ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71995— 2025

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ. ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

Условия поставки. Нормы и требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (АО «ВТИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 марта 2025 г. № 195-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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 ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 Сокращения 4
5 Общие положения 4
6 Маркировка парогазовых установок 5
7 Технические требования 5
8 Требования к комплектности поставки парогазовых установок 11
9 Гарантии изготовителя 12
10 Обращение с оборудованием, деталями и элементами, не подлежащими дальнейшей эксплуатации 13
Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ. ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

Условия поставки. Нормы и требования

Thermal power plants. Combined-cycle plants. Conditions of supply. Norms and requirements

Дата введения — 2025—05—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на энергетические блоки, в состав которых входят газотурбинные установки:

- парогазовые установки;
- парогазовые установки с дополнительным сжиганием топлива после газотурбинных установок или в паровом (водогрейном) котле.

1.2 Настоящий стандарт не распространяется на парогазовые установки с высоконапорным парогенератором, парогазовые блоки с частичным окислением топлива в камере сгорания газотурбинной установки и газопоршневые электростанции.

1.3 Настоящий стандарт предназначен для использования собственниками и иными законными владельцами объектов по производству электрической энергии, организациями, осуществляющими проектирование, поставку оборудования, строительство, монтаж, наладку и эксплуатацию тепловых электростанций с использованием газотурбинных установок.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.029 Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация

ГОСТ 9544 Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затворов

ГОСТ 20440 Установки газотурбинные. Методы испытаний

ГОСТ 24278 Установки турбинные паровые стационарные для привода электрических генераторов ТЭС. Общие технические требования

ГОСТ 24444 Оборудование технологическое. Общие требования монтажной технологичности

ГОСТ 26279 Блоки энергетические для ТЭС на органическом топливе. Общие требования к шумоглушению

ГОСТ 29328 Установки газотурбинные для привода турбогенераторов. Общие технические условия

ГОСТ 30530 Шум. Методы расчета предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин

ГОСТ 31191.1 (ИСО 2631-1:1997) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 31191.2 (ИСО 2631-2:2003) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Вибрация внутри зданий

ГОСТ Р 51852 (ИСО 3977-1-97) Установки газотурбинные. Термины и определения

Издание официальное

ГОСТ Р 52200 (ИСО 3977-2:1997) Установки газотурбинные. Нормальные условия и номинальные показатели

ГОСТ Р 52527 (ИСО 3977-9:1999) Установки газотурбинные. Надежность, готовность, эксплуатационная технологичность и безопасность

ГОСТ Р 55105 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования

ГОСТ Р 55168 Тракты воздухозаборные стационарных газотурбинных установок. Общие технические требования

ГОСТ Р 55798 (ИСО 2314:2009) Установки газотурбинные. Методы испытаний. Приемочные испытания

ГОСТ Р 55890 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Регулирование частоты и перетоков активной мощности. Нормы и требования

ГОСТ Р 57114 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения

ГОСТ Р 58335 Единая энергетическая система изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое ограничение снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности. Нормы и требования

ГОСТ Р 59182 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Тепловые электрические станции. Газотурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

ГОСТ Р ИСО 11042-1 Установки газотурбинные. Методы определения выбросов вредных веществ

ГОСТ Р ИСО 20816-2 Вибрация. Измерения вибрации и оценка вибрационного состояния машин. Часть 2. Стационарные газовые турбины, паровые турбины и генераторы с гидравлическими подшипниками мощностью свыше 40 МВт и частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин$^{-1}$

СП 61.13330 «СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

СП 131.13330 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51852, ГОСТ Р 52200, ГОСТ Р 52527, ГОСТ Р 57114, ГОСТ Р 59182, правилам [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **выхлопные газы газотурбинной установки:** Продукты сгорания топлива на выходе из газотурбинной установки.

3.2 **газотурбинная установка;** ГТУ: Машина, преобразующая тепловую энергию в электрическую энергию, состоящая в минимальной комплектации из компрессора, камеры сгорания с горелочными устройствами, турбины и электрического генератора.

3.3 **гарантийные показатели:** Показатели экономичности, надежности и допустимого воздействия на окружающую среду оборудования, которые гарантирует поставщик или подрядчик при поставке оборудования.

3.4 **гарантийный срок:** Период, в течение которого действует материальная ответственность продавца за соответствие поставляемого им товара требованиям технического задания при соблюдении условий эксплуатации, использования и хранения.

3.5 **генеральный поставщик:** Хозяйствующий субъект, независимо от формы собственности, выполняющий обязательства по поставке комплектного оборудования и материалов для строящегося объекта по договору.

3.6 **заказчик:** Покупатель (юридическое лицо), обратившийся к поставщику с заявкой на поставку какого-либо товара или выполнение каких-либо работ.

Примечание — В качестве заказчика может выступать владелец, собственник. Как правило, в первую очередь заказчиком является генеральный подрядчик, выступающий от имени владельца или собственника.

3.7 **конденсационная парогазовая установка:** Парогазовая установка, предназначенная для отпуска электрической энергии и включающая в себя конденсационную паротурбинную установку.

3.8 **коэффициент мощности cos φ:** Физическая величина, характеризующая нагрузку с точки зрения наличия реактивной составляющей мощности и линейных и нелинейных искажений, вносимых нагрузкой в электросеть.

