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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 3977-4— 2017

ТУРБИНЫ ГАЗОВЫЕ

Технические условия на закупку

Часть 4

Топливо и условия окружающей среды

(ISO 3977-4:2002, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

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. № 739-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 3977-4—2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 3977-4:2002 «Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 4. Топливо и условия окружающей среды» («Gas turbines — Procurement — Part 4: Fuels and environment», 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 (*gost.e-ecolog.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 . . . 1
4 Обозначения и сокращения . . . 3
5 Требования к топливам покупателя и пэкиджера . . . 3
5.1 Общие положения . . . 3
5.2 Обязанности покупателя . . . 3
5.3 Обязательства пэкиджера . . . 3
5.4 Газообразное топливо . . . 3
5.5 Жидкое топливо . . . 5
6 Требования к охране окружающей среды . . . 8
6.1 Общие положения . . . 8
6.2 Шум (акустическая эмиссия) . . . 8
6.3 Эмиссия системы выхлопа . . . 9
Приложение А (справочное) Расчет индекса Воббе . . . 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 14
Библиография . . . 15

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТУРБИНЫ ГАЗОВЫЕ

Технические условия на закупку

Часть 4

Топливо и условия окружающей среды

Gas turbines. Procurement. Part 4. Fuels and environment

Дата введения — 2019—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит рекомендации по закупке газовых турбин с учетом качества топлива и экологических показателей. Рекомендации, которые даются как пэкиджеру, так и покупателю, направлены на информацию в отношении топлива, используемого в газовой турбине, а также в отношении типа информации, необходимой для количественной оценки ожидаемого воздействия на окружающую среду. Характеристики топлива упоминаются, но не представлены.

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

ISO 4261:1993, Petroleum products — Fuels (class F) — Specifications of gas turbine fuels for industrial and marine applications [Нефтепродукты. Топлива (класс F). Технические условия на топлива для газовых турбин промышленного и судового назначения]

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 10494:1993, Gas turbines and gas turbine sets — Measurement of emitted airborne noise — Engineering/survey method (Турбины газовые и газовые турбоагрегаты. Измерение шума, распространяемого по воздуху. Метод экспертизы/контрольный метод)

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

ISO 11042-2:1996, Gas turbines — Exhaust gas emission — Part 2: Automated emission monitoring (Установки газотурбинные. Выбросы отработавшего газа. Часть 2. Автоматизированный мониторинг выбросов)

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

3 Термины и определения

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

Издание официальное

3.1 **плотность** ρ (density)

$$\rho = \frac{P_{ref}}{RT_{ref}},$$

где в качестве контрольных значений, как правило, выбираются температура 15 °С и давление 101,325 кПа.

3.2 **комбинированный цикл комплексной газификации**; IGCC (integrated gasification combined cycle): Процесс, в котором низкокачественное топливо газифицируется для производства высококачественного топлива, соответствующего спецификациям топлива для газовой турбины.

3.3 **связанный топливный азот**; FBN (fuel-bound nitrogen): Азотный компонент в топливе, который способствует образованию NO_x.

Примечание — Это не относится к газообразному азоту N_2.

3.4 **чистая удельная энергия**; NSE (net specific energy): Теплотворная способность, определяемая водой, образовавшейся при сгорании в паровой фазе.

Примечание — Также известна как нижняя теплотворная способность. См. ISO 2314, ISO 4261 и ISO 6976.

3.5 **относительная плотность, удельный вес** (relative density, specific gravity): Отношение плотности топливного газа к плотности воздуха (для газообразного топлива)

$$d = \frac{\rho_{fuel}}{\rho_{air}}.$$

Примечание 1 — Для газов — температуры и давления для обоих газов должны быть указаны.

Примечание 2 — Для жидкого топлива — плотность жидкого топлива по отношению к воде. Температуры обеих жидкостей должны быть указаны.

3.6 **полная удельная энергия**; GSE (gross specific energy): Теплотворная способность, определяемая образовавшейся при сгорании водой в паровой фазе, включая теплоту парообразования.

Примечание — Также известна как верхняя теплотворная способность.

3.7 **уровень акустической мощности L_w** (sound power level): Удесятеренный десятичный логарифм от отношения данной акустической мощности к опорной акустической мощности.

Примечание 1 — Опорная акустическая мощность 1 пВт (= 10^{-12} Вт).

Примечание 2 — Уровень звуковой мощности выражается в децибелах.

Примечание 3 — На основе ISO 10494.

3.8 **уровень звукового давления L_p** (sound pressure level): Удесятеренный десятичный логарифм отношения квадрата данного звукового давления к квадрату опорного звукового давления.

Примечание 1 — Опорное звуковое давление 20 мкПа (= $2 \cdot 10^{-5}$ Па).

Примечание 2 — Уровень звукового давления выражается в децибелах.

Примечание 3 — На основе ISO 10494.

3.9 **селективное каталитическое восстановление**; SCR (selective catalytic reduction): Каталитическая система дожигания для снижения выбросов оксидов азота.

3.10 **летучие органические соединения**; VOC (volatile organic compounds): Углеводороды, такие как пропан и бутан, которые могут взаимодействовать с NO_x с образованием озона на уровне земли.

Примечание — VOC иногда измеряются и обобщаются в виде несгоревших углеводородов (UHC).

