Испытания газовой турбины в сборе (газогенератора и силовой турбины), включающей приводимое оборудование, должно проводиться до вступления в коммерческую эксплуатацию и может происходить либо при сборке пэкиджа, либо на месте после монтажа и сдачи в эксплуатацию, но в любом случае должно проводиться в соответствии с согласованными процедурами испытаний.

6.3.11 Испытания на полной скорости холостого хода (FSNL)

6.3.11.1 Подготовка к испытаниям

Подготовка испытания должна осуществляться до начала испытания FSNL и выполняться на предприятии пэкиджера или, если это согласовано, на месте эксплуатации.

Штатные подшипники и, где это целесообразно, уплотнения вала должны использоваться в пэкидже для механического испытания.

Давление, вязкость и температура смазочного масла должны находиться в пределах диапазона рабочих значений, рекомендованных в инструкции по эксплуатации для конкретного блока.

Если используется стендовая система фильтрации масла, то она должно быть не менее 10 мкм или лучше номинальной. Масляная система компонентов вниз по течению от фильтров должна соответствовать требованиям чистоты ISO 4406 до начала испытаний.

Все соединения должны быть проверены на герметичность, утечки должны быть устранены.

Все устройства предупреждения, защиты и управления должны быть проверены, отрегулированы и настроены.

При применении механического привода устройства должны быть установлены так, чтобы предотвратить попадание масла в приводимое оборудование во время механических испытаний. Это оборудование должно использоваться на протяжении всего испытания.

Испытания с муфтой (муфтами) требуется, если подключено приводимое устройство. После испытаний посадка с натягом муфты должна быть проверена путем сравнения соответствия метки втулки/вала для того, чтобы проверить, что втулка муфты не переместилась на валу во время испытаний.

Все вибрационные датчики, кабели, осцилляторы-демодуляторы и/или акселерометры должны использоваться во время испытания.

Везде, где это возможно, испытательные стенды должны включать приборы с возможностью постоянного мониторинга, графического изображения и записи числа оборотов в минуту, размаха колебаний, максимального ускорения, среднеквадратической скорости и угла сдвига фаз. По согласованию должны быть представлены все данные по вибрации.

Если приемочные критерии по вибрации определяются в терминах сейсмических значений, то это должно быть указано в процедурах испытаний, фактические значения должны записываться с помощью штатных приборов во время испытания.

6.3.11.2 Контроль частоты вращения

При применении газотурбинной установки в качестве привода электрогенератора работа оборудования контроля частоты вращения должна быть продемонстрирована в согласованном диапазоне регулятора. При применении в качестве механического привода оборудование должно продемонстрировать работу при постепенном увеличении частоты вращения от приблизительно 10 % минимальной установки регулятора до максимальной продолжительной частоты вращения (если это допустимо). В любом случае оборудование должно работать при максимальной продолжительной частоте вращения до стабилизации подшипников, температуры смазочного масла и вибраций.

Выходная частота вращения должна быть увеличена в соответствии с рекомендациями пэкиджера для демонстрации удовлетворительной работы в течение 15 мин на частоте вращения на 3 % меньшей установленной частоты отсечки.

Устройства защиты от раскрутки должны быть проверены и отрегулированы, чтобы значение находилось в пределах 1 % от номинальной настройки частоты отсечки.

Должна быть проверена бесперебойная работа регулятора частоты вращения и всех других устройств для регулирования частоты вращения во всем диапазоне рабочих частот вращения. Должны быть проверены стабильность холостого хода и чувствительность к управляющему сигналу.

Частота вращения должна быть снижена до максимальной продолжительной, и оборудование должно работать в течение 4 ч или меньше (по согласованию).

Следует проявлять осторожность при работе на критических частотах или вблизи них.

6.3.11.3 Эксплуатационное испытание

Во время механического испытания проверяется механическая работа всего оборудования, функционирование испытательного оборудования должно быть удовлетворительным. Уровни вибрации должны измеряться во всем диапазоне рабочих частот вращения и не должны превышать допустимых значений.

При работе оборудования на максимальной продолжительной частоте вращения и на других частотах, если они были указаны в программе испытаний, должен быть выполнен частотный анализ спектра вибраций для демонстрации амплитуд колебаний на частотах, отличных от частоты синхронизации. Анализ должен охватывать диапазон от 0,25 до 8 раз максимальной продолжительной частоты вращения. Если амплитуда на любой дискретной, несинхронной вибрации превышает 20 % от допустимого уровня, покупатель и пэкиджер должны согласовать, необходимо ли дополнительное испытание или оборудование пригодно для отгрузки.

Для машин с гибким валом в ходе механического испытания следует убедиться, что поперечная критическая частота вращения газовой турбины соответствует требованиям стандарта ISO 3977-3 (пункт 4.7.3 и приложение В). Первая поперечная критическая частота вращения, определенная при механических испытаниях, должна быть указана на фирменной табличке с указанием «экспериментальная». Если первая поперечная критическая частота вращения не может быть определена из-за затухания, то расчетная первая поперечная критическая частота вращения должна быть указана на табличке с указанием «расчетная».