Примечание — Коэффициент мощности равен отношению активной мощности к полной. Полная мощность — геометрическая сумма активной и реактивной мощности.

3.9 **маневренность:** Характеристика пусковых и остановочных режимов энергетического оборудования, его способность осуществлять изменение нагрузки в пределах регулировочного диапазона за заданное время, осуществлять полные, а также частичные сбросы и наброс нагрузки.

3.10 **отказ:** Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния изделия (устройства, оборудования).

3.11 **парогазовая установка;** ПГУ: Энергетическая установка комбинированного цикла, включающая технологически связанные между собой газотурбинные установки, паровой котел(котлы) и паротурбинную установку.

3.12 **расчетные климатические условия (для выбора оборудования парогазовой установки)**: Значения температуры, влажности и давления атмосферного воздуха, а также температуры циркуляционной воды в месте расположения установки (электростанции), для которой осуществляется выбор оборудования парогазовой установки.

3.13 **сбросная парогазовая установка:** Парогазовая установка с подачей выхлопных газов газотурбинной установкой в топку энергетического котла.

3.14 **температура вспышки:** Минимальная температура, при которой горючий газ или пары жидкого топлива образуют с воздухом смесь, способную к кратковременному образованию пламени при внесении в нее внешнего источника воспламенения (пламени, электрической искры и т. п.).

Примечание — Характеризуется верхним и нижним концентрационными пределами распространения пламени, вне которых воспламенение и горение невозможны.

3.15 **температура самовоспламенения:** Минимальная температура, при которой горючий газ или пары жидкого топлива в смеси с воздухом воспламеняются без внешнего источника воспламенения.

3.16 **теплофикационная парогазовая установка:** Парогазовая установка, включающая в себя паротурбинную установку с промышленными и (или) теплофикационными отборами пара.

3.17 **условия гарантий:** Внешние условия (относительно оборудования), при которых обеспечиваются гарантийные показатели оборудования.

3.18 **уходящие газы:** Продукты сгорания топлива на выходе из котла парогазовой установки (на входе в дымовую трубу).

3.19 **эксплуатационная документация:** Технические документы, которые в отдельности или в совокупности с другими документами определяют правила эксплуатации изделия и (или) отражают сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течение установленного срока службы.

3.20 **эксплуатирующая организация:** Юридическое лицо, независимо от его организационно-правовой формы, владеющее и использующее объект электроэнергетики на праве собственности, оперативного управления, хозяйственного ведения, аренды или иных законных основаниях.

3.21 **энергетический блок:** Составная часть тепловой электростанции, представляющая собой комплекс теплотехнического и электрического оборудования, объединенного в единую технологическую систему для превращения химической энергии топлива в электрическую энергию и тепло.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
БРОУ — быстродействующая редукционно-охладительная установка;
ГТУ — газотурбинная установка;
КПД — коэффициент полезного действия;
КУ — котел-утилизатор;
ПГУ — парогазовая установка;
ПТ — паротурбинная установка;
РОУ — редукционно-охладительная установка;
ТЭС — тепловая электрическая станция.

5 Общие положения

5.1 При новом строительстве и реконструкции ТЭС выбор мощности и типа ПГУ следует осуществлять с учетом электрических и тепловых нагрузок, характерных суточных графиков нагрузок (режимов работы), видов резервного и аварийного топлива, обеспечения живучести ТЭС и бесперебойного энергоснабжения (электроснабжения и/или теплоснабжения).

Для выбора оборудования ПГУ должны быть сформулированы, как минимум, следующие исходные данные:

- целевое назначение ПГУ;
- климатические условия и характеристики строительной площадки (высота расположения над уровнем моря, среднемесячные, среднегодовая, минимальная и максимальная температуры, относительная влажность и барометрическое давление атмосферного воздуха, количество осадков (дождя и снега), преобладающее направление и скорость ветра, сейсмичность, характеристика грунта и др.);
- расчетные климатические условия для выбора оборудования ПГУ;
- особенности атмосферного воздуха (запыленность, фоновое содержание вредных веществ);
- допустимые выбросы вредных веществ согласно ГОСТ Р ИСО 11042-1 (оксиды азота NO_x, углерода CO, серы SO_x (для ПГУ со сбросной и параллельной схемами при сжигании угля, нефти, мазута горючих газов, получаемых при газификации твердого топлива), твердые частицы, несгоревшие углеводороды и т. д.);
- наличие или отсутствие водных ресурсов, их количество и качество (при наличии), среднемесячные температуры;
- допустимые уровни шума и вибраций в зависимости от расстояния до источника по ГОСТ 31191.1, ГОСТ 31191.2, ГОСТ Р ИСО 20816-2, ГОСТ 12.1.003;
- вид топлива (компонентный состав, теплота сгорания, температура (минимальная и максимальная), давление (минимальное и максимальное), температура самовоспламенения и вспышки, другие свойства);
- место установки оборудования (внутри помещения, вне помещения);
- характеристика инфраструктуры строительной площадки (наличие электрической энергии, технической и питьевой воды, источников тепла и т. д.);
- условия выдачи электрической энергии и тепла, диаграммы отпуска электрической энергии и тепла в будние и выходные дни.