3.11 **индекс Воббе**; WI (Wobbe index): Теплота сгорания топлива, деленная на квадратный корень из удельного веса (по отношению к воздуху)

$$WI = \frac{NSE}{\sqrt{d}}.$$

Примечание — Поскольку удельный вес газа зависит от температуры и давления, должны быть указаны условия, при которых определяется плотность для топлива и воздуха. См. приложение А.

3.12 **нормальный кубический метр,** $м^3$ (нормализованный) [normal cubic metre, m^3 (normalized)]: Кубометр газа, как правило сухого, при 1 атмосфере (101,325 кПа) и 0 °С.

Примечание — Хотя обозначение Nm^3 используется в промышленности, оно не должно быть использовано в международных стандартах.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения по ISO 3977:

ρ — плотность жидкости или газа, кг/м^3;

p — давление, кПа;

t — температура, К или °С.

CEM — постоянный мониторинг выбросов;

PEM — мониторинг выбросов.

5 Требования к топливам покупателя и пэкиджера

5.1 Общие положения

Правильное использование и эксплуатация газовой турбины требуют, чтобы была получена точная информация о видах топлива и потребности в топливе. И покупатель, и пэкиджер играют решающую роль в этом процессе.

При наличии международных стандартов национальные стандарты, как показано в приложении С ISO 3977-3, могут быть использованы в качестве руководства по взаимному согласию покупателя и пэкиджера.

5.2 Обязанности покупателя

Покупатель несет ответственность за идентификацию всех видов топлива, которые необходимо учитывать для проекта газовой турбины.

Покупатель должен предоставить точные данные в соответствии с предлагаемым проектом. Покупатель должен быть осведомлен о следующем:

a) условиях окружающей среды (температура, давление, относительная влажность и экстремальные значения этих величин);

b) ожидаемом топливе для проекта (неочищенный природный газ, трубопроводный природный газ, коксовый газ, газ из органических отходов, газы КЦКГ средних и низких энергий, газы нефтепереработки и т. д.);

c) диапазоне производительности/нагрузки газовой турбины (то есть часы работы, время при удельной нагрузке, использование увеличения мощности и т. д.);

d) соответствующих требованиях местного или регионального регулирующего органа.

Покупатель должен иметь возможность сообщить подробные характеристики топлива и уровни загрязнения, включая пределы изменчивости (химических и физических характеристик) пэкиджеру.

5.3 Обязательства пэкиджера

Пэкиджер должен определить типы топлива и диапазоны качества топлива, приемлемые для применения газовой турбины. Они могут включать жидкие и газообразные виды топлива; также могут быть рассмотрены топливные эмульсии.

Пэкиджер может использовать специфическое значение нормальной температуры (например, 0 или 15 °С).

5.4 Газообразное топливо

5.4.1 Общие положения

Этот пункт применяют для всех видов топлива, которые находятся в газообразном состоянии на границе газовой турбины. В некоторых случаях поставляемое топливо может не находиться в газообразном состоянии. При возможности использования нескольких видов топлива полная информация должна быть предоставлена для каждого из них. Для топлива, которое, как ожидается, будет использовано в конкретном проекте, покупатель должен обеспечить диапазон ожидаемых свойств для каждого из требований, перечисленных в 5.4.2. Должна быть предусмотрена ответственность покупателя за то, чтобы химические и физические свойства подаваемого топливного газа, а также уровни загрязнения находились в ранее согласованных пределах.

5.4.2 Химические свойства

Характеристики топлива должны соответствовать указанным в соответствующих национальных стандартах. Пэкиджер должен идентифицировать общие свойства топлива, подходящие для примене-

ния покупателем. Требуемая информация должна включать в себя обычные химические характеристики, а также безопасностные и эксплуатационные свойства. Покупатель обязан предоставить пэкиджеру следующую информацию:

a) полный химический состав предлагаемого топливного(ых) газа(ов);

b) удельную энергию (чистая и полная, на объемной и массовой основе); она может быть определена аналитически или рассчитываться из химического анализа;

c) индекс Воббе при температуре подачи топлива и давления, диапазон индекса Воббе ожидаемых вариаций топлива;

d) наличие загрязняющих веществ/компонентов, таких как пыль, ржавчина, смолы, нафталин, парафины или вода, которые могут привести к потенциальному коксованию или проблемам с загрязнением;

e) наличие высших углеводородов, вплоть до С14, если газовая турбина оборудована камерами сгорания типа камер с предварительным смешением;

f) минимальную температуру, необходимую для предотвращения образования конденсата при давлении впрыска топлива.

Конкретные компоненты топлива (или топливные добавки), которые могут вызвать коррозию или индуцируют выбросы в атмосферу, в том числе токсичные выбросы, должны быть идентифицированы покупателем и сообщены пэкиджеру. Пэкиджер должен дать оценку общей приемлемости этого топлива. Пэкиджер должен рассмотреть свойства топлива и дать оценку его приемлемости для предлагаемого применения газовой турбины. Покупатель должен обеспечить ограничения выбросов установки для каждого вида топлива.