Записи всех вибрационных данных должны вестись в режиме реального времени.

6.3.11.4 Заключительное испытание

Если требуется замена или модификация подшипников, уплотнений или необходим демонтаж корпуса для замены или модификации других частей, устранения конструктивных или производственных недостатков, первоначальное испытание не является приемлемым. Заключительное испытание должно проводиться после ремонтных работ.

6.3.12 Испытания на полном давлении/полной нагрузке/полной скорости

Подробная информация об испытании на полном давлении/полной нагрузке/полной скорости должна быть согласована между покупателем и пэкиджером. Эти испытания могут быть заменены на ходовые механические испытания.

6.4 Дополнительные испытания

6.4.1 Общие положения

При необходимости необязательные испытания по 6.4.2—6.4.7 должны быть выполнены в зависимости от объекта либо на предприятии-производителе, либо на месте эксплуатации по согласованию между пэкиджером и покупателем.

6.4.2 Испытания на выбросы выхлопных газов

Испытания на выбросы выхлопных газов должны проводиться в соответствии с ISO 11042-1.

6.4.3 Испытания на кручение

Измерения крутильных колебаний должны быть выполнены для проверки анализа крутильных колебаний силовой цепи. Процедура испытания должна быть согласована между покупателем и пэкиджером.

Примечание — Испытания на кручение очень сложны и требуют высокотехнологичной подготовки.

6.4.4 Испытания по определению уровня звука

Испытания по определению уровня звука осуществляются в соответствии с процедурой, согласованной между пэкиджером и покупателем.

6.4.5 Инспекции после испытаний

Бороскопический осмотр и/или осмотр с разборкой, а также переборка основного приводного оборудования, редуктора и приводимого оборудования могут быть выполнены после удовлетворительного завершения ходовых механических испытаний. Пэкиджер и покупатель должны согласовать, в какой мере оборудование должно быть демонтировано и продефектировано.

6.4.6 Испытание запасного ротора

Запасные роторы должны быть испытаны, как указано покупателем.

6.4.7 Длительные испытания

Покупатель может потребовать проведения продолжительных (24 ч или более) испытаний. Цели и критерии приемлемости таких испытаний должны быть согласованы между пэкиджером и покупателем.

Примечание — Как правило (но не обязательно), эти испытания должны продемонстрировать согласованную минимальную надежность пэкиджа или его конкретных элементов.

7 Подготовка к хранению и отгрузке

7.1 Общие положения

Газовые турбины и их оборудование должны быть соответствующим образом подготовлены к отгрузке в порядке, соответствующем типу транспорта, а также четко маркированы с использованием международно признанных символов.

В случае необходимости проводится консервация оборудования, позволяющая 6 мес хранения на открытом воздухе без разборки после этого периода. Если необходимо хранение в течение более длительного периода, покупатель должен проконсультироваться с пэкиджером относительно рекомендуемых процедур.

Покупатель информирует пэкиджера о предполагаемых местах хранения. Пэкиджер должен предоставить покупателю инструкции, необходимые для обеспечения целостности консервации после того, как оборудование поступает на место эксплуатации.

Пэкиджер должен информировать покупателя о мерах предосторожности, которые необходимо учитывать, чтобы избежать ущерба для здоровья и безопасности персонала или механической целостности оборудования.

Транспортная документация должна быть приложена к партии груза, ответственность за нее несет пэкиджер.

7.2 Подготовка

Оборудование должно быть подготовлено к отгрузке после того, как согласованные испытания и проверки были завершены и одобрены покупателем.

Если не указано иное, внешние поверхности, за исключением обработанных поверхностей и/или поверхностей, стойких к коррозии, должны быть загрунтованы и окрашены по меньшей мере в один слой.

Наружные обработанные поверхности должны быть покрыты соответствующим ингибитором коррозии.

Незащищенные валы и муфты валов должны быть обернуты водонепроницаемой парафинированной тканью или ингибиторной бумагой. Швы должны быть герметизированы маслозащитной клейкой лентой.

Внутренняя часть вращающегося оборудования должна быть чистой, не содержать нагара и быть защищенной от попадания посторонних предметов.

Внутренние поверхности корпусов подшипников и оборудования маслосистемы из углеродистой стали, например резервуаров, сосудов и трубопроводов, должны быть обработаны соответствующим маслорастворимым ингибитором коррозии. Подшипниковые узлы должны быть полностью защищены от попадания влаги и грязи.

Чтобы предотвратить попадание пыли или агрессивных материалов при транспортировке и хранении, фланцевые и резьбовые отверстия должны иметь соответствующие покрытия.

Точки подъема и подъемные проушины должны быть четко определены. Массы, размеры и центры тяжести должны быть легко идентифицируемы, в случае необходимости также должны быть даны инструкции по безопасным перемещению, погрузке и разгрузке.

Оборудование должно быть однозначно идентифицировано по товарной позиции и серийному номеру. Поставляемые отдельно материалы должны быть идентифицированы по товарной позиции и серийному номеру оборудования, для которого они предназначены. Кроме того, оборудование должно иметь дубликаты упаковочных листов: один внутри и один на внешней стороне транспортного контейнера.