При выборе оборудования следует учитывать государственную политику в области энергосбережения и защиты окружающей среды.

5.2 Технологическая схема ПГУ и оборудование ПГУ должны удовлетворять требованиям правил [1], требований [2], [3], федерального закона [4], Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [5], [6], [7], правил [8], ГОСТ 20440, ГОСТ 24278, ГОСТ 26279, ГОСТ 29328, ГОСТ 30530, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ Р 55105, ГОСТ Р 55168, ГОСТ Р 55798, ГОСТ Р 55890.

5.3 Нормальные внешние условия, определяемые на входе атмосферного воздуха в тракт ПГУ, должны соответствовать ГОСТ Р 52200.

Под нормальными внешними условиями для определения технического уровня и сравнения показателей ПГУ понимают:

а) параметры воздуха в плоскости входного фланца компрессора:

1) полное давление 101,3 кПа,

2) полную температуру или температуру окружающей среды 15 °С,

3) относительную влажность 60 %;

б) статическое давление выхлопных газов в плоскости выходного фланца газовой турбины 101,3 кПа;

в) температуру охлаждающей воды перед конденсатором ПТ 15 °С;

г) теплоту сгорания газообразного топлива (100 % метан) 50 000 кДж/кг;

д) теплоту сгорания жидкого топлива 42000 кДж/кг;

е) коэффициент мощности генераторов ПГУ и ПТ (генератора ПГУ) 0,85;

ж) температуру газообразного топлива не более 50 °С (включительно).

5.4 Объекты, на которых осуществляют или планируют эксплуатацию ПГУ, относятся к опасным производственным объектам, ввод в эксплуатацию которых производят в порядке, установленном федеральным законом [4]. При разработке ПГУ экспертизу промышленной безопасности необходимо проводить в соответствии с правилами [7].

6 Маркировка парогазовых установок

Элементом, определяющим тип ПГУ, является ПТ (конденсационная или теплофикационная). Этот признак учитывают при маркировке ПГУ. Для детализации состава оборудования в маркировке указывают тип ГТУ.

Маркировка конденсационной ПГУ:

ПГУ — (число) пробел (n x тип ГТУ)m,

где (число) — округленная до пяти или десяти установленная мощность ПГУ, МВт;

n — количество ГТУ;

тип ГТУ — маркировка ГТУ изготовителем;

m — число электрических генераторов.

Пример — ПГУ-450 (2хГТЭ-160)3, ПГУ-420 (1xSGT-4000F)2.

Маркировка теплофикационной ПГУ:

ПГУ — (число 1)/(число 2)Т пробел (n x тип ГТУ) m,

где (число 1) — округленная до пяти или десяти установленная мощность ПГУ, МВт, в теплофикационном режиме;

(число 2) — то же в конденсационном режиме;

n — количество ГТУ;

тип ГТУ — маркировка ГТУ изготовителем;

m — число электрических генераторов.

Пример — ПГУ-425/450Т (2хГТЭ-160)3, ПГУ-215/230Т (1хГТЭ-160)2.

Примечание — При использовании в составе ПГУ паровой турбины типа П, ПТ, Р и т. д. вместо буквы Т указывают букву(ы), соответствующую(ие) ее маркировке.

7 Технические требования

7.1 Требования к оборудованию парогазовых установок

7.1.1 При работе ПГУ на газообразном топливе должна быть предусмотрена система очистки и повышения или редуцирования давления газа для подготовки и подачи его в ГТУ, включающая теплообменники, фильтры с арматурой, дожимные компрессорные или редукционные установки.

Система очистки и повышения или редуцирования давления, дожимные компрессорные установки должны иметь возможность полного резервирования.

При газоснабжении ТЭС с ПГУ менее чем от двух магистральных газопроводов проектной документацией должна быть предусмотрена возможность работы ПГУ на резервном (аварийном) топливе

и создание топливного хозяйства для его хранения. При проектировании резервного топливного хозяйства должны быть учтены и согласованы с изготовителем (поставщиком) ГТУ местные условия ТЭС, необходимый объема запаса топлива и способы его транспортирования.

7.1.2 При использовании в паровой части ПГУ оборудования газомазутных ТЭС рекомендуется применять сбросные ПГУ (в первую очередь на теплоэлектроцентралях), а на газо-угольных ТЭС — параллельные схемы ПГУ.

Если реализация сбросной схемы невозможна при реконструкции действующих газомазутных ТЭС, допускается применение параллельной схемы ПГУ с подводом выработанного в КУ пара в паропроводы поперечных связей ГТУ-ТЭЦ.

В ГТУ возможно использование горючих газов, получаемых при газификации твердого топлива, в химическом или металлургическом производстве. В этом случае при разработке технологической схемы и оборудования ПГУ следует учитывать свойства топлива и продуктов его сгорания.

7.1.3 ПГУ целесообразно проектировать на максимальные температуры пара, которые могут обеспечиваться при температуре выхлопных газов ГТУ в условиях ТЭС.

7.1.4 Параметры свежего пара и промперегрева в сбросной и параллельной схемах ПГУ определяются их паросиловой частью.

7.1.5 В теплофикационной ПГУ отпуск тепла рекомендуется осуществлять преимущественно из отборов ПТ.