5.4.3 Физические свойства

Для газообразного топлива пэкиджер должен предоставить технические данные о требованиях к давлению и температуре для всех видов топлива и компонентов топливной системы. Эти требования должны включать полный анализ топлива для применения покупателем. Информация, предоставленная пэкиджером, должна включать:

a) требования к давлению и температуре (верхний и нижний пределы);

b) точку росы при данном давлении и минимальной температуре, необходимой для предотвращения образования конденсата при давлении впрыска топлива;

c) минимальное давление для запуска газовой турбины;

d) минимальное давление для работы газовой турбины;

e) диапазон допустимой температуры для непрерывной работы;

f) требования к фильтрации и сепарации жидкостей;

g) допустимую конденсацию жидкости в системе подачи топлива в газовую турбину;

h) планируемый диапазон давлений подачи газового топлива от полных оборотов без нагрузки до полной нагрузки на всем интервале температур окружающего воздуха;

i) проектный диапазон индексов Воббе топлива для газовой турбины;

j) допустимые изменения давления топливного газа (краткосрочные и долгосрочные).

Кроме того, пэкиджер должен предоставить информацию о совместимости топлива со специальным оборудованием для сжигания, например предварительная подготовка бедных смесей или других средств подавления выбросов, таких как впрыск воды или пара.

5.4.4 Подготовка топлива

Для соответствия требованиям ISO 4261 может потребоваться предварительная подготовка топлива. Покупатель несет ответственность за обеспечение топливным газом, подготовленным в соответствии с требуемыми характеристиками.

5.4.5 Выбросы

Свойства топлива будут определять выбросы вредных веществ, образующихся в результате сгорания. Пэкиджер несет ответственность за определение уровня выбросов выхлопных газов для конкретных видов топлива. Покупатель должен предоставить детальный анализ топлива (или образцы топлива) с целью выработки точного прогноза выбросов. Требуемая информация:

a) химический анализ (углерод, водород, кислород, азот, сера, хлор);

b) компонентный состав газа (информация о концентрациях, которые находятся ниже пределов обнаружения с помощью газовой хроматографии);

c) удельная энергия (чистая и полная);

d) наличие химически активных газов, таких как алкины (например, ацетилена).

Все испытания по определению свойств топлива должны соответствовать стандартизованным процедурам, например указанным в международных стандартах.

Покупатель должен обеспечить ограничения выбросов установки для каждого предлагаемого вида топлива.

5.4.6 Запуск и завершение работы

В некоторых случаях базовое топливо может оказаться недоступным или неприемлемым для зажигания, запуска и завершения работы газовой турбины. Пэкиджер должен указать требуемые количество и качество топлива (жидкого или газообразного), необходимые для запуска и завершения работы, а также минимальные требования по давлению и температуре.

5.4.7 Аспекты безопасности и перекачки

5.4.7.1 Нетрадиционные виды топлива

Топливные газы могут поступать из нетрадиционных источников. Необычные топливные сочетания могут создавать специфические проблемы безопасности и контроля. Некоторые опасности связаны со свойствами сгорания топлива (таких как водород или ацетилен), другие опасные факторы связаны с токсичностью. Покупатель должен предупредить пэкиджера о наличии необычных компонентов в топливе. Пэкиджер должен рассмотреть все топливные компоненты, вызывающие озабоченность и замечания, в части вопросов безопасности и перекачки. Для поставки оборудования, находящегося за пределами пэкиджа, покупатель должен информировать поставщиков о потенциальных проблемах безопасности. Краткий перечень нетрадиционных источников топлива включает:

a) газы нефтеперерабатывающих заводов, которые могут иметь высокое содержание водорода;

b) коксовые газы, которые могут иметь высокое содержание оксида углерода;

c) сырые природные газы, которые могут иметь высокие уровни сульфида водорода;

d) синтетический газ, полученный в процессе газификации топлива низкого качества, например КЦКГ;

e) газы, образующиеся в результате разложения отходов;

f) топливные газы, которые тяжелее воздуха и, следовательно, могут скапливаться в углублениях.

Примеры ключевых опасностей топлива даны в 5.4.7.2 и 5.4.7.3.

5.4.7.2 Содержание водорода

Наличие и концентрация водорода в топливе должны быть тщательно оценены из-за широких пределов воспламеняемости и низкой плотности. Соответствующая вентиляция, обнаружения утечки газа и защита от взрыва должны быть обеспечены пэкиджером (это применимо как к отсеку газовой турбины, так и к отсеку, содержащему газовое оборудование).

5.4.7.3 Защита от взрыва и обнаружение утечек

В дополнение к вышеперечисленным особенностям водорода все газообразное топливо должно надлежащим образом учитываться при проектировании топливной системы и ее окружения. Топлива тяжелее воздуха не допускается собирать в низких точках, где может произойти возгорание. Применяемые нормы и стандарты для классификации опасных зон и конструкции оборудования должны быть взаимно согласованы между покупателем и пэкиджером. Покупатель должен сообщить пэкиджеру все особенности местного регулирования по данному вопросу. Пэкиджер определяет расположение вентиляционных отверстий или линий продувки, к которым требуется присоединение со стороны покупателя.

5.5 Жидкое топливо

5.5.1 Общие положения

Этот подпункт применяется ко всем видам топлива, которые находятся в жидком состоянии в пределах корпуса газовой турбины. При наличии нескольких видов топлива покупатель/эксплуатант должен обеспечить диапазон ожидаемых свойств для каждого сорта топлива. Должна быть предусмотрена ответственность покупателя/эксплуатанта за управление химическими и физическими свойствами, а также уровень загрязняющих веществ для указанных видов топлива в рамках ранее согласованных предельных значений, а также для защиты газовой турбины от попадания топлива, которое не находится в согласованных пределах.