Трубопроводные соединения на поставляемом оборудовании должны иметь несмываемые метки в соответствии с таблицей соединений или монтажным чертежом.

Если в больших полостях для поглощения влаги устанавливаются кристаллы парофазного ингибитора в упаковках, то эти упаковки должны быть прикреплены в доступной области для облегчения удаления. Упаковки могут устанавливаться в решетчатых контейнерах, прикрепленных к фланцевым крышкам, места прикрепления при этом должны быть обозначены коррозионно-стойкими метками.

Один экземпляр стандартных инструкций по установке должен быть упакован и отправлен вместе с оборудованием.

8 Монтаж и ввод в эксплуатацию

До прибытия оборудования на место покупатель и пэкиджер согласовывают программу установки и ввода в эксплуатацию оборудования.

Покупатель должен сообщить пэкиджеру все ограничения (например, рабочее время, ограничения доступа и т. д.), применимые к месту установки, которые могут повлиять на программу.

Вопросы, связанные с координацией и взаимодействием по всем мероприятиям, связанным с установкой, должны быть согласованы между покупателем и пэкиджером.

Покупатель до этапа установки и ввода в эксплуатацию должен сообщить пэкиджеру, какие услуги и/или инженерное обеспечение доступны на месте эксплуатации фазы проекта.

Пэкиджер несет ответственность за обеспечение всех процедур установки и ввода в эксплуатацию для оборудования/услуг в пределах его объема поставки.

Оборудование должно быть установлено в соответствии с процедурой пэкиджера, которая может быть в виде руководств по установке, проверочного листа и т. д.

Соответствующие мероприятия должны быть записаны для целей регистрации и сохранены для дальнейшего использования. Эти процедуры могут включать в себя, помимо прочего, некоторые или все из следующих мероприятий:

- механический монтаж;
- электрическую установку;
- функциональное тестирование органов управления;
- проверки последовательности чередования фаз двигателей и генераторов;
- установочное испытание электрооборудования;
- проверку непрерывности проводки;
- испытание контура управления и/или измерительных цепей;
- промывку трубопроводов;
- проверки герметичности трубопроводов под давлением;
- выравнивание;
- цементацию;
- пуско-наладочные проверки;
- испытания аварийных объектов и систем.

Если соответствующей информации не содержится в руководстве по установке, пэкиджер может представить отдельное руководство с единственной целью успешного ввода в эксплуатацию оборудования.

Если не оговорено иное, покупатель несет ответственность за обеспечение того, что соответствующее инженерное обеспечение (то есть сжатый воздух и/или оборудование для обеспечения качества воздуха, топливо, вода, электроэнергия и т. д.) доступно при вводе в эксплуатацию, а также имеется соответствующая нагрузка.

Если сдаточные и/или длительные испытания прерываются по обстоятельствам, не зависящим от пэкиджера, то испытания должны возобновиться после того, как проблема была устранена и нормальные условия восстановлены, как если бы прерывание не произошло.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 2314:1989	—	*, 1)
ISO 3977-1:1997	—	*, 2)
ISO 3977-2:1997	—	*, 3)
ISO 3977-3:2002	IDT	ГОСТ ISO 3977-3—2017 «Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 3. Требования к проектированию»
ISO 3977-4:2002	IDT	ГОСТ ISO 3977-4—2017 «Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 4. Топливо и условия окружающей среды»
ISO 4406:1999	—	*
ISO 6190:1988	—	*
ISO 10442:2002	—	*
ISO 11042-1:1996	—	*, 4)
ISO 11086:1996	—	*
ISO 13709:2009	MOD	ГОСТ 32601—2013 (ISO 13709:2009) «Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования»
ISO 13691:2001		*
IEC 60034-1:1983	IDT	ГОСТ IEC 60034-1—2014 «Машины электрические вращающиеся. Часть 1. Номинальные значения параметров и эксплуатационные характеристики»
IEC 60034-4:1985		*, 5)

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированный стандарт.

1) На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 55798—2013 (ИСО 2314:2009) «Установки газотурбинные. Методы испытаний. Приемочные испытания».

2) На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51852—2001 (ИСО 3977-1—97) «Установки газотурбинные. Термины и определения».

3) На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 52200—2004 (ИСО 3977-2:1997) «Установки газотурбинные. Нормальные условия и номинальные показатели».

4) На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 11042-1—2001 «Установки газотурбинные. Методы определения выбросов вредных веществ».

5) На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60034-4—2012 «Машины электрические вращающиеся. Часть 4. Методы экспериментального определения параметров синхронных машин».

УДК 621.438.001.4:006.354 МКС 27.040 Е23 ОКПД2 28.11.23.000

Ключевые слова: газотурбинная установка, контроль, испытания, монтаж, ввод в эксплуатацию

БЗ 12—2017/177

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 11.10.2018. Подписано в печать 24.10.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
www.jurisizdat.ru y-book@mail.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

IBSO 3977-8-2017