Размещение в паровых КУ поверхностей нагрева, используемых только для теплофикации, не рекомендуется. Допускается использование в паровом КУ рабочих сред (воды и пара) для нагрева сетевой воды в специально оговоренных или экстремальных случаях (например, временно для обеспечения максимального отпуска тепла).

7.1.6 В параллельных схемах ПГУ температуры пара и воды из КУ в общих точках с паросиловой частью не должны отличаться более чем на 30 °С.

7.1.7 Оборудование конденсационной ПГУ необходимо выбирать исходя из следующих расчетных климатических условий:

- среднегодовые значения температуры, влажности и давления атмосферного воздуха в месте расположения ТЭС за предшествующие 10 лет;

- среднее значение температуры циркуляционной воды в календарный период ее использования (зимний и летний) в месте расположения ТЭС за предшествующие 10 лет.

При этом следует обеспечить надежную работу оборудования во всем диапазоне изменения температуры атмосферного воздуха.

Для оценки технического уровня обязательным является определение расчетных значений показателей ПГУ при нормальных условиях (см. 5.3).

7.1.8 Оборудование теплофикационной ПГУ любого типа необходимо выбирать исходя из следующих расчетных климатических условий:

- средние в отопительный период значения температуры, влажности и давления атмосферного воздуха в месте расположения ТЭС за предшествующие 10 лет;

- расчетная температура наружного воздуха — температура наиболее холодных пяти дней обеспеченностью 0,92, определенная согласно СП 131.13330;

- среднее значение температуры циркуляционной воды в календарный период ее использования (зимний и летний) в месте расположения ТЭС за предшествующие 10 лет.

Для оценки технического уровня обязательным является определение расчетных показателей теплофикационной ПГУ в конденсационном режиме при нормальных условиях для ПГУ, а также для режимов максимального отпуска тепла (при минимальном допустимом расходе пара в конденсатор) при средней температуре отопительного периода и расчетных температурах отопления начала отопительного периода.

7.1.9 Для ПГУ при характерных значениях температуры и давления атмосферного воздуха в летний, зимний и переходные периоды необходимо определять:

а) значения мощности и КПД ГТУ, ПТ и ПГУ в целом при:

1) максимальном отпуске тепла (при минимальном допустимом расходе пара в конденсатор ПТ);

2) отпуске тепла по заданному тепловому графику;

б) расход топлива;

в) расход и температуру выхлопных газов ГТУ и их состав.

г) вакуум (давление) в конденсаторе ПТ.

Расчетными значениями температуры атмосферного воздуха являются:

а) для конденсационных ПГУ:

- среднегодовая температура,
- температура 15 °С,
- температура, ниже которой ограничивается мощность ГТУ,
- средняя температура наиболее холодного месяца,
- средняя температура наиболее жаркого месяца,
- абсолютная максимальная температура,
- абсолютная минимальная температура;

б) для теплофикационной ПГУ:

- расчетная температура для отопления,
- расчетная температура наружного воздуха (температура наиболее холодных пяти дней обеспеченностью 0,92, определенная согласно СП 131.13330.2020),
- средняя температура наиболее холодного месяца,
- средняя температура отопительного периода,
- температура начала отопительного периода (для ПГУ рассчитывают теплофикационные и конденсационный режимы),
- температура 15 °С (для ПГУ рассчитывают теплофикационные и конденсационный режимы),
- средняя температура неотопительного периода (для ПГУ рассчитывают теплофикационные и конденсационный режимы),
- средняя температура наиболее жаркого месяца (для ПГУ рассчитывают теплофикационные и конденсационный режимы),
- абсолютная максимальная температура,
- абсолютная минимальная температура.

Все указанные характеристики необходимо определять, как минимум, для нагрузок, соответствующих:

- верхней границе регулировочного диапазона ПГУ;
- середине регулировочного диапазона ПГУ;
- нижней границе регулировочного диапазона ПГУ.

7.1.10 Компоновки оборудования ПГУ должны предусматривать свободные объемы, необходимые для доступа к элементам оборудования, свободные площади для их раскладки при проведении ремонтных работ, наличие грузоподъемных приспособлений над редуктором, ГТУ, ПТ, электрогенераторами согласно ГОСТ 24444.

7.2 Требования к эффективности использования тепла выхлопных газов газотурбинной установкой

7.2.1 Для глубокого охлаждения выхлопных газов ГТУ следует использовать многоконтурные КУ. Выбор параметров парогенерирующих контуров, а также промежуточного перегрева пара (при необходимости) осуществляет проектная организация в зависимости от параметров ГТУ и ПТ.

7.2.2 Расход пара на выходе из контура низкого давления определяется температурным напором на «холодном» конце испарителя. В контуре высокого давления минимальный температурный напор находится в конце экономайзерной зоны — до зоны больших теплоемкостей среды.

Для обеспечения максимального расхода пара минимальный температурный напор в расчетном режиме рекомендуется принимать в диапазоне от 8 °С до 15 °С. Недогрев воды в водяном экономайзере до кипения в контурах докритического давления в расчетном режиме рекомендуется принимать менее 5 °С.