Покупатель (или последующий владелец оборудования) информирует пэкиджера обо всех изменениях в свойствах топлива или качестве топлива, которые допускают выход топлива за пределы первоначальных требований.

Пэкиджер обеспечивает общие требования топлива для эксплуатации газовой турбины, в том числе приемлемые сорта в соответствии с ISO 4261. Пэкиджер должен также предоставить информацию о совместимости конкретных конструкций оборудования для сжигания, таких как камеры предварительного смешения, с конкретными сортами (или свойствами) топлива.

5.5.2 Химические свойства

Характеристики топлива должна соответствовать стандарту ISO 4261 или эквивалентным национальным стандартам. Пэкиджер должен идентифицировать общие свойства топлива, подходящие для применения покупателем. К ним относятся физические свойства, свойства горения, содержание ароматических углеводородов, свойства безопасности и обслуживаемости, а также микропримеси.

Пэкиджер должен представить комплексный анализ топлива, описывающий все его критические свойства (см. ISO 4261). Если предполагаемые жидкие топлива рассматривают не из класса А1 или А2, покупатель должен предоставить пэкиджеру для оценки образец объемом примерно 4 л.

Выбросы, генерируемые при сгорании, зависят от свойств и качества жидкого топлива.

Покупатель берет на себя ответственность за предоставление информации о конкретных свойствах топлива, имеющих отношение к выбросам, генерируемым при сгорании. К такой информации относят:

a) связанный топливный азот (FBN);

b) содержание серы в топливе;

c) содержание асфальтенов (тяжелые масла);

d) содержание ароматических соединений;

e) углеродистый остаток (тяжелые масла);

f) соотношение углерод/водород;

g) чистую удельную энергию (NSE) и полную удельную энергию (GSE).

Свойства топлива, изложенные в соглашении между пэкиджером и покупателем, определяют выбор оборудования и условия эксплуатации газовой турбины. Если на дальнейших этапах эксплуатации покупатель будет использовать топливо, не соответствующее согласованным пределам, покупатель должен информировать пэкиджера и предоставить полный анализ или образец для оценки, как описано выше.

5.5.3 Физические свойства

Пэкиджер должен определить общие требования к обработке и переработке топлива для газовой турбины. Они должны включать как минимум следующее:

a) вязкость топлива (при двух температурах);

b) давление паров;

c) отложения;

d) золы;

e) воду;

f) добавки (имеющиеся либо требующиеся), а также их концентрацию или интервал добавления;

g) температуру вспышки;

h) температуру кипения;

i) температуру конца кипения;

j) температуру забивания фильтра (ISO 4261);

k) плотность.

Пэкиджер должен определить общие требования к обработке и переработке топлива для газовой турбины. Они должны включать как минимум следующее:

a) общие требования для приемлемых видов топлива;

b) требования к вязкости (для запуска и нормальной эксплуатации);

c) требования к подогреву или изоляции топлива;

d) удаление или контроль коррозионных агентов;

e) допустимые добавки для контроля горения и коррозии.

Кроме того, пэкиджер должен дать информацию о совместимости топлива со специальным оборудованием для сжигания, таким как предварительная подготовка бедных смесей или оборудование дожигания, например канальная горелка или система снижения токсичности выхлопа (SCR).

5.5.4 Подготовка топлива

5.5.4.1 Общие положения

Подготовка топлива состоит из операций, которые изменяют состояние топлива в резервуаре для хранения, чтобы удовлетворять специфические потребности газовой турбины. Целью является доведение топлива до условий, требуемых пэкиджером. Это может включать в себя очистку топлива, отстаивание или включение добавок для нейтрализации нежелательных веществ, которые не могут быть удалены из топлива.

Пэкиджер должен определить предельно допустимые уровни всех соответствующих компонентов из всех источников (то есть топливо, воздух, моющие жидкости, вода, пар и т. д.). Некоторые жид-

кие виды топлива могут содержать агенты, вызывающие коррозию компонентов горячей части газовых турбин: натрий (Na), калий (K), ванадий (V), свинец (Pb) и т. д. Покупатель несет ответственность за качественный и количественный мониторинг топлива для обеспечения соответствия спецификации Пэкиджера. Кроме того, пэкиджер может давать рекомендации о методах, используемых для количественного определения присутствия этих компонентов.

Золообразующие жидкие топлива могут потребовать соответствующей обработки (например, экстракция щелочных металлов или ингибирование связанного ванадия). Золообразующие топлива часто характеризуются плотностью или источником сырья. Эти виды топлива включают: тяжелую нефть, мазут, сырую нефть. Определение требований к обработке топлива и подаче топлива на основе анализа качества топлива является ответственностью пэкиджера; обеспечение непревышения согласованных пределов — ответственность покупателя.

5.5.4.2 Промывка

Для определения топлива, которому может потребоваться промывка, пэкиджер должен определить требования к промывке после рассмотрения качества топлива. Промывание мазута осуществляется путем непрерывного добавления деминерализованной воды и деэмульгированного моющего средства в жидкое топливо. Вода затем отделяется от мазута с помощью центробежных или электростатических сил. Хотя вода и нефть — несмешивающиеся жидкости, разница в плотности между тяжелой нефтью и соленой водой не должна находиться ниже ограничения, установленного поставщиком системы очистки для обеспечения полного отделения воды от мазута.

5.5.4.3 Ингибирование

Если покупатель предусмотрел использование тяжелых топлив, содержащих ванадий, пэкиджер должен предоставить требования к добавкам для ингибирования ванадия. Спецификация топлива, определяемая пэкиджером, должна включать допустимые и рекомендуемые сорта топлива. Кроме того, пэкиджер должен определить максимально допустимую температуру на входе в турбину на основании наличия топливных загрязняющих веществ или добавок к топливу.

5.5.5 Выбросы

Свойства топлива будут определять выбросы вредных веществ, образующихся в результате сгорания. Пэкиджер несет ответственность за определение уровня выбросов выхлопных газов для конкретных видов топлива. Покупатель должен предоставить детальный анализ топлива (или образцы топлива) с целью выработки точного прогноза выбросов. Требуемая информация приведена в 5.5.2 и 5.5.3.

Все испытания по определению свойств топлива должны соответствовать стандартизованным процедурам.

Покупатель должен обеспечить ограничения выбросов установки для каждого предлагаемого топлива.

5.5.6 Ввод в эксплуатацию и завершение работы

При необходимости пэкиджер должен указать потребность в дополнительном топливе для запуска/останова и определить необходимые качества или свойства топлива, а также требуемое количество.

5.5.7 Безопасность и перекачка

5.5.7.1 Общие положения

Требования к безопасности и перекачке должны быть рассмотрены пэкиджером на основе информации, предоставленной покупателем.

5.5.7.2 Хранение

Практика хранения и перекачки топлива должна быть направлена на минимизацию попадания воды и других загрязняющих веществ в топливо. Должны применяться, например, отстаивание мазута перед использованием, забор топлива через поплавковые системы и периодическое удаление воды из нижней части бака. В тех случаях, когда не могут быть применены необходимые периоды отстоя, может потребоваться оборудование для быстрой очистки, такое как центрифуги или электростатические сепараторы. Общая конструкция топливной системы должна предотвращать образование осадка или воды, все очистные системы должны иметь возможность удаления осадка. Резервуары для хранения топлива должны быть выполнены в соответствии с требованиями местных или региональных регулирующих органов.

5.5.7.3 Давление паров

Для летучих топлив (например, газойль или нафта) покупатель должен обеспечить давление паров топлива при определенной эталонной температуре.

5.5.7.4 Защита от взрыва и обнаружение утечек

Обнаружение утечек и взрывоопасность, имеющие отношение к летучим углеводородных топливам, должны учитываться при проектировании. Применяемые нормы и стандарты для классификации

опасных зон и конструкции оборудования должны быть взаимно согласованы между покупателем и пэкиджером. Покупатель должен сообщить пэкиджеру все особенности местного регулирования по данному вопросу. Пэкиджер определяет расположение вентиляционных отверстий или линий продувки, к которым требуется присоединение со стороны покупателя.

5.5.7.5 Вязкость/смазочные свойства

Пэкиджер должен определить допустимые диапазоны вязкости топлива для каждого применения. Должны быть предусмотрены анализы топлива (в том числе смазывающей способности топлива, особенно для легких топлив) или образцы для определения свойств. В случае тяжелых топлив пэкиджер должен предоставить информацию о требованиях по подогреву топлива. В частности, должна предоставляться:

a) максимальная температура топлива;

b) минимальная температура топлива.

Для жидкого топлива с низкой смазывающей способностью покупатель должен сообщить пэкиджеру о намерении использовать топливо такого качества.

6 Требования к охране окружающей среды

6.1 Общие положения

Экологические проблемы представляют интерес и включают в первую очередь эмиссию во время запуска, остановки и нормальной работы. Под эмиссией понимаются шум (акустическая эмиссия), выбросы (эмиссия) от сжигания топлива и иногда тепловыделение. Эти темы описаны в следующих подразделах.

6.2 Шум (акустическая эмиссия)

6.2.1 Обязанности

Пэкиджер несет ответственность за обеспечение оценки уровней звуковой эмиссии от оборудования в пределах комплекта поставки. Покупатель должен сообщить пэкиджеру о наличии других источников звука или поглощающих структурах, поглощающем эффекте земли и барьерном эффекте других зданий. Покупатель также должен предоставить конкретные детали местоположения, которые включают общее описание местоположения, топографию, метеорологические данные и физические условия. При отсутствии такой информации должно быть сделано допущение об идеальных характеристиках участка плоской, незастроенной местности, с непоглощающей поверхностью земли, а также об отсутствии отражающих или барьерных поверхностей. Покупатель должен определить местонахождение чувствительных к шуму областей, а также соответствующие законодательные требования к шуму.

6.2.2 Выражение результатов

Звуковые измерения должны быть представлены следующим образом:

a) уровень звукового давления (справочно $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м^2), уровень интенсивности звука (справочно 10—12 Вт/м^2), излучаемые каждым источником в заданном положении;

b) уровень звуковой мощности (справочно 10—12 Вт), рассчитывается, исходя из звукового давления или уровня интенсивности звука.

Должна быть указана соответствующая частота приборов, как правило, «А» или «С».