7.2.3 Для исключения конденсации водяных паров из уходящих газов на трубах последней по ходу газов поверхности нагрева температура конденсата или воды на входе в нее должна превышать точку росы водяных паров не менее чем на 10 °С. Для этого следует предусматривать специальные устройства (теплообменники, рециркуляция) и регулирующие органы. Температуру конденсата или воды на входе в КУ должен определять расчетным путем завод — изготовитель КУ.

7.2.4 Температуру уходящих газов ПГУ следует поддерживать выше точки росы.

7.3 Требования к энергетической эффективности и экологической чистоте

7.3.1 ПГУ следует создавать на базе ГТУ с температурой выхлопных газов более 450 °С в номинальном режиме согласно ГОСТ Р 52200.

Экономические показатели ПГУ с КУ должны быть определены заказчиком исходя из требований энергоэффективности.

7.3.2 Допускаемое снижение максимальной мощности ПГУ в течение межремонтного периода должно быть не более значения, рассчитанного исходя из снижения мощности ГТУ к концу межремонтного периода на 4 %, КПД КУ — на 1 % и КПД паровой турбоустановки — на 1 %.

Снижение экономичности ПГУ в течение межремонтного периода не должно превосходить значения, рассчитанного исходя из снижения КПД ГТУ на 2 %, КПД КУ и ПТ — на 1 %.

7.3.3 При проектировании ПГУ должны быть предусмотрены мероприятия для обеспечения концентрации вредных веществ в уходящих газах ПГУ:

1) оксидов азота (в пересчете на оксид азота (NO_2) в осушенной пробе при нормальных физических условиях и 15 % объемной доли кислорода (O_2) при сжигании:

- природного газа — не более 50 мг/м^3,
- жидкого топлива — не более 100 мг/м^3;

2) оксидов углерода (CO) согласно ГОСТ Р ИСО 11042-1.

7.3.4 Тепловая изоляция оборудования ПГУ должна быть рассчитана согласно СП 61.13330. Температура поверхности изоляции оборудования ПГУ, расположенного в помещениях при температуре воздуха не более 20 °С и в местах возможного контакта персонала с поверхностью изоляции, не должна превышать 45 °С. Температура поверхности изоляции оборудования, расположенного на открытом воздухе, не должна превышать 55 °С.

7.3.5 Шумовые характеристики ПГУ должны соответствовать ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 30530, ГОСТ 12.1.029.

Уровень шума от работающего оборудования ПГУ на расстоянии 1 м от корпуса или защитного кожуха на высоте 1,5 м от пола площадки обслуживания не должен превышать 85 дБА. В случае применения звукоизолирующего кожуха уровень шума от него на расстоянии 1 м и на высоте 1,5 м от пола площадки обслуживания не должен превышать 80 дБА.

7.4 Требования к технологической схеме и структуре парогазовых установок

7.4.1 В ПГУ рекомендуется размещать деаэрационное устройство конденсата и добавочной воды в КУ либо после конденсатора ПТ. В последнем случае избыточное давление в деаэраторе не должно быть ниже 20 кПа.

7.4.2 Технологическая схема ПГУ должна обеспечивать надежность эксплуатации во всех режимах без использования байпасной трубы.

Допускается применение байпасной дымовой трубы или байпасного газохода при необходимости опережающего ввода в эксплуатацию ГТУ.

7.4.3 Технологическая схема и оборудование сбросной и параллельных (поперечных) схем ПГУ должны обеспечивать возможность работы паросиловой части без ГТУ.

7.4.4 Пусковая схема ПГУ должна исключать возможность повреждения оборудования при пуске и обеспечивать плановые пуск и останов ПГУ с минимальными потерями топлива и аварийный останов ПГУ без развития аварии.

7.4.5 Пусковая схема ПГУ должна обеспечивать:

- заполнение и промывку конденсатно-питательного тракта;
- управляемый прогрев элементов котла, паропроводов и ПТ с допустимыми скоростями, оговоренными в инструкциях по эксплуатации;
- пуски ГТУ, ПТ и КУ из различных тепловых состояний;
- нагружение ПТ с допустимой скоростью;
- плановый и аварийный останов КУ (или котла) и ПТ.

7.4.6 Пропускные способности БРОУ и РОУ необходимо рассчитывать для режимов работы ГТУ и КУ при расчетных значениях температуры и давления атмосферного воздуха, при которых возможен максимальный объемный расход пара, то есть для режимов, при которых давление пара соответствует установленному значению срабатывания импульсных предохранительных клапанов. При этом пропускная способность БРОУ должна быть не менее максимальной паропроизводительности КУ.

7.4.7 Регулировочная характеристика клапанов БРОУ и РОУ ПГУ должна быть линейной, время открытия и закрытия в аварийном режиме должно быть не более 3 с. Расчетное количество циклов «закрытие-открытие» должно быть не менее 3000, наработка на отказ — не менее 1000 циклов.

Привод клапанов БРОУ может быть электрическим, гидравлическим или пневматическим, обеспечивающим указанное выше быстродействие. Клапаны БРОУ должны быть плотными с классом герметичности не хуже А согласно ГОСТ 9544.

7.4.8 В одно- и двухконтурных ПГУ целесообразно применять однобайпасную пусковую схему, в трехконтурных ПГУ в том числе с промежуточным перегревом пара — двухбайпасную (каскадную) пусковую схему.