6.2.3 Эталонные методы измерений звука/шума

Измерение уровня звукового давления осуществляют в соответствии с:

a) ISO 6190 в дальнем поле либо в границах станции, если позиция измерений находится достаточно далеко от источников шума завода или за пределами завода, или

b) ISO 10494 в ближней зоне (1 м от основных поверхностей источника). Результатом должен быть средний уровень шума, измеренный по периметру блока(ов) и вспомогательного оборудования.

Расчеты уровней звуковой мощности должны быть выполнены в соответствии с ISO 10494.

6.2.4 Отчетные значения

Пэкиджер должен предоставить технические данные о шумовой/акустической эмиссии от поставляемого оборудования. Отчетность должна быть основана на требованиях стандарта ISO 10494.

6.2.5 Уровень шума внутри корпуса газовой турбины

Пэкиджер должен сообщить приблизительные уровни звука внутри корпуса с целью обеспечения безопасности людей. Если корпус не доступен, это требование не должно предъявляться.

6.2.6 Уровень шума за пределами корпуса газовой турбины (ближнего и дальнего поля)

Звуковые выбросы должны рассматриваться вне корпуса турбины:

a) в ближней зоне (1 м от источника и 1,5 м над поверхностью земли) в соответствии со стандартом ISO 10494;

b) в дальней зоне, предпочтительно на расстоянии, в 1,5 раза превышающем наибольший размер прямоугольника, охватывающего все соответствующее оборудование, но не менее 50 м и не более 200 м в соответствии со стандартом ISO 6190.

6.2.7 Звук от источников вблизи газовой турбины

Пэкиджер должен провести количественную оценку уровня звуковой эмиссии турбины, учитывая уровень фонового шума. Пэкиджер должен определить конкретные источники звука турбины, за исключением источников, установленных пэкиджером, но не находящихся в его сфере ответственности. Должны быть определены уровни звуковой мощности и спектрального распределения в октавных полосах.

6.3 Эмиссия системы выхлопа

6.3.1 Общие положения

Выбросы от газовых турбин состоят из твердых веществ, жидкостей, газов и паров. При работе на природном газе газы и пары являются основными компонентами. Выбросы твердых частиц/дыма очень малы и трудно измеримы при использовании газообразного топлива. В случае жидкого топлива твердые частицы (твердые и конденсируемые) могут быть адекватно измерены и подсчитаны.

6.3.2 Обязанности

Выбросы системы выхлопа для указанных видов топлива должны быть рассчитаны пэкиджером. Техническая информация о выбросах должна основываться на потребностях клиента и нормативных требованиях. Выбросы, как правило, зависят от сочетания конкретных свойств топлива, условий работы, а также действующей системы эксплуатации турбины. Покупатель должен сообщить пэкиджеру в устной или письменной форме о соответствующих экологических нормах и ограничениях, существующих или разрабатываемых.

6.3.3 Отчетные характеристики

Характеристики эмиссии должны быть представлены пэкиджером в согласованном порядке. Все характеристики эмиссии должны быть представлены с использованием стандартизированной системы измерений. Должно быть четко указано, относятся ли приведенные значения к чистой или полной удельной энергии. Примеры способов представления данных об эмиссии:

a) концентрации выбросов газа/пара, представленные на «сухой основе» (значения приводятся к 15 % кислорода);

b) концентрации выбросов газа/пара, представленные на «сухой основе», но с поправкой на определенный уровень кислорода;

c) эмиссия оценивается на основе массового расхода;

d) эмиссия оценивается на основе массы на единицу энергии;

e) выбросы летучих органических соединений (UHC) оцениваются на основе приведения к метану или пропану;

f) эмиссия оценивается на основе плотности [например, мг/м^3 (нормированная) и корректируется на определенное содержание кислорода];

g) дымность и содержание твердых частиц численно оцениваются по исследованию отложений на фильтре и прозрачности выхлопных газов.

При отчетности о выбросах на основе плотности температура и давление должны быть четко определены.

Для твердых частиц подходят следующие форматы:

a) выбросы оцениваются на основе плотности (мг/м^3 (нормированный), масса твердых частиц на единицу объема выхлопных газов);

b) выбросы оцениваются на основе массового расхода;

c) выбросы оцениваются на основе массы на единицу энергии.

6.3.4 Газообразные выбросы

Пэкиджер должен предоставить информацию при требуемых режимах двигателя для следующих компонентов:

a) NO_x (газ), NO и NO_2, может потребоваться в некоторых случаях;

b) CO (газ);

c) несгоревшие углеводороды (газ);

d) летучие органические соединения (VOC) (газ);

e) непрозрачность или видимость;

f) SO_2.

Летучие органические соединения должны определяться в соответствии с ISO 11042-1 (несгоревшие углеводороды, за исключением CH_4 и C_2H_6). Кроме того, должен быть известен основной состав газов (CO_2, H_2O, O_2, N_2, аргон), как объемный, так и массовый, так как эта информация может потребоваться для оборудования системы выхлопа. Для газообразных выбросов информация пэкиджера должна быть доступна в любом из следующих форматов в соответствии с требованиями покупателя:

a) на основе концентраций (на влажной или сухой основе в зависимости от требований покупателя);

b) на основе массового расхода, как правило, часового расхода;

c) нормированы на подводимой теплоте двигателя.

Методы, используемые для измерения и оценки, должны соответствовать ISO 11042-1 или ISO 11042-2 или применимым требованиям местных или региональных регулирующих органов или стандартов.

6.3.5 Аэрозоли

6.3.5.1 Общие положения

Выбросы аэрозолей вызываются большинством видов топлива, но имеют значение только выбросы от жидкого топлива. Выбросы аэрозолей с газообразным топливом не равны нулю, но часто находятся ниже пределов чувствительности большинства измерительного оборудования. В случае газового топлива не рекомендуется регламентирование выбросов аэрозолей.

6.3.5.2 Выбросы аэрозолей и дыма при жидком топливе

Выбросы аэрозолей включают твердые и жидкие компоненты. Они способствуют видимой струе дыма и образованию задымления. Пэкиджер должен обеспечить разумные оценки выбросов аэрозолей, основанные на информации о свойствах топлив, совместимых со спецификацией турбины. Выбросы должны быть в достаточной степени изучены, чтобы идентифицировать следующее:

a) твердые частицы, образовавшиеся при сжигании;

b) сульфаты, образующиеся в процессе дожигания для борьбы с выбросами;

c) твердые частицы золы.

6.3.5.3 Дым/непрозрачность

6.3.5.3.1 Общие положения

Дым является визуальным индикатором выбросов твердых частиц. Тем не менее твердые частицы не являются единственными видами эмиссии, которые могут повлиять на видимость шлейфа. Покупатель должен иметь в виду, что присутствие NO_2 в выхлопных газах может также способствовать видимости выхлопа.

6.3.5.3.2 Дым

Дым является свойством выбросов, которое в значительной мере связано с выбросами турбиной частиц и качеством топлива. Высокий уровень частиц может производить видимый шлейф дыма. Дым, испускаемый из газовых турбин, обычно оценивается двумя способами: по непрозрачности дымового шлейфа и методом пятна на фильтре. Покупатель должен иметь в виду, что не существует эффективных методов определения взаимосвязи между видимыми выбросами дыма и общим содержанием дисперсных частиц. Покупатель должен также иметь в виду, что оценки выбросов дыма/аэрозолей, предоставляемые пэкиджером, действительны только при определенных температурах выхлопных газов, давления и влажности и при нулевом воздействии местного окружающего воздуха.

Покупатель должен иметь в виду, что на эти же выбросы может повлиять наличие технологий контроля выхлопа. Дополнительное оборудование, такое как канальная горелка, рекуперация тепла (утилизатор), катализатор окисления, может повлиять на выхлопной дым/непрозрачность. Покупатель несет ответственность за получение информации от поставщиков о влиянии оборудования на пути потока выхлопных газов.

Непрозрачность/дым могут быть оценены:

a) по оптической мутности/плотности, измеренной с помощью трансмиссометра;

b) методом пятна на фильтре;

c) путем визуального осмотра.

6.3.5.3.3 Непрозрачность

Пэкиджер должен оценить уровни непрозрачности на основе оптического поглощения (процент поглощения). При необходимости могут быть использованы числа Бахараха (ISO 5063). Эта информа-

ция должна содержать размеры дымовой трубы (высота, диаметр) и атмосферные условия. Визуальная непрозрачность должна определяться на выбросах из одной дымовой трубы. Покупатель берет на себя ответственность за включение этих выбросов в общестанционные.

6.3.5.4 Вода или инжекции пара

Если впрыск воды или пара используется для подавления выбросов NO_x, пэкиджер должен определить требования к качеству и количеству воды. Должно быть учтено влияние на выходную мощность и тепловой КПД.

6.3.5.5 Использование испарительного охладителя

При использовании испарительного охладителя пэкиджер должен определить требования к качеству и количеству воды, а также указать совместимость различных испарительных систем, их расположение и ограничения, если таковые имеются.

6.3.5.6 Системы дожигания

Применение систем дожигания сильно влияет на все выбросы. Например, катализатор окисления будет окислять серу топлива в SO_3 и может потенциально увеличить общее количество выбросов твердых частиц. Селективное каталитическое восстановление (SCR) может дополнительно увеличить выбросы твердых частиц из-за образования сульфатов аммония. Покупатель должен быть извещен о взаимодействии между выбросами от предлагаемых технологий дожигания и от газовых турбин. Покупатель должен оценить влияние всех технологий дожигания на характеристики выхлопных газов.

6.3.5.7 Контроль выбросов

Покупатель и пэкиджер определяют ответственность за обеспечение непрерывного мониторинга выбросов (CEM) и/или прогностический мониторинг выбросов (PEM) для удовлетворения требований местных или региональных регулирующих органов. Прямой мониторинг обычно включает NO_x, CO, O_2, UHC, SO_2 и непрозрачность. Аэрозоли обычно не могут контролироваться на постоянной основе.

Покупатель также несет ответственность за выбор оборудования, а также за установку и обслуживание оборудования контроля выбросов. Все требования к техническому обслуживанию CEM должны находиться в ответственности покупателя. Покупатель несет ответственность за отчетность, сбор данных, хранение, обработку данных. Это, как правило, установлено местными или региональными регулирующими органами.

6.3.5.8 Верификация выбросов

Газовая турбина часто является частью более сложного объекта, который может включать в себя котел-утилизатор, канальную горелку, каталитическую систему дожигания и т. д. Покупатель должен быть осведомлен о чрезвычайной сложности проверки уровня выбросов каждого компонента. В случае необходимости покупатель, пэкиджер и другие производители должны разработать план для оценки уровня выбросов компонентов станции.