7.4.9 Конденсатор (конденсационную установку) ПТ следует оснащать паровыми эжекторами и (или) вакуумными насосами (например, водокольцевыми) и системой шариковой очистки трубок конденсатора ПТ.

7.5 Требования надежности

7.5.1 Оборудование ПГУ должно быть рассчитано по прочности на сейсмическое воздействие, характерное для конкретной строительной площадки.

7.5.2 Срок службы ПГУ должен быть не менее 25 лет. При этом допускается замена высокотемпературных и быстроизнашиваемых узлов, ресурс которых исчерпывается раньше указанных сроков. В проектной документации на ПГУ и технических условиях должен быть представлен перечень этих узлов с указанием их ресурса.

7.5.3 Оборудование ПГУ (кроме ГТУ) должно быть рассчитано для конденсационных ПГУ не менее чем на 3000 пусков-остановов за весь срок службы и не менее чем на 1800 пусков-остановов для теплофикационных ПГУ, из которых количество пусков из холодного и неостывшего состояния с несохранившимся избыточным давлением пара в барабане высокого давления должно составлять не менее 30 % общего количества пусков, из неостывшего (горячего) состояния — не менее 60 %.

7.5.4 Тепловая схема ТЭС с ПГУ должна обеспечивать безударный останов при потере собственных нужд ТЭС и (или) пуск ПГУ при отсутствии внешнего питания собственных нужд, для чего рекомендуется предусматривать установку дизель-генератора или других аварийных источников электрической энергии соответствующей мощности.

7.5.5 Продолжительность работы на аварийном топливе, при отсутствии основного вида топлива, для ГТУ в составе ПГУ должна составлять не менее пяти суток подряд единовременно и не менее восьми суток в год суммарно.

7.5.6 ПГУ следует компоновать электрическими турбогенераторами, имеющими запас по мощности не менее 20% номинального значения.

7.6 Требования к маневренности

7.6.1 Технологическая схема и оборудование ПГУ должны обеспечивать выполнение требований к маневренности, изложенных в правилах [1] и таблицах 1, 2.

Характеристики маневренности ПГУ, выполненных по сбросной и параллельной схемам, должны быть не хуже, чем характеристики маневренности паросиловых энергоблоков.

Таблица 1 — Характеристики маневренности ПГУ

Характеристика		Значение
Нижний предел регулировочного диапазона ПГУ, % установленной мощности, не более		50
Технический минимум нагрузки, % установленной мощности ПГУ, не более, при схемах	одна ГТУ — одна ПТ	50
	две ГТУ — одна ПТ	25
	три ГТУ — одна ПТ	17
	четыре ГТУ — одна ПТ	13
Скорость изменения активной мощности в пределах регулировочного диапазона, % установленной мощности ПГУ в мин, не менее		5
Расчетное количество циклов изменения нагрузки за срок службы, не менее		20 000
Расчетное количество пусков из различных тепловых состояний за срок службы, не менее		20 000

Таблица 2 — Характеристики пусковых режимов ПГУ

Характеристика		Значение
Характеристики пуска из горячего состояния (после простоя менее 8 ч)		
Длительность пуска до взятия полной нагрузки, мин, не более	для многовальных ПГУ	155
	для одновальных (без расцепной муфты) ПГУ	175
Предпусковые работы до пуска ГТУ, мин, не более	для многовальных ПГУ	100
	для одновальных (без расцепной муфты) ПГУ	120
От начала пуска ГТУ до взятия нагрузки 70 % установленной мощности, мин, не более		25
От начала пуска ГТУ до включения в сеть генератора ПТ, мин, не более		30
Характеристики пуска из неостывшего состояния (после простоя более 8 ч, но менее 72 ч)		
Длительность пуска до взятия полной нагрузки, мин, не более	для многовальных ПГУ	240
	для одновальных (без расцепной муфты) ПГУ	290
Предпусковые работы до пуска ГТУ, мин, не более	для многовальных ПГУ	190
	для одновальных (без расцепной муфты) ПГУ	240
в том числе от начала пуска ГТУ до включения в сеть генератора ПТ, мин		50
Характеристики пуска из холодного состояния (после простоя более 72 ч)		
Длительность пуска до взятия полной нагрузки, мин, не более	для многовальных ПГУ	270
	для одновальных (без расцепной муфты) ПГУ	320
Предпусковые работы до пуска ГТУ, мин, не более	для многовальных ПГУ	190
	для одновальных (без расцепной муфты) ПГУ	240
в том числе от начала пуска ГТУ до включения в сеть генератора ПТ, мин, не более		80

7.6.2 Оборудование ПГУ должно обеспечивать работу в режимах регулирования частоты и мощности, а также автоматические сбросы нагрузки до нагрузки собственных нужд ПГУ с дальнейшим ее удержанием согласно требованиям правил [1], ГОСТ Р 55105, ГОСТ Р 55890, ГОСТ Р 58335.

7.6.3 Оборудование ПГУ при работе в пределах регулировочного диапазона активной мощности должно выдерживать без разрушения и остаточной деформации отклонения частоты электрического тока:

- длительно — при изменении частоты электрического тока от 49 до 50,5 Гц (включая верхнюю границу указанных диапазонов изменения частоты);
- кратковременно — при изменении частоты электрического тока (включая верхнюю границу указанных диапазонов изменения частоты):

от 55 до 53 Гц — продолжительность устанавливает завод — изготовитель оборудования;
от 53 до 51 Гц продолжительностью не менее 7 с;
от 51 до 50,5 Гц продолжительностью не менее 3 мин;
от 49 до 48 Гц продолжительностью не менее 5 мин;
от 48 до 47 Гц продолжительностью не менее 40 с;
от 47 до 46 Гц продолжительностью не менее 1 с;
46 Гц продолжительностью не менее 1 с.

7.6.4 Технологическая схема ПГУ установленной мощностью 100 МВт и более (за исключением одновальных ПГУ) должна обеспечивать возможность работы с отключенной ПТ или неполным соста-

вом ГТУ без ограничения по продолжительности работы, за исключением случаев, установленных в правилах [1].

8 Требования к комплектности поставки парогазовых установок

8.1 ПГУ должна включать в себя следующее комплектное основное оборудование:

а) газотурбинную(ые) установку(и) с комплексным воздухоочистительным устройством согласно ГОСТ Р 55168, системами автоматического управления и технической диагностики, вспомогательным оборудованием, устройствами и системами для обеспечения безопасной эксплуатации;

б) систему подготовки и подачи топлива:

- для газообразного топлива — пункт подготовки газа, включающий блоки редуцирования (компримирования) давления газа, в том числе газорегуляторный пункт, узел стабилизации давления, дожимную компрессорную станцию или редукционную станцию, блоки очистки, осушки, подогрева, коммерческого учета расхода газа, блок отключающей арматуры газотурбинной(ых) установки(ок), технического учета расхода газа на каждую ГТУ, газопроводы и арматуру, оборудование, обеспечивающее выполнение условий вентиляции газовоздушного тракта,
- для жидкого, в том числе аварийного, топлива — баки запаса топлива, системы приема, очистки и подачи топлива, систему слива топлива для реализации или утилизации, систему технического учета топлива на каждую ГТУ, трубопроводы и арматуру,
- для немонотопливных ПГУ — систему автоматического перехода с основного топлива на аварийное и обратно;

в) котел(котлы)-утилизатор(ы) со вспомогательным оборудованием (питательными и циркуляционными насосами, деаэрационными устройствами, теплофикационные теплообменниками, запорной арматурой, предохранительными устройствами и др.), а также при надлежащем обосновании системой байпасирования выхлопных газов ГТУ с плотными переключающими клапанами;

г) ПТ с конденсационной и при необходимости с теплофикационной установкой, с системами парораспределения, включая стопорные и регулирующие клапаны, и регулирования, вспомогательными системами и устройствами, включая маслосистему и др.;

д) электрический(ие) турбогенератор(ы) и электротехническое оборудование;

е) общеблочное оборудование (системы водоподготовки, технического водоснабжения, охлаждающей воды, дозирования химикатов в конденсатно-питательный тракт и сетевую воду, нагрева (охлаждения) циклового воздуха ГТУ, вспомогательный паровой котел и др.);

ж) систему автоматического (автоматизированного) управления технологическим процессом ПГУ (основным и вспомогательным оборудованием ПГУ);

и) грузоподъемное оборудование и механизмы;

к) источник аварийного электропитания (см. 7.5.4);

л) запасные части, специальный инструмент и приспособления для проведения ремонтов;

м) комплекты документации.

Конкретный перечень в зависимости от назначения ПГУ и станционных условий уточняет заказчик.

8.2 Компоновку ПГУ следует разрабатывать совместно с генеральным проектировщиком ТЭС. В ней должны быть предусмотрены ремонтные зоны, установка грузоподъемных механизмов, лифтов, мусоропроводов, площадок обслуживания контрольно-измерительных приборов и места для прокладки магистральных трубопроводов и кабельных трасс.

8.3 При проектировании должна быть обеспечена высокая ремонтопригодность оборудования ПГУ.

8.4 В состав технической документации, передаваемой поставщиком ПГУ заказчику, должны входить:

а) эксплуатационная документация, включающая:

- ведомость эксплуатационных документов,
- общую документацию — расчетно-справочные данные: показатели и параметры основного оборудования и ПГУ в целом во всем диапазоне изменения внешних условий и разрешенных режимов работы, требования к составу и чистоте рабочих сред (воздуха, топлива, воды и др.), перечень поправочных кривых и др.;
- руководство по эксплуатации,
- документацию на основное оборудование и его составные части — чертежи, технические описания и инструкции по эксплуатации,

- документацию на автоматизированную систему управления технологическим процессом (схемы, алгоритмы, описания, инструкции по эксплуатации и др.),

- документацию на вспомогательное оборудование — чертежи, технические описания и инструкции по эксплуатации;

б) комплект технологических схем, чертежей основных сборочных единиц, компоновок;

в) паспорта на оборудование;

г) паспорта на все применяемые средства измерений с отметками о проведенных поверках (калибровках);

д) сводные таблицы с гарантийными обязательствами, значениями основных параметров и т. п.;

е) инструкции по монтажу, пуску, ремонту, хранению и консервации оборудования;

ж) формуляры, ведомости запасных частей инструмента, включая специальный инструмент, и принадлежностей;

и) учебно-технические плакаты (материалы);

к) инструкции по техническому обслуживанию оборудования ПГУ в процессе эксплуатации, включая содержание и графики выполнения инспекций;

л) перечень ремонтных средств и прочая документация на ремонт (документация комплекта специальной оснастки для разборки/сборки ГТУ, ПТ, требования к подъемно-транспортному оборудованию и приспособлениям, перечень запасных частей и сменных сборочных единиц ГТУ, ПТ и др.).

В состав технической документации, передаваемой поставщиком(ами) ПГУ заказчику, должен входить комплект компоновочных чертежей всей ПГУ в главном корпусе ТЭС, разработанный в соответствии с заданием, подготовленным проектной организацией с учетом генерального плана, компоновочных и строительных характеристик главного корпуса ТЭС.

В комплект поставки оборудования ПГУ должны входить все лицензии на используемое программное обеспечение, сертификаты об утверждении типа средств измерения.

9 Гарантии изготовителя

9.1 Номенклатура гарантийных показателей

Гарантийными показателями ПГУ являются:

- суммарная электрическая мощность на клеммах электрогенераторов, кВт;
- суммарная электрическая мощность механизмов собственных нужд, связанных с производством электрической энергии и тепла (по согласованному перечню), кВт;
- удельный расход тепла на выработанную электрическую энергию, кДж/кВт/ч;
- максимальный отпуск тепла (в ПГУ — при минимальном пропуске пара в конденсатор), Гкал/ч;
- КПД ГТУ, КУ, ПТ, %;
- концентрации вредных веществ в уходящих газах — NO_x и CO согласно ГОСТ Р ИСО 11042-1;
- вибрационные характеристики ГОСТ Р ИСО 20816-2;
- шумовые характеристики согласно ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 30530.

9.2 Условия гарантий

9.2.1 Гарантийные показатели ПГУ необходимо приводить для расчетных условий в соответствии с 5.3.

9.2.2 Срок гарантий на оборудование ПГУ должен быть не менее 12 мес при исчислении его со дня ввода оборудования в эксплуатацию, но не позднее 24 мес со дня поступления его заказчику.

9.2.3 Гарантии генерального поставщика по мощности, экономичности, выбросам оксидов азота и другим показателям ПГУ следует устанавливать без допуска на технологические отклонения при изготовлении.

При проверке на ТЭС гарантируемых показателей учитывают только допуск на погрешность измерений при испытаниях.

9.3 Ответственность поставщика за качество оборудования

9.3.1 Поставщик (генеральный поставщик) несет материальную ответственность в случаях:

- несоблюдения гарантированных показателей, установленных в договоре и в технических условиях на поставку;

- недостижения и неподдержания в течение оговоренного времени гарантированной базовой и пиковой мощности;

- аварийных выходов из работы оборудования в гарантийный период по причине конструктивных дефектов или дефектов изготовления с учетом упущенной выгоды от вынужденного простоя;

- перерасхода топлива из-за недостижения гарантированной экономичности (КПД), определяемой специальными гарантийными испытаниями.

В обязательном порядке должно быть обеспечено соблюдение экологических требований к загрязнению воздуха и воды, а также шумовых и вибрационных характеристик.

9.3.2 Гарантийный срок определяют в договоре по соглашению сторон. При обнаружении в пределах гарантийного срока дефектов оборудования изготовитель (поставщик) должен по требованию заказчика безвозмездно их устранить, если не докажет, что дефекты явились следствием обстоятельств, за наступление которых он ответственности не несет.

10 Обращение с оборудованием, деталями и элементами, не подлежащими дальнейшей эксплуатации

10.1 Оборудование ПГУ относится к производственным объектам, контроль за состоянием которых в процессе эксплуатации обеспечивает минимальную степень риска причинения вреда. При выработке ресурса отдельных деталей оборудования, определяемого их техническим состоянием, изношенные детали элементов следует демонтировать и заменять новыми. К таковым относятся, например, высокотемпературные элементы ГТУ, КУ (котлов), ПТ, воздушные и масляные фильтры.

10.2 Оборудование, детали и элементы, не подлежащие дальнейшей эксплуатации, подлежат разбору на части, сортировке по видам материалов и другим необходимым мероприятиям.

10.3 Компоновка ПГУ должна обеспечивать возможность демонтажа и вывоза оборудования, деталей и элементов ПГУ без разрушения строительных конструкций главного корпуса.

Библиография

[1] Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937)

[2] Требования к участию генерирующего оборудования в общем первичном регулировании частоты (утверждены приказом Минэнерго России от 9 января 2019 г. № 2)

[3] Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов (утверждены приказом Минэнерго России от 13 февраля 2019 г. № 98)

[4] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

[5] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 536)

[6] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 531)

[7] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 октября 2020 г. № 420)

[8] Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (утверждены приказом Минэнерго России от 4 октября 2022 г. № 1070)

УДК 621.311.22, 621.18-182.2.1:006.354 ОКС 27.100, 27.040

Ключевые слова: парогазовая установка, газотурбинная установка, котел-утилизатор, тепловая схема, турбина, гарантийные условия, технические требования, технические условия

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 21.03.2025. Подписано в печать 31.03.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,00.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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