6.3.5.9 Фоновые условия

В некоторых случаях можно столкнуться с более жесткими требованиями к выбросам, чем требования к качеству атмосферного воздуха. Покупатель должен знать, что оборудование пэкиджера не предназначено для работы в качестве системы очистки воздуха. Пэкиджер предполагает, что выбросы отработанных газов выше существовавших ранее в окружающем воздухе.

6.3.6 Другие выбросы

6.3.6.1 Общие положения

Другие рассматриваемые выбросы включают эмиссию тепла и сброс воды.

6.3.6.2 Эмиссия тепла

Тепло при работе установки выбрасывается в воздух или в воду. Пэкиджер должен при необходимости предоставлять техническую информацию, позволяющую покупателю оценить тепловые выбросы соответствующих установок. Они могут включать тепловые потери на дымовой трубе или сброс воды из газовой турбины. Местные правила могут устанавливать допустимые пределы теплового излучения турбины или станции. Покупатель должен быть осведомлен о соответствующих местных, региональных, национальных или международных нормах в данной области.

6.3.6.3 Сброс воды

Сброс воды от газовой турбины включает поверхностный сток дождевой воды, сброс охлаждающей воды, воды для промывки компрессора, воды для промывки турбины, сброс из испарительного охладителя и воды или пара для контроля NO_x или увеличения мощности. Пэкиджер должен предоставить информацию об ожидаемом количестве, уровне и наличии вредных веществ в сбросах, связанных с функциями газовой турбины.

6.3.6.4 Вопросы строительства

Покупатель несет ответственность за вопросы, имеющие отношение к строительству, изготовлению и монтажу газовой турбины и ее вспомогательного оборудования. Соответствующие вопросы включают, например, шум, создаваемый при строительстве, дождевые стоки, возможное загрязнение воды, образование отходов, а также выбросы от строительной техники или пожаров.

6.3.6.5 Топливный газ (вентилирование)

В некоторых случаях топливные газы могут выделяться в окружающую среду в процессе эксплуатации установки. Покупатель несет ответственность за обеспечение того, что эти выбросы контролируются, и за фиксирование таких выбросов и сообщение о них в соответствующие структуры.

6.3.6.6 Каплеуловитель смазочного масла

Системы смазки могут выделять пары масла в окружающую среду через каплеуловитель. Покупатель несет ответственность за правильное определение и техническое обслуживания данного оборудования, чтобы свести к минимуму потери смазочного масла через эту систему. Некоторые экологические организации могут также потребовать сообщать о подобных случаях. Покупатель несет ответственность за своевременное предоставление данной информации.

Приложение А
(справочное)

Расчет индекса Воббе

Пэкиджеры могут использовать различные способы расчета индекса Воббе. Это особенно важно для низкого значения нагрева газа или в установках, в которых топливный газ нагревается или охлаждается до сгорания.

$$WI = \frac{NSE}{\sqrt{\rho_{gas}(p, T) / \rho_{air}(P_{ref}, T_{ref})}},$$

где ρ_{gas} — плотность газа;
ρ_{air} — плотность воздуха;
p — давление топлива, кПа;
T — температура топлива, °С;
P_{ref} — давление окружающего воздуха, 101,325 кПа;
T_{ref} — температура воздуха, 0 °С;
NSE — чистая удельная энергия топлива, кДж/м^3 (нормализованная).

В этом примере температура топлива и давление в определенном месте уникальны для конструктивных требований пэкиджера.

Другой индекс Воббе, используемый некоторыми пэкиджерами, включает отдельный спецификатор для температуры топливного газа

$$WI = \frac{NSE}{\sqrt{dT_{gas}}},$$

где d — удельный вес газа при 15 °С и 101,325 кПа;
T_{gas} — абсолютная температура топливного газа;
NSE — чистая удельная энергия топлива, кДж/м^3 (нормализованная).

Так как эталонные температуры иногда устанавливают при разных значениях, следует четко указать температуры, в которых оценивают плотность газа и уровень нагрева газа.

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 3977-1:1997	—	*, [1]
ISO 3977-3:2002	IDT	ГОСТ ISO 3977-3—2017 «Турбины газовые. Технические условия на закупку. Часть 3. Требования к проектированию»
ISO 4261:1993	—	*
ISO 6190:1988	—	*
ISO 10494:1993	—	*
ISO 11042-1:1996	—	*, [2]
ISO 11042-2:1996	—	*
ISO 11086:1996	—	*

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

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:
- IDT — идентичный стандарт.

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

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

Библиография

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

[2] ISO 5063:1978 Atomizing oil burners of the monobloc type — Testing (Форсунки нефтяные моноблочного типа. Испытания)

[3] ISO 6976:1995 Natural gas — Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe indices from composition (Газ природный. Расчет теплотворной способности, плотности, относительной плотности и показателей Воббе для смеси)

[4] ISO 9614-1:1993 Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 1: Measurements at discrete points (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 1. Измерение в дискретных точках)

[5] ISO 9614-2:1966 Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 2: Measurement by scanning (Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Часть 2. Измерение сканированием)

УДК 621.438.001.4:006.354 МКС 27.040 Е23 ОКПД2 28.11.23.000

Ключевые слова: газотурбинная установка, топливо, окружающая среда

БЗ 12—2017/174

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

Сдано в набор 11.10.2018. Подписано в печать 23.10.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,10.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru