ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70943— 2023

ОБОГРЕВАТЕЛИ ТРУБЧАТЫЕ ИЗЛУЧАЮЩИЕ ГАЗОВЫЕ С ОДНОЙ ГОРЕЛКОЙ И СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩИЕ ИЗ НЕПРЕРЫВНЫХ ТРУБЧАТЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ГАЗОВЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ С НЕСКОЛЬКИМИ ГОРЕЛКАМИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ НЕБЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Требования безопасности и энергоэффективность

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») на основе собственного перевода на русский язык немецкоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 345 «Аппаратура бытовая, работающая на жидком, твердом и газообразном видах топлива»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 сентября 2023 г. № 1018-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту ДИН ЕН 17175:2020 «Газовые трубчатые излучающие обогреватели и системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками, предназначенные для коммерческого и промышленного применения. Безопасность и энергоэффективность» (DIN EN 17175:2020 «Gasbefeuerte Dunkelstrahler-Wärmebänder und kontinuierliche Mehr-Brenner-Dunkelstrahlersysteme für gewerbliche und industrielle Anwendungen — Sicherheit und Energieeffizienz», MOD) путем изменения структуры, отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом, а также путем исключения приложений A, E, F, H, ZA ввиду нецелесообразности их применения.

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным и европейским стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем европейского стандарта приведено в дополнительном приложении ДБ

5 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», 2023

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 2
3 Термины и определения 3
3.1 Аппараты и их компоненты 3
3.2 Контур сгорания 4
3.3 Устройства регулирования, управления и безопасности 5
3.4 Работа аппарата 6
3.5 Газы 7
3.6 Условия эксплуатации и измерения 8
3.7 Энергетическая эффективность 11
3.8 Страна назначения 12
3.9 Обозначения 12
4 Классификация аппаратов 15
4.1 Классификация в соответствии с применяемыми газами и категориями 15
4.2 Классификация по способу удаления продуктов сгорания 15
5 Требования к конструкции 17
5.1 Общие требования 17
5.2 Требования к устройствам регулирования, управления и безопасности 22
5.3 Устройства розжига 27
5.4 Основная горелка 28
5.5 Регуляторы температуры 28
5.6 Точки измерения давления 28
5.7 Форсунки 29
5.8 Теплообменники продуктов сгорания 29
6 Эксплуатационные требования 29
6.1 Процедура испытаний 29
6.2 Эксплуатационная безопасность 32
6.3 Оксиды азота NO_x 49
6.4 Определение потребления электроэнергии 50
7 Энергоэффективность 51
7.1 Общий принцип измерения и расчета коэффициента излучения 51
7.2 Испытательное помещение 52
7.3 Испытательный стенд для определения мощности излучения 52
7.4 Проведение измерений 55
7.5 Расчет коэффициента излучения 56
7.6 Определение теплового КПД 58
7.7 Протоколы испытаний 59
8 Требования к энергоэффективности (рациональному использованию энергии) 59
8.1 Общие требования 59
8.2 Сезонный КПД обогрева помещений 59
9 Оценка рисков 62
10 Маркировка и инструкции 62
10.1 Маркировка аппарата и упаковки 62
10.2 Эксплуатационные документы (сопроводительная документация) 64

10.3 Представление информации 67
10.4 Требования к информации 67
Приложение *A* (справочное) Типы аппаратов 68
Приложение *B* (справочное) Правила эквивалентности 71
Приложение *C* (справочное) Вычисление массового расхода продуктов сгорания 72
Приложение *D* (обязательное) Пересчет значений выбросов NO_x 74
Приложение *E* (справочное) Различные виды регулирования тепловой мощности 76
Приложение *F* (справочное) Конструкция измерителя излучения 77
Приложение *G* (справочное) Калибровка измерителей излучения 80
Приложение *H* (обязательное) Мощность излучения с учетом поправки на поглощение водяного пара и CO_2 87
Приложение *I* (справочное) Запись данных о производительности аппарата 89
Приложение *J* (справочное) Пример записи данных 92
Приложение *K* (обязательное) Пробоотборники для продуктов сгорания 95
Приложение *L* (обязательное) Необходимая информация об аппарате 100
Приложение *M* (справочное) Вывод уравнений для определения теплового КПД 102
Приложение *N* (обязательное) Теплообменник продуктов сгорания 103
Приложение *O* (обязательное) Погрешность измерений 106
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным и европейским стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном европейском стандарте . . 107
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем европейского стандарта 108
Библиография 109

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОБОГРЕВАТЕЛИ ТРУБЧАТЫЕ ИЗЛУЧАЮЩИЕ ГАЗОВЫЕ С ОДНОЙ ГОРЕЛКОЙ И СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩИЕ ИЗ НЕПРЕРЫВНЫХ ТРУБЧАТЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ГАЗОВЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ С НЕСКОЛЬКИМИ ГОРЕЛКАМИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ НЕБЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Требования безопасности и энергоэффективность

Gas-fired radiant tube single burner heaters and multi-burner continuous gas-fired radiant tube heater systems for non-domestic use. Safety requirements and energy efficiency

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к конструкции, методам испытаний в целях безопасности трубчатых излучающих газовых обогревателей с одной горелкой и систем, состоящих из непрерывных трубчатых излучающих газовых обогревателей с несколькими горелками, устанавливаемых на уровне выше головы и предназначенных для небытового применения, в которых каждая газовая горелка снабжена блоком управления (далее — аппараты). Настоящий стандарт рассматривает также классификацию, энергоэффективность и маркировку данных аппаратов.

Для трубчатых излучающих обогревателей с одной горелкой настоящий стандарт распространяется на аппараты типов B_{22}, B_{23}, B_{52}, B_{53}, C_{12}, C_{13}, C_{32}, C_{33}, C_{52} и C_{53}, в которых подача воздуха для горения и/или удаление продуктов сгорания осуществляется механическим способом.

Для систем, состоящих из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками настоящий стандарт распространяется на аппараты типов B_{22}, B_{52} и C_{52}, в которых подача воздуха для горения и/или удаление продуктов сгорания осуществляется механическим способом.

Настоящий стандарт также распространяется на аппараты, оборудованные вторичным теплообменником в системе выпуска продуктов сгорания.

Настоящий стандарт не распространяется:

a) на аппараты, предназначенные для бытового применения;

b) аппараты, предназначенные для использования вне помещений;

c) обогреватели с тепловой мощностью более 300 кВт (относительно теплотворной способности соответствующего стандартного испытательного газа);

d) системы, состоящие из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с тепловой мощностью более 70 кВт на отдельный блок горелок (относительно теплотворной способности соответствующего испытательного газа);

e) аппараты с неметаллическими дымоходами в системе выпуска продуктов сгорания, за исключением каналов после возможного дополнительного конденсационного теплообменника продуктов сгорания.

Для систем, состоящих из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей, настоящий стандарт не распространяется на:

f) аппараты, предназначенные для постоянной конденсации в системе выпуска продуктов сгорания при нормальных условиях эксплуатации, за исключением возможного дополнительного теплообменника продуктов сгорания.

Настоящий стандарт рассматривает только типовые испытания.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 7.67 (ИСО 3166-1:1997) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Коды названий стран

ГОСТ 6211 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная коническая

ГОСТ 6357 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная цилиндрическая

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 32028 (EN 161+A3:2013) Клапаны отсечные автоматические для газовых горелок и газовых приборов

ГОСТ 32029 (ЕН 257:1992) Термостаты (терморегуляторы) механические для газовых аппаратов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 32032 (EN 1106:2010) Краны для газовых аппаратов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 33259 Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление до PN 250. Конструкция, размеры и общие технические требования

ГОСТ EN 126 Устройства управления многофункциональные для газовых приборов

ГОСТ EN 298 Автоматические системы контроля горения для горелок и аппаратов, сжигающих газообразное или жидкое топливо

ГОСТ EN 15502-2-1 Котлы газовые для центрального отопления. Часть 2-1. Специальный стандарт для приборов типа С и приборов типа B_2, B_3, и B_5 с номинальной тепловой мощностью 1000 кВт

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ IEC 60335-1—2015 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования

ГОСТ IEC 60335-2-102 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-102. Дополнительные требования к приборам, работающим на газовом, жидком и твердом топливе и имеющим электрические соединения

ГОСТ IEC 60730-2-9 Автоматические электрические управляющие устройства бытового и аналогичного назначения. Часть 2-9. Частные требования к термочувствительным управляющим устройствам

ГОСТ Р 52318 Трубы медные круглого сечения для воды и газа. Технические условия

ГОСТ Р 54824 (ЕН 88-1:2007) Регуляторы давления и соединенные с ними предохранительные устройства для газовых аппаратов. Часть 1. Регуляторы с давлением на входе до 50 кПа включительно

ГОСТ Р 55207 (ЕН 12067-2:2007) Регуляторы соотношения газ/воздух для газовых горелок и газопотребляющих аппаратов. Часть 2. Регуляторы электронного типа

ГОСТ Р 59375.1—2021 Конструкции для удаления дымовых газов. Требования к металлическим конструкциям для удаления дымовых газов. Часть 1. Строительные компоненты конструкций для удаления дымовых газов

ГОСТ Р 59376—2022 Конструкции для удаления дымовых газов. Металлические конструкции для удаления дымовых газов. Методы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов 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 стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Аппараты и их компоненты

3.1.1 **трубчатый излучающий обогреватель;** *теплогенератор* (Dunkelstrahler-Wärmeband): Газовый инфракрасный «темный» обогреватель, предназначенный для установки на уровне выше головы и обогрева пространства под ним посредством излучения от нагретой до 400 °С трубы или нескольких труб проходящими через них продуктами сгорания, при этом излучающие трубы накрыты сверху отражателем и имеют теплоизоляцию сверху и по бокам.

3.1.2 **теплогенератор с одной горелкой** (Wärmeerzeuger mit einem Brenner): Трубчатый излучающий обогреватель с одной горелкой, которая имеет независимый контроль пламени и подачу воздуха для горения с помощью вентилятора.

3.1.3 **система из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками** (kontinuierliches Mehr-Brenner-Dunkelstrahlersystem): Система, представляющая собой:

- газовый обогреватель, предназначенный для установки на уровне выше головы и для обогрева пространства под ним с помощью одной или нескольких излучающих труб проходящими через них продуктами сгорания, или
- непрерывные трубчатые обогреватели, состоящие из двух и более последовательно и/или параллельно соединенных блоков горелок с полным предварительным смешением газа и воздуха, каждый из которых имеет свой собственный независимый контроль пламени, или
- газовый обогреватель, в котором отдельные отводные трубы без вентиляторов соединены с общим воздуховодом с вытяжным вентилятором. В каждой отводной трубе расположены один или несколько блоков горелок (см. приложение *А*).

Примечание — Блоки горелок могут быть расположены в одном или нескольких сегментах (секциях) отводной трубы. Для удаления продуктов сгорания или подачи воздуха для горения могут использоваться один или несколько вентиляторов.

3.1.4 **излучающая труба** (Dunkelstrahlerrohr): Труба диаметром от 105 до 400 мм, к которой присоединен блок горелки, содержащая продукты сгорания, произведенные этой горелкой.

3.1.5 **отводная труба системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей** (Rohrstrang eines kontinuierlichen Dunkelstrahlersystems): Излучающая труба с одной или несколькими горелками, которая содержит продукты сгорания, произведенные этой (этими) горелкой (горелками).

3.1.6 **теплогенератор с блоком горелки с рециркуляцией** (Brenner- und Rezirkulationseinheit): Аппарат с основной горелкой и, при необходимости, пилотной горелкой, вентилятором, отводящим продукты сгорания в конце излучающей трубы и рециркулирующим часть их в другое время в трубчатом излучающем обогревателе.

Примечания

1 Оставшаяся часть продуктов сгорания выводится через выпускное отверстие.

2 Камера сгорания защищает головку горелки от рециркуляционного потока и позволяет горячим рециркулирующим продуктам сгорания смешиваться со вновь образующимися продуктами сгорания. Секция рециркуляции между вентилятором и камерой сгорания может быть фиксированной или регулируемой.

3.1.7 **отдельный блок горелки;** *системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей* (einzelne Brennereinheit, kontinuierliche Mehr-Brenner-Dunkelstrahlersysteme): Блок, состоящий из основной горелки и, при необходимости, пилотной горелки.

Примечание — Кроме того, блок горелки включает в себя устройства для розжига горелки (горелок), контроля пламени и контроля подачи газа в горелку (горелки).

3.1.8 **входной газовый патрубок** (Gasanschluss): Часть аппарата, подключаемая к линии подачи газа.

3.1.9 **механическое уплотнение** (mechanische Dichtung): Средства обеспечения герметичности конструкции, состоящей из нескольких (обычно металлических) частей без использования паст, мастик, клейких лент (например, металлические прокладки, конические уплотнения, кольцевые прокладки, плоские прокладки).

3.1.10 **газовый контур** (Gas führender Teil): Часть аппарата, содержащая газ или передающая его от входного патрубка к горелке(ам).

3.1.11 **дроссель** (Vordrossel): Устройство с отверстием, которое устанавливают в газовом контуре для снижения давления газа на горелке до заданного значения при известном давлении подачи и расходе.

3.1.12 **устройство предварительной настройки расхода газа** (Voreinstellglied für den Gasdurchfluss): Устройство, позволяющее регулировать расход газа на горелке до заданного значения в соответствии с условиями подачи.

Примечания

1 Регулировка может быть плавной (с помощью регулировочного винта) или ступенчатой (путем замены дросселя).

2 Регулировочный винт регулятора давления газа считают устройством предварительной настройки расхода газа.

3 Регулировку этого устройства называют «настройкой расхода газа».

4 Опломбированный на заводе регулятор расхода газа считается отсутствующим.

5 Фиксация предварительной настройки расхода газа с помощью таких средств, как винт, называют «фиксацией предустановки».

6 Фиксирование устройства предварительной настройки с помощью пломбировочного материала так, чтобы материал разрушался при каждой попытке изменения положения устройства и это вмешательство было заметно, называют «пломбированием устройства предварительной настройки».

7 Устройство предварительной настройки расхода газа считают отсутствующим, если оно опломбировано изготовителем в положении, при котором оно не будет работать в диапазоне рабочих давлений, применимых к соответствующей категории аппарата.

8 Вывод из эксплуатации устройств предварительной настройки или управления (температурой, давлением и т. д.) и пломбирование их в этом положении называют выводом из эксплуатации устройств предварительной настройки или управления, и прибор работает так, как если бы устройство предварительной настройки или устройство управления были удалены.

3.1.13 **форсунка** (Düse): Компонент, через который газ подается в горелку.

3.1.14 **основная горелка** (Hauptbrenner): Горелка, которая обеспечивает основную тепловую функцию аппарата.

Примечание — Основную горелку обычно называют «горелкой».

3.1.15 **устройство розжига** (Zündvorrichtung): Любые средства (например, пламя, электрические запальные устройства или другие устройства), используемые для воспламенения газа на пилотной или основной горелке.

Примечание — Это устройство может работать прерывисто или непрерывно.

3.1.16 **пилотная горелка** (Zündbrenner): Горелка, пламя которой предназначено для розжига основной горелки.

3.1.17 **газовая горелка с полным предварительным смешением и принудительной тягой** (voll vorgemischter Gas-Gebläsebrenner): Горелка, в которой газ предварительно смешивается перед пламеобразующими отверстиями с необходимым количеством воздуха для полного сгорания в заданном и регулируемом соотношении.

3.1.18 **воздухозаборное отверстие** (Luftzuführungsöffnung): Устройство в блоке горелки, которое позволяет воздуху для горения поступать в горелку или камеру сгорания в соответствии с расходом газа через отверстие для подачи газа, в зависимости от отрицательного давления на выходе.

3.1.19 **регулятор подачи воздуха** (Einstellglied für die Luftbeimischung): Устройство, позволяющее регулировать избыток первичного воздуха до желаемого значения в зависимости от условий подачи.

3.1.20 **предустановка в системе вентиляции** (Voreinstellglied für die Systembelüftung): Устройство или устройства, позволяющие привести параметры воздушного потока в отводной трубе или общем воздуховоде к проектным значениям.

3.1.21 **теплообменник продуктов сгорания** (Abgaswärmetauscher): Теплообменник, установленный в системе отвода продуктов сгорания для передачи тепла от продуктов сгорания к тепловому радиатору.

3.2 Контур сгорания

3.2.1 **контур продуктов сгорания** (Verbrennungsproduktekreislauf): Контур, включающий камеру сгорания, излучающую трубу, линию отвода продуктов сгорания, а также фитинг или соединение с ветрозащитным устройством (при его наличии).

3.2.2 **каналы подачи воздуха для горения и удаления продуктов сгорания** (de: Verbrennungsluftzufuhr und Abgasabführungsleitungen; en: air supply and combustion products evacuation ducts*): Средства для подачи воздуха для горения к горелке и удаления продуктов сгорания к ветрозащитному устройству или фитингу.

Примечание — Фитинги не используются с аппаратами типов C_1 или C_3. Следует также различать:

a) полностью окруженные каналы, в которых канал отвода продуктов сгорания полностью окружен каналом подачи воздуха для горения; и

b) раздельные каналы, в которых выпуск продуктов сгорания и впуск воздуха для горения не являются ни концентрическими, ни полностью окруженными.

3.2.3 **камера сгорания** (Brennkammer): Корпус, в котором происходит сгорание газовоздушной смеси.

3.2.4 **выпускной патрубок** (Abgasaustritt): Часть аппаратов типов B или C, соединенная с дымоходом для удаления продуктов сгорания.

3.2.5 **ветрозащитное устройство** (Windschutzeinrichtung; terminal): Устройство(а), устанавливаемое(ые) снаружи здания и подключаемое(ые) к каналам подачи воздуха и отвода продуктов сгорания для аппаратов типов C_1 и C_3 (одно или два устройства).

3.2.6 **защитная решетка ветрозащитного устройства** (Schutzgitter für die Windschutzeinrichtung; terminal guard): Устройство, предохраняющее ветрозащитное устройство от механических повреждений, вызванных внешними воздействиями.

3.2.7 ***канал для удаления продуктов сгорания*;** POCED: Канал для отвода продуктов сгорания, предназначенный для использования только с определенным аппаратом (поставляется вместе с аппаратом или указан в сопроводительной документации изготовителя).

3.3 Устройства регулирования, управления и безопасности

3.3.1 **система автоматического управления горелкой** (Feuerungsautomat): Система, содержащая, по меньшей мере, программный блок и все элементы устройства обнаружения пламени.

Примечание — Система автоматического управления горелкой может быть размещена в одном или нескольких корпусах.

3.3.2 **программный блок** (Steuergerät): Устройство, которое реагирует на сигналы от устройств управления и безопасности, выдает команды управления, контролирует последовательность запуска, работу горелки и вызывает управляемое отключение и, при необходимости, защитное отключение и блокировку.

Примечание — Программный блок работает в соответствии с заданной программой в сочетании с индикатором пламени. Последовательность операций управления, определяемая программным блоком, состоящая из включения, пуска, контроля за функционированием и отключения горелки, называется «программой».

3.3.3 **устройство обнаружения пламени** (Flammenwächter): Устройство, которое фиксирует пламя и передает сигнал о его наличии.

Примечание — Может состоять из датчика пламени, усилителя и реле для передачи сигнала. Усилитель и реле могут быть собраны в одном корпусе для функционирования вместе с программным блоком.

3.3.4 **сигнал о наличии пламени** (Flammensignal): Сигнал от устройства обнаружения пламени, когда датчик пламени обнаруживает пламя.

3.3.5 **регулятор давления** (Druckregler): Устройство, которое поддерживает постоянное давление на выходе аппарата в установленных пределах вне зависимости от колебаний давления на входе.

3.3.6 **регулятор давления с переменной настройкой** (einstellbarer Druckregler): Регулятор для изменения настройки выходного давления.

3.3.7 **регулятор расхода** (Mengenregler): Устройство, поддерживающее постоянный расход газа в пределах заданных допусков, независимо от входного давления.

3.3.8 **устройство контроля пламени** (Flammenüberwachungseinrichtung): Устройство, которое по сигналу от устройства обнаружения пламени держит открытой линию подачи газа и перекрывает линию при отсутствии пламени.

---

* Здесь и далее по тексту de — немецкий язык, en — английский язык.

3.3.9 **симуляция пламени** (Flammensimulation): Состояние, возникающее, когда поступает сигнал о наличии пламени при отсутствии пламени.

3.3.10 **регулятор рабочего диапазона** (Einstelleinrichtung zur Anpassung an den Wärmebedarf; range-rating device): Устройство на блоке горелки для точной настройки монтажником тепловой мощности горелки в пределах значений, указанных в эксплуатационных документах изготовителем в соответствии с фактической потребностью в тепле.

Примечание — Данная настройка может быть плавной (например, с помощью регулировочного винта) или дискретной (путем переключения или замены дросселей).

3.3.11 **регулятор нулевого давления** (Nulldruckregler): Устройство, поддерживающее заданное выходное давление между самим регулятором и газовым дросселем на нулевом уровне в установленных пределах, независимо от колебаний давления в заданном диапазоне на входе и отрицательного давления на выходе из газового дросселя.

3.3.12 **регулятор отрицательного давления** (Unterdruckregler): Устройство, которое поддерживает постоянное заданное отрицательное давление внутри трубы как при запуске аппарата, так и в состоянии теплового равновесия.

3.3.13 **автоматический запорный клапан** (automatisches Abschaltventil): Устройство, автоматически открывающее, закрывающее или изменяющее расход газа по сигналу из цепи управления и/или цепи безопасности.

3.4 Работа аппарата

3.4.1 **тепловая мощность *Q*, кВт** (Wärmebelastung): Количество энергии, потребляемое прибором в единицу времени, соответствующее объемному или массовому расходу, исходя из высшей или низшей теплоты сгорания газа.

3.4.2 **номинальная тепловая мощность Q_n, кВт** (Nennwärmebelastung): Тепловая мощность, указанная изготовителем.

3.4.3 **объемный расход *V*, м^3/ч, л/мин, дм^3/ч или дм^3/с** (Volumendurchfluss): Объем газа, поступающего в аппарат в единицу времени при установившемся режиме работы.

3.4.4 **массовый расход *M*, кг/ч, г/ч** (Massendurchfluss): Масса газа, поступающего в аппарат в единицу времени при установившемся режиме работы.

3.4.5 **пусковой газ** (Startgas): Газ, подаваемый при запуске основной горелки или отдельной пилотной горелки.

3.4.6 **поток пускового газа** (Startgasdurchfluss): Уменьшенный расход газа, подаваемый на основную горелку либо на отдельную пилотную горелку при запуске аппарата.

3.4.7 **пламя пускового газа** (Startgasflamme): Пламя, образующееся при подаче пускового газа на основную горелку либо на отдельную пилотную горелку.

3.4.8 **стабильность пламени** (Flammenstabilität): Способность пламени удерживаться на отверстиях горелки или в зоне стабилизации пламени, предусмотренной конструкцией.

3.4.9 **отрыв пламени** (Flammenabheben): Полный или частичный отрыв основания пламени от отверстий горелки или зоны стабилизации пламени, предусмотренной конструкцией горелки.

Примечание — Отрыв пламени может вызвать погасание пламени.

3.4.10 **проскок пламени** (Rückschlagen der Flamme): Явление, при котором пламя проникает в корпус горелки.

3.4.11 **обратное воспламенение на форсунке** (Flammenrückschlag zur Düse): Воспламенение газа на форсунке из-за проскока пламени в горелку или распространения пламени за пределы горелки.

3.4.12 **образование сажи** (Verrußung): Явление, возникающее при неполном сгорании и характеризующееся отложением сажи на поверхностях или деталях, контактирующих с продуктами сгорания или пламенем.

3.4.13 **желтые языки пламени** (gelbe Flammenspitzen): Окрашивание кончика голубого конуса пламени в желтый цвет при горении газовоздушной смеси.

3.4.14 **продувка** (Spülen): Принудительная подача воздуха в камеру сгорания и контур продуктов сгорания для вытеснения оставшейся газовоздушной смеси и/или продуктов сгорания.

3.4.14.1 **предварительная продувка** (Vorspülung): Продувка, которая происходит между сигналом пуска и подачей напряжения на устройство зажигания.

3.4.14.2 **заключительная продувка** (Nachspülung): Продувка, которая происходит сразу после отключения.

3.4.15 **первое защитное время** (erste Sicherheitszeit): Интервал между подачей напряжения на газовый клапан запальной горелки, пусковой газовый клапан или главный газовый клапан и прекращением подачи напряжения на газовый клапан запальной горелки, пусковой газовый клапан или главный газовый клапан, если индикатор пламени сигнализирует об отсутствии пламени в конце этого интервала.

Примечание — Первое защитное время применимо только для пилотной горелки или пламени пускового газа.

3.4.16 **второе защитное время** (zweite Sicherheitszeit): Интервал между подачей напряжения на главный газовый клапан и подачей сигнала на отключение главного газового клапана, когда индикатор пламени сигнализирует об отсутствии пламени по истечении этого времени.

Примечание — Если второе защитное время отсутствует, используют термин «защитное время».

3.4.17 **защитное время при погасании** (Sicherheitszeit beim Verlöschen der Flamme): Интервал между погасанием контролируемого пламени и моментом подачи сигнала о закрытии клапана системой автоматического управления горелкой для прекращения подачи газа к горелке.

3.4.18 **рабочее состояние аппарата** (Betriebszustand des Geräts): Состояние аппарата, при котором горелка находится в нормальном режиме работы под управлением программного блока и его устройства обнаружения пламени.

3.4.19 **управляемое отключение** (Regelabschaltung): Процесс, при котором подача питания на газовый клапан (газовые клапаны) немедленно прекращается в результате действия функции управления.

3.4.20 **защитное отключение** (Sicherheitsabschaltung): Процесс, который осуществляется немедленно после сигнала защитного оборудования или датчика либо после обнаружения неисправности в системе автоматического управления горелкой и который прекращает работу горелки немедленно, прекращая подачу питания на газовые запорные клапаны и устройства розжига.

3.4.21 **энергонезависимая [долговременная] блокировка** (nicht veränderbare Störabschaltung): Состояние горелки после аварийного отключения, при котором ее повторный запуск после разблокировки возможен только ручным пуском и никаким другим способом.

3.4.22 **энергозависимая [кратковременная] блокировка** (veränderbare Störabschaltung): Состояние горелки после аварийного отключения, при котором ее повторный запуск после разблокировки возможен либо только ручным пуском, либо путем отключения основного источника питания и его последующего включения.

3.4.23 **повторное зажигание** (Wiederzündung): Процесс, при котором после пропадания сигнала о наличии пламени устройство розжига снова включается без прерывания подачи газа.

Примечание — Этот процесс завершается или восстановлением рабочего состояния или энергонезависимой, или энергозависимой блокировкой, если в конце времени защитного отключения нет сигнала о наличии пламени.

3.4.24 **автоматический перезапуск** (automatischer Wiederanlauf): Процесс, при котором полная последовательность запуска горелки автоматически повторяется после ее аварийного отключения.

Примечание — Этот процесс завершается восстановлением рабочего состояния, энергонезависимой или энергозависимой блокировкой, если в конце времени защитного отключения нет сигнала о наличии пламени или причина аварийного отключения не исчезла.

3.5 Газы

3.5.1 **теплота сгорания** (Wärmewert): Количество тепла, выделяемое при полном сгорании единицы объема или массы газа при постоянном давлении *101,325 кПа* при стандартных условиях подачи топливной смеси и отвода продуктов сгорания.

Примечания

1 Различают высшую и низшую теплоту сгорания газа:

а) высшая теплота сгорания H_s, при которой вода, возникающая при сжигании газа, остается в конденсированном состоянии;

b) низшая теплота сгорания H_i, при которой вода, возникающая при сжигании газа, переходит в парообразное состояние.

2 Теплота сгорания выражается в МДж/м^3 или МДж/кг сухого газа при стандартных условиях.

3.5.2 **относительная плотность *d*** (relative Dichte): Отношение масс равных объемов сухого газа и сухого воздуха, измеренных при равных значениях давления и температуры.

3.5.3 **число Воббе** (Wobbeindex): Отношение теплоты сгорания единицы объема газа к квадратному корню его относительной плотности при стандартных условиях.

Примечания

1 Различают высшее число Воббе — W_s и низшее число Воббе — W_i.

2 Число Воббе называют высшим или низшим в зависимости от используемой при вычислениях высшей H_s или низшей H_i теплоты сгорания.

3 Число Воббе выражается в МДж/м^3 или в МДж/кг сухого газа при стандартных условиях.

3.5.4 **испытательные давления** (Prüfdruck): Давления, предназначенные для проверки безопасной работы аппаратов, работающих на газообразном топливе, которые включают в себя номинальное и предельные давления.

Примечание — Испытательные давления указаны в *паскалях (Па), 1 Па = 0,01 мбар.*

3.5.5 **номинальное давление p_n** (Nenndruck): Давление, при котором аппараты достигают номинальных параметров при работе с соответствующим эталонным газом.

3.5.6 **предельные давления** (Grenzdruck): Максимальное давление p_{max} и минимальное давление p_{min}, представляющие крайние значения давления газа на входе в аппарат, *которые обеспечивают его нормальную работу*.

3.5.7 **пара давлений** (Druckpaar): Комбинация из двух различных давлений подводимого газа, которая применяется из-за существенного различия между числами Воббе в пределах одного семейства или группы газов, при этом:

- максимальное давление соответствует газу с низшим числом Воббе;
- минимальное давление соответствует газу с высшим числом Воббе.

3.6 Условия эксплуатации и измерения

3.6.1 **стандартные условия** (Bezugsbedingungen): Применяют следующие стандартные условия:

a) при определении теплоты сгорания — температура 15 °С;

b) при определении объема сухого газа и воздуха — температура 15 °С, абсолютное давление *101,325 кПа*.

3.6.2 **холодное состояние** (Kaltzustand): Состояние аппарата, необходимое для определенных испытаний, получаемое путем установления теплового равновесия блоком горелки при комнатной температуре перед розжигом.

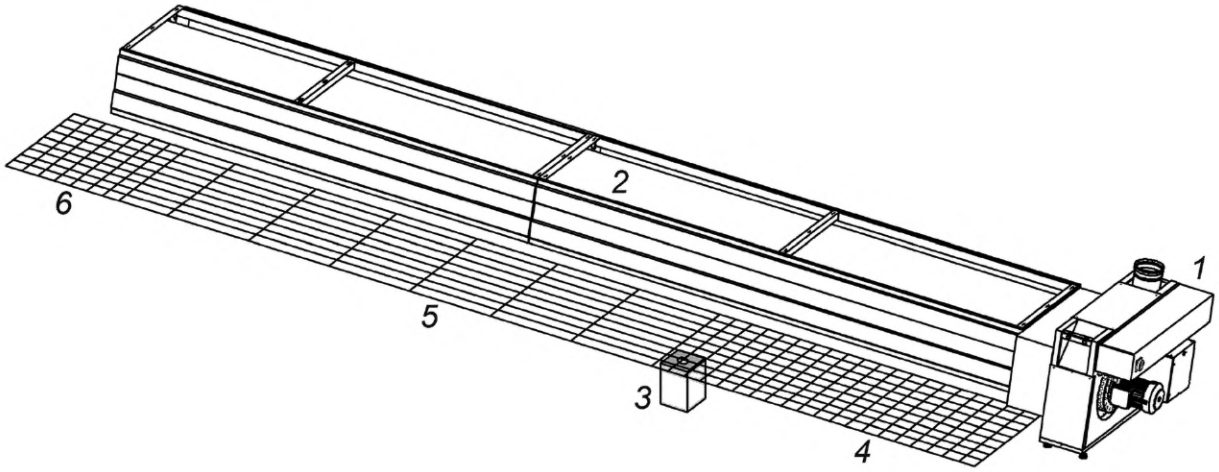
3.6.3 **нагретое состояние** (Warmzustand): Состояние аппарата, необходимое для определенных испытаний, достигаемое путем установления прибором теплового равновесия при номинальной тепловой мощности.

3.6.4 **эквивалентное сопротивление** (Vergleichs-Durchflusswiderstand): Сопротивление потоку в *кПа*, измеренное на выходе из аппарата и равное фактической тяге продуктов сгорания.

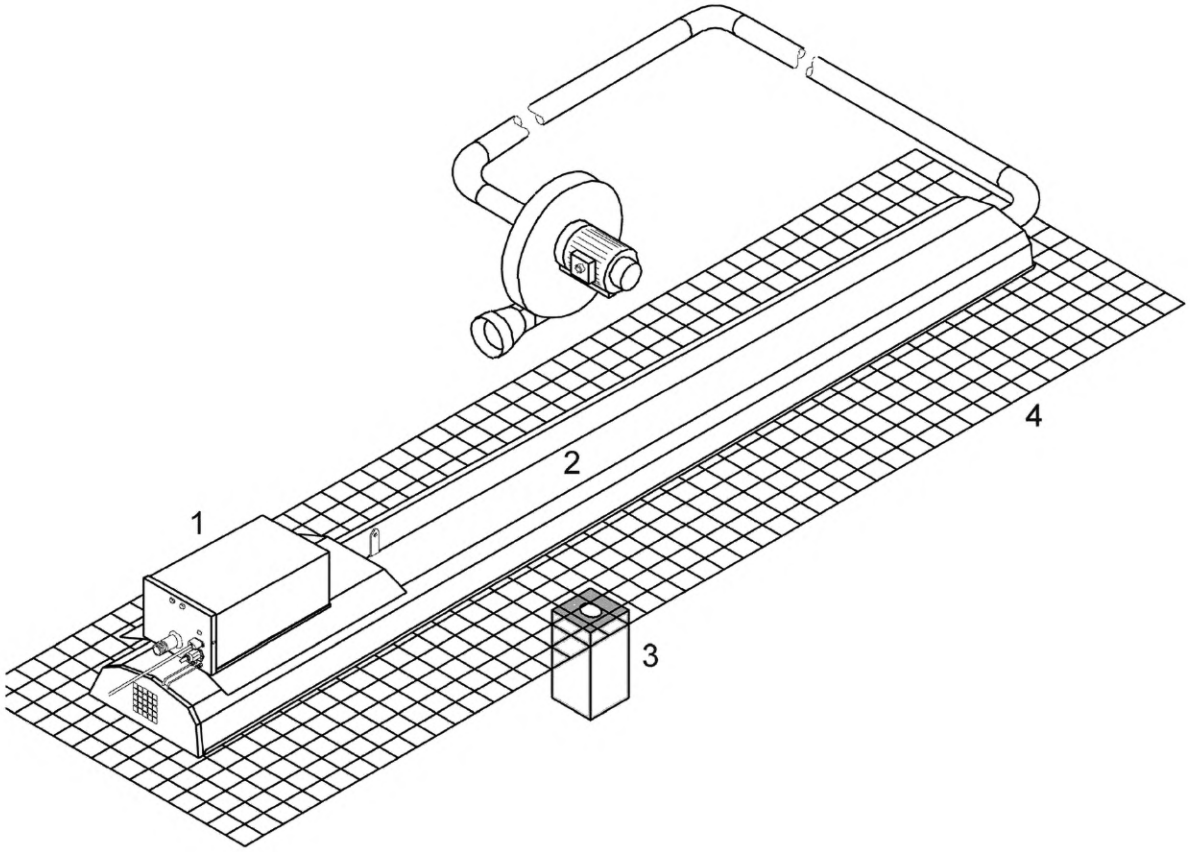
3.6.5 **тепловое равновесие** (Beharrungszustand): Рабочее состояние аппарата, соответствующее определенной настройке тепловой мощности, при которой температура продуктов сгорания не изменяется более чем на ±2 % в течение 10 мин.

3.6.6 **мощность излучения** (Strahlungsabgabe): Мощность, проходящая через измерительную плоскость — параллельно и на 10 см ниже базовой плоскости излучения аппарата [см. рисунки 1a) и 1b)].

3.6.7 **базовая плоскость излучения *RRP*** (Strahlerbezugsebene; radiation reference plane): Горизонтальная плоскость, ограниченная нижним краем отражателя или, если излучающие части выходят за нижний край отражателя или корпуса, то самая нижняя излучающая плоская горизонтальная поверхность [см. рисунки 2a) и 2b)].



a) Трубчатый излучающий обогреватель с одной горелкой



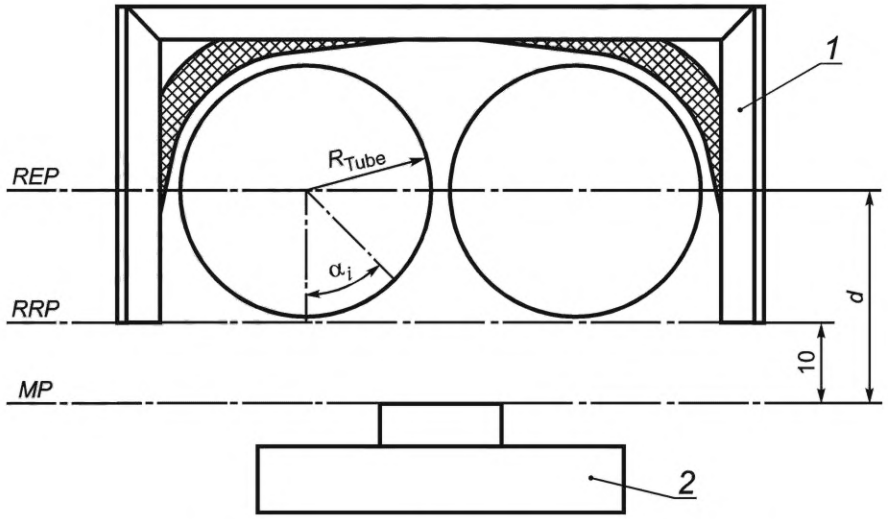
b) Обогреватель системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками

1 — блок горелки; *2* — теплогенератор; *3* — измеритель излучения (радиометр); *4* — измерительные сетки на первых 10 м трубчатых обогревателей (10 × 10 см); *5* — измерительная сетка на прямых участках трубчатых обогревателей после первых 10 м (10 × 100 см); *6* — измерительная сетка на изгибах или поворотах на 180° концов излучающих труб (10 × 10 см)

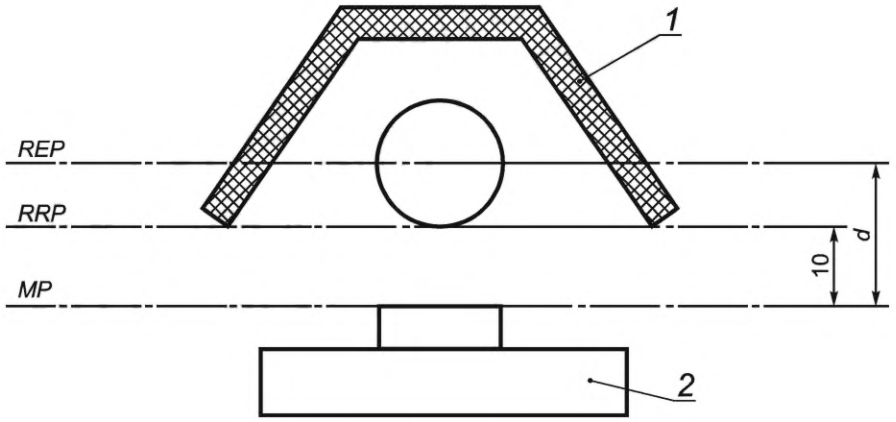
Рисунок 1 — Положение измерительной плоскости *MP*

3.6.8 **плоскость излучения эмиттера *REP*** (Strahlungsemissionsebene; radiation emitter plane): Горизонтальная плоскость, проходящая через ось излучающих труб трубчатого обогревателя и/или системы из непрерывных трубчатых обогревателей [см. рисунки 2a) и 2b)].

3.6.9 **измерительная плоскость *MP*** (Messebene; measuring plane): Плоскость, расположенная параллельно и ниже базовой плоскости излучения на (100 ± 3) мм, при этом верхняя поверхность измерителя излучения (радиометра) перемещается по измерительной сетке в измерительной плоскости [см. рисунки 1a) и 1b)].



a) Трубчатый излучающий обогреватель с одной горелкой



b) Система непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками

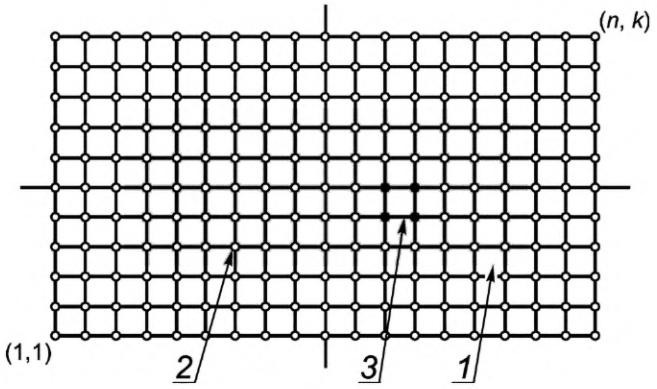
1 — трубчатый обогреватель; *2* — измеритель излучения; *REP* — плоскость излучения эмиттера; *RRP* — базовая плоскость излучения; *MP* — измерительная плоскость, расстояние по вертикали между базовой плоскостью излучения *RRP* и измерительной плоскостью *MP* равно 10 см; R_{Tube} — радиус излучающей трубы; *d* — расстояние по вертикали между плоскостью излучения эмиттера и измерительной плоскостью, см. формулу (*H*.3); α_i — угол *i* (от 0° до 90°) для расчета параметра *C* в формуле (*H*.3)

Рисунок 2 — Расположение базовой плоскости излучения *RRP* и плоскости излучения эмиттера *REP*

3.6.10 **измерительная сетка** (Messgitter): Равномерное расположение прямых линий в измерительной плоскости, параллельных или перпендикулярных продольной оси аппарата, в местах пересечения которых располагаются узлы измерительной сетки, образующие измерительные ячейки.

Примечание — Расстояние между узлами определяется требованиями раздела 7, см. рисунок 3.

3.6.11 **интенсивность излучения *E*** (Bestrahlungsstärke; irradiance): Мощность излучения на единицу площади, Вт/м², падающая на поверхность.



1 — теплогенератор; *2* — узел ячейки; *3* — измерительная ячейка

Рисунок 3 — Измерительная сетка

3.7 Энергетическая эффективность

3.7.1 **коэффициент излучения *RF*** (Strahlungsfaktor; radiant factor): Отношение мощности излучения аппарата, проходящего через базовую плоскость излучения, к полезной тепловой мощности аппарата, работающего на эталонном газе.

3.7.2 **сезонный коэффициент излучения *RFS*** (jahreszeitbedingter Strahlungsfaktor; seasonal radiant factor): Сезонно-взвешенный коэффициент излучения, равный соотношению между коэффициентом излучения аппарата при номинальной тепловой мощности и коэффициентом излучения аппарата при минимальной тепловой мощности (для аппаратов с регулировкой тепловой мощности).

3.7.3 **сезонный КПД теплоотдачи $\eta_{S,RF}$** (jahreszeitbedingter Wärmeemissionswirkungsgrad; seasonal heat emission efficiency): Сезонно-взвешенная эффективность теплового излучения аппарата с учетом влияния мощности излучения и/или коэффициента излучения на желаемую температуру в помещении.

3.7.4 **тепловой КПД *NCV* $\eta_{th,NCV}$**; *эффективность сгорания NCV* (thermischer Wirkungsgrad *NCV*, Verbrennungswirkungsgrad *NCV*; thermal efficiency, combustion efficiency): Соотношение между тепловой мощностью системы сгорания аппарата и полной тепловой мощностью аппарата на основе низшей теплотворной способности соответствующего испытательного газа.

3.7.5 **тепловой КПД *GCV* $\eta_{th,GCV}$**; *эффективность сгорания GCV* (thermischer Wirkungsgrad *GCV*, Verbrennungswirkungsgrad *GCV*; thermal efficiency, combustion efficiency): Соотношение между тепловой мощностью системы сгорания аппарата и полной тепловой мощностью аппарата на основе высшей теплотворной способности соответствующего испытательного газа.

3.7.6 **сезонный тепловой КПД *GCV* $\eta_{S,th}$** (jahreszeitbedingter thermischer Wirkungsgrad *GCV*; seasonal thermal efficiency *GCV*): Сезонно-взвешенный тепловой КПД на основе высшей теплотворной способности соответствующего испытательного газа, рассчитанный как отношение теплового КПД аппарата при номинальной тепловой мощности к тепловому КПД при минимальной тепловой мощности (для аппаратов с регулировкой тепловой мощности) с возможной поправкой на коэффициент потерь оболочки F_{env}, если горелка аппарата установлена снаружи здания (см. 8.2.2).

Примечание — Возможный расчет поправочных коэффициентов приведен в *[1]*, приложение III.

3.7.7 **сезонный КПД обогрева помещений *GCV* η_S** (saisonaler Raumheizungs-Nutzungsgrad *GCV*; seasonal space heating energy efficiency): Годовой суммарный тепловой КПД, включая сезонный КПД теплоотдачи, скорректированный с помощью поправочных коэффициентов, учитывающих адаптируемость тепловой мощности аппарата к потребности в обогреве, потребление вспомогательной энергии и потребление энергии постоянным пламенем пилотной горелки (при наличии).

3.7.8 **коэффициент потерь оболочки F_{env}** (Hüllenverlustfaktor; envelope loss factor): Коэффициент потерь энергии, учитывающий потери энергии аппарата при установке горелки вне ограждающих конструкций обогреваемого здания.

3.7.9 **потребление вспомогательной энергии** (Hilfsenergieverbrauch): Количество мощности, потребляемой вспомогательными устройствами аппарата, например вентиляторами, клапанами и элементами управления.

3.8 Страна назначения

3.8.1 **страна прямого назначения** (direktes Bestimmungsland): Страна, для которой сертифицирован аппарат и которая указана изготовителем в эксплуатационных документах как предполагаемая страна назначения.

Примечание — Может быть указано две и более страны, если аппарат в данном состоянии настройки может работать в каждой из этих стран.

3.8.2 **страна непрямого назначения** (indirektes Bestimmungsland): Страна, для которой сертифицирован аппарат, но в которой он не может работать с текущими настройками.

Примечание — При монтаже аппарата необходимо провести его регулировку и настройку для безопасной и правильной эксплуатации.

3.9 Обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:

A — *площадь излучающей поверхности;*

C_1 — средняя удельная теплоемкость сухих продуктов сгорания, МДж/(м^3 · К);

C_{ps} — удельная теплоемкость вторичной жидкости, МДж/кг · К;

CC — *коэффициент преобразования электрической энергии в первичную;*

CO_{meas} — измеренная концентрация CO (сухого, без воздуха), ppm;

d — относительная плотность сухого газа к сухому воздуху;

d — расстояние по вертикали между плоскостью излучения эмиттера и интегрирующей сферой, см;

d_h — относительная плотность влажного газа к сухому воздуху;

d_r — относительная плотность эталонного испытательного газа к сухому воздуху;

D — номинальный диаметр выходного отверстия аппарата, мм;

el — потребление электроэнергии, кВт;

el_{max} — потребление электроэнергии при номинальной тепловой мощности, кВт;

el_{min} — потребление электроэнергии при минимальной тепловой мощности, кВт;

el_{sb} — потребление электроэнергии в режиме ожидания, кВт;

E — интенсивность излучения, Вт/м^2;

E_{ij} — интенсивность излучения в узле, Вт/м^2;

$\overline{E_{ij}}$ — средняя интенсивность излучения в узлах ячейки, Вт/м^2;

F_{ij} — площадь измерительной ячейки, м^2;

F_{env} — коэффициент потерь оболочки;

h — длина пути (средняя длина луча) между теплогенератором и интегрирующей сферой, м;

h_m — влажность воздуха при измерении NO_x, г/кг;

H_i — низшая теплота сгорания газа, МДж/м^3 или МДж/кг;

H_s — высшая теплота сгорания газа, МДж/м^3 или МДж/кг;

k — количество рядов измерительной сетки;

L — объем воздуха в продуктах сгорания, м^3/м^3;

L_{min} — объем потребляемого воздуха на единицу объема продуктов сгорания, м^3/м^3;

L_{BB} — мощность излучения абсолютно черного тела;

m_{cond} — количество конденсата во вторичном теплообменнике на единицу объема дымовых газов, кг/м^3;

m_{CO_2} — количество CO_2 на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;

m_{H_2O} — количество водяного пара на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;

m_{N_2} — количество N_2 на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;

m_{O_2} — количество O_2 на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;

m_{HXs} — массовый расход вторичной жидкости во вторичном теплообменнике, кг/с;

m_W — массовый расход водяного пара в продуктах сгорания после вторичного теплообменника, кг/с;

M_{fg} — массовый расход продуктов сгорания, кг/с;

M_{meas} — измеренный массовый расход газа в условиях испытаний, кг/ч;

M_o — массовый расход газа при нормальных условиях, кг/ч или г/ч;

n — количество столбцов измерительной сетки;

NO_{x1} — значение NO_x сухого газа в нейтральных условиях горения при 0 % O_2, мг/кВт · ч;

NO_{x5} — значение NO_x при x % сухого газа O_2, пересчитанное из нейтральных условий горения, мг/кВт · ч;

$NO_{x,m}$ — значение NO_x, измеренное при h_m и t_m, мг/кВт · ч;

$NO_{x,min}$ — значение NO_x, измеренное при минимальной тепловой мощности на основе *NCV*, мг/кВт · ч;

$NO_{x,nom}$ — значение NO_x, измеренное при номинальной тепловой мощности на основе *NCV*, мг/кВт · ч;

$NO_{x,ref}$ — значение NO_x, скорректированное с учетом стандартных условий, мг/кВт · ч;

$NO_{x,seas,GCV}$ — сезонно-взвешенное значение NO_x на основе *GCV*, мг/кВт · ч;

$NO_{x,seas,NCV}$ — сезонно-взвешенное значение NO_x на основе *NCV*, мг/кВт · ч;

p — давление газа на входе в горелку, *кПа*;

p_a — атмосферное давление, *кПа*;

p_g — давление подачи газа на манометре, *кПа*;

p_n — номинальное давление газа, *кПа*;

p_{H_2O} — парциальное давление водяного пара, *кПа*;

p_{max} — максимальное давление, *кПа*;

p_{min} — минимальное давление, *кПа*;

p'_{max} — скорректированное максимальное испытательное давление, *кПа*;

p'_{min} — скорректированное минимальное испытательное давление, *кПа*;

p_w — давление насыщенного пара испытательного газа, *кПа*;

P — мощность, кВт;

$P_{Seg,j}$ — *тепловая мощность сегмента на основе GCV, кВт;*

P_{branch} — *тепловая мощность всех сегментов на основе GCV, кВт;*

q_1 — теплота сухих продуктов сгорания, кВт;

q_2 — теплота водяного пара, содержащегося в продуктах сгорания, кВт;

Q — мгновенная тепловая мощность, кВт;

Q_{HXf} — остаточная тепловая мощность продуктов сгорания перед входом во вторичный теплообменник, кВт;

Q_{HXs} — потребляемая тепловая мощность во вторичной жидкой среде вторичного теплообменника, кВт;

Q_{in} — измеренная тепловая мощность, кВт;

$Q_{in,heater,i}$ — измеренная тепловая мощность сегмента трубы (*NCV*), кВт;

$Q_{in,system,i}$ — измеренная тепловая мощность всей системы трубчатого обогревателя (*NCV*), кВт;

$Q_{in,nom}$ — измеренная номинальная тепловая мощность, кВт;

$Q_{in,min}$ — измеренная минимальная тепловая мощность, кВт;

Q_o — скорректированная тепловая мощность, кВт;

Q_m — фактическая тепловая мощность по отношению к высшей теплотворной способности, кВт;

Q_{Pilot} — тепловая мощность пилотной горелки, кВт;

$Q_{(R)c}$ — мощность излучения при нормальных условиях, Вт;

$Q_{(R)M}$ — измеренная мощность излучения, Вт;

rh — относительная влажность;

RF — коэффициент излучения;

RF_{min} — *коэффициент излучения аппарата при минимальной тепловой мощности;*

RF_{nom} — *коэффициент излучения аппарата при номинальной тепловой мощности;*

$RF_{min,i}$ — коэффициент излучения всех сегментов при минимальной тепловой мощности;

$RF_{nom,i}$ — коэффициент излучения всех сегментов при номинальной тепловой мощности;

$RF_{Seg,j}$ — коэффициент излучения сегмента при номинальной тепловой мощности;

RF_S — сезонный коэффициент излучения;

R_1 — сопротивление обмотки двигателя вентилятора в начале испытания, Ом;

R_2 — сопротивление обмотки двигателя вентилятора в конце испытания, Ом;

R_{Tube} — *радиус излучающей трубы, см;*

S — *чувствительность измерителя излучения, В/(Вт/м^2);*

T — *температура калибровочной печи, °С;*

t_a — температура окружающей среды, °С;

$t_{a,comb}$ — температура воздуха для горения, °С;

$\overline{t_{a,comb}}$ — средняя температура воздуха для горения, °С;

$t_{comp,\ max}$ — максимальная температура компонента, указанная изготовителем, °С;

$t_{comp,\ meas}$ — измеренная температура компонента при испытаниях, °С;

t_{flue} — температура продуктов сгорания, °С;

$\overline{t_{flue}}$ — средняя температура продуктов сгорания, °С;

t_g — максимальная температура газа, измеренная во время испытания, °С;

t_{HXfin} — температура продуктов сгорания на входе во вторичный теплообменник, °С;

t_{HXfout} — температура продуктов сгорания на выходе из вторичного теплообменника, °С;

t_{HXins} — температура жидкости на входе во вторичный теплообменник, °С;

t_{HXouts} — температура жидкости на выходе из вторичного теплообменника, °С;

t_{rad} — температура аппарата на базовой плоскости излучения °С;

t_{rm} — температура воздуха в помещении, °С;

$t_{rm,1}$ — температура в помещении в начале испытания вентилятора, °С;

$t_{rm,2}$ — температура в помещении в конце испытания вентилятора, °С;

U — напряжение датчика излучения, мкВ;

$U_{(c)}$ — скорректированное напряжение в узле, мкВ;

$Ü$ — чувствительность измерителя излучения, мкВ/Вт/м^2;

$Ú$ — *коэффициент теплопередачи оболочки, Вт/м^2·К;*

V_{corr} — скорректированный объемный расход, м^3/с;

V — измеренный объемный расход газа, указанный на счетчике, $м^3/с$;

V_{at} — объем сухих продуктов сгорания, $м^3/м^3$;

V_{af} — объем влажных продуктов сгорания, $м^3/м^3$;

$V_{CO,M}$ — измеренная концентрация CO, %;

$V_{CO,N}$ — расчетная концентрация CO (сухого, без воздуха), %;

$V_{CO_2,M}$ — измеренная концентрация CO_2, %;

$V_{CO_2,N}$ — расчетная концентрация CO_2 (сухого, без воздуха), %;

V_o — объемный расход газа при нормальных условиях, $м^3/с$, л/мин, $дм^3/мин$, $дм^3/с$;

$V_{O_2,M}$ — измеренная концентрация O_2, %;

$V_{O_2,N}$ — расчетная концентрация O_2 (сухого, без воздуха), %;

V_f — объем сухих продуктов сгорания на единицу объема газа, $м^3$;

V_{meas} — измеренный объемный расход газа в условиях испытаний, $м^3/с$;

V_{nom} — расход газа при номинальной тепловой мощности, $м^3/с$;

V_t — количество сухих продуктов сгорания в избытке воздуха, $кг/м^3$;

W_i — низшее число Воббе, МДж/$м^3$, МДж/кг;

W_s — высшее число Воббе, МДж/$м^3$, МДж/кг;

α — угол раскрытия интегрирующей сферы (85°), град;

λ' — коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания;

λ — длина волны;

η_{HX} — тепловой КПД конденсационного теплообменника, %;

η_{th} — тепловой КПД, %;

$\eta_{th,min}$ — тепловой КПД при минимальной тепловой мощности, %;

$\eta_{th,nom}$ — тепловой КПД при номинальной тепловой мощности, %;

$\eta_{th,\ GCV}$ — тепловой КПД по отношению к высшей теплотворной способности (*GCV*), %;

$\eta_{th,\ NCV}$ — тепловой КПД по отношению к низшей теплотворной способности (*NCV*), %;

η_s — сезонный КПД обогрева помещения, %;

$\eta_{s,th}$ — сезонный тепловой КПД, %;

$\eta_{s,RF}$ — сезонный КПД теплоотдачи, %;

$\eta_{s,on}$ — сезонный КПД обогрева помещения в активном режиме, %;

τ_{total} — суммарный коэффициент пропускания.

4 Классификация аппаратов

4.1 Классификация в соответствии с применяемыми газами и категориями

Газы подразделяются на семейства и группы (см. *[2]*). Аппараты классифицируются по категориям (см. *[2]*).

4.2 Классификация по способу удаления продуктов сгорания

4.2.1 Общие положения

Аппараты делятся на несколько типов по способу удаления продуктов сгорания и подачи воздуха для горения.

Примечание — Дополнительная информация о типах аппаратов подробно описана в *[3]*.

4.2.2 Аппараты типа B

Аппараты, предназначенные для подключения к дымоходу для удаления продуктов сгорания в пространство за пределы помещения, в котором он установлен. Воздух для горения забирается непосредственно из помещения.

Настоящий стандарт рассматривает следующие аппараты типа B:

a) тип B_2 — аппарат типа B без стабилизатора тяги;

b) тип B_5 — аппарат типа B без стабилизатора тяги, который рассчитан на подсоединение через дымоход к оконечному устройству дымохода.

Для трубчатых излучающих обогревателей с одной горелкой настоящий стандарт распространяется на следующие аппараты типа B:

1) тип B_{22} — аппарат типа B_2, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/теплообменника;

2) тип B_{23} — аппарат типа B_2, оснащенный вентилятором перед камерой сгорания/теплообменником;

3) тип B_{52} — аппарат типа B_5, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/теплообменника;

4) тип B_{53} — аппарат типа B_5, оснащенный вентилятором перед камерой сгорания/теплообменником.

Для вышеуказанных типов аппаратов подача воздуха для горения и/или отвод продуктов сгорания осуществляется механическими средствами, см. B.1.1.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками настоящий стандарт распространяется на аппараты, в которых подача воздуха для горения и/или отвод продуктов сгорания осуществляется механическими средствами следующих типов:

i) тип B_{22} — аппарат типа B_2, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/теплообменника;

ii) тип B_{52} — аппарат типа B_5, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/теплообменника.

4.2.3 Аппараты типа C

Аппарат, контур сгорания которого изолирован от жилой зоны здания, в котором установлен аппарат. Настоящий стандарт рассматривает следующие аппараты типа C:

a) тип C_1 — аппарат типа C, присоединенный воздуховодами к горизонтально установленному устройству для отвода продуктов сгорания и подачи воздуха для горения с помощью каналов, расположенных концентрически или достаточно близко друг к другу, чтобы обеспечить схожие ветровые условия;

b) тип C_3 — аппарат типа C, присоединенный воздуховодами к вертикально установленному устройству для отвода продуктов сгорания и подачи воздуха для горения с помощью каналов, расположенных концентрически или достаточно близко друг к другу, чтобы обеспечить схожие ветровые условия;

c) тип C_5 — аппарат типа C, соединенный раздельными воздуховодами для подачи воздуха для горения и отвода продуктов сгорания с отдельными ветрозащитными устройствами. Эти воздуховоды на выходе могут иметь разные давления.

Настоящий стандарт рассматривает следующие аппараты типов C_1, C_3 и C_5:

d) тип C_{12} — аппарат типа C_1, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/после теплообменника;

e) тип C_{13} — аппарат типа C_1, оснащенный вентилятором перед камерой сгорания/теплообменником;

f) тип C_{32} — аппарат типа C_3, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/теплообменника;

g) тип C_{33} — аппарат типа C_3, оснащенный вентилятором перед камерой сгорания/теплообменником;

h) тип C_{52} — аппарат типа C_5, оснащенный вентилятором после камеры сгорания/теплообменника;

i) тип C_{53} — аппарат типа C_5, оснащенный вентилятором перед камерой сгорания/теплообменником.

Для вышеуказанных типов аппаратов подача воздуха для горения и/или отвод продуктов сгорания осуществляется за счет естественной тяги или с помощью механических средств, см. B.1.2.

5 Требования к конструкции

5.1 Общие требования

5.1.1 Перенастройка на другие газы

5.1.1.1 Общие положения

Для перехода с газа одной группы или семейства на газ другой группы или семейства и/или перенастройки на другое давление подачи газа разрешены только операции, указанные ниже для каждой категории аппаратов.

Рекомендуется выполнять эти операции без отключения аппарата от сети.

5.1.1.2 Категория I

Для перехода в пределах категории I на другие газы, другие давления подачи газа или другие пары давлений газа разрешены только следующие меры или комбинации мер:

a) замена форсунок, диафрагм или дросселей;

b) замена или регулировка первых устройств предварительной настройки воздуха или трубок Вентури;

c) регулировка давления горелки;

d) замена пружины регулятора давления или регулятора давления;

e) регулировка соотношения газ — воздух на устройствах регулирования газовоздушной смеси;

f) изменения параметров конфигурации посредством обмена данными (см. *[4]*).

Другие изменения аппарата не допускаются.

5.1.1.3 Категории II и III

В дополнение к требованиям 5.1.1.2 разрешены только следующие дополнительные операции или их комбинации для переоборудования аппаратов категории II, работающих с газами первого и второго семейств, а также переоборудования аппаратов категории III, работающих с газами первого, второго и третьего семейств:

a) регулировка расхода газа пилотной горелки (пилотных горелок) либо с помощью регулятора, либо заменой форсунок или дросселей или, при необходимости, полная замена пилотной горелки (пилотных горелок) или некоторых их частей;

b) при необходимости замена автоматических запорных клапанов;

c) настройка отсечки по низкому давлению, если имеется;

d) вывод из эксплуатации регулятора давления в условиях по 5.2.7;

e) вывод из эксплуатации устройств предварительной настройки расхода газа в соответствии с условиями 5.2.2, если применимо.

Другие изменения аппарата не допускаются.

5.1.2 Материалы и методы конструктивного исполнения

Качество и толщина материалов, используемых для изготовления аппарата, в том числе для POCED, а также методы конструктивного исполнения различных частей должны определяться так, чтобы при нормальных условиях установки и эксплуатации конструктивные и эксплуатационные характеристики существенно не менялись в течение установленного срока службы.

В частности, все детали аппарата и контур сгорания должны выдерживать механические, химические и термические условия, которым может подвергаться аппарат при нормальных условиях эксплуатации.

Материалы, используемые для аппарата, должны быть пожаробезопасными.

Использование материалов, содержащих асбест, кадмий или шестивалентный хром, запрещено.

При изготовлении аппаратов не допускается использовать твердый припой, содержащий кадмий. Припой, температура плавления которого ниже 450 °C, нельзя использовать для газопроводящих деталей.

Не допускается использовать медь для газопроводящих частей, температура которых может превышать 100 °C.

Если во время работы аппарата образуется конденсат, он не должен:

a) снижать эксплуатационную безопасность;

b) вытекать из аппарата. Это требование не распространяется на конденсат на выходе из линии отвода продуктов сгорания или из вторичного теплообменника в POCED.

5.1.3 Доступность для технического обслуживания и использования

Детали, доступные во время эксплуатации и технического обслуживания в соответствии с руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию, не должны иметь острых краев и углов, которые могут привести к повреждению или травме во время эксплуатации и технического обслуживания.

Компоненты и элементы управления необходимо располагать так, чтобы их можно было регулировать, обслуживать или заменять, не снимая аппарат с его установочного положения. При необходимости следует предусматривать отверстия для доступа или съемные крышки.

Детали, предназначенные для технического обслуживания или очистки, должны быть легко доступны, просты по своему устройству, чтобы их можно было легко и правильно собрать. Необходимо обеспечить возможность повторного, правильного монтажа. Неправильная сборка деталей должна быть невозможной во избежание опасного состояния или повреждения аппарата и его регулирующих устройств.

Любые части аппарата, которые не предназначены для демонтажа пользователем и демонтаж которых повлияет на безопасность, должны демонтироваться только с помощью инструментов.

5.1.4 Гибкие газовые шланги для подключения газа

Для компенсации динамического теплового расширения излучающих трубчатых обогревателей необходимо выполнить газовое соединение с помощью гибких газовых шлангов, изготовленных из нержавеющей стали.

Минимальный диаметр шланга — не менее диаметра газового штуцера. Минимальная длина гибкого шланга — не менее 0,5 м. Максимальная длина гибкого шланга, включая фитинги, — не более 2 м.

Если гибкие газовые шланги поставляются изготовителем как часть аппарата, см. *[5]*.

Если установщик предоставляет гибкие газовые шланги, они должны соответствовать национальным стандартам. Необходимо соблюдать правила установки в стране назначения.

5.1.5 Герметичность газового контура и контура сгорания

5.1.5.1 Герметичность газового контура

Отверстия под винты, болты и т. п. для монтажа компонентов не должны выходить в газопроводящие части. Толщина стенки между отверстиями (в том числе резьбовыми) и газопроводящими частями — не менее 1 мм.

Герметичность узлов и деталей, соединенных с газопроводящими частями, которые могут демонтироваться для проведения периодического ремонта в соответствии с инструкциями по эксплуатации и техническому обслуживанию, необходимо обеспечивать торцевыми уплотнениями типа металлических прокладок, уплотнительных колец, исключая использование герметика (например, ленты, мастики или пасты). Герметичность должна сохраняться после разборки и сборки.

Герметики допускается использовать для неразъемных резьбовых соединений. Герметики должны оставаться эффективными при нормальных условиях эксплуатации.

5.1.5.2 Герметичность контура сгорания

Контур сгорания, за исключением горелки, блока рециркуляции и линии отвода продуктов сгорания аппарата, должны постоянно находиться под отрицательным давлением.

5.1.5.3 Герметичность контура сгорания аппаратов типа B

Герметичность частей для удаления дымовых газов аппарата обеспечивают только механическими средствами. Исключение составляют те части, которые не демонтируют при регулярном техническом обслуживании; они соединены друг с другом мастикой или пастой так, чтобы постоянно обеспечивалась герметичность при нормальных условиях эксплуатации (см. 6.2.1.2). При герметизации соединений коллектора и патрубка следует использовать одни и те же герметики.

5.1.5.4 Герметичность контура сгорания аппаратов типа C

Детали, подлежащие демонтажу при плановом техническом обслуживании и влияющие на герметичность аппарата и/или его трубопроводов, герметизируют механическими средствами, исключая пасты, мастики и ленты. Замена прокладок (сальников) после очистки или технического обслуживания допускается согласно технической инструкции.

Однако части корпуса, не предназначенные для снятия при обычном обслуживании, необходимо герметизировать так, чтобы была обеспечена постоянная герметичность при нормальных условиях эксплуатации.

Части для подачи воздуха для горения/отвода отработавших газов, ветрозащитное устройство и соединительные элементы должны подходить друг к другу и образовывать прочный узел. Детали, которые приходится демонтировать при регулярном техническом обслуживании, конструируют и располагают так, чтобы после повторной установки была обеспечена герметичность.

Фитинги должны обеспечивать герметичное соединение с устройством для отвода продуктов сгорания и подачи воздуха для горения.

5.1.6 Подача воздуха для горения и отвод продуктов сгорания

5.1.6.1 Общие положения

Все аппараты следует конструировать так, чтобы обеспечить необходимую подачу воздуха для горения во всех диапазонах от момента розжига до любых возможных значений теплопроизводительности, указанных изготовителем.

Аппараты оснащают регулирующими устройствами в контуре сгорания, предназначенными для приспособления аппаратов к потерям давления в установленных воздуховодах с помощью дросселей либо путем установки средств регулировки до заданных значений в соответствии с подробными техническими инструкциями.

Поперечное сечение контура сгорания систем из непрерывных излучающих трубчатых обогревателей с несколькими горелками необходимо регулировать одним или несколькими дросселями, чтобы можно было управлять отдельными секциями аппарата в пределах установленных значений давления всасывания контура сгорания, указанных изготовителем для нормальной работы.

Если установлен дроссель, его следует заблокировать и опломбировать в отрегулированном положении.

Для модулирующих систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками площадь контура сгорания может регулироваться одним или несколькими регулирующими дросселями, чтобы обеспечить возможность регулирования отдельных секций аппарата в пределах установленных значений давления всасывания контура сгорания, указанных изготовителем для нормальной работы.

Если установлен регулирующий дроссель, его поставляют вместе с аппаратом, и после его регулировки необходимо предусмотреть возможность его фиксации в максимальном и минимальном положениях с помощью механических упоров.

Если дроссель находится в полностью закрытом положении, не менее 2 % площади поперечного сечения трубы должны быть открыты для выпуска газа.

Если аппарат оборудован POCED, который в соответствии с инструкциями изготовителя допускается устанавливать так, чтобы его выходное отверстие, при наличии оконечного устройства, поставляемого с аппаратом или указанного в эксплуатационных документах, выступало за пределы внешней поверхности здания более чем на 1,5 м, то этот дымоход вместе со связанным каналом подачи воздуха (в аппаратах типов C_1 и C_3) не должны подвергаться деформации при испытании ветровой нагрузки согласно *ГОСТ Р 59376—2022 (пункт 4.3.2)*.

5.1.6.2 Каналы подачи воздуха для горения и отвода продуктов сгорания

Сборку различных частей при монтаже следует производить так, чтобы требовалась только подгонка длины каналов подачи воздуха и отвода продуктов сгорания (с возможной подрезкой). Такая подгонка не должна влиять на правильную работу аппарата.

Следует предусмотреть возможность соединения аппарата, каналов для подачи воздуха и отвода продуктов сгорания, а также оконечного устройства или арматуры, при необходимости, с использованием стандартных инструментов. Вместе с аппаратом поставляют все необходимые аксессуары и инструкции по монтажу.

Оконечные выходы ветрозащитных устройств, каналов подачи воздуха для горения и отвода продуктов горения должны помещаться внутри квадрата со стороной 50 см для аппаратов типов C_1 и C_3.

Примечание — В соответствии с национальным законодательством в контуре сгорания допускается предусматривать отверстия для отбора проб.

5.1.6.3 Воздухозаборные отверстия

Все отверстия для подачи воздуха в аппарат необходимо защитить от случайного засорения. Кроме того, эти отверстия не должны допускать попадания шара диаметром 16 мм, к которому приложено усилие 5 Н.

5.1.6.4 Выпускной патрубок аппарата

Поперечное сечение выпускного патрубка для продуктов сгорания аппарата не должно быть регулируемым.

5.1.6.5 Аппараты типов B_{22} и B_{23}

Выпускной патрубок для продуктов сгорания аппарата должен быть выступающим и позволять, если необходимо, при помощи переходника, поставляемого с аппаратом, подключение к дымовой тру-

бе, диаметр которой соответствует стандартам, действующим в стране, где аппарат следует установить.

Необходимо предусмотреть возможность введения в разъем дымохода трубы наружным диаметром (D – 2) мм на глубину не менее D/4, но не настолько глубоко, чтобы это мешало отводу продуктов сгорания. Глубину вставки допускается уменьшить до 15 мм для вертикального соединения.

Примечание — D — номинальный внутренний диаметр выпускного патрубка аппарата.

В эксплуатационных документах указывают минимальное и максимальное эквивалентные сопротивления, включая данные для расчета эквивалентного сопротивления (например, поправки на изгибы) и массового расхода отработавших газов в кг/с. Кроме этого, в эксплуатационных документах следует указать давление и температуру продуктов сгорания.

Если аппарат рассчитан на подключение к дымоходу со стенным выводом, изготовитель поставляет соответствующий разъем дымохода или указывает требующийся тип вывода. Конструкция разъема вывода должна быть такой, чтобы не пропускать шар диаметром 16 мм, к которому приложено усилие 5 Н.

5.1.6.6 Аппараты типов B_{52} и B_{53}

POCED поставляется в комплекте с аппаратом или указывается изготовителем в эксплуатационных документах. Спецификация должна содержать описание трубопровода, включая любые изгибы, материалы его конструкции и критические допуски (например, по длине, диаметру, толщине, глубине вставки и т. п.).

В эксплуатационных документах необходимо указать минимальное и максимальное эквивалентные сопротивления и включить детали для расчета эквивалентного сопротивления, например допуск на изгибы.

Если аппарат рассчитан на подключение к дымоходу со стенным выводом, изготовитель поставляет соответствующий разъем дымохода или указывает требующийся тип вывода. Конструкция разъема вывода должна быть такой, чтобы не пропускать шар диаметром 16 мм, к которому приложено усилие 5 Н.

5.1.6.7 Контур сгорания

5.1.6.7.1 Газовые трубчатые обогреватели с одной горелкой

Скорость рециркуляции для всех типов горелок (одноступенчатых, двухступенчатых, модулирующих) можно регулировать с помощью подходящих дросселей.

Дроссели необходимо отрегулировать так, чтобы избежать неконтролируемого переключения.

5.1.6.7.2 Системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками

Поперечное сечение контура сгорания должно регулироваться с помощью одного или нескольких дросселей, чтобы можно было регулировать отдельные секции аппарата в пределах установленных предельных значений давления всасывания контура сгорания согласно эксплуатационным документам для нормальной работы.

Если предусмотрен дроссель, он должен поставляться с аппаратом и иметь возможность блокировки и опломбирования в отрегулированном положении.

Для модулируемых аппаратов поперечное сечение контура сгорания может регулироваться с помощью одного или нескольких дросселей, что позволяет регулировать отдельные секции аппарата в пределах установленных предельных значений давления всасывания контура сгорания согласно эксплуатационным документам для нормальной работы.

Если предусмотрен дроссель, его поставляют вместе с аппаратом, и после регулировки должна быть предусмотрена возможность его фиксации в максимальном и минимальном положениях с помощью механических упоров.

Если дроссель находится в полностью закрытом положении, не менее 2 % площади поперечного сечения трубы должны быть открыты для выпуска скопившегося газа.

5.1.7 Входные газовые патрубки

Газовый патрубок должен быть спроектирован так, чтобы не было неправильного прохождения газа из воздухозаборника в газовый контур. Газовый патрубок должен быть доступным.

Пространство вокруг патрубка должно быть достаточным, чтобы, при необходимости, можно было использовать инструменты для выполнения соединения. Все соединения должны выполняться без специальных инструментов.

Подключение аппарата к системе газоснабжения осуществляют с помощью одного из следующих типов жестких металлических соединений:

a) *цилиндрическое* резьбовое соединение согласно *ГОСТ 6357*. В этом случае конец газового патрубка должен иметь плоскую кольцевую поверхность шириной не менее 3 мм для резьбы размером 1/2 и 3/8 дюйма и шириной не менее 2,5 мм для резьбы размером ¼ дюйма, чтобы возможно было установить уплотняющую шайбу. Если конец газового патрубка имеет резьбу размером ½ дюйма, то в него должен входить калибр диаметром 12,3 мм на глубину не менее 4 мм;

b) *коническое* резьбовое соединение согласно *ГОСТ 6211*;

c) резьбовое соединение (см. *[6]* или *[7]*);

d) обжимной фитинг, подходящий для медных трубок согласно *ГОСТ Р 52318;*

e) прямая трубка длиной не менее 30 мм, торец которой должен быть цилиндрическим, гладким и чистым для соединения с обжимным фитингом в соответствии с 5.1.7, перечисление *a*);

f) фланец в соответствии с *ГОСТ 6211, ГОСТ 33259* (см. также *[8]*).

Подключение газа должно быть достаточно надежным, чтобы при подключении газа не могли быть повреждены газопроводящие части или устройства управления.

Аппараты оснащают подходящими средствами крепления или подвешивания относительно линии подачи газа.

5.1.8 Рабочее состояние

Все блоки горелок необходимо оснащать устройством для наблюдения за пламенем всех пилотных горелок во время розжига и технического обслуживания. Смотровое отверстие для наблюдения, если оно находится в зоне повышенной температуры, должно быть закрыто термостойким стеклом или другим равноценным материалом и герметизировано подходящим термостойким герметиком.

Пользователь всегда должен иметь возможность визуально проверить, работает ли блок горелки или аппарат перешел в режим кратковременной или долговременной блокировок; для этого применяют:

a) зеркала или окна, оптические свойства которых не должны ухудшаться после завершения всех испытаний, указанных в настоящем стандарте;

b) световую индикацию, назначение которой должно быть четко и постоянно указано на аппарате либо на заводской табличке или этикетке по 10.1.2. Схему световой индикации проектируют и оформляют так, чтобы:

1) показывать наличие контролируемого пламени горелки, а при наличии контролируемой запальной горелки также показывать, когда работает основная горелка;
2) любые перебои электропитания, возникающие в цепи световой индикации, не влияли на работу каких-либо предохранительных устройств и работу самого аппарата.

5.1.9 Электрическая безопасность

Электрическое оборудование аппарата должно быть спроектировано и изготовлено так, чтобы избежать повреждений в результате несчастных случаев с электрическим током, и должно соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60335-2-102*.

Если аппарат оснащен электронными компонентами или системами, выполняющими защитные функции, они должны соответствовать требованиям к уровню электромагнитной совместимости по *ГОСТ EN 298*.

Если электрическая степень защиты аппарата указана на заводской табличке, эта информация должна соответствовать требованиям *ГОСТ 14254*.

5.1.10 Безопасность эксплуатации при колебаниях, прерывании и восстановлении электропитания

Прерывание и последующее восстановление подачи электропитания в любое время при запуске или во время работы аппарата должны приводить к продолжению безопасной работы, кратковременной или долговременной блокировке или автоматическому перезапуску после аварийного отключения.

Прерывание и последующее восстановление электропитания не должно подавлять состояние блокировки, кроме случаев, когда аппарат рассчитан на перезагрузку путем отключения и повторного включения электропитания (например, кратковременная блокировка). Такой перезапуск должен быть возможен только в том случае, если прерывание и последующее повторное включение электропитания не может привести к опасному состоянию аппарата.

Примечание — Требования для непрерывной и безопасной работы аппарата в случае нормального и аномального колебания вспомогательной энергии приведены в 6.2.7.2, перечисления d) и e).

5.1.11 Двигатели и вентиляторы

Направление вращения двигателей и вентиляторов должно быть четко обозначено.

При использовании ременного привода его проектируют или размещают так, чтобы обеспечить защиту пользователя.

Должны быть предусмотрены средства регулировки натяжения ремня. Подобная регулировка должна быть предусмотрена только с помощью общедоступных инструментов.

Двигатели и вентиляторы устанавливают так, чтобы свести к минимуму шум и вибрацию.

Любые предусмотренные точки смазки должны быть легкодоступны.

5.2 Требования к устройствам регулирования, управления и безопасности

5.2.1 Общие положения

Работа любого устройства безопасности не должна блокироваться устройством управления.

Отказ устройства регулирования, управления или безопасности не должен приводить к опасной ситуации.

Любую часть аппарата, которая не может быть изменена пользователем или монтажником, следует соответствующим образом защитить. Для этой цели допускается использовать краску, если она выдерживает температуру, возникающую при нормальной работе аппарата.

Аппарат не должен иметь каких-либо органов управления, которыми может управлять пользователь и тем самым вывести его из нормального рабочего состояния.

5.2.2 Устройство предварительной настройки расхода газа

Устройства предварительной настройки расхода газа применяют для аппаратов, использующих несколько групп газов 1-го семейства, и опционально для аппаратов, использующих другие группы газов. Данное устройство при этом:

a) должно быть опломбировано, если регулировка проводилась в процессе производства;

b) может быть опломбировано при регулировке во время установки или при техническом обслуживании.

5.2.3 Регулятор диапазона

Установка регулятора диапазона на аппарат не обязательна.

Для аппаратов категории II_{1a2H} устройство предварительной настройки расхода газа и регулятор диапазона могут быть одним и тем же устройством. Однако если устройство предварительной настройки расхода газа должно быть полностью или частично опломбировано при работе аппарата с газом второго семейства, то устройство предварительной настройки расхода газа или его опломбированная часть больше не должны использоваться в качестве регулятора диапазона.

5.2.4 Регулятор подачи воздуха

Регуляторы подачи воздуха должны быть предварительно настроены и опломбированы в процессе производства при соответствующей настройке для газа, на который настраивается аппарат.

5.2.5 Органы ручного управления

5.2.5.1 Применение

Вентили с ручным управлением, кнопки или электрические переключатели, необходимые для запуска и нормальной работы аппарата, должны поставляться в комплекте с ним.

5.2.5.2 Вентили с ручным управлением

Вентили с ручным управлением должны соответствовать требованиям *ГОСТ 32032*. Вентили с ручным управлением должны быть поворотного типа (на 90°), если они не встроены в устройство контроля пламени.

Вентили с ручным управлением конструируют или располагают так, чтобы предотвратить случайное срабатывание и в то же время позволить легко управлять вентилями, когда это необходимо. Их конструкция должна быть такой, чтобы в рабочем состоянии можно было легко различить положение «включено» и «выключено».

Если на входе в аппарат имеется вентиль с ручным управлением, он должен работать при давлении, в 1,5 раза превышающем максимальное давление подачи, и должен быть легко доступен.

Устройства управления с ручным приводом, которые используются только для включения и выключения, должны быть снабжены фиксированным упором во включенном и выключенном положении.

5.2.6 Устройство регулирования газовоздушной смеси в системе из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками

Должны быть предусмотрены средства, обеспечивающие поддержание соотношения газа и воздуха для горения во всем диапазоне отрицательного давления в камере сгорания, как указано в эксплуатационных документах.

5.2.7 Регулятор давления

Регуляторы давления должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 54824*.

Если не установлен регулятор нулевого давления в аппаратах, использующих газы первого или второго семейства, подача газа к горелке и ко всем пилотным горелкам должна регулироваться встроенным регулятором давления газа, расположенным перед автоматическими запорными клапанами, если только он не является частью многофункционального устройства управления.

Регулятор давления газа допускается использовать опционально для аппарата, работающего на газе третьего семейства.

Конструкция и доступность регулятора давления должны быть такими, чтобы легко настроить его для работы с другим газом или вывести из эксплуатации. В то же время необходимо принять меры предосторожности, чтобы затруднить несанкционированное вмешательство в его настройку.

Однако для аппаратов категорий I_{2E+}, II_{2E+3+} и II_{2E+3P} регулятор давления газа не должен работать в диапазоне двух нормальных давлений для пары давления второго семейства (т. е. от *2,0* до *2,5 кПа*). Для аппаратов категорий II_{2E+3+} и II_{2E+3P} необходимо предусмотреть возможность частичного отключения регулятора давления при питании аппарата газами второго семейства, чтобы регулятор не работал в диапазоне двух нормальных давлений пары давлений второго семейства, т. е. от *2,0* до *2,5 кПа*.

5.2.8 Многофункциональные устройства управления

Многофункциональные устройства управления должны соответствовать требованиям *ГОСТ EN 126*.

5.2.9 Автоматические запорные клапаны

Автоматические запорные клапаны должны соответствовать требованиям *ГОСТ 32028*.

Подача газа к основной горелке должна управляться двумя последовательно установленными автоматическими запорными клапанами, один из которых относится к классу A или B, а другой к классу A, B, C или J. Если установлен клапан класса J, необходимо использовать фильтр так, чтобы через фильтр не проходил концевой калибр на 0,2 мм. Этот фильтр должен устанавливаться перед клапаном класса J.

Подача пускового газа должна управляться одним автоматическим запорным клапаном класса A или B.

Если автоматический запорный клапан относится к классу B, он может стоять на линии подачи газа перед основной горелкой, и подача пускового газа осуществляется сразу после этого клапана. Если подача пускового газа осуществляется дополнительным автоматическим запорным клапаном, то тепловая мощность при розжиге не должна превышать 1 кВт или 5 % тепловой мощности основной горелки, в зависимости от того, что меньше.

Примечание — Схемы, показанные на рисунке 4, приведены в качестве примеров. Допустимы другие исполнения, если они обеспечивают по крайней мере такой же уровень безопасности.



a) Аппарат с пилотной горелкой тепловой мощностью не более 1 кВт или 5 % от тепловой мощности основной горелки

b) Аппарат с непосредственным розжигом основной горелки

BA — пилотная горелка; BP — основная горелка

Рисунок 4 — Устройство автоматических запорных клапанов

5.2.10 Газовые фильтры

На входе каждого блока горелки, оборудованного одним или несколькими автоматическими запорными клапанами, должен быть установлен сетчатый фильтр для предотвращения попадания посторонних предметов.

Примечание — Сетчатый фильтр может быть встроен в автоматический запорный клапан, расположенный выше по потоку.

Наибольший размер отверстий сетчатого фильтра не должен превышать 1,5 мм, а сетка не должна пропускать калиброванный штифт размером 1 мм.

В газовых контурах, оборудованных несколькими автоматическими запорными клапанами, необходимо установить только один газовый фильтр при условии, что он в достаточной степени защищает все автоматические запорные клапаны.

Для клапанов с функцией самоочистки и клапанов размером до 1/2 дюйма (или *DN*15) сетчатый фильтр можно не применять.

Если перед автоматическим запорным клапаном установлен регулятор давления газа, то газовый фильтр допускается устанавливать перед регулятором давления газа.

5.2.11 Регуляторы температуры

Встроенные механические регуляторы температуры должны соответствовать требованиям *ГОСТ 32029*.

5.2.12 Устройства контроля воздуха

5.2.12.1 Общие положения

Аппараты должны быть оснащены устройствами контроля воздуха. Это требование не относится к аппаратам с устройствами контроля газовоздушной смеси, в которых могут использоваться другие средства, чтобы избежать нехватки воздуха для горения.

5.2.12.2 Блоки горелок

Каждую горелку снабжают подходящим устройством контроля потока воздуха во время предварительной продувки, розжига и работы аппарата (см. 6.2.6.2 и 6.2.6.3).

Измерительный датчик должен быть установлен на каждом блоке горелки и не зависеть от измерения статического давления. Устройство контроля воздуха должно измерять перепад давления.

Перед запуском системы устройство контроля воздуха должно быть проверено в состоянии без воздушного потока. При неудачной проверке устройства без воздушного потока запуск системы должен быть невозможен.

Сбой воздушного потока в любой момент во время продувки, розжига или работы горелки должен приводить к кратковременной, долговременной или защитной блокировке, так чтобы повторный пуск мог происходить только после автоматического перезапуска цикла (см. 5.2.12.3).

Косвенные процедуры управления воздушным потоком не допускаются.

5.2.12.3 Общий воздуховод

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками общий воздуховод или каждая отводная труба должны быть снабжены подходящими устройствами контроля потока воздуха во время предварительной продувки, розжига и работы аппарата [см. 6.2.6.2, перечисление e), и 6.2.7].

Измерительный датчик должен быть установлен в определенной точке общего воздуховода или на входе каждой отводной трубы, и он не должен зависеть от измерения статического давления.

Устройство контроля воздуха должно измерять перепад давления.

Перед запуском системы устройство контроля воздуха должно быть проверено в состоянии без воздушного потока. При неудачной проверке устройства без воздушного потока запуск системы должен быть невозможен.

Если устройство контроля воздуха установлено в общем воздуховоде, сбой воздушного потока в любой момент во время предварительной продувки, розжига и работы горелки должен приводить к долговременной блокировке системы.

Если устройство контроля воздуха установлено на входе в каждую отводную трубу, сбой воздушного потока в любой момент во время предварительной продувки, розжига и работы горелки должен приводить к долговременной блокировке затронутой отводной трубы или труб.

Косвенные процедуры управления воздушным потоком не допускаются.

5.2.13 Система автоматического управления

5.2.13.1 Последовательность работы системы

Запуск системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками происходит в следующей последовательности:

a) этап 0: система полностью отключена;

b) этап 1:

1) возникновение потребности в обогреве,

2) все устройства контроля воздуха проверены в состоянии без воздушного потока,

3) включен вентилятор в общем воздуховоде,

4) проверка достаточного воздушного потока в общем воздуховоде;

c) этап 2:

1) при наличии сигнала на запуск блока горелки происходит проверка, находится ли переключатель устройства контроля воздуха горелки в положении «недостаточно воздуха»;

2) предварительная продувка с проверкой прохождения достаточного воздушного потока через общий воздуховод;

3) зажигание;

4) рабочее состояние горелки.

После сигнала на отключение при нормальной работе блок горелки аппарата должен вернуться в состояние готовности между положениями b 4) и c 1) или на этап 0, если применимо.

Для аппаратов, состоящих из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками, системы автоматического управления газовыми горелками должны быть сконструированы так, чтобы все блоки горелок работали либо одновременно, либо последовательно в соответствии с эксплуатационными документами. Системы автоматического управления газовых горелок должны быть спроектированы так, чтобы все блоки горелок работали одновременно. При наличии в аппарате не менее двух отводных труб допускается их зональное управление. К зоне могут относиться несколько отводных труб, а труба может иметь одну или несколько горелок. Однако отдельные горелки в пределах одной отводной трубы не могут иметь зональное управление.

5.2.13.2 Система автоматического управления горелкой

5.2.13.2.1 Общие положения

Каждую горелку необходимо оборудовать системой автоматического управления, отвечающей требованиям *ГОСТ EN 298*.

5.2.13.2.2 Ручное управление

Неправильная работа или нарушение последовательности работы аппаратов с ручным управлением (например, кнопок и переключателей) не должны влиять на безопасную работу системы автоматического управления горелкой.

Аппарат устанавливают, как описано в 6.1.6, и подключают к соответствующему испытательному газу (см. таблицу *2*) при номинальной тепловой мощности в соответствии с 6.1.3.2.3. Пусковое устройство приводят в действие вручную 10 раз каждые 5 с. Быстрое срабатывание (включение и выключение) пускового устройства не должно приводить к опасной ситуации.

5.2.13.2.3 Предварительная продувка

Перед каждой попыткой розжига или открытием любого автоматического запорного клапана следует совершить предварительную продувку аппарата. Время продувки должно быть достаточным для хотя бы однократной продувки объема системы и составлять не менее 20 с. Продолжительность продувки указывают в эксплуатационных документах и проверяют при следующих условиях испытаний.

Горелку зажигают в соответствии с эксплуатационными документами. Измеряют время между сигналом полного расхода воздуха для горения и включением системы зажигания.

Для систем, состоящих из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками, предварительная продувка не требуется после того, как зональное управление отключает отводную трубу, если вентилятор не выключается между остановом и повторным запуском отводной трубы и в этот период работает другая отводная труба.

5.2.13.2.4 Устройство обнаружения пламени

Устройство обнаружения пламени на каждой горелке должно включить устройство контроля пламени, предотвращающее открытие запорного клапана, если во время запуска присутствуют пламя или симуляция пламени.

Если в рабочем состоянии пламени нет, устройство обнаружения пламени должно вызвать одно из следующих состояний:

a) кратковременную блокировку;

b) долговременную блокировку;

c) одно из следующих действий, при условии, что оно не приведет к возникновению опасного состояния:

1) защитное отключение с последующим автоматическим перезапуском цикла,

2) повторное зажигание.

Подачу газа на основную горелку прекращают во время работы блока горелки. Измеряют время между моментом погасания основной горелки и сигналом на закрытие клапана. Это время, затрачиваемое устройством обнаружения пламени на отключение автоматических запорных клапанов горелки в случае пропадания пламени, не должно превышать 2 с.

Несмотря на данное требование, если используется система повторного зажигания, это время может быть увеличено для попытки повторного зажигания, но оно не должно превышать времени первого защитного отключения.

5.2.13.2.5 Образование пламени пускового газа

Пламя пускового газа должно образоваться либо на основной горелке, либо на отдельной пилотной горелке.

В эксплуатационных документах должно быть указано защитное время для образования пламени пускового газа.

Искра зажигания (или другое средство воспламенения) не должна возникать до окончания времени предварительной продувки и должна исчезнуть до окончания или в конце первого защитного времени.

Напряжение на автоматические запорные клапаны пускового газа не должно подаваться до возникновения искры зажигания (или другого средства воспламенения).

Если пламя пускового газа не обнаружено до истечения первого защитного времени, должна произойти кратковременная или долговременная блокировка.

Не следует подавать напряжение на автоматические запорные клапаны основного газа для подачи газа к основной горелке, пока не обнаружено пламя пускового газа.

Предохранительный запорный клапан на подаче газа к основной горелке может быть открыт для подачи пускового газа, если подача пускового газа происходит после первого предохранительного запорного клапана магистрального газа.

5.2.13.2.6 Прямой розжиг основной горелки

В эксплуатационных документах должно быть указано защитное время для розжига основной горелки.

Искра зажигания (или любое другое средство воспламенения) не должна возникать до окончания времени предварительной продувки и должна исчезнуть до окончания или в конце первого защитного времени.

Если для воспламенения газа используют накал запальника, источник воспламенения должен быть включен до того, как откроются газовые клапаны, чтобы была возможность воспламенить поступающий газ.

Напряжение на главные газовые клапаны не должно подаваться до возникновения искры зажигания (или активации других средств воспламенения). Если к концу времени зажигания основного пламени оно не обнаружено, должна произойти кратковременная или долговременная блокировка.

5.2.13.2.7 Защитное и управляемое отключение

Устройства обнаружения пламени и управления подачей воздуха должны закрыть все автоматические запорные клапаны соответствующей горелки. При выключении вентилятор не должен отключаться до срабатывания автоматических запорных клапанов. Дополнительно можно сделать продувку.

5.2.13.2.8 Настройка дистанционного управления

Если аппаратом можно управлять дистанционно с помощью регуляторов температуры или таймеров, должна быть предусмотрена возможность выполнения электрических соединений этих устройств без вмешательства во внутренние соединения аппарата.

5.2.13.3 Устройства регулирования газовоздушной смеси

Устройства регулирования газовоздушной смеси должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы повреждения, предсказуемые при нормальной работе, не приводили к изменениям, которые могут снизить безопасность аппарата.

При использовании пневматических устройств регулирования газовоздушной смеси они должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 54824*.

При использовании электронных устройств регулирования газовоздушной смеси они должны соответствовать требованиям *ГОСТ Р 55207*.

Контрольные трубки должны быть изготовлены из металла с подходящими механическими соединениями или из других материалов по крайней мере с сопоставимыми свойствами, и в этом случае они считаются защищенными от разрывов, случайного отсоединения и утечек после испытаний на герметичность. Если это требование выполнено, специальные испытания не требуются.

Контрольные трубки для воздуха и продуктов сгорания должны иметь площадь поперечного сечения не менее 12 мм^2 с минимальной толщиной стенки 1 мм. Если подтверждено и приняты меры, исключающие образование конденсата в контрольных трубках, минимальная площадь поперечного сечения контрольных трубок для воздуха должна составлять 5 мм^2. Все контрольные трубки должны быть расположены и закреплены так, чтобы исключить скопление конденсата. Кроме этого, трубки должны располагаться так, чтобы не допустить образования изломов, протечек и разрывов. Если используется несколько контрольных трубок, соответствующее положение соединения должно быть очевидным для каждой трубки.

Устройство регулирования газовоздушной смеси должно быть отрегулировано при изготовлении аппарата, и должны быть приняты соответствующие меры предосторожности для предотвращения других настроек. Если допускаются настройки на месте монтажа, в инструкции по монтажу необходимо включить соответствующие положения (см. 10.2.2). В частности, должны быть указаны процедура настройки, значения настроек, требуемое оборудование и необходимая точность этого оборудования. Должны быть объяснены последствия неточной настройки.

Примечания

1 Следующие примеры считаются соответствующими дополнительными мерами предосторожности:

a) физическое удаление регулировочных винтов (или другие методы предотвращения их функционирования);

b) физическое предотвращение доступа к регулировочным винтам (например, заполнение отверстий для доступа);

c) добавление предупреждающей наклейки или этикетки с соответствующим текстом на газовом клапане и/или в непосредственной близости от регулировочных винтов, чтобы она была хорошо видна настройщику газового клапана во время доступа к регулировочным винтам.

2 Регуляторы газовоздушной смеси обычно имеют две настройки (регулировка дросселя и нулевой точки), требования настоящего раздела применяют к обеим настройкам.

Если инструкции по монтажу аппарата допускают регулировку устройства регулирования газовоздушной смеси, то эта процедура должна быть описана. Если газовый клапан блока регулирования газовоздушной смеси требует регулировки на месте, необходимо предусмотреть возможность указания того, что настройки клапана были изменены.

Примечание — Примером подходящего положения является цветная точка на регулировочном устройстве.

Инструкции по монтажу должны включать информацию, как проверять настройки, если имеются признаки того, что во время установки или обслуживания настройки устройства регулирования газовоздушной смеси были изменены. Также должно быть указано, какие действия следует предпринять в случае неправильных настроек.

5.3 Устройства розжига

5.3.1 Общие положения

Если аппарат был установлен в соответствии с инструкциями по монтажу, он должен иметь возможность воспламенения из легкодоступного места с помощью электрического или другого подходящего устройства розжига, встроенного в аппарат.

Устройства розжига конструируют и располагают так, чтобы они были защищены от ухудшения горения или угасания в результате воздействия, например, тяги, продуктов сгорания, перегрева, конденсации, коррозии или других деталей.

Пилотные горелки, устройства розжига и их монтажные крепления конструируют так, чтобы они были зафиксированы по отношению к каждому компоненту и горелке, с которыми они должны работать, и не смещались в процессе работы.

5.3.2 Устройство розжига основной горелки

Каждую основную горелку необходимо снабдить запальным устройством прямого розжига.

5.4 Основная горелка

Поперечные сечения выходных отверстий горелки, предназначенные для образования пламени, не должны быть регулируемыми.

Горелки размещают так, чтобы была невозможна их неправильная установка. Должен быть невозможен демонтаж узла горелки без использования инструментов.

5.5 Регуляторы температуры

5.5.1 Общие требования

Для защиты от перегрева компонентов аппарата каждую горелку и блок горелки с рециркуляцией следует оснастить одним из регуляторов температуры, указанных ниже. Это не относится к аппаратам с другими способами защиты от перегрева при неисправности дросселя или при ошибке регулировки.

Встроенные механические регуляторы температуры должны соответствовать требованиям *ГОСТ 32029*. Встроенные электрические и электронные регуляторы температуры должны соответствовать требованиям *ГОСТ IEC 60730-2-9*.

Защитные ограничители температуры должны соответствовать требованиям типа 2.K согласно *ГОСТ IEC 60730-2-9*.

5.5.2 Регулятор/ограничитель температуры

Может быть предусмотрен регулятор температуры, предназначенный для поддержания температуры ниже определенного значения при нормальных условиях эксплуатации с приспособлением для регулировки пользователем.

Примечание — Ограничитель температуры может быть отключен автоматически или вручную.

5.5.3 Термовыключатель при перегреве

Необходимо предусмотреть устройство контроля температуры, предназначенное для поддержания температуры ниже заданного значения при ненормальных условиях эксплуатации и не имеющее возможности настройки пользователем.

5.5.4 Ограничитель температуры/термовыключатель при перегреве

Рабочая температура в термовыключателе при перегреве должна быть установлена и опломбирована.

Если обнаружение пламени осуществляется не с помощью термоэлектрического устройства прямого действия, долговременная блокировка не должна зависеть от работы цепей датчика пламени. В частности, ограничители температуры не должны устанавливаться последовательно с датчиком пламени или соединением между устройством управления и любым автоматическим запорным клапаном.

5.6 Точки измерения давления

5.6.1 Точки измерения давления газа

Горелку необходимо оборудовать как минимум двумя точками измерения давления газа. Одну точку предусматривают перед первым устройством управления и безопасности, а другую — после последнего регулятора расхода газа в тщательно выбранном месте, чтобы можно было проводить измерения.

Аппараты, работающие только на газе третьего семейства и не имеющие регулятора давления, допускается оборудовать только одной точкой измерения давления.

Точки измерения давления должны иметь внешний диаметр $9^{0}_{-0,5}$ мм и полезную длину не менее 10 мм, чтобы обеспечить установку трубки. Диаметр отверстия трубки не должен превышать 1 мм.

5.6.2 Точки измерения атмосферного давления

В аппаратах с одной горелкой точку измерения давления устанавливают на горелке и блоке рециркуляции для измерения давления всасывания (см. *А*.1).

В аппаратах с несколькими горелками точку измерения давления устанавливают на каждой отдельной горелке для измерения давления всасывания (см. *А*.2).

5.7 Форсунки

Каждая форсунка и съемный дроссель должны иметь нестираемые маркировки. Необходимо предусмотреть возможность замены форсунок и дросселей без демонтажа излучающей трубы. Форсунки могут быть демонтированы только с помощью инструментов.

5.8 Теплообменники продуктов сгорания

На выходе продуктов сгорания может быть установлен теплообменник. Теплообменник располагают непосредственно в конце трубчатого излучателя или системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей или в конце системы отвода продуктов сгорания (между выпускным отверстием и дымовой трубой). Теплообменник должен иметь два отдельных потока с продуктами сгорания в качестве первичной экзотермической среды. Обмениваемое тепло передается вторичной среде, которая направляется в теплообменник с помощью вспомогательной энергии.

Теплопередача может быть прямой или полупрямой и осуществляться по принципу параллельного, встречного, перекрестного или перекрестно-встречного потока.

Требования к теплообменникам продуктов сгорания приведены в приложении *N*.

6 Эксплуатационные требования

6.1 Процедура испытаний

6.1.1 Характеристики испытательных газов

Сведения об испытательных газах, испытательных давлениях и категориях аппаратов, указанные в настоящем разделе, приведены в *[2]*.

Примечание — Аппараты предназначены для использования с газами, имеющими различные характеристики. Одной из целей настоящего стандарта является проверка соответствия характеристик аппарата для каждого семейства или группы газов, для которых он предназначен, при давлениях, на которые он рассчитан, с использованием, при необходимости, регулирующих устройств.

6.1.2 Подготовка испытательных газов

Требования к подготовке испытательных газов приведены в *[2]*.

6.1.3 Применение испытательных газов

6.1.3.1 Выбор испытательных газов

Требуемые испытательные газы описаны в 6.2.2—6.2.8, 6.3, разделе 7 и должны соответствовать требованиям *[2]*.

Для испытаний, описанных в других разделах, допускается замена эталонного газа поставляемым газом из системы газоснабжения для упрощения процедуры испытания. Если поставляемый газ используется для специальных испытаний, то он должен принадлежать к тому же семейству или группе газов, что и эталонный газ, который он заменяет, а число Воббе поставляемого газа должно находиться в пределах ±5 % от числа Воббе эталонного испытательного газа.

Если испытания проводят только с одним эталонным газом, то выбирают G20, G25, G30 или G31, в соответствии с категорией аппарата.

6.1.3.2 Давление подачи и настройка блока горелки

6.1.3.2.1 Первоначальная настройка горелок

Перед проведением любых испытаний блок горелки оснащают форсунками для соответствующих семейств или групп газов, к которым принадлежит указанный испытательный газ. Существующие устройства предварительной настройки расхода газа настраиваются в соответствии с эксплуатационными документами с использованием соответствующих испытательных газов (см. 6.1.5.1) и соответствующих испытательных давлений, указанных в 6.1.4.

Первоначальную настройку проводят с учетом ограничений, указанных в 5.1.1.

6.1.3.2.2 Давление подачи

Номинальное и предельные давления, используемые для испытания, должны соответствовать 6.1.4, за исключением случаев, когда необходима регулировка давления подачи, как указано в 6.1.3.2.3 и 6.1.3.2.4.

Первоначальную настройку блока горелки изменять нельзя, если не указано иное.

6.1.3.2.3 Настройка тепловой мощности

Для испытаний, требующих настройки горелки на номинальную тепловую мощность и/или любую другую тепловую мощность, указанную в эксплуатационных документах, следует обеспечить такое давление перед форсунками, чтобы тепловая мощность не отклонялась от заявленной более чем на ±2 % (путем изменения регулятора аппарата или регулятора блока горелки, если они регулируемые, или изменения давления подачи).

Заявленную тепловую мощность необходимо определить в соответствии с 6.2.2 с использованием соответствующего(их) стандартного(ых) испытательного(ых) газа(ов).

6.1.3.2.4 Скорректированное давление

Если для достижения номинальной тепловой мощности в диапазоне ±2 % необходимо использовать давление на входе в горелку p, отличное от номинального давления p_n, то испытания, обычно проводимые при минимальном или максимальном испытательных давлениях p_{min} и p_{max}, должны проводиться при скорректированных испытательных давлениях p'_{min} и p'_{max}.

Скорректированные испытательные давления вычисляют по формуле

$$\frac{p'_{min}}{p_{min}} = \frac{p'_{max}}{p_{max}} = \frac{p}{p_n}, \quad (1)$$

где p_n — номинальное давление газа;

p_{min} — минимальное испытательное давление;

p_{max} — максимальное испытательное давление;

p — давление газа на входе в горелку;

p'_{min} — скорректированное минимальное испытательное давление;

p'_{max} — скорректированное максимальное испытательное давление.

6.1.4 Испытательное давление

Значения испытательных давлений (т. е. статических давлений во входном газовом патрубке при запуске горелки) приведены в таблицах *1* и *2*.

Эти давления и соответствующие форсунки применяют в соответствии с национальными условиями страны (см. *[2]*, приложение В), где установлен аппарат.

Если в эксплуатационных документах указано иное давление на входе в аппарат, чем указанное в таблицах *1* и *2*, то формулу (1) используют для определения соответствующих значений p_{min} и p_{max} и применяют соответствующую(ие) форсунку(ки).

Таблица *1* — Испытательные давления без использования пары давлений

Индексы категорий аппаратов	Испытательные газы	p_n, *кПа*	p_{min}, *кПа*	p_{max}, *кПа*
Первое семейство: 1a	G110, G112	*0,8*	*0,6*	*1,5*
Второе семейство: 2H	G20, G21, G222, G23	*2,0*	*1,7*	*2,5*
Второе семейство: 2L	G25, G26, G27	*2,5*	*2,0*	*3,0*
Второе семейство: 2E	G20, G21, G222, G231	*2,0*	*1,7*	*2,5*
Третье семейство: 3B/P	G30, G31, G32	*2,9*[a)]	*2,5*	*3,5*
	G30, G31, G32	*5,0*	*4,25*	*5,75*
Третье семейство: 3P	G31, G32	*3,7*	*2,5*	*4,5*
	G31, G32	*5,0*	*4,25*	*5,75*
Третье семейство: 3B[b)]	G30, G31, G32	*2,9*[a)]	*2,0*	*3,5*

[a)] Аппараты этой категории могут использоваться без настройки при присоединительных давлениях от *2,8* до *3,0 кПа*.

[b)] Испытания с газами G31 и G32 проводят только при номинальном давлении p_n = *2,9 кПа*, так как эти газы более требовательны, чем другие газы группы 3B. Это условие включает также обычные колебания при подаче газа.

Таблица 2 — Испытательные давления с использованием пары давлений

Индексы категорий аппаратов	Испытательные газы	p_n, *кПа*	p_{min}, *кПа*	p_{max}, *кПа*
Второе семейство: 2E+	G20, G21, G222	*2,0*	*1,7* [b]	*2,5*
	G231	*2,5* [a]	*1,7* [b]	*3,0*
Третье семейство: 3+ (пара давлений *2,8—3,0/3,7 кПа*)	G30	*2,9* [c]	*2,0*	*3,5*
	G31, G32	*3,7*	*2,5*	*4,5*
Третье семейство: 3+ (пара давлений *5,0/6,7 кПа*)	G30	*5,0*	*4,25*	*5,75*
	G31, G32	*6,7*	*5,0*	*8,0*
Третье семейство: 3+ (пара давлений *11,2/14,8 кПа*)	G30	*11,2*	*16,0*	*14,0*
	G31, G32	*14,8*	*10,0*	*18,0*

[a] Распространяется на газы с низшим числом Воббе, испытания при этом давлении не проводят.
[b] См. приложение *E*.
[c] Аппараты этой категории могут использоваться без настройки при присоединительных давлениях от *2,8* до *3,0 кПа*.

6.1.5 Процедуры испытаний

6.1.5.1 Испытания, для которых требуются эталонные испытательные газы

Испытания, приведенные в 6.2.2, 6.2.4, 6.2.6 и 6.2.7, следует проводить с эталонным испытательным газом, соответствующим стране, в которой аппарат должен быть установлен.

Остальные испытания проводят с использованием только одного эталонного испытательного газа для соответствующей категории аппаратов (см. 6.1.1) при одном из номинальных давлений, указанных в 6.1.4 для выбранного эталонного испытательного газа. В дальнейшем этот газ называют «стандартным испытательным газом».

Однако испытательное давление должно соответствовать одному из значений давления, указанных в техническом руководстве, а блок горелки должен быть оснащен соответствующей(ими) форсункой(ами).

6.1.5.2 Испытания с использованием предельных газов

Испытания проводят с предельными газами, соответствующими категории аппарата (см. *[2]*), а также с форсунками и настройками, соответствующими эталонному газу группы или ряда, к которой принадлежит каждый предельный газ.

6.1.6 Общие условия испытаний

6.1.6.1 Испытательное помещение

Аппарат устанавливают в хорошо вентилируемом помещении без сквозняков при температуре окружающей среды (20 ± 5) °C. Допускается больший диапазон температур, если это не влияет на результаты испытаний.

Испытательное помещение считается хорошо вентилируемым, если концентрация CO_2 в помещении <1000 ppm (частей на миллион). Испытательное помещение считается не имеющим сквозняков, если скорость воздуха <0,2 м/с. Испытательное помещение должно быть защищено от прямых солнечных лучей.

6.1.6.2 Удаление продуктов сгорания

В зависимости от типа аппарата изготовитель должен поставить ветрозащитное устройство и/или разъем для проведения испытаний вместе с аппаратом.

6.1.6.2.1 Аппараты типов B_{22}, B_{23}, B_{52} и B_{53}

Аппараты, предназначенные для использования с дымоходом, присоединенным к стене, испытывают с выпускным отверстием того же диаметра, что и дымоход, и с максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным в эксплуатационных документах.

Аппараты, предназначенные для подключения к вертикальному дымоходу, испытывают следующим образом:

а) аппараты с вертикальным выпуском продуктов сгорания:

1) с вспомогательным вертикальным патрубком длиной 1 м с таким же диаметром, как патрубок дымовых газов аппаратов типа B_{22} и B_{23}, или

2) для аппаратов типа B_{52} и B_{53} с вертикальным отводом продуктов сгорания, предусмотренным или указанным изготовителем, с минимальным эквивалентным сопротивлением, указанным в эксплуатационных документах;

b) аппараты с горизонтальным выпускным патрубком устанавливают, как указано в инструкциях по монтажу. Эти инструкции должны включать максимальную длину горизонтального участка и способ перехода к вертикальному. Затем устанавливают вертикальный отвод продуктов сгорания в соответствии с 6.1.6.2.1, перечисление a).

Выпуск продуктов сгорания выполняют из листового металла толщиной не менее 1 мм. Выпуск дымовых газов не нуждается в изоляции, если не указано иное.

6.1.6.3 Установка для испытаний

6.1.6.3.1 Трубчатый излучающий обогреватель

Узел, состоящий из блока горелки и блока рециркуляции, устанавливают в соответствии с инструкциями по монтажу, уделяя особое внимание минимальным зазорам вокруг узла.

Для облегчения испытаний установку допускается проводить на высоте, не указанной в инструкциях по монтажу, если это не влияет на работу аппарата.

6.1.6.3.2 Система из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками

Следует установить не менее двух горелок на соответствующей длине излучающей трубы, материал и размеры которой указаны в эксплуатационных документах, и оснащенной дросселем для регулировки давления всасывания в трубе в пределах предельных значений, указанных изготовителем.

Для целей этих испытаний в инструкциях по монтажу указывают минимальное и максимальное давления всасывания, соответствующие диапазону давлений всасывания, указанному в 6.2.2.1. Если в описании метода испытаний указаны минимальное и максимальное давления всасывания, необходимо использовать эти значения.

Расстояние между блоками горелок регулируют так, чтобы обеспечить работу каждой отводной трубы при максимальной температуре, указанной в эксплуатационных документах.

Узел соединяют с вентилятором, который при использовании в испытательном стенде имеет характеристики, сравнимые с указанными в техническом руководстве на вентилятор.

Для облегчения испытаний установку допускается проводить на высоте, не указанной в руководстве по монтажу, если это не влияет на работу аппарата.

6.1.6.4 Влияние регуляторов температуры

Следует принять меры предосторожности, чтобы регуляторы температуры и другие устройства управления не влияли на расход газа, за исключением случаев, когда это требуется для испытаний.

6.1.6.5 Электропитание

Аппарат подключают к источнику электропитания с номинальным напряжением, если не указано иное.

6.1.6.6 Аппараты с установленным диапазоном мощности

Если блок горелки имеет диапазон регулирования мощности, то испытания проводят при наибольшей и наименьшей номинальной тепловой мощности.

6.1.6.7 Аппараты с двухступенчатой, многоступенчатой и модулируемой мощностью

Для аппаратов, предназначенных для работы с двухступенчатой, многоступенчатой или модулируемой тепловой мощностью, все испытания проводят при максимальной и минимальной тепловой мощности, если не указано иное.

6.2 Эксплуатационная безопасность

6.2.1 Герметичность

6.2.1.1 Герметичность газового контура

Газовый контур должен быть герметичным. Контур считается герметичным, если скорость утечки воздуха не превышает 100 $см^3/ч$ при следующих условиях и независимо от количества компонентов, установленных последовательно или параллельно на блоке горелки.

Для горелок, использующих газы первого и/или второго семейства, испытания следует проводить воздухом и испытательным давлением на присоединении аппарата *5,0 кПа*; впускной клапан необходимо испытывать давлением воздуха *15,0 кПа*.

Для горелок, использующих газы третьего семейства, все испытания следует проводить воздухом при испытательном давлении *15,0 кПа*. Если блок горелки предназначен для использования га-

зов третьего семейства при паре давлений *11,2/14,8 кПа*, испытания следует проводить при давлении *22,0 кПа*. Любой регулятор может быть заблокирован в максимально открытом положении во избежание повреждения.

Должны быть выполнены следующие проверки соответствия:

a) каждый клапан основной линии подачи газа испытывают на герметичность поочередно в закрытом положении, при этом все остальные газовые клапаны остаются открытыми;

b) все газовые клапаны открыты, а форсунки основной и пилотной горелок должны быть заблокированы.

Если пилотная горелка сконструирована так, что ее форсунка не может быть заблокирована, тогда испытание проводят, перекрывая линию подачи газа к запальной горелке в подходящем месте. В этом случае проводят дополнительное испытание с использованием мыльного раствора, чтобы убедиться в герметичности пилотной горелки, когда она работает при нормальном рабочем давлении.

Для определения скорости утечки используют объемный метод, который дает прямое показание скорости утечки, чтобы погрешность измерения не превышала 10 $см^3$/ч.

Эти испытания проводят сначала при поставке блока горели, а затем снова, когда после проведения всех испытаний, предусмотренных настоящим стандартом, все газопроводящие узлы с газонепроницаемыми соединениями, которые возможно отсоединить в соответствии с эксплуатационными документами, были отсоединены и повторно присоединены пять раз каждый.

6.2.1.2 Герметичность контура сгорания и правильное удаление продуктов сгорания

6.2.1.2.1 Общие положения

Герметичность контура сгорания за вентилятором проверяют в соответствии с требованиями 6.2.1.2.3—6.2.1.2.5.

6.2.1.2.2 Правильное удаление продуктов сгорания (аппараты типов B_{22}, B_{52})

Аппарат устанавливают согласно 6.1.6 и подключают к отводу дымовых газов согласно 6.1.6.2. Испытание проводят с одним из эталонных испытательных газов соответствующей категории при номинальной тепловой мощности.

Все продукты сгорания должны выводиться через дымоход. Возможные утечки проверяют с помощью измерительного зонда, подключенного к анализатору CO_2. Используемый прибор должен иметь чувствительность в диапазоне 0,01 % CO_2.

Повышение уровня CO_2 более чем на 0,05 % относительно окружающего считается неудовлетворительным.

6.2.1.2.3 Герметичность контура сгорания (аппараты типов B_{22}, B_{52})

Испытание проводят с аппаратом при температуре окружающей среды и максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным в эксплуатационных документах.

Для трубчатого излучающего обогревателя выпускное отверстие продуктов сгорания и входное для воздуха герметично закрывают. Перекрывают подачу газа на все пилотные и на основную горелку. Подают воздух в аппарат при испытательном давлении *0,05 кПа* или при нормальном рабочем давлении (в зависимости от того, что больше) и измеряют расход воздуха, когда давление в излучающей трубе будет стабильным (когда нормальное рабочее давление будет равно статическому, измеренному на входе в дымоход).

Утечка воздуха из любой части контура сгорания, включая POCED после вентилятора, не должна превышать 0,5 $м^3$/ч на кВт номинальной тепловой мощности аппарата.

Для системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками сегмент трубы отсоединяют от общего воздуховода, а выходное и все впускные отверстия для воздуха в сегменте герметично закрывают. Сегмент трубы подключают к подаче воздуха. Расход воздуха регистрируют, когда давление в сегменте трубы превышает в 2 раза нормальное рабочее давление или *0,05 кПа* (в зависимости от того, что больше).

Нормальное рабочее давление в сегменте трубы определяют путем измерения статического давления на горелке в условиях испытаний, указанных в 6.2.2.2.

Утечка воздуха из любой части контура сгорания, включая POCED после вентилятора, не должна превышать 0,5 $м^3$/ч на кВт номинальной тепловой мощности аппарата.

6.2.1.2.4 Герметичность контура сгорания (аппараты типов B_{23}, B_{53})

Испытание проводят с аппаратом при температуре окружающей среды и с использованием POCED с максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным в эксплуатационных документах.

Трубчатый излучающий обогреватель соединяют с POCED с максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным в эксплуатационных документах. Выпускное отверстие продуктов сгорания и

входное для воздуха герметично закрывают. Перекрывают подачу газа на все пилотные и на основную горелку.

Подают воздух в аппарат при испытательном давлении *0,05 кПа* или при нормальном рабочем давлении (в зависимости от того, что больше) и измеряют расход воздуха, когда давление в излучающей трубе будет стабильным (когда нормальное рабочее давление будет равно статическому, измеренному на горелке).

Систему из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками собирают с максимальным общим воздуховодом и с POCED с максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным в эксплуатационных документах. Выпускное отверстие продуктов сгорания и все впускные отверстия для воздуха герметично закрывают. Перекрывают подачу газа на пилотные и на основную горелку.

Подают воздух в аппарат при испытательном давлении *0,05 кПа* или при нормальном рабочем давлении (в зависимости от того, что больше) и измеряют расход воздуха, когда давление в излучающей трубе будет стабильным (когда нормальное рабочее давление будет равно статическому, измеренному на горелке).

Утечка воздуха из любой части контура сгорания, включая POCED после вентилятора, не должна превышать 0,5 м^3/ч на кВт номинальной тепловой мощности аппарата.

6.2.1.2.5 Герметичность контура сгорания, включая линии подачи воздуха и удаления продуктов сгорания вместе с уплотнительными швами (аппараты типов C_1, C_3 и C_5)

Аппарат собирают в соответствии с эксплуатационными документами. Выпускное отверстие продуктов сгорания и входное для воздуха герметично закрывают. Перекрывают подачу газа к каждой пилотной горелке и к основной горелке, затем:

a) в аппараты типов C_{13}, C_{33} и C_{53} подают воздух под испытательным давлением, равным максимальному эквивалентному сопротивлению;

b) в аппараты типов C_{12}, C_{32} и C_{52} подают воздух под испытательным давлением *0,05 кПа*.

Утечка воздуха, включая каналы подачи воздуха и отвода продуктов сгорания, а также все соединения, не должна превышать 0,5 м^3/ч на кВт номинальной тепловой мощности аппарата.

6.2.2 Тепловая мощность

6.2.2.1 Общие положения

Аппарат испытывают с каждым из эталонных испытательных газов для данной категории аппарата при нормальном испытательном давлении. Для аппаратов с фиксированной тепловой мощностью настройки для этого испытания не меняют. Все устройства регулировки устанавливают в положение, указанное изготовителем. Полученный объемный расход газа V при этих условиях (p_a, p_g, t_g, d) должен быть скорректирован так, как если бы испытание проводилось в стандартных условиях (сухой газ, температура 15 °С, давление *101,325 кПа*), и скорректированную тепловую мощность вычисляют по формулам:

- для объемного расхода газа V_{meas}:

$$Q_o = H_i \left(\text{или } H_s\right) \cdot \frac{1000}{3600} \cdot V_{meas} \cdot \sqrt{\frac{101{,}325 + p_g}{101{,}325} \cdot \frac{p_a + p_g}{101{,}325} \cdot \frac{288{,}15}{273{,}15 + t_g} \cdot \frac{d}{d_r}}; \quad (2)$$

- для массового расхода газа M_{meas}:

$$Q_o = H_i \left(\text{или } H_s\right) \cdot \frac{1000}{3600} \cdot M_{meas} \cdot \sqrt{\frac{101{,}325 + p_g}{p_a + p_g} \cdot \frac{273{,}15 + t_g}{288{,}15} \cdot \frac{d_r}{d}}, \quad (3)$$

где Q_o — скорректированная тепловая мощность (сухой газ, температура 15 °С, давление *101,325 кПа*) по отношению к низшей или высшей теплоте сгорания, кВт;

V_{meas} — измеренный объемный расход газа с учетом влажности, температуры и давления на расходомере, м^3/ч;

M_{meas} — измеренный массовый расход газа, кг/ч;

H_i — низшая теплота сгорания сухого эталонного газа при 15 °С, *101,325 кПа*, в МДж/м^3 или в МДж/кг;

H_s — высшая теплота сгорания сухого эталонного газа при 15 °С, *101,325 кПа*, в МДж/м^3 или в МДж/кг;

t_g — максимальная температура газа, измеренная во время испытания, °С;

p_g — давление подачи газа на манометре, *кПа*;

d — относительная плотность сухого газа по отношению к сухому воздуху;

d_r — относительная плотность эталонного испытательного газа по отношению к сухому воздуху;

p_a — атмосферное давление во время испытания, *кПа*.

Примечание — Приведенный выше расчет скорректированной тепловой мощности Q_o применим к аппаратам, в которых поток газа регулируется постоянным давлением газа с помощью устройства предварительной настройки и форсунки, и когда газ подается в форсунку примерно при атмосферном давлении.

Если используется влажный счетчик газа или используемый газ насыщен паром, значение d заменяют значением плотности влажного газа d_h, вычисляемой по формуле

$$d_h = \frac{d\left(p_a + p_g - p_w\right) + 0{,}622 + p_w}{p_a + p_g}, \tag{4}$$

где d_h — относительная плотность влажного газа по отношению к сухому воздуху;

d — относительная плотность сухого газа по отношению к сухому воздуху;

p_g — давление подачи газа на манометре, *кПа*;

p_a — атмосферное давление во время испытания, *кПа*;

p_w — давление насыщенного пара испытательного газа при температуре t_g, *кПа.*

Давление насыщенного пара при температуре t_g вычисляют по формуле

$$p_w = 6{,}1078\, e\left(17{,}08 \cdot \frac{t_g}{234{,}175 + t_g}\right). \tag{5}$$

6.2.2.2 Номинальная тепловая мощность

Испытания проводят при номинальном давлении p_n, указанном в эксплуатационных документах, в соответствии с 6.1.4.

Аппарат настраивают на достижение попеременно максимального и минимального давления всасывания в отводной трубе, указанного изготовителем.

Каждую горелку последовательно оснащают предназначенными ей форсунками и настраивают в соответствии с 6.1.3.2.1. Потребляемую тепловую мощность для каждого эталонного испытательного газа определяют, как описано в 6.2.2.1.

Измерения проводят, когда аппарат находится в состоянии теплового равновесия с отключенными регуляторами температуры.

Скорректированная тепловая мощность Q_o должна находиться в диапазоне ±5 % от номинальной тепловой мощности.

6.2.2.3 Тепловая мощность пускового газа

Испытания проводят при номинальном давлении p_n, указанном в эксплуатационных документах, и в соответствии с 6.1.4 с устройством, обеспечивающим независимую работу пламени пускового газа.

Систему из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками настраивают на достижение попеременно максимального и минимального давления всасывания в отводной трубе, указанного изготовителем.

Измерения проводят сразу после розжига пилотной горелки.

Тепловая мощность, определенная при номинальном давлении, должна находиться в пределах ±5 % от тепловой мощности пускового газа, указанной изготовителем.

Если форсунка имеет диаметр 0,5 мм или менее, допуск увеличивают до ±10 %.

6.2.2.4 Эффективность регулятора диапазона

Для горелок, оснащенных регулятором диапазона, отличным от устройства предварительной настройки расхода газа, испытания, описанные в 6.2.2.2, проводят для двух крайних положений регулятора диапазона.

При этом проверяют:

a) находится ли номинальная тепловая мощность в пределах ±5 % при установке регулятора диапазона на максимальный расход;

b) находится ли минимальная тепловая мощность в пределах ±5 % при установке регулятора диапазона на минимальный расход;

c) достигают ли аппараты, использующие газы третьего семейства, при установке регулятора диапазона на максимальный расход газа, значений мощности, указанных изготовителем.

6.2.3 Предельные температуры

6.2.3.1 Температура стен и потолка

6.2.3.1.1 Предельная температура

При испытании аппарата в условиях, указанных в 6.2.3.1.2 и 6.2.3.1.3, температура стен и потолка не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 50 °C.

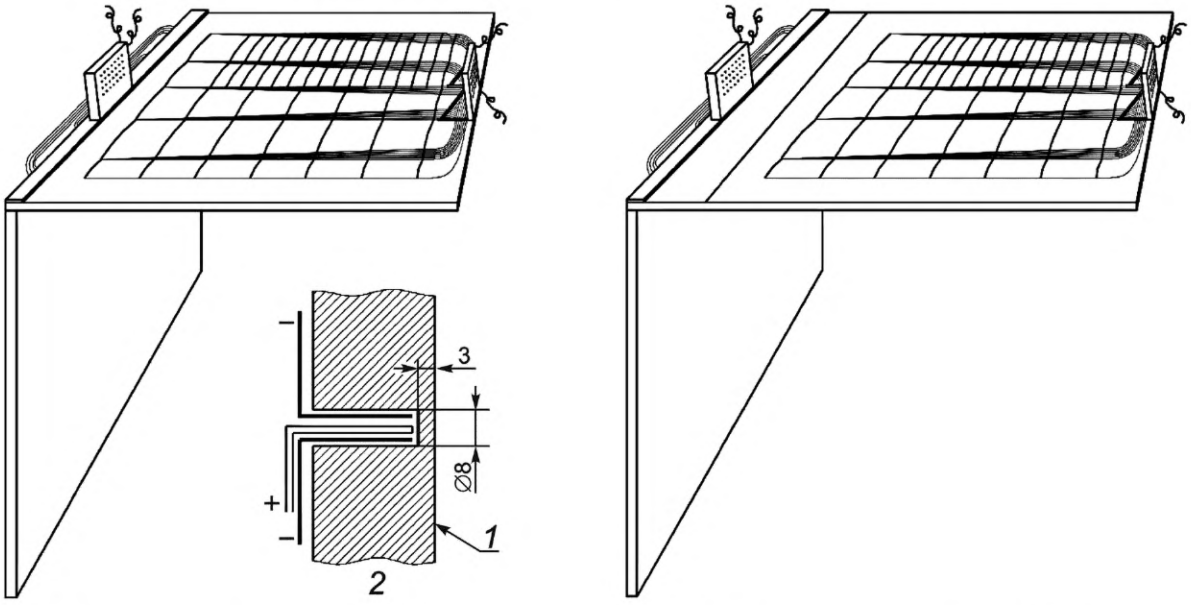
6.2.3.1.2 Испытательная установка

Испытательная установка состоит из вертикальной стенки и горизонтальной потолочной панели. Вертикальная стенка должна быть не менее 1200 мм в высоту и в ширину. Потолочная панель должна быть глубиной 1200 мм и такой же ширины, как стенка. Стенку и панель изготавливают из дерева толщиной 25 мм и окрашивают в матовый черный цвет.

При настенном монтаже аппаратов потолочную панель располагают так, чтобы один ее край касался поверхности стенки [см. рисунок 5a)].

Такое расположение не подходит для аппаратов с монтажом под потолком, если в эксплуатационных документах указан большой размер по горизонтали. В этом случае может потребоваться деревянная панель толщиной 25 мм для заполнения зазора между потолочной панелью и стенкой [см. рисунок 5b)].

Термопары встраивают в каждую панель с межцентровым расстоянием 100 мм. Термопары должны входить в панель со стороны, противоположной аппарату, места пайки находятся на расстоянии 3 мм от поверхности панели, обращенной к аппарату.



a) Схема испытательной установки при настенном монтаже аппарата

b) Схема испытательной установки для аппаратов с большими размерами по горизонтали

1 — торец стенки; *2* — сечение в месте нахождения термопары

Рисунок 5 — Испытательная установка для измерения температур стен и потолка

6.2.3.1.3 Проведение испытаний

Блок горелки устанавливают на аппарате с соблюдением размеров, указанных изготовителем (см. 10.2.2.1).

Если аппарат слишком длинный, чтобы измерить температуру стен и потолка от всего аппарата, испытательную установку размещают рядом с той частью (частями) аппарата, которая обеспечивает максимальное тепловыделение.

Если аппарат имеет большой размер по горизонтали, потолочную панель располагают по центру над частью (частями) аппарата, где происходит максимальное выделение тепла. Любые зазоры между потолочной панелью и стенкой должны быть заполнены, как показано на рисунке 5b).

Если в эксплуатационных документах указаны различные варианты установки аппарата (настенный, монтаж под потолком и т. д.), испытание повторяют с соответствующим оборудованием, закрепленным на испытательной установке.

Горелку снабжают одним из эталонных газов, указанных в 6.1.1, в соответствии с категорией аппарата и настраивают в соответствии с 6.1.3.2.1.

Испытание проводят с аппаратом, работающим на номинальной тепловой мощности. Все измерения проводят после достижения теплового равновесия. Ограничитель в блоке горелки необходимо отрегулировать для достижения минимального давления всасывания, указанного изготовителем. Для этого испытания рекомендуется установить аппарат в помещении с температурой воздуха примерно 20 °С.

6.2.3.2 Температура компонентов

Максимальная температура аппарата или его компонентов не должна превышать максимальную температуру, указанную для отдельных компонентов.

Температуры компонентов измеряют после достижения теплового равновесия при испытаниях в соответствии с 6.2.3.1 и после того, как блок горелки отключают в конце испытания. Температуры замеряют сразу после выключения аппарата и фиксируют максимальные температуры.

Температуры компонентов измеряют с помощью термопар. Используют термопары (см. *[9]*), с пределами точности термо-ЭДС в соответствии с классом 2 (см. *[9]*).

Если один из электрических компонентов (например, автоматический запорный клапан) сам вызывает повышение температуры, то температуру этого компонента не измеряют.

При этом термопары располагают так, чтобы измерялась температура воздуха вокруг компонента.

Измеренные температуры компонентов $t_{comp,meas}$, °С, считаются удовлетворительными, если выполняются требования формулы

$$t_{comp,meas} \le t_{comp,max} + t_{rm} - 25, \quad (6)$$

где $t_{comp,max}$ — максимальная температура, указанная изготовителем, °С;

t_{rm} — температура воздуха в помещении, °С.

6.2.3.3 Температура двигателя вентилятора

Максимальная температура двигателя вентилятора не должна превышать максимальную температуру, указанную в документации на двигатель вентилятора.

Для аппаратов с одной горелкой необходимо определить температуру двигателя вентилятора. Аппарат устанавливают в соответствии с 6.1.6 и соединяют с устройством (например, трансформатором переменного напряжения), позволяющим изменять напряжение в диапазоне от 85 % (минимальное) до 110 % (максимальное) от указанного в эксплуатационных документах.

Испытание проводят в неподвижном воздухе на аппарате, настроенном на номинальную тепловую мощность, с использованием одного из эталонных газов, указанных в 6.1.1 в соответствии с категорией аппарата. Напряжение устанавливают на самое неблагоприятное значение между двумя предельными значениями диапазона.

Измерения температуры проводят после того, как аппарат достиг теплового равновесия и был отключен обычными органами управления.

Сопротивление обмоток измеряют как можно быстрее после выключения и затем через короткие промежутки времени, чтобы построить кривую значений сопротивления от времени и определить максимальное значение сопротивления.

Повышение температуры обмоток двигателя Δt, °С, вычисляют по формуле

$$\Delta t = \frac{R_1 - R_2}{R_1}\left(C + t_{rm}\right) - \left(t_{rm2} - t_{rm1}\right), \quad (7)$$

где R_1 — сопротивление обмотки двигателя вентилятора в начале испытания, Ом;

R_2 — сопротивление обмотки двигателя вентилятора в конце испытания, Ом;

t_{rm1} — температура в помещении в начале испытания, °С;

t_{rm2} — температура в помещении в конце испытания, °С;

C — величина, обратная температурному коэффициенту сопротивления обмотки при 0 °С, для меди равна 234,5 °С.

6.2.3.4 POCED

6.2.3.4.1 Предельные температуры

При испытании аппарата в условиях, указанных в 6.2.3.4.2, температура наружного воздуха в любой части POCED, установленного в соответствии с инструкциями по монтажу, на расстоянии менее 25 мм от горючих элементов здания не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 50 °С.

Согласно инструкции по монтажу, POCED должен быть заключен в другой канал, кожух или изоляцию при прохождении через горючую стену или потолок. Согласно 6.2.3.4.3 внешняя температура этого канала, кожуха или изоляции не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 50 °С.

6.2.3.4.2 Испытание 1

При испытании аппарата в следующих условиях температура наружного воздуха в любой части POCED, установленного в соответствии с инструкциями по монтажу, на расстоянии менее 25 мм от горючих элементов здания не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 50 °С.

Испытание проводят при установке аппарата в соответствии с инструкциями по монтажу. Любая часть POCED должна находиться на расстоянии менее 25 мм от горючих элементов здания.

Аппарат устанавливают в соответствии с 6.1.6, термопары прикрепляют к внешней поверхности всех частей POCED, которые находятся на расстоянии менее 25 мм от горючих элементов здания. Используют термопары (см. *[9]*) с пределами точности термо-ЭДС в соответствии с классом 2 (см. *[9]*).

Аппарат работает на одном из эталонных газов, указанных в 6.1.1 в соответствии с его категорией, и настроен в соответствии с 6.1.3.2.1.

Испытание проводят на аппарате, работающем с номинальной тепловой мощностью. Все измерения проводят после достижения теплового равновесия. Рекомендуется установить аппарат в помещении с температурой окружающего воздуха около 20 °С.

В конце этого испытания определяют, не превысило ли максимальное повышение температуры POCED пределов, указанных в 6.2.3.4.1.

6.2.3.4.3 Испытание 2

Если в соответствии с инструкцией по монтажу POCED должен быть заключен в другой канал, кожух или изоляцию при прохождении через горючую стену или потолок, внешние температуры этого канала, кожуха или изоляции не должны превышать комнатную температуру более чем на 50 °С.

Испытание проводят на аппарате, установленном в соответствии с инструкциями по монтажу. POCED необходимо заключить в другой канал, кожух или изоляцию при прохождении через горючую стену или потолок согласно инструкциям по монтажу.

Аппарат устанавливают согласно 6.1.6. Канал, кожух или изоляция, закрывающие POCED, должны быть установлены в соответствии с инструкциями по монтажу и иметь такие размеры и расположение, чтобы окружать сегмент POCED длиной 350 мм так близко к аппарату, как это разрешено инструкциями по монтажу.

Клеммы термопар прикрепляют к внешней поверхности канала, кожуха или изоляции. Затем канал, кожух или утеплитель обкладывают слоем утеплителя толщиной 25 мм. Используют термопары (см. *[9]*), с пределами точности термо-ЭДС в соответствии с классом 2 (см. *[9]*).

Аппарат работает на одном из эталонных газов, указанных в 6.1.1 в соответствии с его категорией, и настроен в соответствии с 6.1.3.2.1.

Испытание проводят на аппарате, работающем с номинальной тепловой мощностью. Все измерения проводят после достижения теплового равновесия. Рекомендуется установить аппарат в помещении с температурой окружающего воздуха около 20 °С.

В конце этого испытания определяют, не превысило ли максимальное повышение температуры наружной поверхности канала, кожуха или утеплителя вокруг POCED пределов, указанных в 6.2.3.4.1.

6.2.4 Зажигание, перекрестное зажигание и стабильность пламени

6.2.4.1 Зажигание и перекрестное зажигание

6.2.4.1.1 Испытания со всеми газами

Правильное и безотказное зажигание и перекрестное зажигание должны быть обеспечены при следующих условиях испытаний.

Эти испытания проводят как в холодном состоянии, так и в состоянии теплового равновесия без воздушного потока. Испытания проводят при максимальной и минимальной тепловой мощности, при которой возможно воспламенение согласно эксплуатационным документам (если применимо).

Аппараты типов B_{22}, B_{23}, B_{52} и B_{53} устанавливают следующим образом:

a) аппарат, предназначенный для подключения к настенному отводу продуктов сгорания, подключают к дымоходу с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением согласно эксплуатационным документам;

b) аппарат, предназначенный для подключения к вертикальному отводу продуктов сгорания с выходом на крышу, подключают:

1) к дымоходу высотой 1 м и к дымоходу с максимальным эквивалентным сопротивлением согласно эксплуатационным документам для аппаратов типов B_{22} и B_{23}, или
2) вертикальному дымоходу с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением согласно эксплуатационным документам для аппаратов типов B_{52} и B_{53}.

Блок горелки в начале настраивают согласно 6.1.3.2.1, затем проводят испытания 1—3, указанные в 6.2.4.1.1. Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками дроссель в узле горелки настраивают на достижение попеременно максимального и минимального рабочего давления всасывания в соответствии с эксплуатационными документами.

Если аппарат может использовать газы нескольких групп или семейств, необходимо использовать предельные испытательные газы. Газы, которые следует выбирать для каждой категории аппаратов, приведены в таблице *3*.

Таблица *3* — Испытательные газы для категорий аппаратов

Категории аппаратов	Эталонный газ	Предельный газ для неполного сгорания	Предельный газ для проскока пламени	Предельный газ для отрыва пламени	Предельный газ для образования сажи
I_{2H}	G20	G21	G222	G23	G21
I_{2L}	G25	G26	G25	G27	G26
I_{2E}, I_{2E+}	G20	G21	G222	G231	G21
$I_{3B/P}$, I_{3+}	G30	G30	G32	G31	G30
I_{3P}	G31	G31	G32	G31	G31, G32
II_{1a2H}	G110, G20	G21	G112	G23	G21
$II_{2H3B/P}$, II_{2H3+}	G20, G30	G21	G222, G32	G23, G31	G30
II_{2H3P}	G20, G31	G21	G222, G32	G23, G31	G31, G32
$II_{2L3B/P}$	G25, G30	G26	G32	G27, G31	G30
II_{2L3P}	G25, G31	G26	G32	G27, G31	G31, G32
$II_{2E3B/P}$, II_{2E+3+}	G20, G30	G21	G222, G32	G231, G31	G30
II_{2E+3P}	G20, G31	G21	G222, G32	G231, G31	G31, G32
Примечание — Испытания с предельными газами проводят с тем же соплом и при той же настройке, которые соответствуют эталонному испытательному газу, к группе которого относится предельный газ, применяемый для испытаний.					

a) Испытание 1

Аппарат работает на соответствующих эталонных и предельных газах при нормальном давлении, указанном в 6.1.4.

При этих условиях проверяют правильность розжига основной и пилотной горелок (при наличии), правильность розжига основной горелки от пилотной горелки, а также перекрестное зажигание различных частей горелки.

b) Испытание 2

Не изменяя начальных настроек основной и пилотной горелок, на блок горелки подают эталонный газ с давлением, сниженным до 70 % от номинального давления или минимального давления, указанного в 6.1.4, в зависимости от того, какое давление ниже.

При этих условиях проверяют правильность розжига основной и пилотной горелок (при наличии), правильность розжига основной горелки от пилотной горелки, а также перекрестное зажигание различных частей горелки.

c) Испытание 3

Не изменяя начальных настроек основной и пилотной горелок, эталонный газ заменяют соответствующими предельными газами для проскока и отрыва пламени, а давление на входе в блок горелки снижают до минимального значения, указанного в 6.1.4.

При этих условиях проверяют правильность розжига основной горелки, правильность розжига основной горелки от пилотной горелки, а также перекрестное зажигание различных частей горелки.

6.2.4.1.2 Уменьшение пламени пилотной горелки

Если расход газа пилотной горелки уменьшен до минимума, необходимого для поддержания подачи газа к основной горелке, в следующих условиях испытаний необходимо обеспечить правильное безотказное зажигание основной горелки без чрезмерного шума.

Испытание проводят как в холодном состоянии, так и в состоянии теплового равновесия аппарата в соответствии с 6.1.6.

Горелку настраивают в соответствии с 6.1.3.2.1 и снабжают соответствующими эталонными испытательными газами (см. *[2]*) при номинальной тепловой мощности.

Затем уменьшают до минимума расход газа пилотной горелки, необходимый для поддержания подачи газа на основную горелку.

Уменьшение расхода газа пилотной горелки может быть достигнуто:

a) регулировкой устройства предварительной настройки расхода газа на пилотной горелке, если оно установлено; или, если это невозможно,

b) с помощью регулятора, установленного для этой цели на линии подачи газа к пилотной горелке.

Затем проверяют правильность розжига пилотной горелкой основной горелки.

Если пилотная горелка снабжена несколькими отверстиями, которые могут быть легко заблокированы, для этого испытания все отверстия пилотной горелки должны быть закрыты, кроме одного, контролируемого датчиком, фиксирующим пламя.

6.2.4.1.3 Неправильное закрытие запорного газового клапана основной горелки

Если линия подачи газа спроектирована так, что подача газа к пилотной горелке осуществляется между двумя газовыми клапанами основной горелки, то при следующем испытании следует проверить, что воспламенение пилотной горелки не приводит к возникновению опасной ситуации.

Это испытание проводят как в холодном состоянии, так и в состоянии теплового равновесия аппарата в соответствии с 6.1.6. Блок горелки настраивают в соответствии с 6.1.3.2.1 и снабжают соответствующими эталонными испытательными газами при номинальной тепловой мощности, при этом автоматический газовый клапан, расположенный в основном газовом контуре ближе к основной горелке, находится открытым. Необходимо проверить правильность зажигания аппарата.

6.2.4.1.4 Испытание с задержкой зажигания

При следующих условиях испытаний зажигание каждой пилотной или основной горелки при прямом зажигании должно происходить безопасно и без чрезмерного шума при задержке зажигания до 50 % от защитного времени, указанного изготовителем.

Испытание проводят как в холодном состоянии, так и в состоянии теплового равновесия аппарата в соответствии с 6.1.6. Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками испытание проводят при минимальном давлении всасывания, указанного изготовителем.

Горелку предварительно настраивают в соответствии с 6.1.3.2.1 и снабжают соответствующими эталонными испытательными газами при номинальной тепловой мощности.

Затем проверяют зажигание пилотной горелки или основной горелки, если она зажигается напрямую. Испытание повторяют, увеличивая задержку зажигания максимум до 50 % от защитного времени, указанного изготовителем.

Для задержки зажигания необходимо обеспечить независимое управление автоматическими запорными клапанами основной горелки или пилотной горелки и работой устройства розжига. Мерой предосторожности является подача питания независимо от системы автоматического управления горелкой на соответствующие газовые клапаны и устройство розжига. Для безопасности задержку зажигания следует увеличивать постепенно.

Блок горелки не должен получить повреждения, которые могут повлиять на безопасную работу.

6.2.4.2 Защитное время

6.2.4.2.1 Защитное время для образования пламени пускового газа

Пламя пускового газа должно образоваться либо на основной горелке, либо на дополнительной пилотной горелке. В эксплуатационных документах должно быть указано защитное время для образования пламени пускового газа.

Подачу газа к горелке следует перекрыть. Попытку розжига горелки осуществляют, как указано в эксплуатационных документах, и измеряют время между сигналами на открытие и закрытие клапана. Измеренное время необходимо сравнить с защитным временем, указанным в технической документации. Защитное время для образования пламени пускового газа не должно превышать 20 с.

6.2.4.2.2 Защитное время для розжига основной горелки

В эксплуатационных документах необходимо указывать защитное время для розжига основной горелки.

Блокируют подачу газа к горелке. Попытку розжига горелки выполняют согласно эксплуатационным документам, измеряют время между сигналами на открытие и закрытие клапана. Измеренное время сравнивают с защитным временем, указанным изготовителем. Защитное время для розжига основной горелки не должно превышать 10 с.

6.2.4.3 Стабильность пламени

Пламя должно быть стабильным при следующих условиях испытаний. Небольшая склонность к подъему пламени во время розжига допустима, но при нормальной работе пламя должно оставаться стабильным.

Аппараты типов B_{22}, B_{23}, B_{52} и B_{53} устанавливают следующим образом:

a) трубчатые излучающие обогреватели:
   1) аппараты, предназначенные для использования с дымоходом, присоединенным к стене, последовательно подключают к отводу дымовых газов с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным изготовителем;
   2) аппараты, предназначенные для подключения к вертикальному дымоходу с выводом выше уровня крыши, подключают:
      i) к вертикальному патрубку длиной 1 м и к отводу дымовых газов с максимальным эквивалентным сопротивлением для аппаратов типов B_{22} и B_{23}; или
      ii) для аппаратов типов B_{52} и B_{53} — к отводу дымовых газов, имеющим минимальное и максимальное эквивалентное сопротивление;

b) системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками:
   1) аппараты, предназначенные для использования с дымоходом, присоединенным к стене, последовательно подключают к отводу дымовых газов с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением:
      i) при этом одновременно работают как минимум три блока горелок;
      ii) систему подключают к выпускному отверстию с указанным минимальным эквивалентным сопротивлением, в этом случае будет работать только самая дальняя от вентилятора горелка;
   2) аппараты, предназначенные для подключения к вертикальному дымоходу с выводом выше уровня крыши, должны быть подключены:
      i) к вертикальному отводу дымовых газов с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением, при этих условиях вместе работают три блока горелок и испытания повторяют только с горелкой, наиболее удаленной от работающего вентилятора.

Блок горелки или блоки горелок сначала настраивают в соответствии с 6.1.3.2.1 и проводят испытания *1* и *2*, указанные в *6.2.4.3*, при этом дроссель регулируют так, чтобы попеременно создавалось максимальное и минимальное рабочее давление всасывания.

Испытание 1

Не изменяя начальных настроек основной и пилотной горелок, после достижения теплового равновесия эталонный газ заменяют соответствующим предельным газом для проскока пламени, а давление на входе в аппарат снижают до минимального, указанного в 6.1.4. Это испытание проводят в течение 10 мин, после чего сразу же предпринимают пять дополнительных попыток зажигания, причем каждая следующая попытка должна начинаться в конце защитного времени предыдущей попытки. При этом испытании не должен происходить проскок пламени.

При этих условиях проверяют, что пламя остается стабильным на всех зажженных горелках.

Испытание 2

Не изменяя начальных настроек основной и пилотной горелок, эталонный газ заменяют соответствующим предельным газом для отрыва пламени, а давление газа на входе аппарата увеличивают до максимального значения, указанного в 6.1.4. Данное испытание проводят в течение 10 мин.

При этих условиях проверяют, что пламя остается стабильным.

6.2.4.4 Дополнительные испытания

6.2.4.4.1 Общие положения

Аппарат должен работать на эталонном газе, соответствующей его категории при номинальной или минимальной тепловой мощности, заданной устройствами управления, если это предусмотрено в эксплуатационных документах.

Испытания проводят с минимальной и максимальной длиной канала подачи воздуха для горения и отвода продуктов сгорания или соответствующими значениями потери давления, если не указано иное.

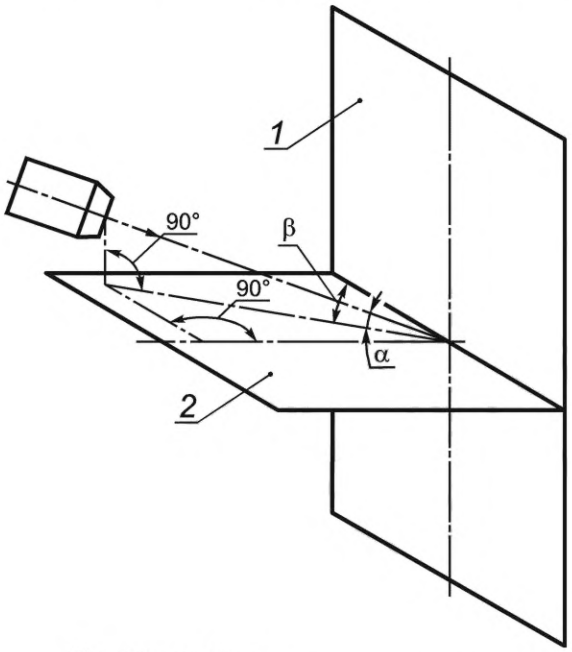
6.2.4.4.2 Аппараты типов B_{22}, B_{23}, B_{52} и B_{53}

Пламя должно быть стабильным в условиях испытаний, указанных в 6.2.7.3.2.

6.2.4.4.3 Аппараты типов C_1 и C_3

При следующих условиях испытаний должно обеспечиваться зажигание пилотной горелки, зажигание основной горелки от пилотной горелки или прямое зажигание основной горелки, полное перекрестное зажигание основной горелки, кроме того, стабильность пламени запальной горелки, когда она работает одна и когда пилотная и основная горелка работают одновременно. Допускается небольшая нестабильность пламени, но пламя не должно гаснуть.

Аппарат устанавливают в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационных документах с принадлежностями, поставляемыми изготовителем, на применимой испытательной установке в соответствии с рисунком 6 для аппаратов типа C_1 и рисунками 7 или 8 для аппаратов типа C_3.



1 — вертикальная плоскость; *2* — горизонтальная плоскость; α — угол падения горизонтального потока воздуха, равный 0°, +30° и –30°; β — угол падения вертикального потока воздуха, равный 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°

Примечания

1 Если аппараты оснащены несимметричным оконечным устройством, то испытание проводят со следующими значениями угла β: 105°, 120°, 135°, 150°, 165°, 180°.

2 Угол β получают при изменении положения генератора потока воздуха (неподвижная стенка) или вращением испытательной стенки вокруг центральной вертикальной оси.

3 Испытательная стенка состоит из прочной вертикальной стены размером не менее 1,8 × 1,8 м со съемной панелью в центре. Устройство для подачи воздуха для горения и отвода продуктов сгорания аппарата устанавливают так, чтобы ее геометрическая ось совпадала с центром испытательной стенки при соблюдении требований инструкций по монтажу.

4 Характеристики генератора потока воздуха и его удаление от испытательной стенки выбирают так, чтобы после удаления центральной панели на плоскости испытательной стенки выполнялись следующие условия:

a) воздушный поток должен иметь квадратное сечение со стороной не менее 90 см или круглое — диаметром не менее 60 см;

b) скорость потока воздуха равна 1; 2,5 и 12,5 м/с, с точностью 10 %;

c) поток воздуха в основном параллельный, без остаточных завихрений.

5 Если съемная панель в центре недостаточно велика для соблюдения этих условий, то они создаются путем изменения расстояния между испытательной стенкой и генератором потока воздуха, которое определяют опытным путем.

Рисунок 6 — Схема испытаний аппаратов типа С с ветрозащитным устройством, расположенным горизонтально на вертикальной стене

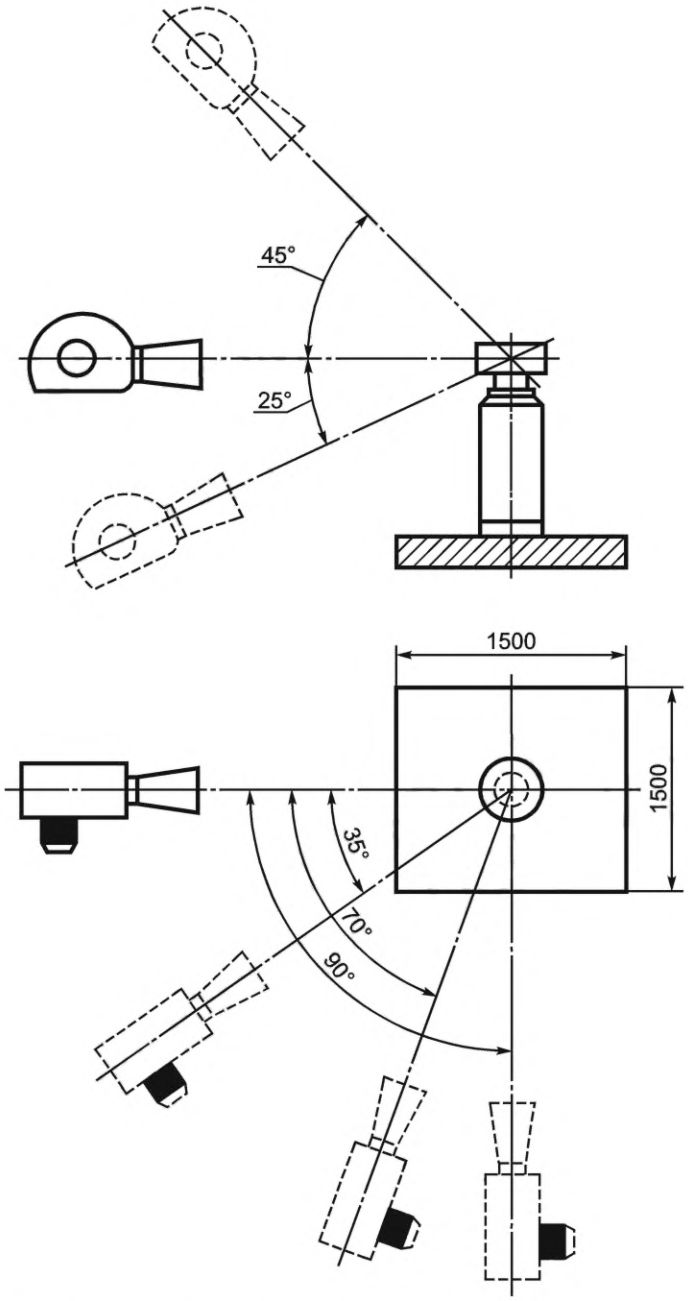


Рисунок 7 — Стенд для испытаний аппаратов типа С с вертикальным ветрозащитным устройством на плоской крыше

Затем проводят серию испытаний a) — c):

a) Первая серия испытаний

Ветрозащитное устройство подвергают воздействию ветра с тремя различными скоростями (1,0; 2,5 и 12,5 м/с) с трех направлений в трех плоскостях в соответствии с рисунками 7 и 8 в зависимости от типа и положения аппарата.

Для каждой из этих трех плоскостей определяют:

1) три комбинации скорости ветра и угла падения, дающие самые низкие концентрации CO_2; проверяют их соответствие вышеуказанным требованиям;
2) три комбинации, в которых фиксируют самые высокие концентрации CO в сухих безвоздушных продуктах сгорания (для оценки см. 6.2.7.3.2).

b) Вторая серия испытаний

Аппарат находится в состоянии теплового равновесия.

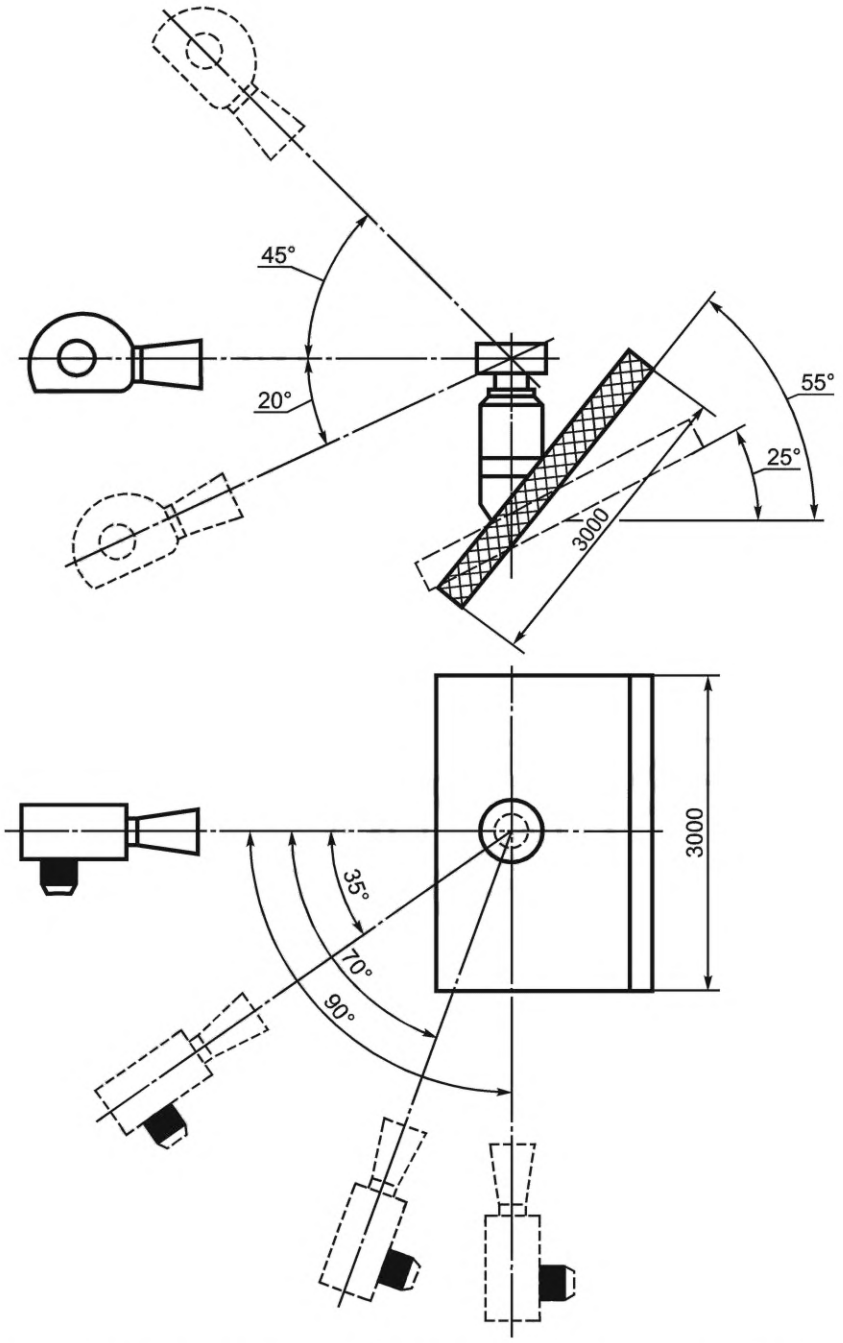


Рисунок 8 — Стенд для испытаний аппаратов типа С с вертикальным ветрозащитным устройством на крыше

Для каждой из девяти комбинаций, в которых были получены наименьшие концентрации CO_2, зафиксированные в первой серии испытаний, проверяют их соответствие вышеуказанным требованиям.

c) Третья серия испытаний

Если аппарат эксплуатируется с ветрозащитным устройством, его устанавливают в соответствии с эксплуатационными документами и повторяют девять испытаний первой серии, которые дали наибольшие концентрации CO в сухих безвоздушных продуктах сгорания.

6.2.5 Регулятор давления

При испытаниях в следующих условиях расход не должен отклоняться более чем на +7,5 % и –10 % для газов первого семейства и не более чем на ±5 % для газов второго и третьего семейств от первоначального расхода, определенного в этих условиях.

Если блок горелки имеет регулятор давления газа, он должен быть установлен, при необходимости, на номинальную тепловую мощность с эталонным испытательным газом при номинальном давлении, соответствующем этому газу, как указано в 6.1.4. При сохранении начальной настройки давление подачи должно изменяться между соответствующими минимальными и максимальными значениями. Это испытание проводят со всеми эталонными испытательными газами, для которых регулятор давления не отключают.

6.2.6 Устройства регулирования газо-воздушной смеси

6.2.6.1 Утечки из неметаллических контрольных трубок

Если контрольные трубки изготовлены из неметалла или других материалов с сопоставимыми свойствами, их разъединение, повреждение или утечка не должны приводить к опасной ситуации. Это подразумевает либо отключение, либо безопасную работу аппарата без утечки газа. Это должно быть подтверждено следующими испытаниями. Аппарат устанавливают, как описано в 6.1.6 и снабжают эталонным испытательным газом при номинальной тепловой мощности. Безопасность при эксплуатации проверяют в следующих возможных ситуациях:

a) смоделированной утечки из трубки подачи воздуха;

b) смоделированной утечки из напорной трубки камеры сгорания;

c) смоделированной утечки из нагнетательной газовой трубки.

6.2.6.2 Контроль расхода воздуха для горения или потока продуктов сгорания

При пониженном расходе концентрация CO не должна превышать определенного значения. Аппарат испытывают в состоянии теплового равновесия при номинальной тепловой мощности. Если предусмотрено несколько значений расхода, то проводят дополнительные испытания при каждом из них.

Необходимо испытать следующие методы снижения расхода:

a) длительная блокировка каналов подачи воздуха;

b) длительная блокировка каналов удаления продуктов сгорания;

c) при наличии внутренней рециркуляции продуктов сгорания проводят дополнительное испытание путем постепенного снижения скорости вентилятора, например, уменьшением напряжения, подаваемого на вентилятор.

Концентрацию CO и CO_2 измеряют непрерывно.

Вышеуказанные методы снижения расхода не должны приводить к обратному потоку (рециркуляции) продуктов сгорания.

Для каждого из трех методов снижения расхода проверяют, выполняется ли требование хотя бы одного из двух альтернативных способов мониторинга воздуха: начального или постоянного. В зависимости от способа мониторинга аппарат должен удовлетворять одному из двух следующих требований при уменьшенном расходе:

d) при постоянном мониторинге — отключение до того, как концентрации CO (сухого, без воздуха) превысят:

1) 0,20 % от диапазона модуляции, указанного в эксплуатационных документах или

2) $CO_{meas} \cdot Q/Q_{in,min} \leq 0{,}20$ % ниже минимальной скорости диапазона модуляции,

где Q — мгновенная тепловая мощность, кВт;

$Q_{in,min}$ — измеренная тепловая мощность при минимальном расходе, кВт;

CO_{meas} — измеренная концентрация CO (сухой, без воздуха).

e) при начальном мониторинге — запуск невозможен, если концентрация CO (сухой, без воздуха) превышает 0,1 %.

6.2.6.3 Регулировка соотношения давления в газо-воздушной смеси

Если соотношение газо-воздушной смеси регулируется, то функция управления активируется при достижении предельных значений, а достигнутый диапазон соотношения давлений должен соответствовать диапазону настроек, указанному изготовителем при работе с регулируемым управлением газо-воздушной смеси при максимальных и минимальных настройках соотношения давлений в газо-воздушной смеси.

Испытания по 6.2.7.2 повторяют при следующих условиях:

- при максимальной тепловой мощности значение CO_2 устанавливают на максимальное значение, а при минимальной тепловой мощности на минимальное;

- проверяют, что значения CO, указанные в 6.2.7.2, не превышены.

6.2.7 Сгорание

6.2.7.1 Общие положения

Испытания проводят на аппаратах типов B_{22}, B_{23}, B_{52} и B_{53} в соответствии с 6.1.6, установленных следующим образом:

a) аппараты, предназначенные для использования с настенным отводом продуктов сгорания, присоединяют поочередно к дымоходу с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным изготовителем;

b) аппараты, предназначенные для присоединения к вертикальному дымоходу с выходом на крышу, последовательно подключают:

i) аппараты типов B_{22}, B_{23} — к дымовой трубе высотой 1 м с максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным изготовителем;

ii) аппараты типов B_{52} и B_{53} — к вертикальной дымовой трубе с минимальным и максимальным эквивалентным сопротивлением, указанным изготовителем.

Первоначально горелку настраивают на номинальную тепловую мощность в соответствии с 6.1.3.2.3.

Продукты сгорания собирают так, чтобы была взята репрезентативная проба, не влияющая на производительность аппарата. Затем определяют уровни CO и CO_2.

Содержание CO измеряют прибором, способным определять объемную концентрацию в диапазоне от $5 \cdot 10^{-5}$ до $100 \cdot 10^{-5}$.

Для всех испытаний образец следует брать при достижении теплового равновесия при заданных условиях.

Концентрацию CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания (нейтральное сгорание) $V_{CO,N}$ вычисляют по формуле

$$V_{CO,N} = V_{CO_2,N} \cdot \frac{V_{CO,M}}{V_{CO_2,M}}, \quad (8)$$

где $V_{CO_2,N}$ — расчетная концентрация CO_2 в продуктах сгорания (сухих, без воздуха), %;

$V_{CO,M}$ и $V_{CO_2,N}$ — концентрации CO и CO_2, измеренные во время испытания, %.

Значения $V_{CO_2,N}$ для испытательных газов приведены в таблице *4*.

Таблица *4* — Значения $V_{CO_2,N}$

Обозначение газа	G110	G20	G21	G25	G26	G30	G31
$V_{CO_2,N}$	7,6	11,7	12,2	11,5	11,8	14,0	13,7

Концентрацию CO в продуктах сгорания (сухих, без воздуха) также возможно вычислить по формуле

$$V_{CO,N} = \frac{21}{21 - V_{O_2,M}} \cdot V_{CO,M}, \quad (9)$$

где $V_{O_2,M}$ и $V_{CO,M}$ — концентрации O_2 и CO_2, измеренные во время испытания, %.

Рекомендуется использовать формулу (9), если она обеспечивает более высокую точность, чем формула, основанная на концентрации CO_2.

6.2.7.2 Все аппараты (в условиях неподвижного воздуха)

Испытания, описанные в 6.2.7.2, перечисления a) — e), проводят в условиях неподвижного воздуха.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками дроссель блока горелки регулируют так, чтобы попеременно создать максимальное и минимальное рабочее давление всасывания, указанное изготовителем, если не указано иное.

В случае работы аппарата с нестабильной тепловой мощностью или периодическими колебаниями CO, значение CO можно определить, взяв 100 показаний, равномерно распределенных по времени. Среднеарифметическое этих значений будет измеренным значением CO для дальнейших расчетов в соответствии с настоящим стандартом.

a) Испытание 1

Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,1 % при следующих условиях испытаний.

Не изменяя первоначальных настроек в блок горелки подают эталонные газы, соответствующие категории аппарата и повышают давление на входе в горелку до максимального, указанного в 6.1.4.

b) Испытание 2

Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,2 % при следующих условиях испытаний.

Не изменяя первоначальных настроек в блок горелки подают эталонные газы, соответствующие категории аппарата и снижают давление на входе в горелку до 70 % от номинального давления или до минимального давления, указанного в 6.1.4.

c) Испытание 3

Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,2 % при следующих условиях испытаний.

Не изменяя первоначальных настроек горелки, эталонные газы последовательно заменяют соответствующими предельными газами для неполного сгорания, а давление на входе в блок горелки повышают до максимального, указанного в 6.1.4.

При необходимости предельные газы для неполного сгорания заменяют соответствующими предельными газами для образования сажи, и аппарат должен проработать 3 цикла — по 30 мин с включением и 30 мин с выключением.

После испытания аппарата проверяют образования сажи внутри излучающей трубы и на вентиляторе.

d) Испытание 4

Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,2 % при следующих условиях испытаний.

Не изменяя первоначальных настроек горелки, аппарат, в зависимости от его категории, работает с соответствующими эталонными испытательными газами при номинальной тепловой мощности.

Испытание проводят при напряжении 85 % от минимального значения, а затем при напряжении 110 % от максимального значения, указанного изготовителем.

В этих условиях проверяют розжиг и последующее стабильное рабочее состояние аппарата.

e) Испытание 5

Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,2 % при следующих условиях испытаний.

Не изменяя первоначальных настроек горелки, аппарат, в зависимости от его категории, работает с соответствующими эталонными испытательными газами при номинальной тепловой мощности.

Для этого испытания вентилятор должен питаться от устройства, позволяющего изменять подаваемое напряжение.

В состоянии теплового равновесия, напряжение, подаваемое на вентилятор, постепенно уменьшают до тех пор, пока устройство контроля воздуха не отключит подачу газа. Отбор проб продуктов сгорания проводят до отключения подачи газа.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками при этом испытании дроссель блока горелки необходимо отрегулировать так, чтобы обеспечить только минимальное давление всасывания, указанное изготовителем.

6.2.7.3 Дополнительные испытания в особых условиях

6.2.7.3.1 Аппараты типов B_{22}, B_{23}, B_{52} и B_{53}

Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,2 % при следующих условиях испытаний.

Не изменяя первоначальной настройки горелки(ок) в соответствии с 6.1.3.2, аппарат работает с соответствующими эталонными испытательными газами согласно его категории при номинальной тепловой мощности:

a) Аппарат, предназначенный для использования с дымоходом, присоединенным к стене, испытывают при следующих условиях:

1) трубчатый излучающий обогреватель:

i) при подключении к дымоходу с установленным максимальным эквивалентным сопротивлением дымоход постепенно перекрывают до отключения подачи газа устройством

контроля воздуха. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,075 кПа,*

ii) на выходе из дымохода прилагают отрицательное давление, которое снижает давление на выходе из аппарата на *0,05 кПа* ниже давления выпускного канала с минимальным эквивалентным сопротивлением, указанным изготовителем. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,05 кПа*;

2) система из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей:

i) аппарат подключают к дымоходу с указанным максимальным эквивалентным сопротивлением, при этом одновременно работают три блока горелок. Выход продуктов сгорания постепенно ограничивают до тех пор, пока подача газа не будет отключена устройством контроля воздуха. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,075 кПа*.

Устройство контроля воздуха может быть расположено в блоках горелок или в общем воздуховоде. Испытание проводят с дросселем, установленным на минимальное давление всасывания, указанное изготовителем (эквивалентное минимальному расходу),

ii) аппарат подключают к дымоходу с минимальным эквивалентным сопротивлением. При этом работает только самая удаленная от вентилятора горелка. Выход продуктов сгорания постепенно ограничивают до тех пор, пока подача газа не будет отключена устройством контроля воздуха. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,075 кПа*.

Испытание проводят с дросселем в блоке горелки, установленным на минимальное давление всасывания, указанное изготовителем (эквивалентное минимальному расходу).

При работе только самой удаленной от вентилятора горелки подают давление всасывания на выходе продуктов сгорания для снижения давления на выходе из аппарата до *0,05 кПа*.

Испытание проводят с дросселем, установленным на максимальное давление всасывания, указанное изготовителем (эквивалентное максимальному расходу).

b) Аппарат, предназначенный для подсоединения к вертикальному дымоходу с выходом на крышу, испытывают при следующих условиях:

1) трубчатый излучающий обогреватель:

i) при подключении к дымоходу с установленным максимальным эквивалентным сопротивлением дымоход постепенно перекрывают до отключения подачи газа устройством контроля воздуха. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,05 кПа*,

ii) на выходе из дымохода прилагают отрицательное давление, которое снижает давление на выходе из аппарата на *0,05 кПа* ниже давления выпускного канала с минимальным эквивалентным сопротивлением, указанным изготовителем;

2) система из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей:

i) аппарат подключают к дымоходу с максимальным эквивалентным сопротивлением, при этом одновременно работают три блока горелок. Выход продуктов сгорания постепенно ограничивают до тех пор, пока подача газа не будет отключена устройством контроля воздуха. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,05 кПа*.

Испытание проводят с дросселем, установленным на минимальное давление всасывания, указанное изготовителем (эквивалентное минимальному расходу),

ii) аппарат подключают к дымоходу высотой 1 м. При этом работает только самая удаленная от вентилятора горелка. Выход продуктов сгорания постепенно ограничивают до тех пор, пока подача газа не будет отключена устройством контроля воздуха. В момент отключения повышение давления на выходе из аппарата должно быть не менее *0,05 кПа*.

Испытание проводят с дросселем, установленным на максимальное давление всасывания, указанное изготовителем (эквивалентное максимальному расходу).

При работе только самой удаленной от вентилятора горелки подают давление всасывания на выходе продуктов сгорания для снижения давления на выходе из аппарата до *0,05 кПа*.

Испытание проводят с дросселем, установленным на максимальное давление всасывания, указанное изготовителем (эквивалентное максимальному расходу).

6.2.7.3.2 Аппараты типов C_1 и C_3

Испытание проводят, как указано в 6.2.7.2, перечисление a) и 6.2.7.2, перечисление c), если применимо.

Для каждого испытания вычисляют среднеарифметическое значение результатов, полученных в девяти комбинациях скорости ветра и угла падения, при которых были самые высокие концентрации CO в продуктах сгорания. Концентрация CO в сухих не содержащих воздуха продуктах сгорания не должна превышать 0,2 %.

Не изменяя первоначальной настройки горелок, аппарат работает с эталонными испытательными газами в соответствии с его категорией при номинальной тепловой мощности.

6.2.8 Устройство контроля воздуха в общем воздуховоде

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с общим воздуховодом испытание проводят с установкой согласно 6.1.6.3, с общим воздуховодом при максимальном сопротивлении воздуховода, указанном изготовителем.

Вентилятор в воздуховоде должен работать без подачи газа в блок горелки. При этих условиях определяют расход через воздуховод.

Скорость вентилятора постепенно снижают до тех пор, пока скорость потока через воздуховод не составит 80 % от скорости, определенной при нормальной работе вентилятора в холодном состоянии.

6.3 Оксиды азота NO_x

6.3.1 Общие положения

Аппарат устанавливают в соответствии с 6.1.6 и подсоединяют к отводу продуктов сгорания в соответствии с 6.1.6.2.

Аппарат, предназначенный для работы с газами второго семейства, испытывают эталонным испытательным газом G20, если категория аппарата предусматривает его в качестве испытательного газа. Если G20 не предназначен в качестве испытательного газа, испытания проводят со эталонным испытательным газом G25.

Аппарат, предназначенный для работы только с газами третьего семейства, испытывают эталонным испытательным газом G30, а максимальную концентрацию NO_x (см. таблицу *5*) умножают на коэффициент 1,30.

Таблица *5* — Классы NO_x

Класс NO_x	1	2	3	4	5
Максимальная концентрация NO_x, мг/кВт · ч (*NCV*)	260	200	150	100	50

Аппарат, предназначенный для работы только с пропаном, испытывают эталонным испытательным газом G31, а максимальную концентрацию NO_x умножают на коэффициент 1,20.

Аппараты настраивают на номинальную тепловую мощность.

Измерения NO_x выполняют в состоянии теплового равновесия. Измеренные значения пересчитывают в значения для сухих, не содержащих воздуха продуктов сгорания согласно приложению *D*.

Влажные счетчики газа не используют.

К воздуху для горения применяют следующие стандартные условия:

a) температура — 20 °C;

b) относительная влажность *rh* — 10 г H_2O/кг воздуха.

Если условия испытаний отклоняются от стандартных, значения NO_x следует скорректировать с помощью формулы

$$NO_{x,ref} = NO_{x,m} + \frac{0{,}02NO_{x,m} - 0{,}34}{1 - 0{,}02(h_m - 10)}(h_m - 10) + 0{,}85(20 - t_a), \quad (10)$$

где $NO_{x,ref}$ — значение NO_x, скорректированное с учетом стандартных условий, мг/кВт · ч;

$NO_{x,m}$ — значение NO_x, измеренное при h_m и t_m в диапазоне от 50 до 300 мг/кВт · ч.

Примечание — Если NO_x измеряется в частях на миллион (ppm), выполняют пересчет в мг/кВт · ч в соответствии с приложением *D*.

h_m — влажность при измерении $NO_{x,m}$ в диапазоне от 5 до 15 г/кг;

t_a — температура окружающей среды во время измерения $NO_{x,m}$ в диапазоне от 15 до 25 °C.

Для работы аппарата с переменной тепловой мощностью или периодическими колебаниями NO_x, уровень NO_x можно определить, взяв 100 показаний, равномерно распределенных по времени. Среднеарифметическое этих значений будет окончательным измеренным значением для дальнейших процедур в соответствии с настоящим стандартом.

Измеренные значения NO_x, скорректированные с учетом стандартных условий и пересчитанные на сухие не содержащие воздуха продукты сгорания, должны быть вычислены в соответствии с 6.3.2.

Проверяют соответствие вычисленных значений NO_x значениям в таблице *5* в зависимости от выбранного класса NO_x.

6.3.2 Вычисление

6.3.2.1 Общие положения

Вычисление измеренных значений NO_x проводят в соответствии с 6.3.2.2—6.3.2.3.

6.3.2.2 Одноступенчатые аппараты

Концентрацию NO_x измеряют, корректируют и преобразовывают при номинальной тепловой мощности $Q_{in,nom}$ в соответствии с 6.3.1.

6.3.2.3 Двухступенчатые, многоступенчатые и модулирующие аппараты

Концентрацию NO_x измеряют, корректируют и преобразовывают при номинальной тепловой мощности $Q_{in,nom}$ и минимальной тепловой мощности $Q_{in,min}$ в соответствии с 6.3.1.

Сезонно-взвешенное значение NO_x ($NO_{x,seas}$) вычисляют по формуле

$$NO_{x,seas,NCV} = 0{,}15 \cdot NO_{x,nom} + 0{,}85 \cdot NO_{x,min}, \quad (11)$$

где $NO_{x,seas,NCV}$ — сезонно-взвешенное значение NO_x, основанное на *NCV*, мг/кВт · ч;

$NO_{x,nom}$ — измеренное значение NO_x при номинальной тепловой мощности на основе *NCV*, мг/кВт · ч;

$NO_{x,min}$ — измеренное значение NO_x при минимальной тепловой мощности на основе *NCV*, мг/кВт · ч.

6.3.3 Показания значений оксидов азота NO_x

Класс NO_x для аппарата, приведенный в таблице *5*, должен быть указан в эксплуатационных документах.

При измерении в соответствии с процедурой испытаний по 6.3.1 концентрация NO_x в сухих безвоздушных продуктах сгорания должна быть такой, чтобы значение NO_x, определенное по 6.3.2, не превышало максимальной концентрации NO_x, указанного класса NO_x в эксплуатационных документах.

Выбросы NO_x всех газовых излучающих обогревателей, подпадающих под действие *[1]*, должны соответствовать этим требованиям [значения NO_x — не более 200 мг/кВт · ч при тепловой мощности в пересчете на высшую теплотворную способность (*GCV*)].

Примечание — Данное требование по значению NO_x отличается от класса 2, приведенное в таблице *6*, которое основано на низшей теплотворной способности (*NCV*).

Вычисленное значение NO_x преобразуют на основе *GCV* следующим образом:

Значение $NO_{x,seas,NCV}$ вычисляют в соответствии с 6.3.2.

Значение $NO_{x,seas,GCV}$ вычисляют по формуле

$$NO_{x,seas,GCV} = \frac{H_i}{H_s} \cdot NO_{x,seas,NCV}, \quad (12)$$

где $NO_{x,seas,GCV}$ — сезонно-взвешенное значение NO_x, основанное на *GCV* соответствующего семейства газов, мг/кВт · ч;

$NO_{x,seas,NCV}$ — сезонно-взвешенное значение NO_x, основанное на *NCV* соответствующего семейства газов, мг/кВт · ч;

H_i/H_s — отношение низшей к высшей теплоте сгорания для соответствующего семейства газов, взятое из *[2]*.

6.4 Определение потребления электроэнергии

6.4.1 Общие положения

Потребление вспомогательной электроэнергии аппаратом измеряют при номинальной тепловой мощности, минимальной тепловой мощности и в режиме ожидания. Измерения должны включать потребляемую мощность всех электрических компонентов между устройством ручного отключения газа и головкой горелки, включая газовый клапан, органы управления горелкой и любой вентилятор подачи

воздуха для горения. Также должны быть включены устройства управления и контроля, если они обязательны для работы аппарата.

6.4.2 Потребление электроэнергии при номинальной тепловой мощности el_{max}

Испытания проводят, соблюдая условия по 6.1.5. Измеряют почасовое потребление электроэнергии, кВт, и определяют среднее значение.

6.4.3 Потребление электроэнергии при минимальной тепловой мощности el_{min}

Испытания проводят, соблюдая условия по 6.1.5. Измеряют почасовое потребление электроэнергии, кВт, и определяют среднее значение.

6.4.4 Потребление электроэнергии в режиме ожидания el_{sb}

Испытания проводят с аппаратом, подключенным к источнику электропитания, но без розжига горелки(ок). Измеряют почасовое потребление электроэнергии, кВт, и определяют среднее значение.

7 Энергоэффективность

7.1 Общий принцип измерения и расчета коэффициента излучения

Энергоэффективность газовых трубчатых обогревателей и систем из непрерывных трубчатых обогревателей с несколькими горелками в основном определяется коэффициентом излучения этих аппаратов. Коэффициент излучения определяет эффективность излучения аппарата с точки зрения теплоотдачи. Тепловая эффективность аппарата определяет общее количество энергии, вырабатываемой аппаратом в здании.

Для определения мощности излучения и коэффициента излучения *RF* аппаратов следует использовать радиометрический метод.

Мощность излучения измеряют стандартизированной и калиброванной интегрирующей сферой (сфера Ульбрихта) (см. рисунок *F*.1) с постоянной эталонной температурой и радиометрическим датчиком в различных точках сетки плоскости измерения (см. рисунки 1 и 2). Измеряют излучение во всех точках измерительной сетки, а измеренные значения интегрируют по площади измерительной сетки. Для расчета мощности излучения аппарата, измеренное значение необходимо скорректировать с учетом потерь на поглощение излучения во время измерения.

Коэффициент излучения *RF* аппаратов вычисляют делением мощности излучения на тепловую мощность, полученную во время измерения излучения.

7.1.1 Упрощение систем, состоящих из непрерывных трубчатых обогревателей с несколькими горелками

Для систем из непрерывных трубчатых обогревателей, состоящих из различных комбинаций отводных труб с различными тепловыми мощностями и возможно с различными сегментами, для определения мощности излучения и коэффициента излучения *RF* можно применить упрощение комбинации излучающих труб. Если конструкция сегментов излучающих труб системы идентична конструкции излучающей трубы с одной горелкой, изготовитель может испытать только один сегмент излучающего обогревателя с одной горелкой и определить мощность излучения для всех сегментов системы излучающего обогревателя с одинаковой тепловой мощностью и, по крайней мере, одинаковой длиной труб, соединяемых ниже по потоку, и не ниже мощности измеренного сегмента.

Примечание — При периодических испытаниях различных конфигураций систем из непрерывных трубчатых обогревателей должно быть подтверждено, что сегмент трубчатого обогревателя, установленный в начале аппарата (перед всеми остальными сегментами обогревателя), обеспечивает наименьшую мощность излучения по сравнению со всеми другими сегментами обогревателя с равной тепловой мощностью и длиной трубы, установленными ниже по потоку.

После определения коэффициента излучения каждого сегмента обогревателя при номинальной тепловой мощности, коэффициент излучения *RF* всех сегментов обогревателя при номинальной тепловой мощности $RF_{nom,i}$, %, вычисляют по формуле

$$RF_{nom,i} = \sum_{j=1}^{n} RF_{Seg,j} \cdot \frac{P_{Seg,j}}{P_{branch}}, \qquad (13)$$

где $RF_{Seg,j}$ — коэффициент излучения сегмента при номинальной тепловой мощности, %;

$P_{Seg,j}$ — тепловая мощность сегмента на основе *GCV*, кВт;

P_{branch} — тепловая мощность всех сегментов на основе *GCV*, кВт.

После определения коэффициента излучения каждого отдельного сегмента при минимальной тепловой мощности (если применимо) коэффициент излучения *RF* всех сегментов при минимальной тепловой мощности $RF_{\min,i}$ вычисляют по формуле

$$RF_{\min,i} = \sum_{j=1}^{n} RF_{Seg,j} \cdot \frac{P_{Seg,j}}{P_{branch}}. \quad (14)$$

Формулы (*13*) и (*14*) используют для расчета взвешенного коэффициента излучения для каждого сегмента системы из непрерывных трубчатых обогревателей.

7.2 Испытательное помещение

Размер испытательного помещения должен позволять установку аппарата и дополнительного испытательного оборудования. Помещение должно быть достаточного размера и иметь подходящие условия вентиляции для возможности использования аппарата во время испытания без значительного изменения воздуха в помещении. Площадь помещения:

a) должна обеспечить достаточную вентиляцию для ограничения концентрации CO_2 до < 1000 ppm;

b) поддерживать температуру воздуха на уровне (20 ± 5) °C в течение всего испытания;

c) быть свободна от влияния иных источников излучения, таких как другие обогреватели или солнце;

d) обеспечить работу аппарата и датчика без влияния сквозняка (< 0,2 м/с).

Пол, стены и потолок помещения должны быть хорошо защищены от внешних воздействий (например, солнечного света, проникающего через окна) и иметь внутренние поверхности, обработанные для снижения радиационного отражения.

7.3 Испытательный стенд для определения мощности излучения

7.3.1 Установка

Аппарат устанавливают в соответствии с эксплуатационными документами и требованиями по 6.1 и подвешивают на высоте не менее 1,2 м от пола.

Аппарат устанавливают горизонтально, а направление излучения должно быть направлено вертикально вниз.

Во всех случаях установки измерительная плоскость должна проходить горизонтально на 10 см ниже базовой плоскости излучения, проходящей через нижний край излучателя (см. рисунки 1 и 2).

Аппараты типов B и C устанавливают с системой удаления продуктов сгорания, которая должна иметь среднюю длину между допустимыми минимальной и максимальной длиной согласно эксплуатационным документам.

Аппараты типа C также дополнительно оснащают системой подачи воздуха для горения, которая должна иметь среднюю длину между допустимыми минимальной и максимальной длиной согласно эксплуатационным документам.

7.3.2 Размещение механического оборудования и измерителя излучения/измерительной сетки

Испытательный стенд должен позволять подвешивать аппарат горизонтально в соответствии с эксплуатационными документами и требованиями по 6.1 и обеспечивать устойчивое, но мобильное положение измерителя излучения (радиометра), позволяющее точно выровнять его в измерительной плоскости. Крепление аппарата не должно мешать попаданию излучения на измеритель излучения. Конструкция испытательного стенда должна быть достаточно прочной, чтобы выдерживать тепловое излучение аппарата, не влияя на относительное положение радиометра. Необходимо предусмотреть теплоизоляцию радиометра для предотвращения передачи тепла от испытательного оборудования.

Размер измерительной плоскости определяют индивидуально для каждого аппарата. Для этого интенсивность излучения, измеренная на краях измерительной плоскости, должна быть менее 1 % от максимального значения, измеренного непосредственно под аппаратом (правило 1 %).

Для аппаратов область наибольшей интенсивности излучения располагается непосредственно под трубой на расстоянии 1—8 м от горелки излучающей трубы.

Радиометр располагают в узлах ячейки измерительной сетки с максимальным отклонением трех осей 0,3 см. Ось измерителя излучения не должна отклоняться от вертикали более чем на 2°. Рас-

стояние от верхней части измерителя излучения до базовой плоскости излучения должно составлять (10 ± 0,3) см.

Примечание — Распределение излучения под теплогенератором задается прямоугольной измерительной сеткой с небольшим шагом через равные промежутки. Измерения проводят не менее чем в 100 точках. Для определения размера измерительной сетки применяют правило 1 %.

Выбирают следующую измерительную сетку:

- для аппаратов с длиной трубы (труб) до 10 м используют стандартную сетку с шагом 100 × 100 мм;
- для аппаратов с длиной трубы (труб) более 10 м используют сетку с шагом 100 × 100 мм на первых 10 м излучателя за горелкой и при любых изгибах трубы (труб). Для остальных прямых участков излучателя используют сетку шириной 100 мм и максимальной длиной 1000 мм.

7.3.3 Измеритель излучения и его калибровка

7.3.3.1 Общие положения

Измеритель излучения (радиометр) состоит из позолоченной изнутри интегрирующей сферы Ульбрихта с внутренним экраном для регистрации и интегрирования поступающего излучения на пироэлектрический датчик. Входящее излучение под разными углами должно отражаться внутри интегрирующей сферы в соответствии с законом Ламберта (закон косинусов). Излучение, попадающее на пироэлектрический датчик, периодически прерывается колесом, вращающимся с регулируемой и контролируемой скоростью. Выход датчика контролируется электроникой для обеспечения непрерывного сигнала.

В зависимости от температуры радиометр необходимо охлаждать водой для защиты электроники, датчика и колеса прерывателя во время измерения и калибровки, а также для обеспечения постоянной эталонной температуры радиометра равной (20 ± 0,5) °С, которую контролируют во время калибровки и измерения.

Внутреннюю камеру интегрирующей сферы следует постоянно продувать азотом во время измерения и калибровки.

Примечание — Внутреннюю поверхность измерителя излучения продувают азотом для предотвращения загрязнения, например, пылью, и изменения физического сигнала из-за конденсации водяного пара во время испытаний или калибровки или из-за поглощения излучения водяным паром или углекислым газом.

Техническое описание подходящего измерителя излучения приведено в приложении *F*. Если используют другой измеритель излучения, его пригодность для измерения трубчатых обогревателей и систем из непрерывных трубчатых обогревателей с несколькими горелками должна быть проверена, определена и задокументирована испытательной лабораторией, сертифицированной по *ГОСТ ISO/IEC 17025*, чтобы продемонстрировать, что результаты, полученные другим радиометром, идентичны результатам системы, изложенной в приложении *F*.

В предыдущем испытании необходимо проверить угловую чувствительность измерителя излучения в диапазоне длин волн от 0,8 до 20 мкм. Угловая чувствительность должна находиться в пределах отклонения закона Ламберта, приведенного в приложении *F*.

Радиометр, включая всю электронику и контрольное оборудование (например, органы управления колесом прерывателя, усилители, системы сбора данных и кабели), используемые во время измерений, калибруют не реже одного раза в 6 мес в соответствии с требованиями приложения *G* и оформляют в виде отчета о калибровке для демонстрации достоверности данных.

Описание подходящей системы и процедуры калибровки приведены в приложении *G*. Если используют другую систему и метод калибровки, их пригодность для измерения источников излучения должны быть проверены, определены и задокументированы испытательной лабораторией, сертифицированной по *ГОСТ ISO/IEC 17025*, чтобы продемонстрировать, что результаты, полученные с помощью другой системы калибровки, идентичны результатам системы, изложенной в приложении *G*.

7.3.3.2 Настройки измерителя излучения

7.3.3.2.1 Температура измерителя излучения

Температура измерителя излучения должна поддерживаться в пределах (20 ± 0,5) °С с помощью водяного охлаждения, регулируемого термостатом на протяжении всего измерения и калибровки.

7.3.3.2.2 Продувка сферы азотом

Скорость потока азота поддерживают в диапазоне (25 ± 10) л/ч во время измерения и калибровки. Температуру потока азота на входе в радиометр поддерживают в пределах (20 ± 3) °С. Это достигается тепловой защитой трубки подачи азота от излучения испытуемого аппарата и размещением трубки подачи азота непосредственно рядом или в контакте с трубкой подачи водяного охлаждения. Азот должен быть сухим и иметь чистоту не менее 99,9 % (марка N_2 — 3,0 или выше).

7.3.3.2.3 Частота колеса прерывателя

Частота, с которой колесо прерывает поступающее и регистрируемое излучение, должна быть как можно ниже для получения хорошего отношения сигнал/шум электрического сигнала и настолько высока, насколько это необходимо для обеспечения постоянной работы двигателя. Частота должна управляться контроллером колеса прерывателя и поддерживаться в диапазоне ±1 Гц.

Частоту устанавливают такой, чтобы она не была кратной 50 (или 60 при частоте в электросети 60 Гц). Это необходимо для правильной работы усилителя с учетом частоты электросети. Частота колеса прерывателя должна быть стабильной во время измерения и калибровки.

7.3.3.2.4 Характеристики датчика

Датчик измерителя излучения, включая защитное окно перед ним, имеет постоянную чувствительность в диапазоне длин волн длиной от 0,8 до 20 мкм и в диапазоне излучения от 10 до 1000 Вт/м^2. Рекомендуется использовать пироэлектрический датчик (например, из $LiTaO_3$) вместе с окном, имеющим пропускную способность в диапазоне волн длиной от 0,8 до 20 мкм. Походящим материалом для окна является кремний (Si), *имеющий пропускную способность в диапазоне волн длиной от 1 до 9 мкм.*

Пироэлектрический датчик должен использоваться при поданном напряжении. В этом режиме рабочий диапазон датчика зависит от частоты вращения колеса прерывателя. Частоту следует поддерживать постоянной во время измерения из-за влияния частоты колеса прерывателя на выходной сигнал. Выход датчика регулируют электронным способом, чтобы получить сигнал от 0 до 10 В.

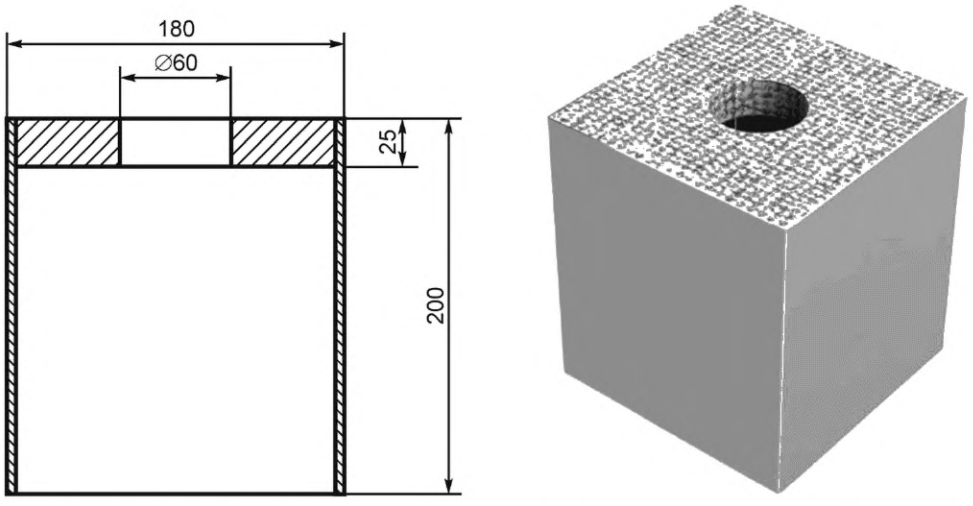
Установку и использование датчика осуществляют в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Вся электропроводка должна быть защищена от внешних электромагнитных воздействий.

7.3.3.2.5 Теплозащитный кожух для измерителя излучения

Поскольку измеритель излучения очень чувствителен к небольшим изменениям внутренней температуры датчика, требуется соответствующая тепловая защита измерителя излучения в дополнение к постоянному водяному охлаждению, чтобы свести к минимуму его нагрев во время испытания.

Тепловая защита состоит из кожуха, изготовленного из полированного алюминия с хорошими отражающими свойствами, размером 180 × 180 мм или, в качестве альтернативы, в виде цилиндра диаметром 200 мм, имеющего приблизительно равную площадь поперечного сечения 324 см^2. Лицевая поверхность кожуха покрыта неотражающим изоляционным материалом толщиной 25 мм. Самое высокое положение изоляционного материала должно совпадать с самым высоким положением измерителя излучения, чтобы избежать затенения на входе измерителя излучения.

Между измерителем излучения и теплозащитным кожухом необходимо установить теплоизоляцию. Конструкция подходящего теплозащитного кожуха показана на рисунке 9.



a) Размеры теплозащитного кожуха, мм b) Внешний вид теплозащитного кожуха

Рисунок 9 — Теплозащитный кожух

7.3.3.3 Получение сигнала

Для получения точных данных при большом объеме сигналов и во избежание ошибок при ручных замерах данные о локальной мощности излучения и температуре должны регистрироваться электронным устройством.

Перемещая измеритель излучения из одного положения в другое по измерительной сетке, датчик показывает характерный подъем и спад сигнала с течением времени. Перед получением текущего сигнала для расчета каждого отдельного положения измерительной сетки необходимо проверить постоянство сигнала. Сигнал должен быть получен, когда среднее значение серии из пяти сигналов, равномерно распределенных в течение 2,5 с (т. е. каждые 0,5 с), находится в пределах ±1 % от среднего значения следующей серии из пяти сигналов. В противном случае необходимо зафиксировать еще одну серию из пяти сигналов до тех пор, пока среднее значение не окажется в пределах ±1 % от среднего значения предыдущей серии.

При работе аппарата с периодически нестабильной тепловой мощностью или периодическими колебаниями сигнала излучения определяют среднюю величину излучения в каждой точке измерительной сетки во времени, взяв 100 показаний, равномерно распределенных по времени (например, фиксируют показания каждые 3 с в течение 5 мин). Среднеарифметическое этих значений представляет собой окончательное измеренное значение для дальнейших процедур в соответствии с настоящим стандартом.

7.4 Проведение измерений

7.4.1 Настройки

Аппарат снабжают эталонным испытательным газом соответствующей группы (G20 или G31) и настраивают в пределах ±2 % от его номинальной тепловой мощности. Модулирующие или двухступенчатые аппараты настраивают на номинальную тепловую мощность на первой ступени и на минимальную тепловую мощность на второй.

Измерение начинают при достижении теплового равновесия или стабильного состояния аппарата. Если аппарат подключен к магистральному газу, после перехода с G20 на G31 необходимо подождать, пока не будет достигнуто новое тепловое равновесие.

Состояние равновесия достигнуто, если температура поверхности излучателя колеблется менее чем на 0,5 % в течение 10 мин или если показания измерителя излучения в середине аппарата колеблются не более чем на 1 % более 10 мин.

7.4.2 Метод измерения

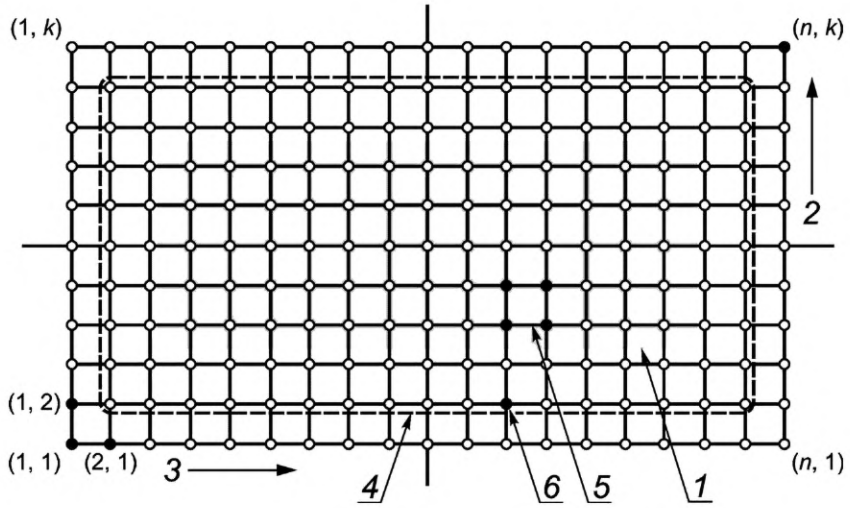
Процедуру измерения начинают с определения размеров измерительной плоскости. Для определения границ измерительной плоскости измеритель излучения перемещают в обоих направлениях оси над измерительной плоскостью на такое расстояние, чтобы измеренное значение локального излучения составляло менее 1 % от наибольшего значения, измеренного в области с самой высокой температурой трубы непосредственно под аппаратом. В зависимости от размера аппарата выбирают измерительную сетку с размером ячеек 10 × 10 см или комбинацию сеток с размерами ячеек 10 × 10 см и 10 × 100 см.

В течение цикла измерений при одном уровне тепловой мощности с эталонным испытательным газом температуру и влажность воздуха в помещении измеряют не менее трех раз (в начале, в середине и в конце измерения). Значения температуры и влажности воздуха, необходимые для расчета поглощения принимают среднеарифметическое этих значений. Отдельные измерения температуры воздуха должны соответствовать требованиям 7.3.

Для измерения мощности излучения измеритель излучения перемещают от узла к узлу по измерительной плоскости. Регистрируют локальные сигналы излучения и связанную с ними температуру измерителя излучения. Температуру измерителя излучения регистрируют и поддерживают постоянной на уровне (20 ± 0,5) °С в течение всего измерения. Измерение проводят отдельно для каждого столбца измерительной сетки. Перед измерением следующего столбца проводят контрольные измерения в первой строке за пределами 1 % значений и записывают для последующей корректировки измерений (если применимо), см. рисунок 10.

Электрический сигнал от датчика измеряют, когда среднее значение серии из пяти сигналов, равномерно распределенных в течение 2,5 с (т. е. каждые 0,5 с), находится в диапазоне значений ±1 % от среднего значения следующей серии из пяти сигналов. При этом за показание принимают среднеарифметическое значений последней строки.

Тепловую мощность аппарата во время измерения регистрируют в соответствии с настоящим стандартом и вычисляют по формуле (*17*). Для определения тепловой мощности во время измерения расход газа определяют калиброванным газовым счетчиком в течение всего периода измерения.



1 — испытуемый аппарат; *2* — направление столбцов сетки; *3* — направление рядов сетки; *4* — строка со значением 1 %; *5* — измерительная ячейка площадью F_{ij}; *6* — узел измерительной сетки; (1,1) — узел первой строки и первого столбца сетки

Рисунок 10 — Измерительная плоскость

Если аппарат одноступенчатый, то регистрируют значения тепловой мощности, мощности излучения и выбросов продуктов сгорания при номинальной тепловой мощности.

Если аппарат двухступенчатый, модулирующий или имеет зональное управление, то регистрируют значения тепловой мощности, мощности излучения и выбросов продуктов сгорания при номинальной и минимальной тепловых мощностях (если применимо).

7.5 Расчет коэффициента излучения

7.5.1 Расчет тепловой мощности

Фактическую тепловую мощность Q_m аппарата при измерении объемного расхода газа V вычисляют по формуле

$$Q_m = H_{i(actual)} \cdot \frac{1000}{3{,}6} \cdot V_{meas} \cdot \left(\left(\frac{p_a + p_g - p_w}{101{,}325} \right) \cdot \left(\frac{288{,}15}{273{,}15 + t_g} \right) \right), \quad (15)$$

где Q_m — фактическая тепловая мощность по отношению к высшей теплотворной способности газа *GCV*, Вт;

V — измеренный объемный расход газа при условиях влажности, температуры и давления на счетчике, м^3/ч;

$H_{i(actual)}$ — фактическая теплота сгорания испытательного газа, МДж/м^3;

t_g — максимальная температура газа, измеренная во время испытания, °С;

p_g — давление газа на входе в измерительное устройство, *кПа*;

p_a — атмосферное давление, измеренное во время испытания, *кПа*;

p_w — давление насыщенного пара испытательного газа при температуре t_g, *кПа* (см. 6.2.2.1); для сухого газа p_w равно нулю.

Примечание — Тепловая мощность определяется объемным расходом газа при стандартных условиях и высшей теплотворной способностью газа, использованного для испытания. Формула *(15)* не соответствует приведенной в 6.2.2.1 формуле (2) для расчета номинальной тепловой мощности, которая для данного случая не подходит.

7.5.2 Расчет мощности излучения

7.5.2.1 Общие положения

Мощность излучения $Q_{(R)M}$ равна сумме произведений площадей измерительных ячеек на среднеарифметические значения интенсивности излучения в четырех узлах каждой измерительной ячейки [см. рисунки 1a), 1b) и 10)].

Интенсивность излучения E_{ij}, Вт/м^2, измеренную в узлах ячейки, вычисляют по формуле

$$E_{ij} = (U - U_{(c)})/S + c, \quad (16)$$

где U — напряжение датчика, мкВ;

$U_{(c)}$ — скорректированное напряжение в узле, мкВ (см. 7.5.2.2);

S — чувствительность измерителя излучения, мкВ/Вт/м^2;

c — константа для компенсации возможной поправки.

Если $E_{ij} < 0$, делают коррекцию до $E_{ij} = 0$.

Если поправки в узле не требуется, то $U_{(c)} = 0$.

Среднюю интенсивность излучения $\overline{E}_{ij}$, Вт/м^2, измеренную в узлах ячейки, вычисляют по формуле

$$\overline{E}_{ij} = \frac{E_{i-1,j-1} + E_{i-1,j} + E_{i,j-1} + E_{i,j}}{4}, \quad (17)$$

где $i \in (1,2\ldots, n)$ и $j \in (1,2\ldots, k)$ — координаты узловых точек.

Мощность излучения $Q_{(R)M}$ вычисляют по формуле

$$Q_{(R)M} = \sum_{\substack{(i=1)\\(j=1)}}^{\substack{(i=n)\\(j=k)}} F_{ij} \cdot \overline{E}_{ij}, \quad (18)$$

где F_{ij} — площадь измерительной ячейки, м^2 (см. рисунок 10);

$\overline{E}_{ij}$ — средняя интенсивность излучения в узлах ячейки площадью F_{ij}, Вт/м^2.

7.5.2.2 Обработка отрицательных показаний радиометра

Радиометр иногда может давать небольшие отрицательные показания в состоянии покоя на границах измерительной плоскости из-за небольшого количества тепла, выделяемого внутренними компонентами измерителя излучения, и при небольших перепадах температур. При измерении может наблюдаться небольшое отклонение в сторону отрицательных показаний. Поскольку эти отрицательные показания связаны с местными условиями (такими как интенсивность излучения и мощность системы охлаждения), при значительных отрицательных отклонениях метод измерения допускается корректировать.

До и после измерения каждого столбца сетки (см. рисунок 10) в первом ряду сетки выполняют эталонное измерение. Эталонный ряд сетки — это первый ряд за пределами 1 % измерений. Измерение в узле сетки в позиции (1,1) принимают за нулевой уровень. Скорректированное напряжение в каждом узле $U_{(c)}$, мкВ, вычисляют по формуле

$$U_{(c)} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} U_{(i,1)} - \left(U_{(1,1)} \cdot n\right)}{n}, \quad (19)$$

где U — напряжение датчика, мкВ;

n — количество столбцов сетки.

7.5.2.3 Коррекция измеренной мощности излучения на поглощение излучения H_2O и CO_2

Мощность аппарата, регистрируемая измерителем излучения, частично поглощается H_2O и CO_2 как компонентами воздушной прослойки между аппаратом и датчиком. На скорость поглощения влияют:

a) средняя температура излучающей поверхности аппарата;

b) размеры аппарата, видимые через отверстие измерителя излучения;

c) концентрация H_2O в воздухе;

d) концентрация CO_2 в воздухе;

e) общая мощность излучения, зафиксированная измерителем излучения;

f) расстояние между аппаратом и датчиком.

Поправочный коэффициент на поглощение и/или суммарный коэффициент пропускания τ_{total} вычисляют с использованием метода, приведенного в приложении *H*.

7.5.3 Расчет коэффициента излучения

7.5.3.1 Общие положения

Коэффициент излучения *RF* аппарата вычисляют по формуле

$$RF = \frac{Q_{(R)c}}{Q_m}, \quad (20)$$

где

$$Q_{(R)c} = \frac{Q_{(R)M}}{\tau_{total}}, \quad (21)$$

где $Q_{(R)c}$ — мощность излучения при нормальных условиях (в сухом воздухе), кВт;

$Q_{(R)M}$ — измеренная мощность излучения, кВт;

Q_m — фактическая тепловая мощность на основе *GCV*, кВт;

τ_{total} — суммарный коэффициент пропускания.

7.5.3.2 Коэффициент излучения при номинальной тепловой мощности RF_{nom}

Коэффициент излучения при номинальной тепловой мощности RF_{nom} рассчитывают как отношение между мощностью излучения при номинальной тепловой мощности и измеренной тепловой мощностью (на основе теплотворной способности газа). Для аппаратов с зональным управлением следует измерить максимальное и минимальное значения тепловой мощности.

7.5.3.3 Коэффициент излучения при минимальной тепловой мощности RF_{min}

Для аппаратов с плавным или двухступенчатым регулированием определяют коэффициент излучения при минимальной тепловой мощности RF_{min} как отношение между мощностью излучения при минимальной тепловой мощности и измеренной тепловой мощностью (на основе теплотворной способности газа).

7.6 Определение теплового КПД

7.6.1 Общие условия испытаний

Для аппаратов типов B и C тепловой КПД определяют методом потери тепла с продуктами сгорания путем определения концентрации CO_2 или O_2, температуры воздуха на входе и температуры продуктов сгорания.

Помещение для испытаний должно соответствовать требованиям *7.2*. Установку аппарата выполняют согласно *7.3.1*. Настройку аппарата выполняют согласно *7.4.1*.

Концентрацию CO_2 (или O_2, если применимо) и температуру продуктов сгорания измеряют подходящим пробоотборником, включая устройство для измерения температуры в канале продуктов сгорания, если применимо. Скорость отбора продуктов сгорания для измерения температуры составляет около 100 дм^3/ч (100 л/ч).

В приложении *K* приведены пробоотборники продуктов сгорания для различных типов аппаратов.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками тепловой КПД измеряют для каждой отводной трубы. Определенные тепловые КПД для каждой отводной трубы суммируются, затем сумма делится на количество отводов и оценивается в соответствии с вкладом каждого отвода в общую тепловую мощность системы (при номинальной или минимальной тепловой мощности, если применимо).

7.6.2 Проведение испытаний

После установки и настройки в соответствии с *7.6.1*, аппарат должен работать до достижения теплового равновесия. Затем измеряют температуру и концентрацию CO_2 продуктов сгорания и воздуха для горения.

Расход газа определяют подсчетом целого числа оборотов газового счетчика за период не менее 100 с.

7.6.3 Точность измерения

Погрешность теплового КПД, рассчитанного по измеренным значениям, не должна превышать ±2 %. Допустимые погрешности измерений приведены в приложении *M*.

7.6.4 Дополнительные испытания двухступенчатых, многоступенчатых или модулирующих аппаратов

Для двухступенчатых, многоступенчатых или модулирующих аппаратов проводят дополнительное испытание и определяют тепловой КПД в соответствии с *7.6.1—7.6.3* при минимальной тепловой мощности.

Примечание — При работе аппарата с нестабильной тепловой мощностью или соответствующими периодическими колебаниями теплового КПД, тепловой КПД с течением времени определяют, взяв 100 соответствующих показаний, равномерно распределенных по времени. Среднеарифметическое этих значений представляет собой окончательное измеренное значение для дальнейших процедур в соответствии с настоящим стандартом.

7.6.5 Расчет теплового КПД

Тепловой КПД на основе высшей теплотворной способности $\eta_{th,GCV}$, %, для аппаратов без конденсации вычисляют при номинальной и минимальной тепловой мощности, указанной изготовителем с помощью формул для конкретного типа испытательного газа:

$$G20\,\eta_{th,GCV} = 90{,}1 - \left(0{,}3390 / \%CO_2 + 0{,}0080\right) \cdot \left(\overline{t_{flue}} - \overline{t_{a,comb}}\right), \quad (22)$$

$$G25\,\eta_{th,GCV} = 90{,}0 - \left(0{,}3390 / \%CO_2 + 0{,}0080\right) \cdot \left(\overline{t_{flue}} - \overline{t_{a,comb}}\right), \quad (23)$$

$$G30\,\eta_{th,GCV} = 92{,}4 - \left(0{,}4224 / \%CO_2 + 0{,}0063\right) \cdot \left(\overline{t_{flue}} - \overline{t_{a,comb}}\right)(\text{бутан}), \quad (24)$$

$$G31\,\eta_{th,GCV} = 92{,}0 - \left(0{,}4040 / \%CO_2 + 0{,}0066\right) \cdot \left(\overline{t_{flue}} - \overline{t_{a,comb}}\right)(\text{пропан}), \quad (25)$$

где $\%\ CO_2$ — содержание CO_2 в продуктах сгорания, %;

$\overline{t_{a,comb}}$ — средняя температура воздуха для горения, °C;

$\overline{t_{flue}}$ — средняя температура продуктов сгорания, °C.

Выводы из формул для определения теплового КПД приведены в приложении *M*.

Тепловой КПД на основе низшей теплотворной способности (*NCV*) вычисляют по формуле

$$\eta_{th,NCV} = \frac{H_s}{H_i} \cdot \eta_{th,GCV}. \quad (26)$$

7.7 Протоколы испытаний

Ввиду сложности испытаний необходимо фиксировать результаты испытаний в протоколе испытаний. Пример протокола испытаний приведен в приложении *I*, пример отредактированного протокола испытаний приведен в приложении *J*.

8 Требования к энергоэффективности (рациональному использованию энергии)

8.1 Общие требования

Метод испытаний для определения коэффициента излучения и теплового КПД приведены в разделе 7. Расчеты сезонного КПД обогрева помещений приведены в 8.2.

8.2 Сезонный КПД обогрева помещений

8.2.1 Общие положения

При определении сезонного КПД обогрева помещений учитывают следующие факторы:

a) коэффициент излучения при номинальной и минимальной тепловой мощности;

b) тепловой КПД при номинальной и минимальной тепловой мощности;

c) использование постоянного пламени пилотной горелки (при наличии);

d) потребление электроэнергии;

e) возможность регулирования тепловой мощности.

Сезонный КПД обогрева помещений аппаратов, подпадающих под действие *[1]*, должен соответствовать требованиям (см. *[1]*) (не менее 74 %).

8.2.2 Расчет сезонного КПД обогрева помещений

8.2.2.1 Общие положения

Сезонный КПД обогрева помещений η_S, %, вычисляют по формуле

$$\eta_S - \eta_{S,on} - F(1) - F(4) - F(5), \quad (27)$$

где $\eta_{S,on}$ — сезонный КПД обогрева помещения в активном режиме, %;

$F(1)$ — поправочный коэффициент, учитывающий отрицательное влияние регулирования мощности аппарата на сезонный КПД обогрева помещения, %;

$F(4)$ — поправочный коэффициент, учитывающий отрицательное влияние потребления электроэнергии на собственные нужды на сезонный КПД обогрева помещений, %;

$F(5)$ — поправочный коэффициент, учитывающий отрицательное влияние потребления энергии постоянным пламенем пилотной горелки (при наличии) на сезонный КПД обогрева помещения, %.

Сезонный КПД обогрева помещений в активном режиме $\eta_{S,on}$ вычисляют по формуле

$$\eta_{S,on} = \eta_{S,th} \cdot \eta_{S,RF}, \quad (28)$$

где $\eta_{S,th}$ — сезонный тепловой КПД на основе *GCV*, %;

$\eta_{S,RF}$ — сезонный КПД теплоотдачи %.

Сезонный тепловой КПД вычисляют по формуле

$$\eta_{S,th} = (0{,}15 \cdot \eta_{th,\text{nom}} + 0{,}85 \cdot \eta_{th,\text{min}}) - F_{env}, \quad (29)$$

где $\eta_{th,\text{nom}}$ — тепловой КПД при номинальной тепловой мощности на основе *GCV*, %;

$\eta_{th,\text{min}}$ — тепловой КПД при минимальной тепловой мощности на основе *GCV*, %;

F_{env} — коэффициент потерь оболочки, %.

При установке горелки аппарата в отапливаемом внутреннем помещении, коэффициент потерь оболочки равен нулю.

При установке горелки аппарата вне отапливаемой зоны, коэффициент потерь оболочки зависит от теплопередающей способности корпуса горелки в соответствии с таблицей *6*.

Таблица *6* — Коэффициент потерь оболочки горелки

Коэффициент теплопередачи оболочки *Ú*, Вт/м^2 · К	Коэффициент потерь оболочки, %
$Ú \le 0{,}5$	2,2
$0{,}5 < Ú \le 1{,}0$	2,4
$1{,}0 < Ú \le 1{,}4$	3,2
$1{,}4 < Ú \le 2{,}0$	3,6
$Ú > 2{,}0$	6,0

Сезонный КПД теплоотдачи аппарата $\eta_{S,RF}$, %, вычисляют по формуле

$$\eta_{S,RF} = \frac{(0{,}94 \cdot RF_S) + 0{,}19}{(0{,}46 \cdot RF_S) + 0{,}45}, \quad (30)$$

где RF_S — сезонный коэффициент излучения.

Сезонный коэффициент излучения RF_S трубчатого излучающего обогревателя вычисляют по формуле

$$RF_S = \sum_{i=1}^{n} (0{,}15 \cdot RF_{\text{nom}} + 0{,}85 \cdot RF_{\text{min}}), \quad (31)$$

где RF_{nom} — коэффициент излучения трубчатого излучающего обогревателя при номинальной тепловой мощности;

RF_{min} — коэффициент излучения трубчатого излучающего обогревателя при минимальной тепловой мощности.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками коэффициент излучения RF_S вычисляют по формуле

$$RF_S = \sum_{i=1}^{n} \left(0{,}15 \cdot RF_{\text{nom},i} + 0{,}85 \cdot RF_{\text{min},i}\right) \cdot \frac{Q_{in,heater,i}}{Q_{in,system}}, \quad (32)$$

где $RF_{\text{nom},i}$ — коэффициент излучения сегмента трубы при номинальной тепловой мощности;

$RF_{\text{min},i}$ — коэффициент излучения сегмента трубы при минимальной тепловой мощности;

$Q_{in,heater,i}$ — тепловая мощность сегмента излучающей трубы на основе *GCV*, кВт;

$Q_{in,system}$ — тепловая мощность всей системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей на основе *GCV*, кВт.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками формулы (*30*) и (*32*) применимы, если конструкция сегмента в системе из трубчатых обогревателей, включая горелки, трубы и отражатели, идентична конструкции обогревателя с одной трубой, и настройки, влияющие на мощность сегментов системы, идентичны настройкам обогревателя с одной трубой.

8.2.2.2 Поправочный коэффициент *F*(1)

Поправочный коэффициент *F*(1) учитывает способность аппарата регулировать тепловую мощность в зависимости от фактической потребности в тепле.

Таблица 7 — Поправочный коэффициент *F*(1)

Регулировка тепловой мощности аппарата	Значение коэффициента *F*(1)	Ограничения
Одноступенчатая	$F(1) = 5{,}0\ \%$	—
Двухступенчатая	$F(1) = 5{,}0\ \% - \left(2{,}5\ \% \cdot \frac{Q_{in,\text{nom}} - Q_{in,\text{min}}}{0{,}3 \cdot Q_{in,\text{nom}}}\right)$	$2{,}5\ \% \le F(1) \le 5{,}0\ \%$
Модулируемая	$F(1) = 5{,}0\ \% - \left(5{,}0\ \% \cdot \frac{Q_{in,\text{nom}} - Q_{in,\text{min}}}{0{,}4 \cdot Q_{in,\text{nom}}}\right)$	$0\ \% \le F(1) \le 5{,}0\ \%$

где $Q_{in,\text{nom}}$ — номинальная тепловая мощность, кВт;

$Q_{in,\text{min}}$ — минимальная тепловая мощность, кВт.

8.2.2.3 Поправочный коэффициент *F*(4)

Поправочный коэффициент *F*(4) учитывает потребление вспомогательной электроэнергии во время работы и в режиме ожидания и вычисляется по формуле

$$F(4) = CC \cdot \frac{0{,}15 \cdot el_{\text{max}} + 0{,}85 \cdot el_{\text{min}} + 1{,}3 \cdot el_{sb}}{Q_{in,\text{nom}}} \cdot 100, \quad (33)$$

где el_{max} — потребление электроэнергии при номинальной тепловой мощности, кВт;

el_{min} — потребление электроэнергии при минимальной тепловой мощности, кВт, если аппарат не имеет регулировки мощности, потребление электроэнергии замеряют при номинальной тепловой мощности;

el_{sb} — потребление электроэнергии в режиме ожидания, кВт;

CC — коэффициент преобразования электроэнергии в первичную; текущее значение коэффициента *CC* для электроэнергии равно 2,5 для локальных обогревателей (см. *[1]*).

8.2.2.4 Поправочный коэффициент *F*(5)

Поправочный коэффициент *F*(5) учитывает потребление энергии постоянным пламенем пилотной горелки и вычисляется по формуле

$$F(5) = 4 \cdot \frac{Q_{pilot}}{Q_{in,\text{nom}}} \cdot 100, \quad (34)$$

где Q_{pilot} — мощность пилотной горелки, кВт;

$Q_{in,\text{nom}}$ — номинальная тепловая мощность, кВт.

Для аппаратов без постоянного пламени пилотной горелки Q_{pilot} равна нулю.

9 Оценка рисков

Аппараты необходимо проектировать и изготавливать так, чтобы они безопасно эксплуатировались и не представляли опасности людям и окружающей среде при обычном использовании. Эта опасность выражается в рисках, которые считаются неотъемлемыми рисками, связанными с сжиганием газа и отоплением помещений.

В настоящем стандарте рассматриваются риски, связанные с аппаратами для известных решений.

Для технических решений, не предусмотренных настоящим стандартом или другими стандартами, относящимися к газовым обогревателям, должна быть проведена соответствующая оценка рисков и задокументирована в эксплуатационных документах для определения рисков и принятия решений о необходимых мерах по их устранению.

При выборе наиболее подходящих решений при оценке эксплуатационных документов применяют следующие принципы в порядке, представленном ниже:

a) устранение или уменьшение рисков, насколько это возможно (безопасное проектирование и производство);

b) применение необходимых мер предосторожности в отношении рисков, которых невозможно избежать;

c) информирование пользователей об остаточных рисках при неполноте используемых мер защиты и указание на специальные меры предосторожности.

Оценку рисков и обоснование допущений, сделанных в ходе этой оценки, следует включить в сопроводительную документацию.

10 Маркировка и инструкции

10.1 Маркировка аппарата и упаковки

10.1.1 Обозначение

Обозначение аппарата включает:

a) категорию;

b) номинальную мощность или диапазон регулируемых мощностей;

c) тип отвода продуктов сгорания.

10.1.2 Табличка

Блок горелки аппарата должен иметь одну или несколько идентификационных табличек и/или наклеек, которые прочно и постоянно закреплены так, чтобы были видимы, а приведенная на них информация была читаема монтажником. Таблички на аппаратах и/или наклейки должны содержать как минимум следующую информацию:

a) наименование и/или товарный знак изготовителя.

Примечание — Под «изготовителем» понимают организацию или компанию, которая берет на себя ответственность за разработку и производство аппарата;

b) модель (тип) аппарата, торговое наименование или обозначение (при наличии);

c) серийный номер (номер партии);

d) дату изготовления (месяц, год);

e) номинальную тепловую мощность Q_n и, если применимо, диапазон номинальной тепловой мощности для аппаратов с регулируемой тепловой мощностью или зональным управлением тепловой мощности (в кВт), независимо от того, относится ли она к низшей или к высшей теплоте сгорания (например, Q_n = 10,5 — 21,0 кВт для H_i).

Примечание — Допускается использовать ΣQ_n, если дана тепловая мощность Q_n нескольких горелок;

f) тип газа и давление газа и/или пару давлений газа на которую настроен аппарат в *кПа* (например, G20 — *2,0 кПа*).

Если требуется вмешательство в аппарат для переключения с одного давления на другое в паре давлений третьего семейства, указывают только давление текущей настройки аппарата;

g) для регулируемых аппаратов давление на входе горелки для каждого семейства или групп газов, для которых предназначен аппарат (в *кПа*), а также с учетом минимальной настройки (если применимо);

h) тип и напряжение используемого тока, включая максимальный используемый ток в вольтах, амперах, герцах и ваттах для всех условий электропитания и электрической защиты в соответствии с *ГОСТ 14254* (например, 230 В, 50 Гц, 0,1 А, 30 Вт, IP20);

i) *маркировку Единым знаком обращения продукции на рынке государств—членов Евразийского экономического союза (знак ЕАС) в соответствии с требованиями [10]*;

j) тип отвода продуктов сгорания в соответствии с 4.2 (например, тип B_2);

k) класс NO_x аппарата в соответствии с 6.3.3 (например, NO_x класса 1);

l) страну(ы) прямого назначения символами в соответствии с *ГОСТ 7.67*;

m) категорию(и) аппарата в связи со страной (странами) назначения в соответствии с *[2]*, при необходимости следует использовать символ «Кат.»;

Не допускается нанесение на корпус аппарата какой-либо иной информации, которая может привести к неясности в отношении текущей настройки аппарата, соответствующей категории (категорий) аппарата и страны (стран) назначения.

Для аппаратов с диапазоном номинальных тепловых мощностей должно быть предусмотрено свободное пространство, чтобы монтажник имел возможность постоянно вводить номинальную тепловую мощность, установленную при вводе в эксплуатацию.

Стойкость маркировки должна быть подтверждена испытанием в соответствии с *ГОСТ IEC 60335-1—2015* (подраздел 7.14).

10.1.3 Другие маркировки

При поставке на видном месте аппарата, возможно рядом с заводской табличкой, должна находиться постоянно прикрепленная табличка с указанием типа и давления семейства или группы газов, для которых предназначена горелка. Эту информацию допускается указывать на табличке.

Также на аппарате необходимо наличие соответствующей этикетки или наклейки со следующим нестираемым текстом:

«Данный аппарат должен быть установлен согласно инструкциям по монтажу в соответствии с действующими правилами и может использоваться только в достаточно проветриваемых помещениях. Перед использованием аппарата необходимо изучить руководство по эксплуатации».

Аппарат также должен иметь всю полезную информацию, относящуюся к существующему электрооборудованию и, в частности, используемые значения тока и напряжения, а также соответствующий код изоляции в соответствии с *ГОСТ 14254*.

Изготовителю также следует предоставить подходящую этикетку или постоянное уведомление для прикрепления к элементам управления пользователем или рядом с ними. Эта этикетка или уведомление должны содержать постоянные инструкции по безопасной эксплуатации аппарата, включая процедуры зажигания и выключения.

На аппарате в хорошо видном месте размещают постоянные предупреждающие надписи о том, что перед проведением работ по техническому обслуживанию и ремонту, необходимо отключить аппарат и перекрыть подачу газа.

10.1.4 Маркировка упаковки

На упаковке блока горелки должна быть, как минимум, следующая информация:

a) модель (тип) аппарата;

b) тип газа вместе с давлением и/или парой давлений, на которые настроен аппарат (например, G20—*2, кПа*). При необходимости для давления газа следует использовать символ «*p*»;

Примечание — Если требуется вмешательство в аппарат для переключения с одного давления на другое в пределах пары давлений третьего семейства, допускается указывать только давление текущей настройки аппарата.

c) наименование и/или товарный знак изготовителя, наименование страны изготовления аппарата;

d) категория(и) аппарата в связи со страной (странами) назначения (см. *[2]*), при необходимости следует использовать символ «Кат.»;

e) тип отвода продуктов сгорания в соответствии с 4.2 (например, тип B_2);

f) страна(ы) прямого назначения с символами в соответствии с *ГОСТ 7.67*;

g) текст согласно 10.1.2;

h) манипуляционные знаки, которые должны дублироваться на разных местах упаковки.

Не допускается нанесение на упаковку аппарата какой-либо иной информации, которая может привести к неясности в отношении текущей настройки аппарата, соответствующей категории(й) аппарата и страны (стран) назначения.

10.1.5 Использование символов на аппарате и на упаковке

10.1.5.1 Электроснабжение

Маркировка с электрическими параметрами должна соответствовать *ГОСТ IEC 60335-1*.

10.1.5.2 Тип газа

Для представления всех индексов категорий, соответствующих настройке аппарата, необходимо использовать символ эталонного газа, общий для всех этих индексов (см. *[2]*).

10.1.5.3 Присоединительное давление газа

Присоединительное давление газа указывают числовым значением с единицей измерения (*кПа*), при необходимости используют символ «*p*».

10.1.5.4 Категория

Категорию аппарата указывают в соответствии с обозначением (см. *[2]*). При необходимости пояснения обозначения, термин «категория» обозначают «Кат.».

10.1.5.5 Дополнительная информация

Символы номинальной тепловой мощности горелки Q_n и номинальной тепловой мощности всех горелок аппарата ΣQ_n не являются обязательными, но их применение рекомендуется для предотвращения использования другими обозначениями.

10.2 Эксплуатационные документы (сопроводительная документация)

10.2.1 Общие положения

Эксплуатационные документы должны составляться на официальном(ых) языке(ах), действующем(их) в стране(ах) применения.

Если эксплуатационные документы составлены на официальном языке, который используют в нескольких странах, то коды стран указывают в соответствии с *ГОСТ 7.67*.

Если аппарат поставляют в страну, не указанную в его маркировке, то вместе с аппаратом поставляют эксплуатационные документы, во введении которых приводят следующий текст:

«Настоящая документация действует только в стране прямого применения согласно кодам, приведенным в маркировке. Если код страны прямого применения отсутствует в маркировке аппарата, то следует использовать согласованные эксплуатационные документы, в которых содержится необходимая информация для настройки аппарата с учетом условий применения в данной стране».

***10.2.2* Инструкции по монтажу и регулированию**

Дополнительно к данным, приведенным в 10.1.2, инструкции по монтажу могут, при необходимости, содержать информацию о действии сертификата соответствия на аппарат в странах, не указанных в его маркировке[1)]. При наличии такой информации инструкции должны содержать предупреждение о том, что при монтаже и перенастройке аппарата необходимо обеспечивать безопасное и правильное применение аппарата в этих странах. Данное предупреждение приводят на официальном(ых) языке(ах) для каждой из этих стран. Кроме того, в инструкциях необходимо указать, как получить информацию, инструкции и необходимые детали для безопасной и бесперебойной работы аппарата в этих странах.

Инструкции по монтажу и регулированию предназначены для монтажника и должны поставляться вместе с аппаратом. Инструкции должны быть написаны ясным и простым языком с использованием общеупотребительных выражений. При необходимости текст дополняют диаграммами и/или фотографиями.

В инструкциях по монтажу и регулированию приводят следующий текст:

«Перед монтажом аппарата необходимо проверить соответствие местных условий газоснабжения (вид газа и давление газа) с настройкой аппарата».

В инструкциях по монтажу и регулированию необходимо указать:

a) способ подключения дымохода и правила установки в стране, в которой должен быть установлен аппарат (при наличии правил); кроме того, должны быть указаны размеры выхода дымовых газов для установки в странах без специальных правил;

b) конструкцию системы удаления продуктов сгорания;

c) метод сборки и, в частности, метод соединения секций труб(ы) и используемые уплотнительные материалы, если они необходимы для обеспечения герметичности;

d) использование и размещение регуляторов температуры и других устройств управления;

---

1) Страны непрямого назначения.

e) установку аппарата, включая минимальные зазоры вокруг аппарата и его POCED (для аппаратов типов B_5, C_1 и C_3); при необходимости информацию об изоляции или рукавах и минимальной высоте подвеса над полом, которая должна соответствовать правилам установки страны назначения;

f) метод установки POCED (для аппаратов типов B_5, C_1 и C_3), включая необходимые опорные элементы, способ крепления к зданию и заявление, подтверждающее, что POCED способна выдерживать свой собственный вес;

g) отвод продуктов сгорания, включая максимальное и минимальное эквивалентное сопротивление POCED после любого вентилятора[1)];

h) потери тепла с продуктами сгорания, если требуется (см. приложение *C*);

i) требования к подаче воздуха и отводу продуктов сгорания;

j) требования к электроснабжению и электрические соединения, включая надлежащее заземление, а также полную электромонтажную и электрическую схемы;

k) подачу газа и газовые соединения, необходимость гибкого газового шланга для компенсации теплового удлинения аппарата, если это применимо;

l) инструкции по настройке регуляторов газо-воздушной смеси (при разрешении) или других устройств регулирования, инструкции для проверки этих устройств и меры, которые необходимо принять в случае неправильных настроек (если применимо), и, в частности, четкие указания по процедуре настройки, сами настройки, необходимое оборудование и его точность, а также объяснения последствий неточных настроек;

m) процедуру ввода аппарата в эксплуатацию.

В частности, в случае аппаратов, предназначенных для работы без отвода продуктов сгорания, в инструкциях указывают требования к вентиляции, которые соответствуют правилам страны, в которой должен быть установлен аппарат. При подобном применении рекомендуется соответствие вентиляции *[11]*.

Для систем из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками инструкции по монтажу и регулированию также должны содержать:

n) средства для проверки реле давления в состоянии «без воздушного потока» не реже одного раза в 24 ч;

o) максимальное количество горелок и их отводов в системе;

p) минимальные технические характеристики излучающих труб, которые будут использоваться в системе;

q) технические характеристики вентилятора(ов) в системе;

r) сведения о средствах определения давления всасывания в каждой отводной трубе и, при необходимости, о наличии для этого точек замера давления;

s) принципиальную схему системы;

t) способ удаления конденсата, который может образовываться при работе системы;

u) диапазон рабочего давления всасывания, в котором может работать каждая горелка.

В частности, инструкции должны содержать подробную информацию о дросселях, которые могут находиться в отводных трубах системы. Метод должен включать средства проверки работы блоков горелок при рабочем давлении всасывания, указанном в эксплуатационных документах.

Инструкции должны содержать примечание о том, что в аппарат не допускается вносить изменения без консультации с его изготовителем.

Вместе с аппаратом должна поставляться вся необходимая информация для его проектирования и, в частности, для безопасной работы во всех нормальных рабочих режимах.

В инструкциях следует указать, что после установки монтажник должен проверить функции аппарата при всех нормальных рабочих режимах в соответствии с эксплуатационными документами.

Кроме того, инструкции по монтажу должны содержать полную схему подключения горелки и таблицу технических данных, перечень которых включает:

a) номинальную тепловую мощность аппарата и, если применимо, диапазон тепловых мощностей аппаратов с зональным управлением, двухступенчатой, многоступенчатой или модулируемой тепловой мощностью в кВт (*NCV*);

b) расход газа каждой пилотной горелки;

[1)] Минимальное и максимальное эквивалентное сопротивление соответствует POCED, поставляемому или указанному изготовителем с минимальным и максимальным сопротивлением потоку. Особое внимание следует уделять сопротивлению потоку любого ветрозащитного устройства, поставляемого или указанного изготовителем.

c) тип используемого газа (например, число Воббе);

d) давление горелки, а для блока горелок с настраиваемым регулятором давления газа — давление газа, измеренное перед горелкой, но после любого регулирующего устройства, в зависимости от типа используемого газа;

e) размеры форсунок;

f) количество форсунок;

g) размер входного газового патрубка;

h) размер выпуска продуктов сгорания;

i) размеры аппарата;

j) масса аппарата;

k) спецификация электродвигателя;

l) параметры вентиляторов;

m) дополнительную техническую информацию, которая может потребоваться монтажнику или инженеру по вводу аппарата в эксплуатацию;

n) максимальное и минимальное давления всасывания, на которые рассчитаны блоки горелок.

В инструкциях по монтажу необходимо указать, что в непосредственной близости от каждого блока горелки должен быть установлен кран для перекрытия газовой линии, если возникнет необходимость отсоединения горелки вместе с ее блоком управления для технического обслуживания или ремонта.

10.2.3 **Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию**

Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию изготовитель должен поставлять вместе с каждым аппаратом. Эти руководства, предназначенные для пользователя, должны содержать всю необходимую информацию по безопасному и квалифицированному использованию аппарата. Данные руководства допускается объединять с инструкциями по монтажу и регулированию.

Руководство по эксплуатации (РЭ) должно быть написано ясным и простым языком с использованием общеупотребительных выражений. При необходимости текст дополняют диаграммами и/или фотографиями. РЭ также должно содержать информацию об уходе и безопасной эксплуатации аппарата, в том числе информацию о процедурах зажигания и отключения.

В РЭ необходимо указать любые ограничения на использование аппарата и включить как минимум следующую информацию:

a) аппарат должен устанавливаться и обслуживаться только квалифицированным специалистом;

b) для переоборудования аппарата на использование других газов требуется квалифицированный специалист;

c) предупреждения о неправильном использовании;

d) инструкции по уходу и безопасной эксплуатации;

e) инструкции по очистке и уходу за аппаратом;

f) процедуры запуска, эксплуатации и остановки;

g) любые ограничения на использование аппарата;

h) запрет на вмешательство в опломбированные компоненты;

i) рекомендуемая регулярность периодического обслуживания и объем обслуживания, рекомендованный изготовителем;

j) краткое изложение правил установки (подключение газа, вентиляции) в стране, в которой устанавливается аппарат;

k) меры предосторожности, которые необходимо принять на случай, если аппарат больше не будет работать должным образом.

Руководство по техническому обслуживанию (РТО) должно содержать всю необходимую информацию для правильного обслуживания аппарата и отправляться по запросу всем квалифицированным монтажникам. РТО может быть частью руководства по монтажу и должно содержать как минимум следующее:

l) объем и периодичность технического обслуживания, рекомендованные изготовителем;

m) сведения о всех специальных инструментах, необходимых для любых процедур технического обслуживания;

n) порядок более сложного демонтажа деталей или узлов, подлежащих техническому обслуживанию или доступа к ним;

o) полные электрические функциональные и принципиальные схемы;

p) краткий перечень деталей с артикулами, которые, по заявлению изготовителя, могут потребоваться в качестве запасных частей в течение срока службы аппарата;

q) ссылку на необходимость консультации с изготовителем аппарата перед заменой деталей, отличных от тех, которые указаны или рекомендованы в РТО;

r) в качестве помощи по техническому обслуживанию должна быть включена схема поиска и устранения неисправностей;

s) линейную диаграмму или блок-схему с расположением газовых регуляторов для более сложных аппаратов;

t) окончательную проверку аппарата, особенно на наличие утечек газа;

u) ссылку на необходимость повторного ввода аппарата в эксплуатацию после технического обслуживания.

10.2.4 **Инструкции по переоборудованию**

Инструкции по переоборудованию необходимо отправить по запросу всем квалифицированным монтажникам. Инструкции по переоборудованию могут быть частью инструкций по монтажу.

Детали, необходимые для перехода на другой тип газа, семейство газов, группу или давление газа, должны сопровождаться четкими и соответствующими инструкциями по замене деталей, а также по очистке, регулировке и проверке аппарата.

Кроме того, для прикрепления к блоку горелки поставляют наклейку с указанием типа и давления газа, для которого он был настроен, и, при необходимости, тепловой мощности, установленной при вводе в эксплуатацию.

В инструкциях по переоборудованию на другие газы необходимо указать, что все уплотнения должны быть восстановлены после завершения работ.

10.2.5 **Инструкции по установке фитингов**

Если фитинги входят в комплект поставки для подключения к аппарату, к ним должны прилагаться инструкции по их регулировке, эксплуатации и техническому обслуживанию. В эти инструкции, при необходимости, включают требования, изложенные в *10.2.2* и *10.2.3*.

10.3 Представление информации

Всю информацию, содержащуюся в 10.1 и 10.2, приводят на языке (языках) страны (стран), для которых предназначен аппарат. Теплоту сгорания указывают как высшую или низшую в зависимости от правил страны назначения.

10.4 Требования к информации

Вместе с аппаратом в эксплуатационных документах необходимо предоставить следующую информацию:

a) технические характеристики аппарата согласно таблице *L*.1;

b) соответствующую информацию об утилизации аппарата по окончании срока службы.

Для всех аппаратов, подпадающих под действие *[1]* для локальных обогревателей, требования к представлению указанной выше информации приведены в *[1]*.

Приложение *А*
(справочное)

Типы аппаратов

А.1 Трубчатые излучающие обогреватели с одной горелкой

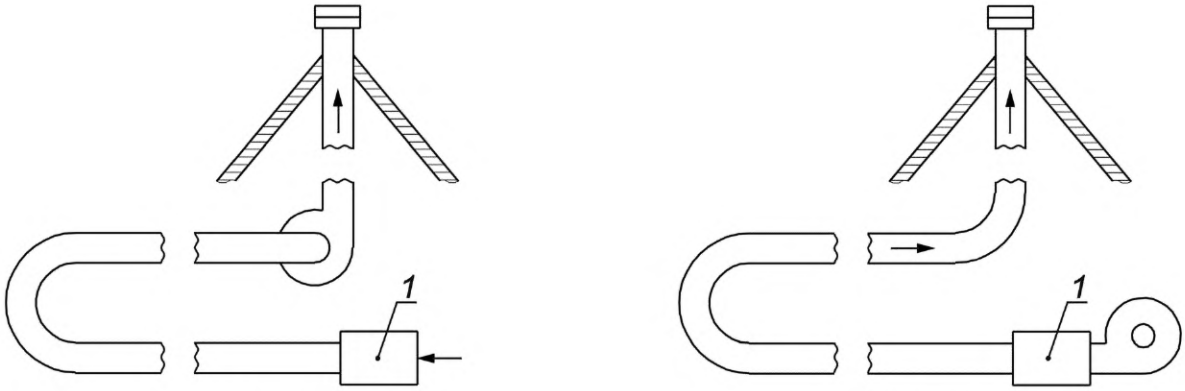
А.1.1 Аппараты типа В с вентилятором в контуре сгорания



a) Тип B_{22} b) Тип B_{23}

1 — горелка

Рисунок *А*.1 — Аппараты типа B_2

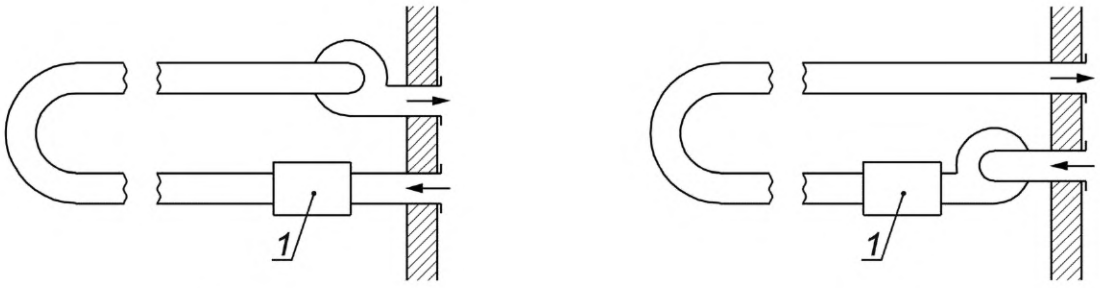


a) Тип B_{52} b) Тип B_{53}

1 — горелка

Рисунок *А*.2 — Аппараты типа B_5

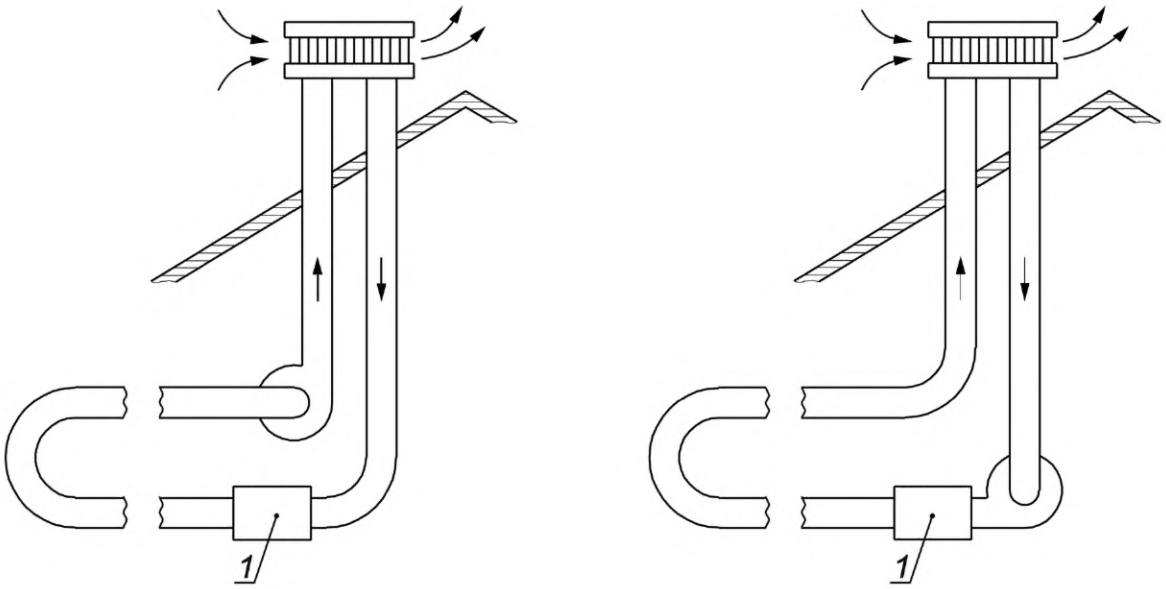
А.1.2 Аппараты типа С с вентилятором в контуре сгорания



a) Тип C_{12} b) Тип C_{13}

1 — горелка

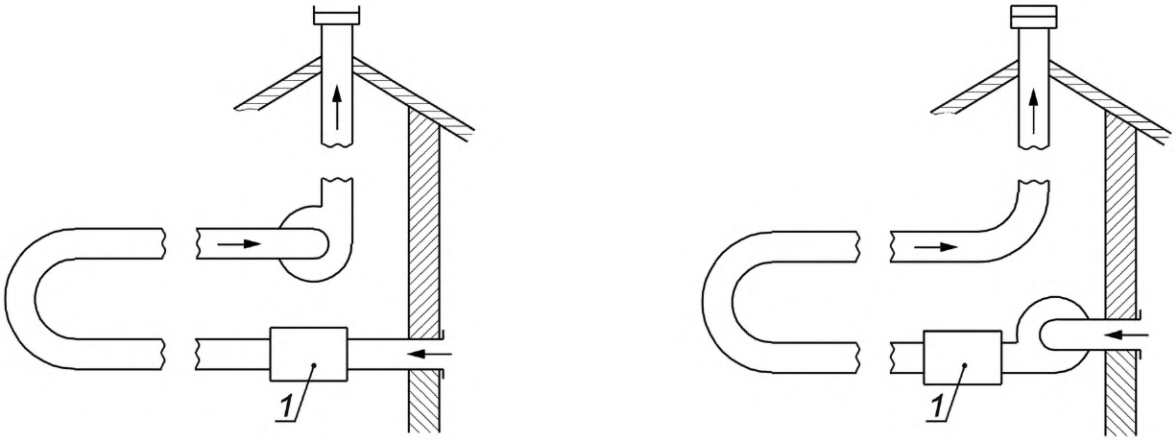
Рисунок *А*.3 — Аппараты типов C_{12} и C_{13}



a) Тип C_{32} b) Тип C_{33}

1 — горелка

Рисунок *А*.4 — Аппараты типов C_{32} и C_{33}

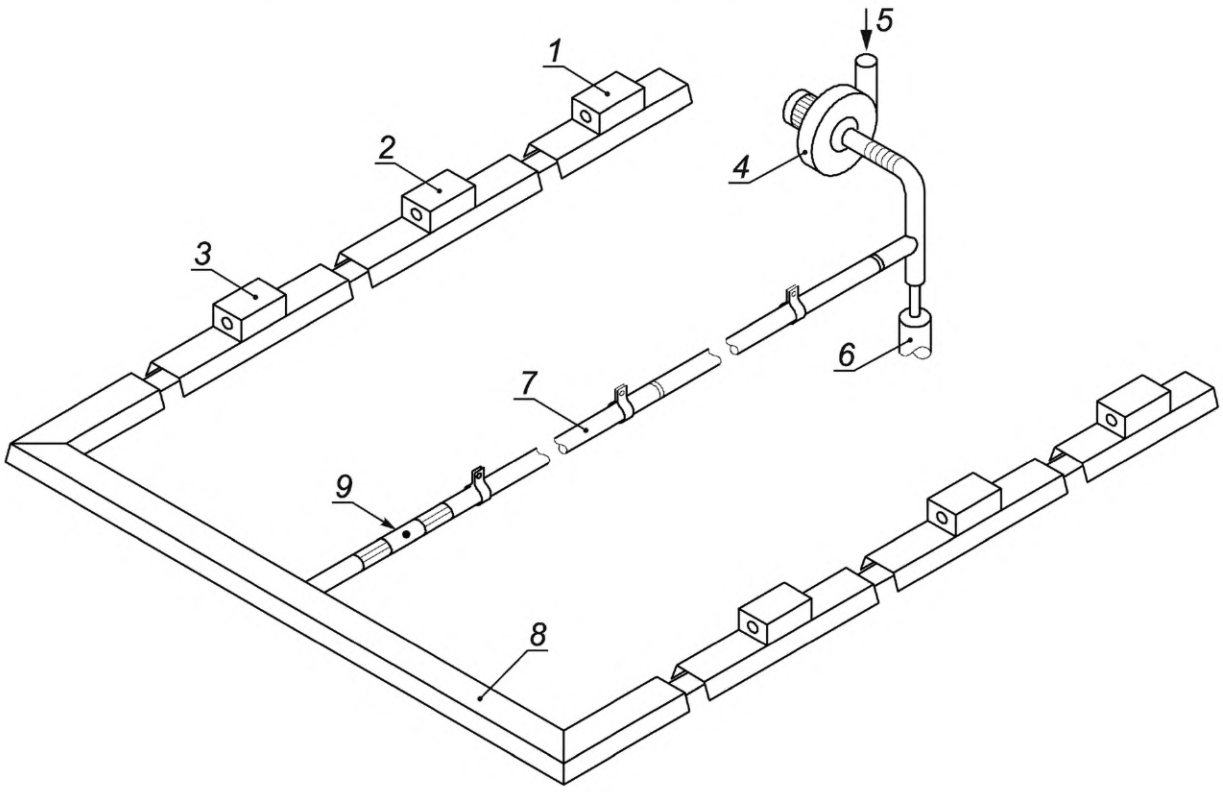


a) Тип C_{52} b) Тип C_{53}

1 — горелка

Рисунок *А*.5 — Аппараты типов C_{52} и C_{53}

А.2 Системы из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками — аппараты типов B_{22} или B_{52} с вентилятором в контуре сгорания



1, 2, 3 — горелки; *4* — вытяжной вентилятор; *5* — дымоход; *6* — сборник конденсата; *7* — общий воздуховод; *8* — отражатель над излучающей трубой; *9* — заслонка (при необходимости)

Рисунок *А*.6 — Типовая система из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей

Приложение *B*
(справочное)

Правила эквивалентности

B.1 Преобразование в категории в пределах ограниченного диапазона числа Воббе

Аппарат, принадлежащий одной категории, может быть отнесен к другой категории с ограниченным диапазоном числа Воббе при условии соблюдения требований 5.1.1, 5.2.2, 5.2.3 и 5.2.7, и при этом состояние его переоборудования соответствует стране(ам) назначения и что информация на табличке аппарата соответствует его настройке.

Эта эквивалентность обычно признается без необходимости проведения новых испытаний. Однако могут потребоваться дополнительные испытания с газами и давлениями, действующими в настоящее время в предполагаемой стране(ах) назначения:

a) если давление подачи в стране, для которой был испытан аппарат, отличается от давления в новой стране назначения;

b) аппарат снабжен регуляторами[1)], которые могут быть опломбированы, испытан в условиях исходной категории с испытательными газами, отличными от газов страны назначения;

c) требования к регуляторам давления (см. 5.2.7) для исходной категории отличаются от требований для новой категории.

Во всех случаях дополнительные испытания в основном такие же, как указано в 6.1.5.1.

Пример — Аппарат категории I_{2E} для G20 при 2,0 кПа может быть отнесен к категории I_{2H} для G20 при 2,0 кПа без дополнительных испытаний.

Однако, если давление отличается, испытания, указанные в 6.1.5.1, выполняют после замены форсунок, при необходимости.

Пример — Аппарат категории I_{2E+} для G20 при 2,0 кПа может быть отнесен к категории I_{2H} для G20 при 2,0 кПа, если он прошел испытания, указанные в 6.1.5.1, после любой замены форсунки и после настройки регулятора давления согласно 5.2.7.

B.2 Преобразование в категории с идентичным диапазоном числа Воббе

Аппарат, принадлежащий одной категории, может быть отнесен к другой категории с идентичным диапазоном числа Воббе при условии соблюдения требований 5.1.1, 5.2.2, 5.2.3 и 5.2.7, и при этом состояние его переоборудования соответствует стране(ам) назначения и что информация на табличке аппарата соответствует его регулировке.

Эта эквивалентность обычно признается без необходимости проведения новых испытаний. Однако могут потребоваться дополнительные испытания с газами и давлениями, действующими в настоящее время в предполагаемой стране(ах) назначения:

a) если давление подачи в стране, для которой был испытан аппарат, отличается от давления в новой стране назначения;

b) аппарат снабжен регуляторами, которые могут быть опломбированы, был испытан в условиях исходной категории с испытательными газами, отличными от газов страны назначения;

c) требования к регуляторам давления (см. 5.2.7) для исходной категории отличаются от требований для новой категории.

Во всех случаях дополнительные испытания в основном такие же, как указано в 6.1.5.1.

Примеры

1 Аппарат категории I_{2E+} может быть отнесен к категории I_{2Esi} или I_{2Er}, если он прошел соответствующие испытания, указанные в 6.1.5.1, с испытательным давлением и с испытательными газами, соответствующими категориям I_{2Esi} или I_{2Er}, и с соответствующими инжекторами и регуляторами давления. Эти регуляторы должны соответствовать требованиям 5.2.7.

2 Аппарат категории I_{Esi} или I_{2Er} может быть отнесен к категории I_{2E+}, если он прошел соответствующие испытания, указанные в 6.1.5.1, с испытательным давлением, соответствующим категории I_{2E+}. Кроме того, все регуляторы давления блокируют и пломбируют в соответствии с требованиями 5.2.7.

B.3 Преобразование в категории с более широким диапазоном числа Воббе

Аппарат, принадлежащий одной категории, может быть отнесен к другой категории с более широким диапазоном числа Воббе, если он соответствуют всем конструктивным требованиям предлагаемой новой категории.

Кроме того, аппарат необходимо испытать в соответствии с требованиями 6.1.5.1 с использованием испытательных газов и испытательных давлений для предлагаемой новой категории.

[1)] В приложении *B* слово «регулятор» относится к регуляторам расхода газа и фиксированным регуляторам первичного воздуха.

Приложение *С*
(справочное)

Вычисление массового расхода продуктов сгорания

С.1 Массовый расход продуктов сгорания

Массовый расход продуктов сгорания M_{fg}, кг/с, вычисляют по формуле (см. также таблицу *С*.1)

$$M_{fg} = \left(m_{H_2O} + m_{N_2} + m_{O_2} + m_{CO_2}\right) \cdot \frac{Q_{in}}{3600 H_i}, \qquad (C.1)$$

где m_{H_2O} — количество водяного пара на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;
m_{N_2} — количество азота на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;
m_{O_2} — количество кислорода на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;
m_{CO_2} — количество углекислого газа на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;
Q_{in} — измеренная тепловая мощность, кВт;
H_i — низшая теплота сгорания газа, кВт · ч/м^3.

Таблица *С*.1 — Значения для вычислений массового расхода продуктов сгорания

Семейство газа	Группа газа	Газ	Объем продуктов сгорания ($\lambda' - 1$)		$V_{CO_2,N}$, %	Объем потребляемого воздуха ($\lambda' = 1$) L_{min}, м^3/м^3	Низшая теплота сгорания H_i, кВт · ч/м^3
			сухих V_{at}, м^3/м^3	влажных V_{af}, м^3/м^3			
Первое	a	G110	3,40	4,42	7,66	3,66	4,09
	b	G120	3,82	4,93	8,37	4,16	5,59
Второе	L/LL	G25	7,46	9,18	11,51	8,19	8,57
	H/E	G20	8,52	10,52	11,73	9,52	9,97
Третье	B/P	G30 G31	28,45 21,80	33,45 25,80	14,06 13,80	30,95 23,80	34,39 25,90

С.2 Количество воздуха в продуктах сгорания

Количество воздуха *L*, л, в продуктах сгорания вычисляют по формуле

$$L = L_{min} + V_{at}\left(\frac{V_{CO_2,N}}{V_{CO_2,M}} - 1\right), \qquad (C.2)$$

где L_{min} — объем потребляемого воздуха на единицу объема продуктов сгорания, м^3/м^3;
V_{at} — объем сухих продуктов сгорания, м^3/м^3;
$V_{CO_2,N}$ — расчетная концентрация CO_2 в продуктах сгорания (сухих, без воздуха), %;
$V_{CO_2,M}$ — измеренная концентрация CO_2 в пробе продуктов сгорания во время испытания на сжигание, %.

С.3 Коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания

Коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания λ' вычисляют по формуле

$$\lambda' = \frac{L}{L_{min}}, \qquad (C.3)$$

где *L* — объем воздуха в продуктах сгорания, м^3/м^3;
L_{min} — объем потребляемого воздуха на единицу объема продуктов сгорания, м^3/м^3.

С.4 Количество водяного пара в продуктах сгорания

Количество водяного пара m_{H_2O}, кг/м^3, в продуктах сгорания вычисляют по формуле

$$m_{H_2O} = 0{,}854\ (V_{at} - V_{af}), \qquad (C.4)$$

где V_{at} — объем сухих продуктов сгорания, м^3/м^3;
V_{af} — объем влажных продуктов сгорания, м^3/м^3.

С.5 Количество азота в продуктах сгорания

Количество азота m_{N_2}, кг/м^3, в продуктах сгорания вычисляют по формуле

$$m_{N_2} = 0{,}79 \cdot 1{,}25\,\lambda' \cdot L_{min}, \qquad (C.5)$$

где λ' — коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания, $\lambda' = 1$;

L_{min} — объем потребляемого воздуха на единицу объема продуктов сгорания, м^3/м^3.

С.6 Количество кислорода в продуктах сгорания

Количество кислорода m_{O_2}, кг/м^3, в продуктах сгорания вычисляют по формуле

$$m_{O_2} = 0{,}21 \cdot 1{,}429 \cdot (\lambda' - 1)\,L_{min}, \qquad (C.6)$$

где λ' — коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания, $\lambda' = 1$;

L_{min} — объем потребляемого воздуха на единицу объема продуктов сгорания, м^3/м^3.

С.7 Количество сухих продуктов сгорания

Количество сухих продуктов сгорания V_t, кг/м^3, в избытке воздуха вычисляют по формуле

$$V_t = V_{at} + (\lambda' - 1)\,L_{min}, \qquad (C.7)$$

где V_{at} — объем сухих продуктов сгорания, м^3/м^3;

λ' — коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания, $\lambda' = 1$;

L_{min} — объем потребляемого воздуха на единицу объема продуктов сгорания, м^3/м^3.

С.8 Количество углекислого газа в продуктах сгорания

Количество углекислого газа m_{CO_2}, кг/м^3, в продуктах сгорания вычисляют по формуле

$$m_{CO_2} = 1{,}977\left(V_t - \left(\frac{m_{N_2}}{1{,}25} + \frac{m_{O_2}}{1{,}429}\right)\right), \qquad (C.8)$$

где m_{N_2} — количество азота на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;

m_{O_2} — количество кислорода на единицу объема продуктов сгорания, кг/м^3;

V_t — количество сухих продуктов сгорания в избытке воздуха, кг/м^3.

Приложение *D*
(обязательное)

Пересчет значений выбросов NO_x

D.1 Коэффициенты пересчета значений выбросов NO_x

Таблица *D*.1 — Пересчет величины выбросов NO_x для газов первого семейства

Показатель		G110	
		мг/кВт · ч	мг/МДж
O_2 = 0 %	1 ppm [a)]	1,714	0,476
	1 мг/м^3 [a)]	0,834	0,232
O_2 = 3 %	1 ppm	2,000	0,556
	1 мг/м^3	0,974	0,270
[a)] 1 ppm = 2,054 мг/м^3 и 1 мг/м^3 = 1 см^3/м^3.			

Таблица *D*.2 — Пересчет величины выбросов NO_x для газов второго семейства

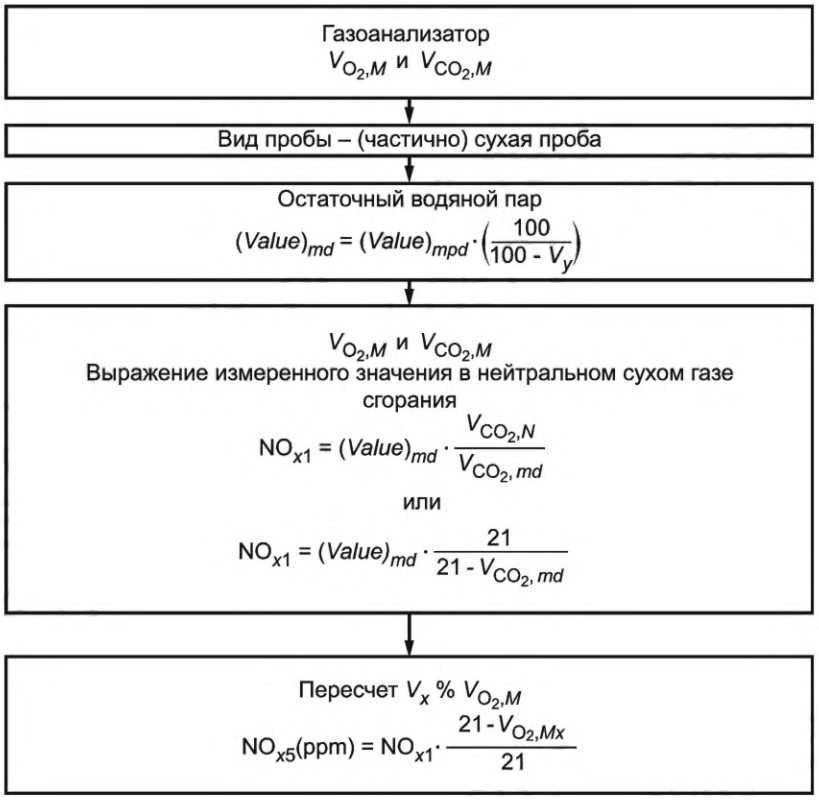
Показатель		G20		G25	
		мг/кВт · ч	мг/МДж	мг/кВт · ч	мг/МДж
O_2 = 0 %	1 ppm [a)]	1,764	0,490	1,797	0,499
	1 мг/м^3 [a)]	0,859	0,239	0,875	0,243
O_2 = 3 %	1 ppm	2,059	0,572	2,098	0,583
	1 мг/м^3	1,002	0,278	1,021	0,284
[a)] 1 ppm = 2,054 мг/м^3 и 1 мг/м^3 = 1 см^3/м^3.					

Таблица *D*.3 — Пересчет величины выбросов NO_x для газов третьего семейства

Показатель		G30		G31	
		мг/кВт · ч	мг/МДж	мг/кВт · ч	мг/МДж
O_2 = 0 %	1 ppm [a)]	1,792	0,498	1,778	0,494
	1 мг/м^3 [a)]	0,872	0,242	0,866	0,240
O_2 = 3 %	1 ppm	2,091	0,581	2,075	0,576
	1 мг/м^3	1,018	0,283	1,010	0,281
[a)] 1 ppm = 2,054 мг/м^3 и 1 мг/м^3 = 1 см^3/м^3.					

D.2 Пересчет значений выбросов NO_x

Блок-схема для пересчета значений выбросов NO_x при стандартных условиях мг/МДж, мг/кВт · ч и ppm (частей на миллион); сухой, с определенным процентным содержанием O_2.


Газоанализатор
$V_{O_2,M}$ и $V_{CO_2,M}$
Вид пробы – (частично) сухая проба
Остаточный водяной пар
$(Value)_{md} = (Value)_{mpd} \cdot \left(\frac{100}{100 - V_y}\right)$
$V_{O_2,M}$ и $V_{CO_2,M}$
Выражение измеренного значения в нейтральном сухом газе сгорания
$NO_{x1} = (Value)_{md} \cdot \frac{V_{CO_2,N}}{V_{CO_2,md}}$
или
$NO_{x1} = (Value)_{md} \cdot \frac{21}{21 - V_{CO_2,md}}$
Пересчет V_x % $V_{O_2,M}$
$NO_{x5}(ppm) = NO_{x1} \cdot \frac{21 - V_{O_2,Mx}}{21}$

Приложение *Е*
(справочное)

Различные виды регулирования тепловой мощности

На рисунке *Е*.1 представлено графическое отображение различных видов регулирования тепловой мощности, описанных в настоящем стандарте. См. также 6.1.6.7.

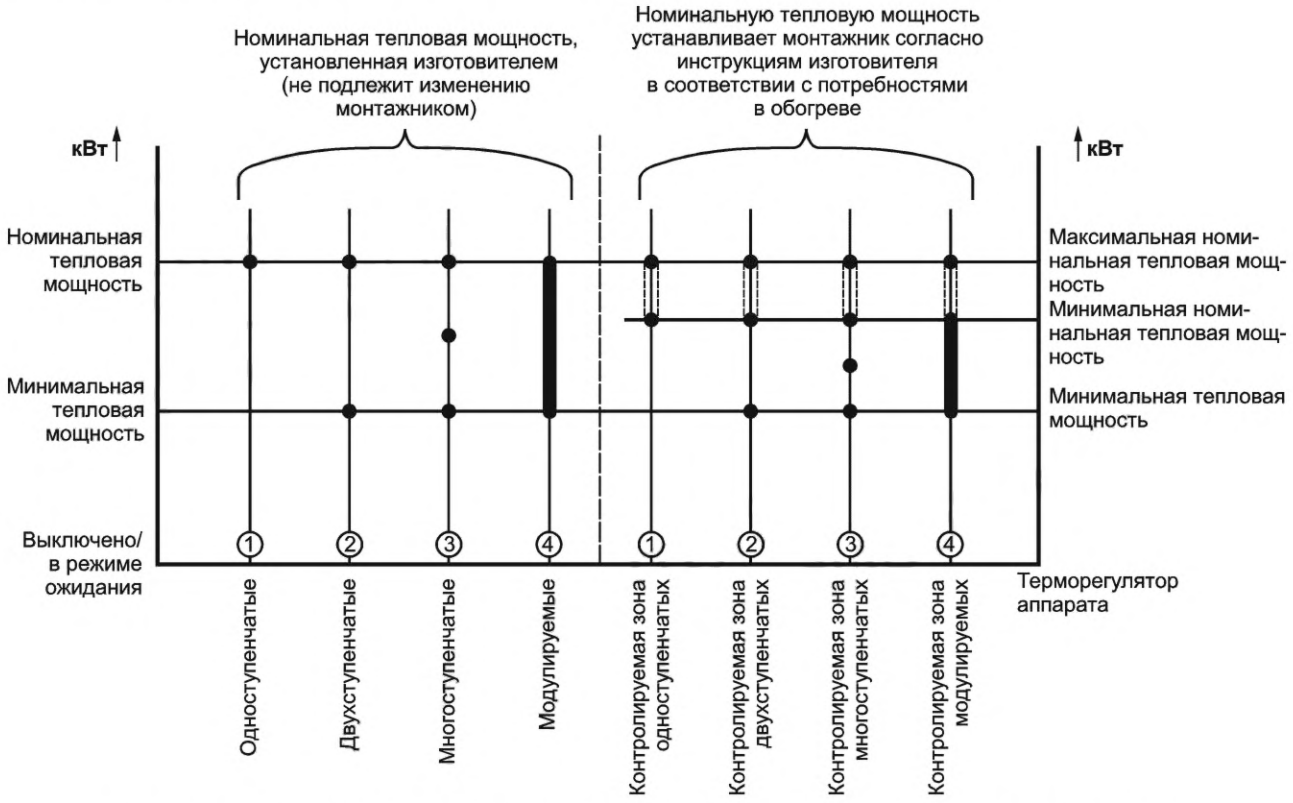


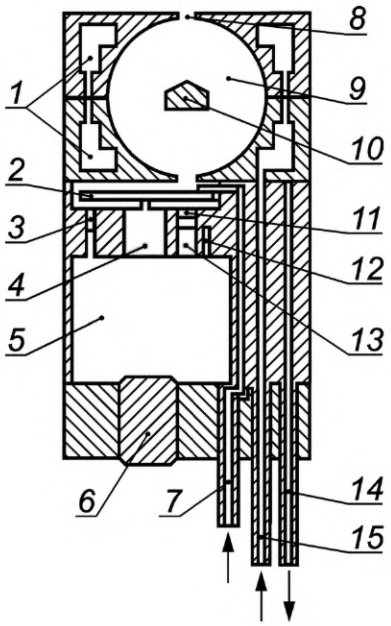
Рисунок *Е*.1 — Графическое отображение различных видов регулирования тепловой мощности

Приложение *F*
(справочное)

Конструкция измерителя излучения

F.1 Основные конструктивные особенности измерителя излучения

На рисунке *F*.1 показаны основные части измерителя излучения.



1 — канал водяного охлаждения; *2* — колесо прерывателя; *3* — тахометр колеса прерывателя; *4* — двигатель прерывателя; *5* — камера для электрических соединений; *6* — розетка; *7* — вход для продувки азотом; *8* — входное отверстие измерителя излучения (Ø 5 мм); *9* — интегрирующая сфера; *10* — позолоченный затеняющий экран (Ø 15 мм); *11* — окно из кремния; *12* — датчик температуры; *13* — пироэлектрический датчик; *14* — выход охлаждающей воды; *15* — вход охлаждающей воды

Рисунок *F*.1 — Конструкция измерителя излучения

Излучение поступает в измеритель через входное отверстие и отражается от внутренней поверхности интегрирующей сферы Ульбрихта. Для того чтобы на датчик не попадало прямое излучение, в центре встроенной сферы установлен горизонтальный позолоченный диск (затвор). Диаметр и толщина материала входного отверстия четко определены. Необходимо убедиться, что отверстие сферы не повреждено. Внутренняя поверхность сферы и экран из того же материала прошли пескоструйную обработку в соответствии с технической спецификацией и позолочены в процессе гальванического покрытия для диффузного отражения поступающего инфракрасного излучения. Излучение регистрируется пироэлектрическим датчиком. Излучение, принимаемое датчиком, периодически прерывается вращающимся колесом. Мощность датчика контролируется электроникой для обеспечения непрерывного сигнала в диапазоне от 0 до 10 В.

F.2 Техническое описание измерителя излучения

На рисунке *F*.1 показана подходящая конструкция измерителя излучения. Измеритель излучения состоит из интегрирующей сферы, состоящей из четырех латунных пластин, свинченных вместе в единый блок. Сфера имеет позолоченный экран, предотвращающий прямое попадание на пироэлектрический датчик прямого излучения теплогенератора.

Измеритель излучения имеет водяное охлаждение для защиты электроники, датчика и колеса прерывателя. Температура этих частей должна поддерживаться на уровне (20 ± 0,5) °С. Корпус измерителя излучения снабжен внутренними каналами для водяного охлаждения. Температура измерителя контролируется датчиком Pt100, расположенным рядом с зондом, с хорошей передачей тепла корпусу измерителя.

Внутренние части интегрирующей сферы должны постоянно продуваться азотом (99,9 % N_2) через внутренние отверстия с расходом примерно 25 л/ч в процессе измерения и калибровки для предотвращения попадания продуктов сгорания, пыли и конденсата на поверхность сферы.

F.3 Пироэлектрический датчик

Пироэлектрический датчик ($LiTaO_3$) используют вместе с подходящим окном (Si с защитным слоем) для пропускания излучения в спектральном диапазоне от 0,8 до 20 мкм. Пироэлектрический датчик используют в режиме напряжения, в котором чувствительность датчика зависит от частоты вращения колеса прерывателя. Датчик обычно допускается использовать в диапазоне частот от 30 Гц до 4 кГц с положительной полярностью (мощность положительного сигнала увеличивается с увеличением излучения). Для обеспечения точности диапазон частот должен находиться в пределах от 30 до 220 Гц, но желательно, чтобы он был как можно ниже. Частоту, на которой

колесо прерывателя прерывает падающее излучение, следует отрегулировать так, чтобы она не была кратна 50. Это необходимо для правильной работы усилителя с учетом частоты сетевого электропитания.

Чувствительность датчика может быть изменена частотой вращения колеса прерывателя. Частота должна быть как можно более постоянной из-за влияния частоты колеса прерывателя на выходной сигнал.

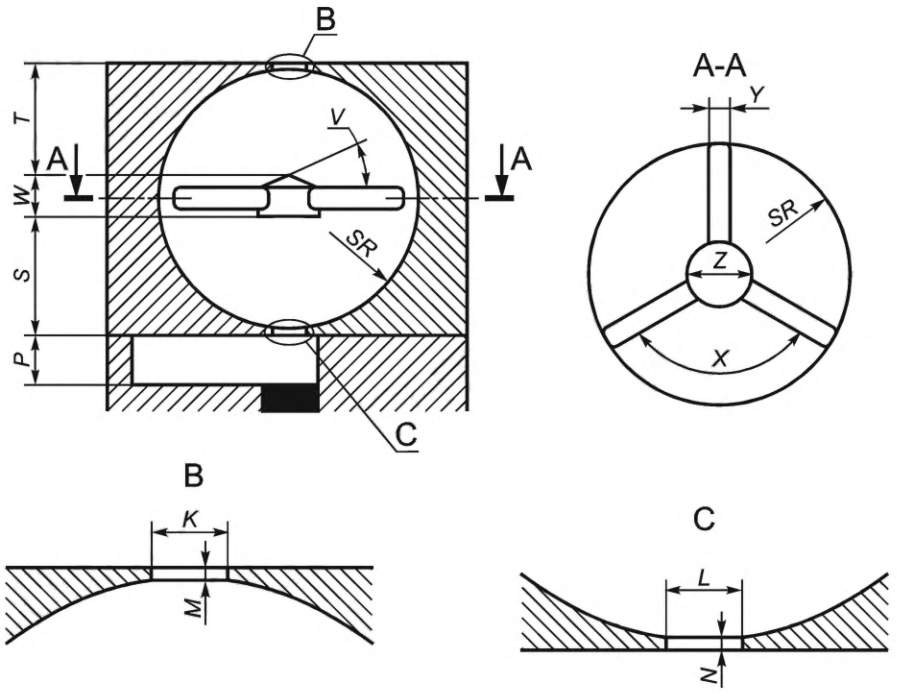
Установку и использование датчика производят в соответствии с руководством по монтажу. Всю электропроводку необходимо защитить от электромагнитных помех.

F.4 Интегрирующая сфера

F.4.1 Общие положения

Для правильного обнаружения падающего излучения от аппаратов с разными размерами и распределением температуры, интегрирующая сфера должна иметь угловую чувствительность очень близкую к свойству идеального косинуса по закону Ламберта (закон косинусов) в диапазоне от 0,8 до 20 мкм. Это достигается соблюдением характеристик, размеров и допусков, приведенных на рисунке *F*.2[1)].

F.4.2 Размеры интегрирующей сферы



K = 5 мм (с допуском H7); *L* = 5 мм (с допуском H7); *M* = 0,2 ± 0,01 мм; *N* = 1,0 ± 0,01 мм; *P* = 8,0 мм; *R* = 20 (+0/–0,01) мм; *S* = 19,44 мм; *T* = 14,92 мм; *V* = (22 ± 0,1)°; *W* = 6,52 мм; *X* = (120 ± 1)°; *Y* = 3,0 мм; *Z* = 10,0 мм

Рисунок *F*.2 — Размеры интегрирующей сферы с допусками

F.4.3 Внутренняя поверхность интегрирующей сферы

Для достижения как можно большего рассеянного отражения падающего излучения всю внутреннюю поверхность интегрирующей сферы, включая затеняющий экран, обрабатывают поэтапно следующим образом:

a) все поверхности сначала необходимо изготовить с шероховатостью Rz 6,3;

b) поверхность подвергают пескоструйной обработке корундом с размерами частиц 650—800 мкм до шероховатости Rz 60, процесс обработки должен быть равномерным;

c) наносят электролитическое покрытие никелем толщиной (8 ± 1) мкм;

d) наносят электролитическое покрытие золотом чистотой 24 карата толщиной 2—3 мкм;

e) проводят окончательную проверку, чтобы подтвердить, что шероховатость поверхности однородна и находится в пределах Rz 50—60 мкм.

[1)] Характеристики поверхности и покрытия интегрирующей сферы с ее экраном, а также размеры, положения и допуски, включая связанный с этим процесс изготовления и гальванического покрытия для обеспечения характеристик диффузного отражения и направленной чувствительности, близких к идеальному по закону косинусов для инфракрасных излучающих обогревателей были изучены в исследовательском проекте Федерального физико-технического института (PTB) в Германии в 2015—2016 годах. Угловая чувствительность, близкая к идеальной по закону косинусов для инфракрасных «темных» теплогенераторов, также была исследована и определена в этом исследовательском проекте.

К поверхности с покрытием не допустимы прикосновения руками, при необходимости ее очищают пропиловым спиртом.

***F*.4.4 Испытание на угловую чувствительность интегрирующей сферы**

Прежде чем использовать интегрирующую сферу для испытаний аппаратов, ее необходимо проверить на угловую чувствительность к входящему излучению в диапазоне от 0,8 до 20 мкм, чтобы доказать, что она подает на датчик сигнал, близкий к косинусоидальному. Это необходимо подтвердить протоколом испытаний, в котором фактический сигнал интегрирующей сферы сравнивают с идеальным сигналом в соответствии с законом Ламберта. Из-за толщины стенки входного отверстия сферы 0,2 мм для определения реального теоретического сигнала требуется небольшая, зависящая от угла, поправка на закон Ламберта. Эта поправка может быть определена математически на основе размеров конструкции на рисунке *F*.2. Для этого излучатель, генерирующий инфракрасный сигнал в диапазоне от 0,8 до 20 мкм, перемещают полукругом в диапазоне от 0 до 180° по двум ортогональным осям перед отверстием интегрирующей сферы. Измеренные сигналы должны приблизительно соответствовать идеальной косинусоидальной кривой.

Протокол испытаний должен состоять из таблицы с результатами измерений и графика, показывающего фактическую кривую по отношению к кривой по закону Ламберта. Фактические сигналы должны удовлетворять требованию, чтобы коэффициент детерминации R_2 был не ниже 0,94. В протоколе испытаний указывают нестираемый номер интегрирующей сферы.

Пространство под интегрирующей сферой, где расположены колесо прерывателя и датчик, должно состоять из окрашенных в черный цвет неотражающих поверхностей с коэффициентом излучения > 0,98.

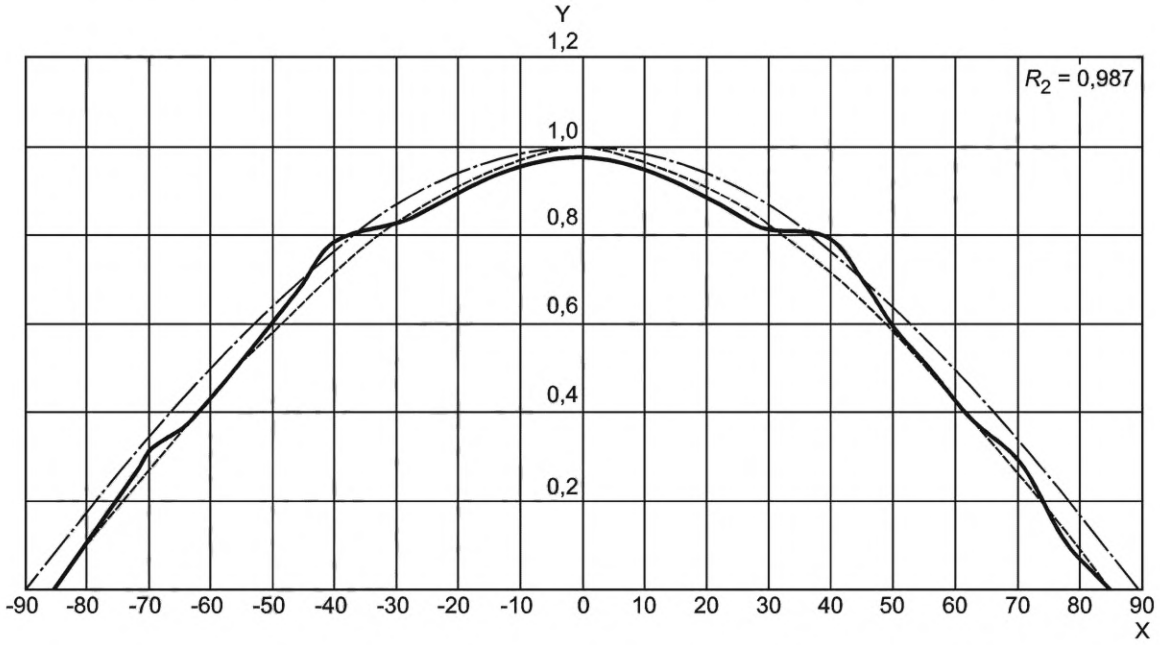


Рисунок *F*.3 — Результаты измерения угловой чувствительности интегрирующей сферы (образец)

Приложение *G*
(справочное)

Калибровка измерителей излучения

G.1 Калибровка измерителя излучения

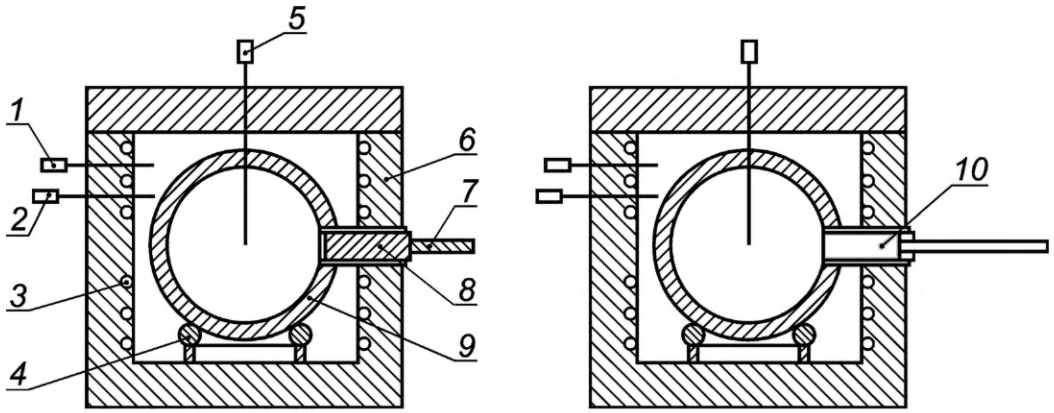
Измеритель излучения (радиометр) следует откалибровать с использованием так называемого «абсолютно черного тела». Интенсивность излучения внутри абсолютно черного тела сравнивается с напряжением радиометра. Калибровочная кривая представляет собой прямую линию с небольшим смещением в системе координат ($y = ax + b$), показывающую напряжение, В, как функцию интенсивности излучения, Вт/м^2 (см. рисунок *G*.7). Для калибровки радиометр должен работать в том же режиме, что и для измерения излучения под аппаратом с применением всех тех же используемых компонентов, проводки и усилителя. Настройки усилителя и колеса прерывателя также остаются неизменными при калибровке и измерении под аппаратом. Радиометр должен быть полностью работоспособен во время калибровки, включая водяное охлаждение и продувку азотом для поддержания надлежащей температуры и расхода в соответствии с 7.4.3.

G.2 Устройство и метод калибровки абсолютно черного тела

G.2.1 Общие положения

В этом методе используется абсолютно черное тело со сферической полостью из керамического материала с внутренним диаметром 300 мм, которое можно нагреть до температуры не менее 600 °С. Сферическая полость имеет отверстие (апертуру) того же диаметра, что и калибруемый радиометр.

На рисунке *G*.1 показано схематическое изображение калибровочной печи для абсолютно черного тела, на рисунке *G*.2 показан вид калибровочной печи снаружи и изнутри.



1 — регулирующий термостат; *2* — термостат защиты от перегрева; *3* — электрические нагревательные элементы; *4* — керамический кронштейн; *5* — датчик температуры абсолютно черного тела; *6* — теплоизоляция; *7* — заглушка; *8* — апертурная трубка; *9* — сферическая керамическая полость; *10* — положение радиометра во время калибровки

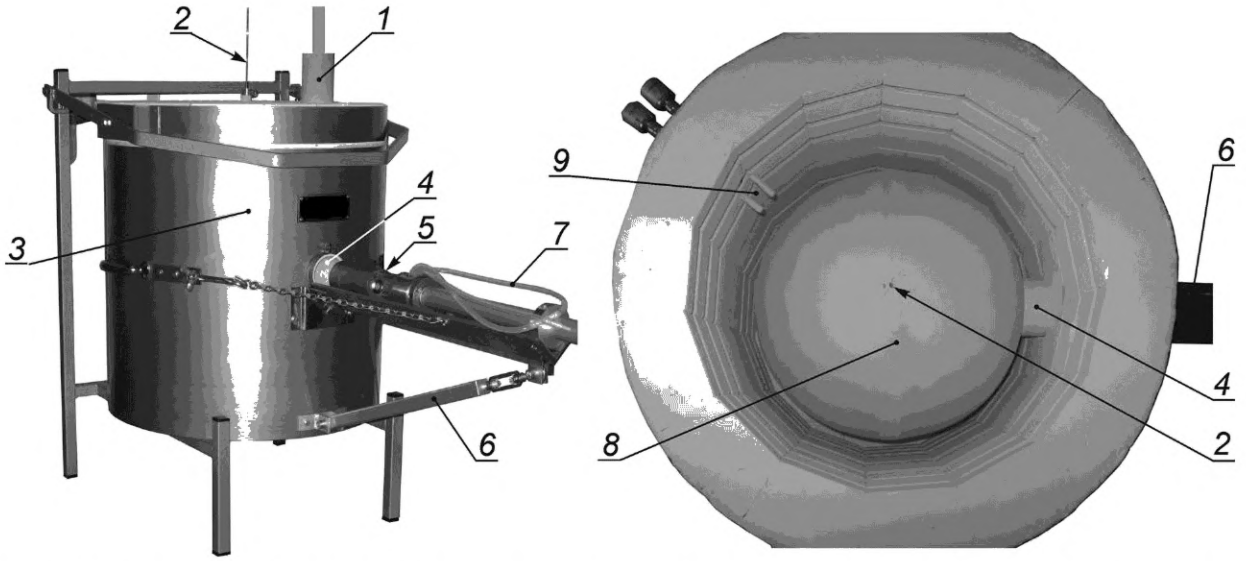
Рисунок *G*.1 — Схематическое изображение калибровочной печи для абсолютно черного тела

Температура в середине абсолютно черного тела в калибровочной печи определяется датчиком температуры Pt100 (см. *[12]*), класса точности А, АА или 1/10 В диапазона температур от 0 °С до 600 °С.

Для калибровки радиометр вводят через отверстие в сферическую полость в абсолютно черном теле (которое нагревают до заданной температуры и стабилизируют) так, чтобы передняя поверхность радиометра находилась на одном уровне с внутренней поверхностью сферической полости. Радиометр должен плотно входить в апертурную трубку с максимальной разницей диаметров в 5 мм. Следует избегать любого контакта радиометра с горячей апертурной трубкой.

Излучение от горячей внутренней поверхности абсолютно черного тела попадает на радиометр, который дает соответствующий выходной сигнал в виде напряжения, В. Чтобы абсолютно черное тело не остыло из-за более холодного воздуха из испытательной комнаты, керамическую заглушку отверстия необходимо удалить из отверстия как можно быстрее, а радиометр поместить в отверстие в течение не более 4 с. В соответствии с 7.4.3 продувка азотом должна быть достаточной только для продувки интегрирующей сферы и сведения к минимуму охлаждения абсолютно черного тела во время калибровки.

Во время калибровки необходимо контролировать температуру измерителя излучения и выходной сигнал. При постоянной температуре радиометра калибровочные значения, полученные в течение периода, превышающего 4 с, усредняют.



1 — апертурная заглушка; *2* — датчик температуры абсолютно черного тела (Pt100); *3* — калибровочная печь; *4* — апертурная трубка; *5* — радиометр; *6* — механическая направляющая для поддержки радиометра; *7* — трубки водяного охлаждения и продувки азотом; *8* — сферическая керамическая полость; *9* — термостат печи

Рисунок *G*.2 — Пример калибровочной печи, внешний и внутренний вид

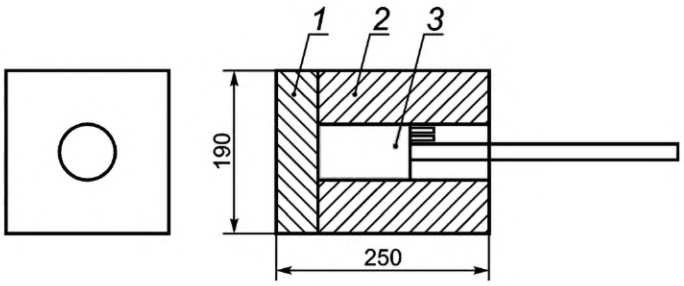
G.2.2 Калибровка температуры при нормальных условиях

Калибровку необходимо проводить в климатической камере при нормальных условиях при температуре (20 ± 0,5) °С. Отверстие измерителя излучения необходимо закрыть колпачком, чтобы предотвратить попадание света или других источников излучения. Перед началом калибровки радиометр помещают в положение калибровки и стабилизируют в печи при температуре 20,0 °С в течение не менее 8 ч. После перевода радиометра в рабочий режим дополнительно стабилизируют температуру еще в течение 30 мин. Во время этой калибровки не допускают циркуляции охлаждающей воды, а поток азота должен соответствовать 7.4.3.

В качестве альтернативы калибровку можно выполнить в нормальных условиях, оставив измеритель излучения в печи на ночь без циркуляции охлаждающей воды для достижения устойчивого состояния, для чего радиометр как можно глубже задвигают в печь. Температура в помещении при этом может колебаться от 18 °С до 22 °С. В этом случае для калибровки используют фактически измеренную температуру. После перевода радиометра в рабочий режим перед началом калибровки его дополнительно выдерживают еще 30 мин для стабилизации температуры. Во время этой калибровки не допускают циркуляции охлаждающей воды, а поток азота должен соответствовать 7.4.3.

При альтернативной калибровке радиометр помещают в помещение с температурой (20 ± 5) °С. Поток азота должен соответствовать 7.4.3. Охлаждающую воду температурой (20 ± 5) °С пропускают через измеритель излучения с нормальным расходом. Радиометр плотно помещают в цилиндрическое отверстие корпуса из изоляционного материала с теплопроводностью не менее λ = 0,035 Вт/(м · К) и тепловым сопротивлением не менее R = 1,75 м^{2}К/Вт (например, Styrodur® C[1)] или другой материал). После перевода радиометра в рабочий режим, перед началом калибровки его дополнительно выдерживают еще 30 мин для стабилизации температуры.

На рисунке *G*.3 показан пример возможного корпуса для калибровки температуры.



1 — изоляция толщиной стенки 50 мм; *2* — изоляция толщиной стенки не менее 65 мм; *3* — размещение измерителя излучения в цилиндрическом отверстии

Рисунок *G*.3 — Пример корпуса для калибровки температуры при альтернативных условиях (при изготовлении из Styrodur® C, для других материалов размеры могут быть иные)

[1)] *Экструдированный твердый пенополистирол марки Styrodur® C производства концерна BASF. Данная информация не является рекламой и приведена для удобства пользователей.*

G.2.3 Калибровка температуры при более высоких температурах

Для инфракрасных «темных» обогревателей достаточно калибровки до максимальной температуры абсолютно черного тела равной 420 °С[1)]. Температура абсолютно черного тела считается стабильной, если она не изменяется более чем на 0,5 °С в течение 1 ч. Температуру абсолютно черного тела измеряют в центре сферы с помощью калиброванного датчика температуры с общей погрешностью измерения комбинации датчика и индикатора измерения равной $T < (300 \pm 3)$ °С и $T > 300$ °С ± 1 %.

Для определения температуры абсолютно черного тела используется датчик температуры Pt100 (см. *[12]*) с классом точности А, АА или 1/10В или лучше в диапазоне температур от 0 °С до 600 °С вместе с показанием не менее 0,1 °С и точность ±0,05 %. Датчик калибруют при глубине погружения не менее 25 см. Датчик Pt100 должен быть предварительно состарен изготовителем, чтобы обеспечить постоянство сигнала во времени. Требуется сертификат калибровки датчика Pt100 в диапазоне от 20 °С до 550 °С, с результатами измерений. Если сертификат калибровки включает таблицу или кривую корректировок, эту корректировку необходимо использовать для определения фактической температуры абсолютно черного тела, необходимой для калибровки и расчета.

Для повышения точности измерений важно, чтобы ожидаемые измеренные значения соответствовали рабочему диапазону радиометра. Например, если выходной диапазон радиометра составляет от 0 до 10 В, самые высокие значения, ожидаемые во время измерения, должны находиться в верхнем выходном диапазоне (выше 70 % от максимального показания). На практике это означает, что во время калибровки при 420 °С показания радиометра должны быть выше 7 В.

Примечание — Абсолютно черное тело ($\varepsilon = 1$) с температурой 420 °С обеспечивает такое же излучение, как инфракрасный «темный» обогреватель ($\varepsilon < 1$) с локальной температурой трубы 650 °С.

Калибровку инфракрасных «темных» обогревателей выполняют, используя значения температур абсолютно черного тела и интенсивности излучения в таблице *G*.1. Допускается отклонение регистрируемой фактической и используемой при расчете температуры от запланированной на ±5 %.

Таблица *G*.1 — Калибровка трубчатых обогревателей

Температура абсолютно черного тела, °С	Интенсивность излучения абсолютно черного тела E, Вт/м^2
20	0
200	Примерно 2500
300	Примерно 7 000
420	Примерно 12 000

G.2.4 Расчет калибровки

Интенсивность излучения E, Вт/м², при температуре измерителя излучения 20 °С, вычисляют по формуле Стефана-Больцмана

$$E = \sigma(T^4 - 293{,}15^4), \qquad (G.1)$$

где T — температура калибровочной печи, °С;

$\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}$, Вт/(м$^2 \cdot$ К^4).

Чувствительность радиометра S, В/(Вт/м^2), при каждой температуре вычисляют по формуле

$$\frac{1}{S} = \frac{\Delta E}{\Delta U}, \qquad (G.2)$$

где ΔE — разница интенсивности излучения, Вт/м^2;

ΔU — разница напряжения датчика, В.

Калибровку необходимо проводить во всем диапазоне интенсивности излучения трубчатого обогревателя. Это достигается путем калибровки при различных температурах абсолютно черного тела. Измерения выполняют не менее четырех раз при каждой температуре и определяют среднее значение. Перед измерением калибровочная печь и измеритель излучения должны находиться в устойчивом состоянии при каждой температуре измерения.

Чувствительность $1/S$ для всего диапазона интенсивности излучения определяется из отдельных значений чувствительности $1/S$ с помощью графических методов и статистических данных. Интенсивность излучения в зависимости от выходного напряжения измерителя излучения отображается на диаграмме (см. рисунок *G*.7). Кали-

[1)] По состоянию на 2016 г. этой температуры было достаточно. В будущем для новых разработок может потребоваться более высокая максимальная температура для калибровки.

бровочная кривая дается наиболее подходящей прямой линией, выраженной формулой $y = ax + b$ (см. *G*.6 для получения более подробной информации об используемом методе).

Прямая линия теоретически должна проходить через начальную точку. Из-за внешних воздействий на чувствительный элемент измерителя излучения (например, тепло, выделяемое двигателем колеса прерывателя) будет небольшое смещение от начальной точки, измеренной при нормальной температуре 20,0 °С. Поэтому к формуле $y = ax$ добавляют константу — коэффициент корреляции b, учитывающий это смещение.

G.3 Подробная процедура калибровки в качестве отредактированного примера

G.3.1 Калибровочные измерения

Шаг *1*. Калибровочные измерения начинают при нормальных условиях при температуре 20,0 °С в соответствии с *G*.2.2. В течение 20—30 с регистрируют фактическую температуру абсолютно черного тела, температуру радиометра и показания напряжения радиометра. Этот процесс повторяют четыре раза и определяют средние значения.

Шаг *2*. Калибровочную печь устанавливают на требуемую температуру калибровки до тех пор, пока она не стабилизируется (см. также *G*.2.3). Снимают апертурную заглушку и помещают радиометр внутрь приблизительно на 4 с. Собирают фактические показания температуры абсолютно черного тела и радиометра, а также показания напряжения радиометра (путем регистрации данных). Апертурную трубку закрывают сразу же после извлечения радиометра для предотвращения слишком сильного перепада температуры. Этот процесс повторяют не менее четырех раз, позволяя стабилизировать калибровочную печь и радиометр между каждым измерением.

Примечание — На практике между измерениями требуется время стабилизации не менее 15 мин.

Шаг *3*. Шаг *2* повторяют для всех температур калибровки.

Шаг *4*. Калибровку завершают повторением шага *1*, чтобы убедиться, что во время калибровки не произошло смещения датчика. Вычисляют среднее значение измерений шагов *1* и *4* для определения среднего напряжения радиометра при стандартных условиях.

Регистрацию данных начинают до размещения радиометра. Это позволяет получать полезные данные с первых нескольких секунд после размещения радиометра. Требуемые измерения позже выбирают из зарегистрированных данных. Скорость регистрации данных в 5—10 измерений в секунду считают достаточной.

В столбцах *1* — *8* рисунка G.*4* показан пример регистрации данных во время калибровочного измерения при 420 °С. В таблице отображают только те данные, которые необходимо применить.

G.3.2 Выбор средних значений

На рисунке *G*.4 представлен пример типового документирования по калибровочному измерению при 420 °С. На рисунке *G*.5 показано графическое представление таблицы с рисунка *G*.4. Для определения правильных средних значений необходимо соблюдать следующие требования и процедуры:

- показания напряжения радиометра приведены в столбце *4* рисунка *G*.4. Определяют показания, при которых кривая напряжения становится стабильной (см. столбец *8* рисунка *G*.4). Определяют среднее напряжение этой выборки;

- выбранный участок используемой кривой напряжения должен оставаться стабильным не менее 4 с (см. столбец *5* рисунка *G*.4 и рисунок *G*.5 — в этом примере продолжительность равна 6 с), в противном случае измерение необходимо отменить и провести новое;

- температура радиометра должна быть постоянной и составлять (20,0 ± 0,2) °С для выбранного диапазона (см. столбец *7* рисунка *G*.4 и рисунок *G*.5). По мере повышения температуры радиометра, увеличивается и его напряжение, отмечая конец данных, пригодных для калибровки. Если температура поднимается слишком быстро, измерение следует отменить и провести новое;

- определяют среднее значение температуры печи (см. столбец *6* рисунка *G*.4);

- эту процедуру повторяют до тех пор, пока для всех калибровочных температур не будут получены четыре пригодных для использования калибровочных показания.

G.3.3 Определение чувствительности 1/*S* по температуре

Все полученные данные калибровки записывают в таблицу для расчета чувствительности 1/*S* (см. рисунок *G*.4 в качестве примера такой таблицы). Чтобы рассчитать правильную чувствительность 1/*S* на температуру, необходимо соблюдать следующие требования и процедуры:

- для каждого скорректированного среднего значения напряжения и фактической температуры абсолютно черного тела определяют чувствительность 1/*S* с использованием формул (*G*.1) и (*G*.2);

- определяют среднее значение четырех измерений температуры. Эти четыре отдельных значения 1/*S* для 420 °С, 300 °С и 200 °С не должны отличаться более чем на 1 % от среднего значения этих четырех измерений;

- определяют среднее значение эталонных измерений при 20 °С в начале и в конце. Проверяют, не смещаются ли значения во время калибровки при более высоких температурах.

Время, с	Температура печи, °С	Температура измерителя излучения, °С	Напряжение измерителя излучения, В	Выбор времени, с	Выбор средней температуры печи, °С	Выбор средней температуры измерителя излучения, °С	Выбор среднего напряжения измерителя излучения, В
1	2	3	4	5	6	7	8
				Мин. 4,0		Мин. 19,8 Макс. 20,2	
		Данные калибровки:		**6,0**	**417,6**	**20,01**	**7,55500**
13,20	417,75	20,02	3,37988281				
13,34	417,75	20,04	3,87451172				
13,48	417,74	20,00	4,32714844				
13,62	417,74	20,01	4,84472656				
13,76	417,73	20,02	5,37304688				
13,90	417,73	20,02	5,86425781				
14,04	417,72	20,04	6,28808594				
14,18	417,72	20,03	6,65722656				
14,33	417,72	20,02	6,93847656				
14,47	417,71	20,03	7,15527344				
14,61	417,71	20,02	7,30664063				
14,75	417,70	20,00	7,41308594				
14,89	417,70	20,01	7,47753906				
15,03	417,69	20,01	7,52441406				
15,17	417,69	20,00	7,54980469	15,17	417,69	20,00	7,54980469
15,31	417,68	20,00	7,56445313	15,31	417,68	20,00	7,56445313
15,45	417,68	20,00	7,57031250	15,45	417,68	20,00	7,57031250
15,59	417,68	20,00	7,57519531	15,59	417,68	20,00	7,57519531
15,73	417,67	19,99	7,57910156	15,73	417,67	19,99	7,57910156
15,87	417,67	19,98	7,57519531	15,87	417,67	19,98	7,57519531
16,01	417,66	20,00	7,57324219	16,01	417,66	20,00	7,57324219
16,15	417,66	20,01	7,56933594	16,15	417,66	20,01	7,56933594
16,29	417,65	20,00	7,57031250	16,29	417,65	20,00	7,57031250
16,43	417,65	20,02	7,56640625	16,43	417,65	20,02	7,56640625
16,57	417,64	20,02	7,56054688	16,57	417,64	20,02	7,56054688
16,72	417,64	20,03	7,55664063	16,72	417,64	20,03	7,55664063
16,86	417,64	20,03	7,55566406	16,86	417,64	20,03	7,55566406
17,00	417,63	20,00	7,55273438	17,00	417,63	20,00	7,55273438
17,14	417,63	20,04	7,54882813	17,14	417,63	20,04	7,54882813
17,28	417,62	20,04	7,54785156	17,28	417,62	20,04	7,54785156
17,42	417,62	20,03	7,54687500	17,42	417,62	20,03	7,54687500
17,56	417,61	19,99	7,54394531	17,56	417,61	19,99	7,54394531
17,70	417,61	19,99	7,54101563	17,70	417,61	19,99	7,54101563
17,84	417,60	20,00	7,53808594	17,84	417,60	20,00	7,53808594
17,98	417,60	20,01	7,53515625	17,98	417,60	20,01	7,53515625
18,12	417,60	20,00	7,53515625	18,12	417,60	20,00	7,53515625
18,26	417,59	20,01	7,53613281	18,26	417,59	20,01	7,53613281
18,40	417,59	20,00	7,53417969	18,40	417,59	20,00	7,53417969
18,54	417,58	20,00	7,53320313	18,54	417,58	20,00	7,53320313
18,68	417,58	20,04	7,53417969	18,68	417,58	20,04	7,53417969
18,82	417,57	20,02	7,53515625	18,82	417,57	20,02	7,53515625
18,96	417,57	20,00	7,53222656	18,96	417,57	20,00	7,53222656
19,11	417,56	20,04	7,53222656	19,11	417,56	20,04	7,53222656
19,25	417,56	20,04	7,53320313	19,25	417,56	20,04	7,53320313
19,39	417,56	20,04	7,53613281	19,39	417,56	20,04	7,53613281
19,53	417,55	20,04	7,53613281	19,53	417,55	20,04	7,53613281
19,67	417,55	20,03	7,53906250	19,67	417,55	20,03	7,53906250
19,81	417,54	20,03	7,54394531	19,81	417,54	20,03	7,54394531
19,95	417,54	20,04	7,54882813	19,95	417,54	20,04	7,54882813
20,09	417,53	20,02	7,55371094	20,09	417,53	20,02	7,55371094
20,23	417,53	20,02	7,55761719	20,23	417,53	20,02	7,55761719
20,37	417,52	20,02	7,56347656	20,37	417,52	20,02	7,56347656
20,51	417,52	20,02	7,56835938	20,51	417,52	20,02	7,56835938
20,65	417,52	20,02	7,57519531	20,65	417,52	20,02	7,57519531
20,79	417,51	20,00	7,58300781	20,79	417,51	20,00	7,58300781
20,93	417,51	20,00	7,58886719	20,93	417,51	20,00	7,58886719
21,07	417,50	19,99	7,59667969	21,07	417,50	19,99	7,59667969
21,21	417,50	20,01	7,60253906	21,21	417,50	20,01	7,60253906
21,35	417,49	20,05	7,61035156				
21,50	417,49	20,10	7,61523438				
21,64	417,48	20,12	7,62402344				
21,78	417,48	20,14	7,63085938				
21,92	417,48	20,12	7,64062500				
22,06	417,47	20,13	7,65039063				
22,20	417,47	20,12	7,66917969				
22,34	417,46	20,21	7,68894531				
22,48	417,46	20,20	7,71523438				

Дополнительная информация	
Дата:	29.09.2022
Диапазон температур:	420 °C
Имя файла:	420-a
Частота колеса прерывателя:	60 Гц
Относительная влажность:	64 %
Температура в помещении:	18 °C
Расход азота:	7 л/ч
Блокировка регулировки усилителя	
Фазы грубо:	4
Фаза точно:	0
Чувствительность:	2 (10 мВ)
Константа времени:	C (300 мс)
S1:	2 В
S2:	медленный
S3:	напряжение
Датчик:	sn800005
Интегрирующая сфера:	AB002

Рисунок *G*.4 — Пример регистрации и выбора данных калибровочного измерения при 420 °C

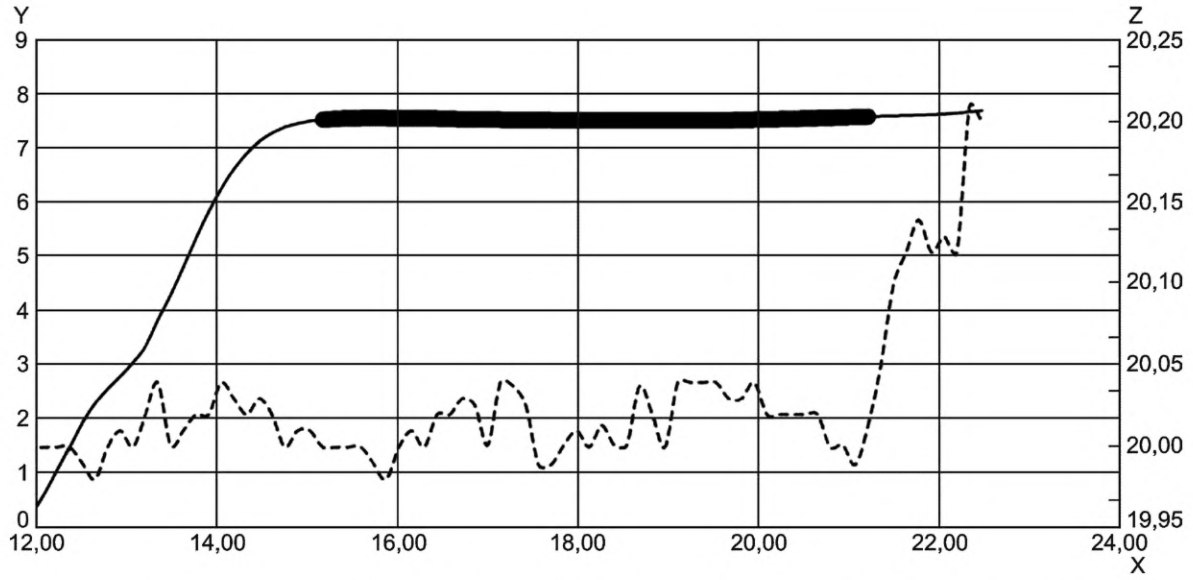


Рисунок *G*.5 — Графическое представление выбора данных из таблицы на рисунке *G*.4

G.3.4 Определение средней чувствительности 1/*S* радиометра

См. рисунок *G*.7. Для определения средней чувствительности 1/*S* радиометра проводят линейную регрессию полученных значений. Рекомендуется нанести напряжение радиометра и соответствующую интенсивность излучения на график, а среднюю чувствительность 1/*S* определить с помощью функции линейной регрессии. Настройку «через начальную точку» следует отключить, чтобы получить правильную линию по уравнению $y = ax + b$.

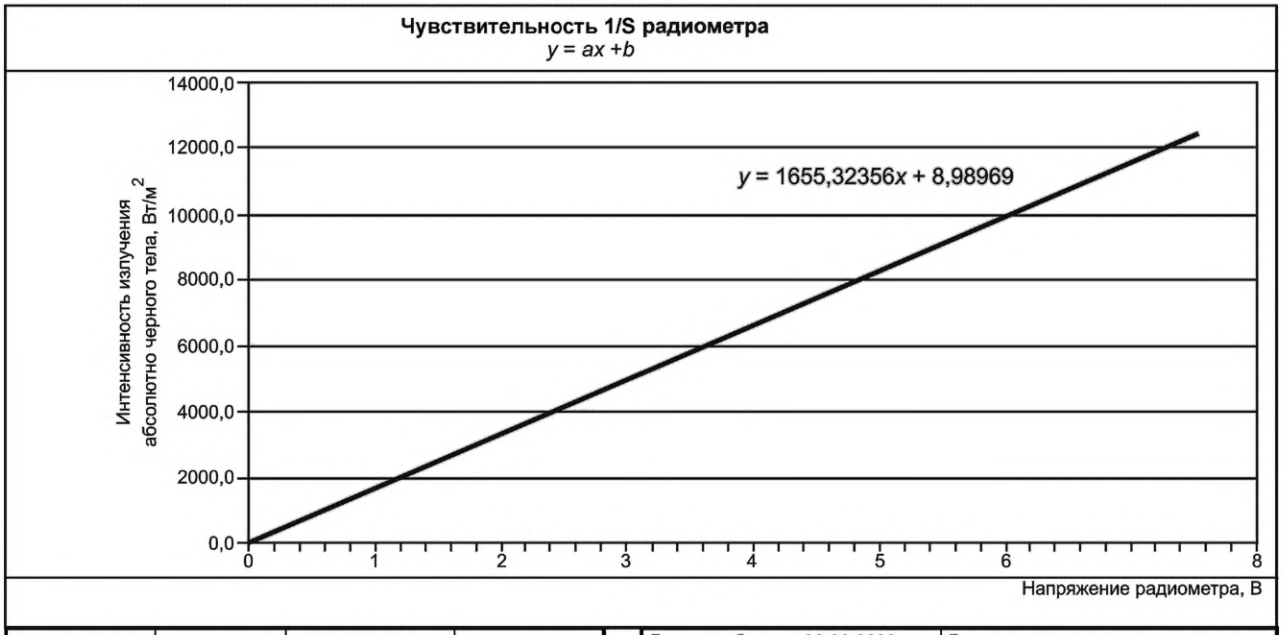
G.3.5 Запись результатов калибровки

Результаты калибровки записывают в отчет. На рисунке *G*.7 приведен пример такого отчета. Этот отчет должен содержать как минимум следующую информацию:

- дату калибровки;
- установку колеса прерывателя;
- расход N_2 при калибровке;
- все настройки синхронного усилителя;
- серийный номер интегрирующей сферы;
- серийный номер датчика;
- сводку измерений;
- линию чувствительности;
- калибровочное уравнение $y = ax + b$.

Дата калибровки: 30.09.2022 Измерительный датчик: № 3 Датчик: sn800005 Интегрирующая сфера: AB002 Расход азота: 7 л/ч									
Температурный диапазон калибровки, °C	Номер файла	Частота вращения колеса прерывателя, Гц	Температура помещения, °C	Температура охлаждающей воды, °C	Температура измерителя излучения, °C	Температура абсолютно черного тела T, °C	Интенсивность излучения абсолютно черного тела E, Вт/м^2	Среднее напряжение измерителя излучения U, В	Чувствительность $1/S$, В/(Вт/м^2)
20	20-a	60	19	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02700	0,0
20	20-b	60	19	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02923	0,0
20	20-c	60	19	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02896	0,0
20	20-d	60	19	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02688	0,0
Средняя (V20 начало)						**20,0**	**0,0**	**-0,02802**	**0,0**
420	420-a	60	18	20,0	20,0	417,6	12489,5	7,55500	1653,1
420	420-b	60	18	20,1	20,0	417,2	12459,6	7,51981	1656,9
420	420-c	60	18	20,1	20,0	417,0	12444,7	7,46876	1666,2
420	420-d	60	18	20,0	20,1	416,9	12437,2	7,49658	1659,1
Средняя (V420)						**417,2**	**12457,8**	**7,51004**	**1658,8**
300	300-a	60	17	19,9	20,0	293,0	5406,4	3,28741	1644,6
300	300-b	60	17	20,1	20,0	293,2	5416,3	3,27111	1655,8
300	300-c	60	17	20,1	20,1	292,6	5390,0	3,25692	1654,9
300	300-d	60	17	19,8	20,0	292,2	5373,6	3,26384	1646,4
Средняя (V300)						**292,8**	**5396,6**	**3,26982**	**1650,4**
200	200-a	60	19	20,0	20,0	205,9	2567,4	1,55972	1646,0
200	200-b	60	19	19,9	19,9	205,5	2557,4	1,55793	1641,5
200	200-c	60	19	19,9	20,0	205,5	2557,4	1,56472	1634,4
200	200-d	60	19	19,8	20,0	205,1	2547,5	1,54837	1645,3
Средняя (V200)						**205,5**	**2557,4**	**1,55769**	**1641,8**
20	20-a	60	20	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02947	0,0
20	20-b	60	20	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02888	0,0
20	20-c	60	20	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02762	0,0
20	20-d	60	20	20,0	20,0	20,0	0,0	-0,02810	0,0
Средняя (V20 конец)						**20,0**	**0,0**	**-0,02852**	**0,0**
Среднее значение по условию отсчета 20 °C (V20 av = (V20 начало ÷ V20 конец)/2))								**-0,02827**	

Рисунок *G*.6 — Таблица, обобщающая результаты калибровки



Температура абсолютно черного тела, °C	Напряжение, В	Интенсивность излучения абсолютно черного тела, Вт/м²	Чувствительность 1/*S*, В/(Вт/м^2)
20,0	-0,02827	0,0	0,0
205,5	1,55769	2557,4	1641,8
292,8	3,26982	5396,6	1650,4
417,2	7,51004	12457,8	1658,8

Дата калибровки: 30.09.2022	Блокировка регулировки усилителя
Датчик: sn800005	Фазы грубо: 4
Интегрирующая сфера: AB002	Фаза точно: 0
Частота вращения колеса- прерывателя: 60 Гц	Чувствительность: 2 (10 мВ)
	Константа времени: C (300 мс)
Расход азота: 7 л/ч	S1: 2 В
Температурный диапазон: 20 – 420 °C	S2: медленный
	S3: напряжение

Рисунок *G*.7 — График, показывающий калибровочную кривую для определения средней чувствительности 1/S

Приложение *Н*
(обязательное)

Мощность излучения с учетом поправки на поглощение водяного пара и CO_2

Н.1 Общие положения

Мощность излучения обогревателя, регистрируемая измерителем излучения, частично поглощается водяным паром и CO_2 в воздушной прослойке между обогревателем и датчиком. Излучение между источником излучения и другой поверхностью зависит от частоты или длины волны. Электромагнитный спектр исследуют с помощью спектроскопии поглощения.

HITRAN (High Resolution Transmission) — всемирный научный стандарт для расчета или моделирования атмосферного молекулярного пропускания и излучения в газообразных средах в видимом и инфракрасном спектрах. Расчет эффективности поглощения излучения в настоящем стандарте выполнен с помощью приближенного технического подхода на основе результатов HITRAN.

Примечание — Первоначальная версия стандарта HITRAN была разработана в Кембриджских научно-исследовательских лабораториях военно-воздушных сил (AFRL) в США в конце 1960-х годов для получения подробных сведений об инфракрасных свойствах атмосферы. HITRAN в настоящее время поддерживается и развивается Гарвард-Смитсоновским центром астрофизики (США), и используется в качестве стандарта всеми соответствующими научными и метрологическими институтами, такими как Федеральный физико-технический институт (PTB) в Германии. Также доступен онлайн-инструмент под названием HITRANonline. Базу данных можно загрузить с сайта Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики.

Точное научное решение для расчета поглощения излучения между излучающим обогревателем и интегрирующей сферой невозможно в рамках метода испытаний для определения мощности излучения аппарата в соответствии с настоящим стандартом. В дополнение к мощности молекулярного поглощения, рассчитанной с помощью HITRAN для соответствующей длины волны, необходимо сделать различные технические упрощения.

Примечания

1 В настоящем стандарте сделаны следующие технические упрощения для расчета поглощения в приближенном подходе:

a) излучающий обогреватель считается абсолютно черным телом, поэтому спектральная яркость определяется законом Планка;

b) теплогенератор принимается как излучатель с плоской прямоугольной поверхностью и однородной температурой 400 °C;

c) плоскость отсчета аппарата для определения длины пути воздушной прослойки между теплогенератором и радиометром — центральная ось излучающих труб аппарата (плоскость излучения эмиттера *REP*);

d) средняя длина пути (средняя длина луча) для расчета поглощения определяется вертикальным расстоянием *d* между плоскостью излучения эмиттера *REP* и интегрирующей сферой, и взвешенным по косинусам интегрированием рассматриваемой интенсивности излучения, регистрируемой интегрирующей сферой (средняя длина теплогенератора — 6 м);

e) отражение через газ и интегрирующую сферу при комнатной температуре 20 °C пренебрежимо мало;

f) интегрирующая сфера, используемая в качестве измерительного прибора, имеет широкий угол охвата, определяемый ее конструктивными особенностями;

g) на основании закона Бера-Ламберта, излучение с длиной волны λ, передаваемое через однородную среду, подавляется прямо пропорционально увеличению длины пути;

h) только водяной пар и CO_2 принимают во внимание для расчета поглощения, другими веществами допускается пренебречь;

i) концентрацию CO_2 в атмосфере можно считать постоянной на уровне около 800 ppm, влияние колебания концентрации ±400 ppm пренебрежимо мало.

2 Суммарный коэффициент пропускания τ_{total} вычисляют по формуле

$$\tau_{total} = \frac{\iint \frac{\cos\alpha}{h^2}\tau(\lambda, h)L_{BB}(t_{rad},\lambda)\,dA\,d\lambda}{\iint \frac{\cos\alpha}{h^2}L_{BB}(t_{rad},\lambda)\,dA\,d\lambda}, \qquad (H.1)$$

где α — угол раскрытия интегрирующей сферы (85°);

t_{rad} — температура аппарата на базовой плоскости излучения;

h — длина пути (средняя длина луча) между аппаратом и интегрирующей сферой;

A — площадь излучающей поверхности;

d — расстояние по вертикали между плоскостью излучения эмиттера и интегрирующей сферой, см;

L_{BB} — мощность излучения абсолютно черного тела;

λ — длина волны.

Формулу (*Н*.1) возможно использовать для научного расчета суммарного коэффициента пропускания. Для практического применения в рамках настоящего стандарта используют описанный ниже упрощенный технический подход для расчета суммарного коэффициента пропускания (см. формулу *Н*.2).

При использовании базы данных HITRAN и результатов расчетов для соответствующих температурных условий (15 °С — 25 °С), атмосферного давления, относительной влажности (30 % — 80 %), вертикальных расстояний между аппаратом и интегрирующей сферой, а также геометрических размеров излучающих обогревателей показывают трехмерную матрицу значений суммарного коэффициента поглощения, применимую в рамках настоящего стандарта. Результаты этих научных расчетов могут быть выражены с достаточной точностью в упрощенном виде многочленом второй степени только с двумя основными влияющими факторами — вертикальным расстоянием d и парциальным давлением p_{H_2O}.

Суммарный коэффициент пропускания τ_{total} вычисляют по формуле

$$\tau_{total} = a_1 + a_2 \cdot d + a_3 \cdot p_{H_2O} + a_4 \cdot d^2 + a_5 \cdot p^2_{H_2O} + a_6 \cdot p_{H_2O} \cdot d, \quad (H.2)$$

где $a_{i...j}$ — специфические коэффициенты многочлена для излучающих обогревателей;

d — расстояние по вертикали между плоскостью излучения эмиттера и интегрирующей сферой, см;

p_{H_2O} — парциальное давление водяного пара, *кПа*.

Для систем темных излучателей расстояние d по вертикали между плоскостью излучения эмиттера и интегрирующей сферой [(см. также рисунок 2а)] в зависимости от радиуса трубы аппарата вычисляют по формуле

$$d = 10 + C \cdot R_{Tube}, \quad (H.3)$$

где d — расстояние по вертикали между плоскостью излучения эмиттера и интегрирующей сферой, см;

10 — расстояние по вертикали между базовой плоскостью излучения и интегрирующей сферой, см;

C — это $\dfrac{\sum_{i=0^\circ}^{i=90^\circ} (1-\cos\alpha_i)}{90} = 0{,}36895$;

R_{Tube} — радиус излучающей трубы, см.

Для непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками расстояние d между плоскостью излучения эмиттера и интегрирующей сферой [(см. рисунок 2b)] равно расстоянию между верхней точкой интегрирующей сферы и осью излучающей трубы.

Коэффициенты многочлена формулы (*Н*.2) для всех рассматриваемых аппаратов следующие:

$a_1 = 1{,}00394678986$;

$a_2 = -0{,}00121713262386$;

$a_3 = -0{,}00220649114869$;

$a_4 = 1{,}0493020087E-5$;

$a_5 = 3{,}53507155992E-5$;

$a_6 = -2{,}32100589285E-5$.

Парциальное давление водяного пара при комнатной температуре p_{H_2O} вычисляют по формуле

$$p_{H_2O} = \frac{rh}{100} \cdot 6{,}1078 \cdot e\left(17{,}08 \cdot \frac{t_a}{234{,}175 + t_a}\right), \quad (H.4)$$

где rh — относительная влажность, %;

t_a — температура в помещении, °С.

Н.2 Процедура расчета

Мощность излучения $Q_{(R)c}$, скорректированную с учетом поглощения водяным паром и углекислым газом, вычисляют на основе измеренной мощности излучения $Q_{(R)M}$ по формуле (21).

Приложение *I*
(справочное)

Запись данных о производительности аппарата

I.1 Общая информация, подлежащая регистрации

I.1.1 Данные испытаний и устройств

Испытательная лаборатория: _____

Испытатель: _____ Дата испытания: _____

Теплообменник: _____ Трубчатый теплогенератор: _____

Тип аппарата: _____ Модель: _____

Поставщик: _____ Изготовитель: _____

Длина теплогенератора: _____ м Ширина теплогенератора: _____ м

Номинальная тепловая мощность: _____ кВт Категория газа: _____

Длина отвода продуктов сгорания: _____ м

Низшая теплота сгорания испытательного газа H_i при 15 °С и *101,325 кПа*: _____ кВт · ч/м^3

I.1.2 Технические данные измерителя излучения

Название/номер измерителя излучения: _____

Тип зонда: _____

Система охлаждения: _____

Сертификат о калибровке: _____

Чувствительность измерителя излучения: _____

Тип продувочного газа: _____ Расход продувочного газа: _____ л/ч

Температура зонда: _____ °С Калибровка датчика температуры: _____ °С

Частота вращения колеса прерывателя: _____ Гц Блокировка напряжения питания усилителя: _____ В

I.1.3 Технические данные измерительной сетки

Количество точек измерения (параллельно продольной оси): _____

Количество точек измерения (перпендикулярно продольной оси): _____

Длина измерительной сетки: _____ м Ширина измерительной сетки: _____ м

Количество измерительных ячеек: _____ Площадь измерительной ячейки: _____ м^2

Площадь измерительной сетки: _____ м^2

Расстояние по вертикали *d* между уровнем измерения и уровнем выброса теплогенератора: _____см

Освещенность контуров менее 1 % от максимального значения: да/нет

I.2 Результаты измерений

I.2.1 Детали испытания

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Дата испытания					
Начало испытания					
Конец испытания					

I.2.2 Окружающие условия испытания

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Начальная температура воздуха, °С					
Конечная температура воздуха, °С					
Влажность окружающей среды при запуске, %					
Влажность окружающей среды в конце, %					
Атмосферное давление p_a в начале, *кПа*					
Атмосферное давление p_a в конце, *кПа*					

I.2.3 Данные о газе и тепловой мощности

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Категория газа					
Низшее число Воббе W_i, кВт · ч/м^3					
Низшая теплота сгорания газа H_i, кВт · ч/м^3					
Расход газа при окружающих условиях, м^3/ч					
Температура газа t_g, °С					
Расход газа при 15 °С и *101,325 кПа*, м^3/ч					
Тепловая мощность Q, кВт					
Отношение тепловой мощности к номинальной тепловой мощности Q/Q_n, %					
Давление газа на входе, *кПа*					
Давление газа на сопле, *кПа*					
Относительное давление в камере сгорания, *кПа*					

I.2.4 Данные о продуктах сгорания

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Объем CO_2, %					
CO (частей на миллион)					
CO с поправкой (частей на миллион)					
Объем O_2, %					
Температура, °С					

I.2.5 Данные о поглощении CO_2 и водяного пара

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Расстояние по вертикали между базовой плоскостью излучения (*RRP*) и интегрирующей сферой, см					
Расстояние по вертикали d между плоскостью излучения эмиттера (*REP*) и интегрирующей сферой, см					
Парциальное давление водяного пара p_{H_2O} при давлении окружающего воздуха, *кПа*					
Поправочный коэффициент поглощения излучения водяным паром и CO_2 в воздухе τ_{total}					

I.2.6 Данные измерения излучения

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Начальная температура зонда t_S, °C					
Конечная температура зонда t_S, °C					
Измеренная мощность излучения $Q_{(R)M}$, Вт					
Измеренная мощность излучения после поправки на поглощение $Q_{(R)c}$, Вт					
Коэффициент излучения *RF*					

Подпись: Инициалы и фамилия:

Приложение *J*
(справочное)

Пример записи данных

J.1 Общая информация

Испытательная лаборатория: А

Испытатель: Б

Дата испытания: 05.04.2022

Теплообменник: нет

Трубчатый теплогенератор: да

Тип устройства: В

Модель: Г

Поставщик: Д

Изготовитель: Е

Длина теплогенератора: 4,6 м

Ширина теплогенератора: 0,6 м

Номинальная тепловая мощность: 19,4 кВт

Категория газа: G20

Длина отвода продуктов сгорания: xx м

Низшая теплота сгорания испытательного газа H_i при 15 °С и *101,325 кПа*: 9,45 кВт · ч/м^3

J.2 Технические данные измерителя излучения

Название/номер измерителя радиации: А

Тип зонда: Пироэлектрический датчик

Система охлаждения: Вода

Сертификат о калибровке: 003/2004

Чувствительность измерителя излучения: $1{,}6960 \times 10^{-4}$ В/Вт/м^2

Тип продувочного газа: Азот

Расход продувочного газа: 25 л/ч

Температура зонда: 20,0 °С

Калибровка датчика температуры: 20,2 °С

Частота вращения колеса прерывателя: 180 Гц

Блокировка напряжения питания усилителя: ±15 В

J.3 Технические характеристики измерительной сетки

Количество точек измерения (параллельно продольной оси): 58

Количество точек измерения (перпендикулярно продольной оси): 10

Длина измерительной сетки: 5,7 м

Ширина измерительной сетки: 0,9 м

Количество измерительных ячеек: 580

Площадь измерительной ячейки: 0,01 м^2

Площадь сетки измерения: 5,8 м^2

Расстояние по вертикали *d* между уровнем измерения и уровнем выброса теплогенератора: 15 см

Освещенность контуров менее 1 % от максимального значения: да/~~нет~~

J.4 Результаты измерений

J.4.1 Детали испытания

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Дата испытания	06.04.2022				
Начало испытания	10:48				
Конец испытания	13:12				

J.4.2 Окружающие условия испытания

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Начальная температура воздуха, °С	19,5				
Конечная температура воздуха, °С	20,1				
Влажность окружающей среды при запуске, %	36,1				
Влажность окружающей среды в конце, %	35,1				
Атмосферное давление p_a в начале, *кПа*	*101,7*				
Атмосферное давление p_a в конце, *кПа*	*101,4*				

J.4.3 Данные о газе и тепловой мощности

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Категория газа	G20				
Низшее число Воббе W_i, кВт · ч/м^3	12,69				
Низшая теплота сгорания газа H_i, кВт · ч/м^3	9,45				
Расход газа при окружающих условиях, м^3/ч	1,912				
Температура газа t_g, °С	16,0				
Расход газа при 15 °С и *101,325 кПа*, м^3/ч	1,985				
Тепловая мощность Q, кВт	18 758				
Отношение тепловой мощности к номинальной тепловой мощности Q/Q_n, %	97,0				
Давление газа на входе, *кПа*	*2,5*				
Давление газа на сопле, *кПа*	*1,192*				
Относительное давление в камере сгорания, *кПа*	—				

J.4.4 Данные о продуктах сгорания

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Объем CO_2, %	—				
CO (частей на миллион)	—				
CO с поправкой (частей на миллион)	—				
Объем O_2, %	—				
Температура, °С	—				

J.4.5 Данные о поглощении водяного пара и CO_2

Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Расстояние по вертикали между базовой плоскостью излучения (*RRP*) и интегрирующей сферой, см	10				
Расстояние по вертикали *d* между плоскостью излучения эмиттера (*REP*) и интегрирующей сферой, см	15				
Парциальное давление водяного пара p_{H_2O} при давлении окружающего воздуха, кПа	*1,2378*				
Поправочный коэффициент поглощения излучения водяным паром и CO_2 в воздухе τ_{total}	0,9766				

J.4.6 Данные измерения радиации

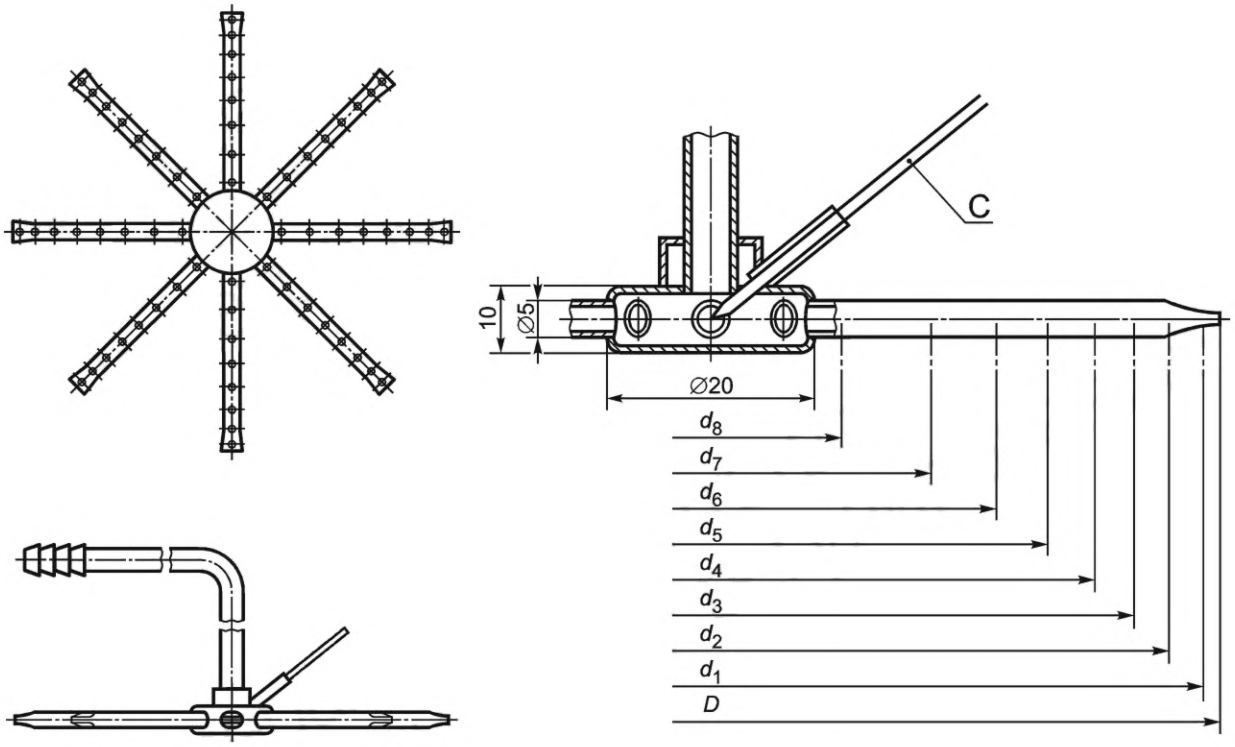
Параметр	Номер испытания				
	1	2	3	4	5
Начальная температура зонда t_S, °С	24,3				
Конечная температура зонда t_S, °С	23,4				
Измеренная мощность излучения $Q_{(R)M}$, Вт	11 259				
Измеренная мощность излучения после поправки на поглощение $Q_{(R)c}$, Вт	11 529				
Коэффициент излучения *RF*	0,61				

Подпись: Инициалы и фамилия:

Приложение *K*
(обязательное)

Пробоотборники для продуктов сгорания

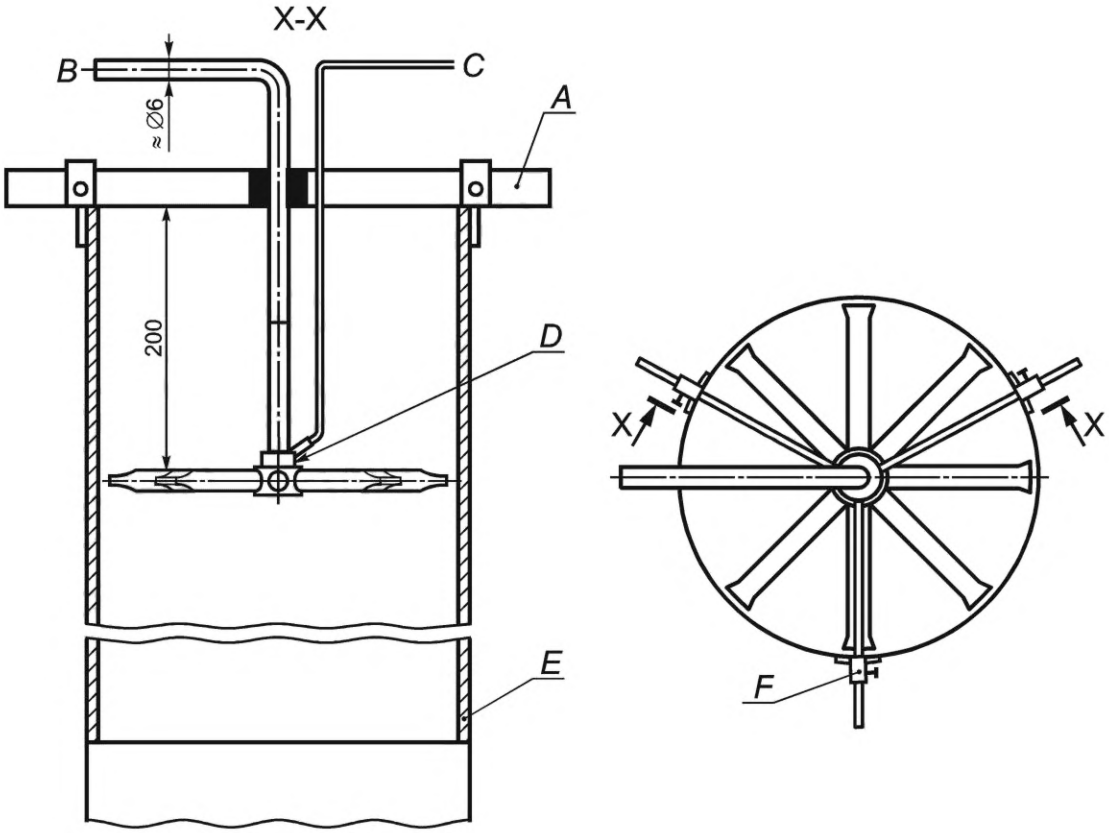
Для аппаратов типа B с диаметром выходного отверстия не менее 100 мм используют пробоотборник, показанный на рисунке *K*.1. Пробоотборник размещают в дымоходе на расстоянии 800 мм от выпуска аппарата и на расстоянии 200 мм от любого ветрозащитного устройства, ограничителя тяги или края дымохода, как показано на рисунке *K*.2.



C — датчик температуры в испытательном щупе

$D_{ном}$, мм	d_1 = 0,97D	d_2 = 0,90D	d_3 = 0,83D	d_4 = 0,75D	d_5 = 0,66D	d_6 = 0,56D	d_7 = 0,43D	d_8 = 0,25D
100	97	90	83	75	66	56	43	25
110	107	99	91	82	74	62	47	27
120	116	108	100	90	79	67	52	30
130	126	117	108	98	86	73	56	33
150	145	135	125	113	99	84	65	38
180	175	162	149	135	119	101	77	45
200	194	180	166	150	132	112	86	50
250	242	225	208	188	165	140	108	63
300	291	270	249	225	198	168	129	75
400	388	360	332	300	264	224	173	100
500	485	450	415	375	330	280	216	125

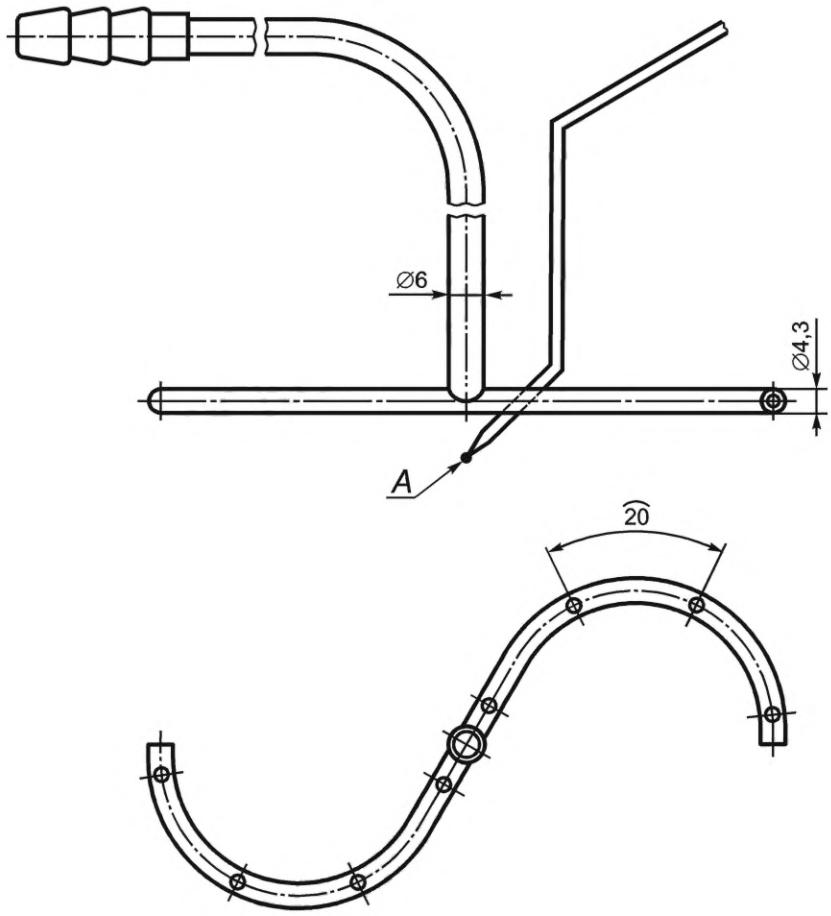
Рисунок *K*.1 — Пробоотборник для аппаратов типов B_{22}, B_{23}, B_{52}, B_{53}, C_{32}, C_{33}, C_{52} и C_{53} с диаметром выходного отверстия 100 мм и более



A — кронштейн; *B* — к пробоотборному насосу; *C* — к пирометру; *D* — испытательный щуп (см. рисунок *K*.1); *E* — металлический лист; *F* — регулируемая прокладка

Рисунок *K*.2 — Положение пробоотборника для аппаратов типов B_{22}, B_{23}, B_{52}, B_{53}, C_{32}, C_{33}, C_{52} и C_{53} с диаметром выходного отверстия 100 мм и более

Если выходной диаметр меньше 100 мм, следует использовать пробоотборник, показанный на рисунке *K*.3. Его располагают так же, как и пробоотборник большего диаметра, насколько это возможно.

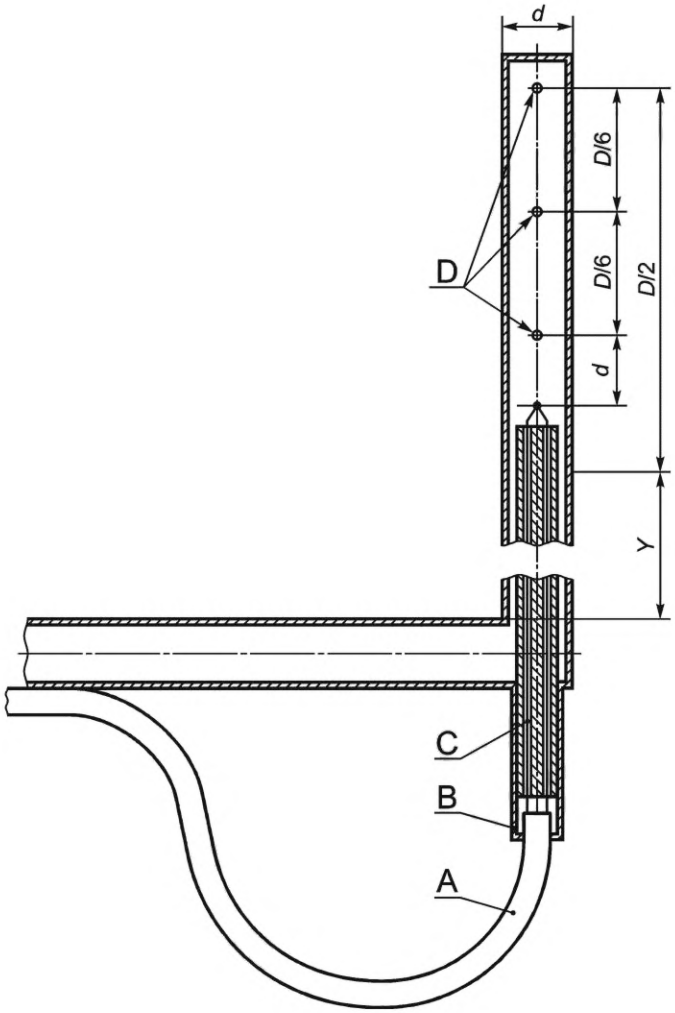


A — термопара

Рисунок *К*.3 — Пробоотборник для аппаратов типов B_{22}, B_{23}, B_{52}, B_{53}, C_{32}, C_{33}, C_{52} и C_{53} с диаметром выходного отверстия менее 100 мм

Для аппаратов типов C_{12} и C_{13} следует использовать пробоотборник, показанный на рисунке *К*.4, который, по возможности, располагают, как показано на рисунке *К*.5.

Примечание — Для аппаратов типов C_{12} и C_{13}, для которых указанное выше расположение неприемлемо, приемлемое расположение необходимо согласовать между изготовителем и испытательной лабораторией, и должны быть выполнены достаточные измерения для получения согласованных результатов.



A — хромель/алюмелевая проволока для термопары; *B* — изоляция из цемента; *C* — керамическая втулка с двумя отверстиями; *D* — три пробоотборных отверстия Ø 1 мм

Примечания

1 Материал — нержавеющая сталь с полировкой.

2 Размер *Y* следует выбирать в зависимости от диаметра приточного воздуховода и его изоляции.

3 Размеры зонда диаметром 6 мм (подходящего для выходных каналов продукта диаметром *D* более 75 мм):

a) наружный диаметр зонда *d* = 6 мм;

b) толщина стенки 0,6 мм;

c) диаметр отверстий для отбора проб 1,0 мм;

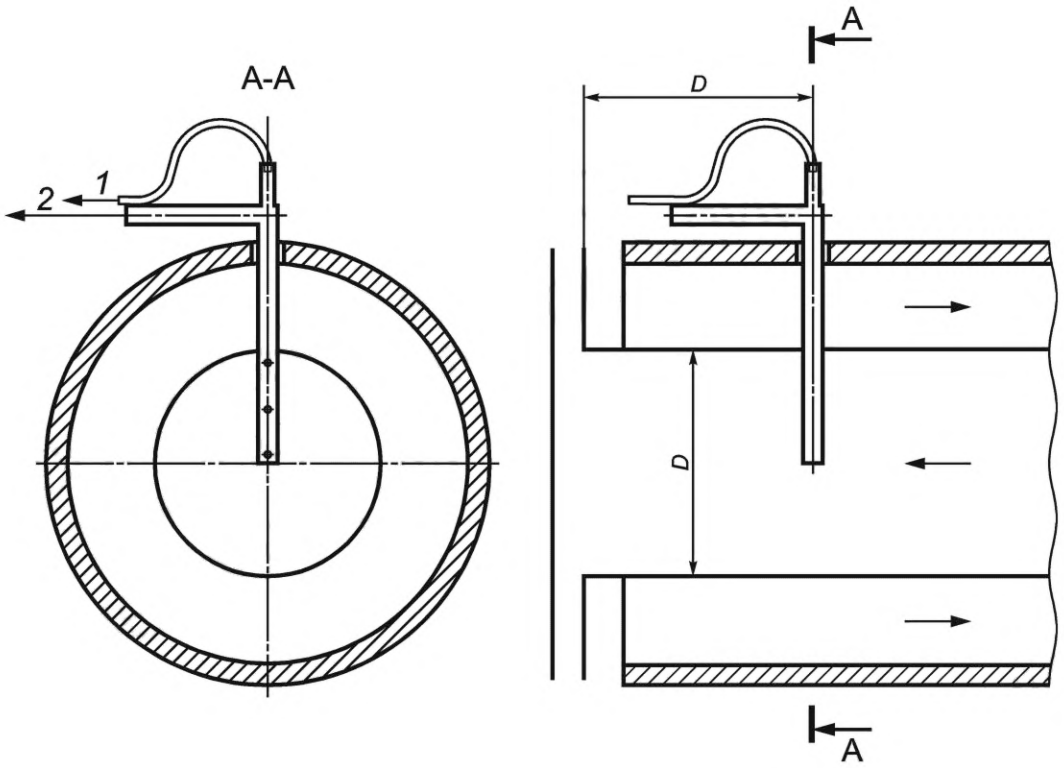
d) керамическая втулка Ø 3 мм с двумя отверстиями диаметром 0,5 мм;

e) кабель термопары Ø 0,2 мм. Для выходных каналов продукта диаметром менее 75 мм следует использовать датчик меньшего размера, и выбирать *d* и *x* так, чтобы:

f) площадь, перекрытая зондом, составляла менее 5 % поперечного сечения воздуховода;

g) общая площадь пробоотборников — менее трех четвертей поперечного сечения зонда.

Рисунок *K*.4 — Пробоотборник для аппаратов типов C_{12} и C_{13}



1 — для отображения температуры; *2* — к пробоотборному насосу; *D* — диаметр канала

Рисунок *К*.5 — Расположение пробоотборника для аппаратов типов C_{12} и C_{13}

Приложение *L*
(обязательное)

Необходимая информация об аппарате

Необходимая информация об аппарате приведена в таблицах *L*.1 и *L*.2.

Таблица *L*.1 — Информация об аппарате

Модель аппарата:	…
Тип аппарата:	Трубчатый излучающий обогреватель с одной горелкой или система из непрерывных трубчатых излучающих обогревателей с несколькими горелками
Топливо:	Природный газ, G20
Выбросы NO_x от аппарата:	..., мг/кВт · ч (*GCV*)

Таблица *L*.2 — Основные данные для работы на указанном топливе

Пункт	Обозначение	Величина	Единица измерения
1 Тепловая мощность			
Номинальная тепловая мощность	$Q_{in,\mathrm{nom}}$		кВт
Минимальная тепловая мощность	$Q_{in,\mathrm{min}}$		кВт
Минимальная тепловая мощность в процентах от номинальной тепловой мощности	—		%
Номинальная подводимая тепловая мощность системы (если применимо)	$Q_{in,\mathrm{nom},system}$		кВт
Номинальная тепловая мощность сегмента излучающей трубы (если применимо)	$Q_{in,heater,i}$		кВт
(повторяют для нескольких сегментов излучающей трубы, если применимо)			
Количество одинаковых сегментов излучающей трубы	n		
2 Коэффициент излучения			
Коэффициент излучения при номинальной тепловой мощности	RF_{nom}		—
Коэффициент излучения при минимальной тепловой мощности	RF_{min}		—
Коэффициент излучения сегмента излучающей трубы при номинальной тепловой мощности (если применимо)	$RF_{\mathrm{nom},i}$		—
(повторяют для нескольких сегментов излучающей трубы, если применимо)			—
3 Тепловой КПД (*GCV*)			
Тепловой КПД при номинальной тепловой мощности	$\eta_{th,\mathrm{nom}}$		%
Тепловой КПД при минимальной тепловой мощности	$\eta_{th,\mathrm{min}}$		%
Тепловой КПД сегмента излучающей трубы при номинальной подводимой тепловой мощности (если применимо)	$\eta_{th,i}$		%
(повторяют для нескольких сегментов излучающей трубы, если применимо)			%
4 Потери корпуса			
Коэффициент теплопередачи оболочки	$Ú$		Вт/м^2 · K
Коэффициент потерь оболочки	F_{env}		%
5 Теплогенератор для установки снаружи здания	Да/Нет		

Окончание таблицы L.2

Пункт	Обозначение	Вели-чина	Единица измерения
6 Потребление электрической энергии			
максимальное	el_{max}		кВт
минимальное	el_{min}		кВт
в режиме ожидания	el_{sb}		кВт
7 Тип регулирования тепловой мощности			
одноступенчатый	Да/Нет		
двухступенчатый	Да/Нет		
модулируемый	Да/Нет		
8 Постоянное пилотное пламя:	Нет		
9 Контактная информация:	Наименование и адрес изготовителя или его уполномоченного представителя		

Приложение *М*
(справочное)

Вывод уравнений для определения теплового КПД

Тепловой КПД аппарата по высшей теплотворной способности η_{th}, %, основан на косвенном методе. Формулы для расчета теплового КПД неконденсационного аппарата для различных газов приведены в 7.7.5. Эти формулы основаны на следующем подходе, заменяющем данные о свойствах газа

$$\eta_{th} = \left(\frac{H_i}{H_s} \cdot 100\right) - \left(q_1 + q_2\right), \qquad (M.1)$$

где H_i — низшая теплота сгорания сухого газа при *101,325 кПа* и 15 °С, МДж/м^3;

H_s — высшая теплота сгорания сухого газа при *101,325 кПа* и 15 °С, МДж/м^3;

q_1 — теплота сухих продуктов сгорания (доля теплоты, выделяющаяся на единицу объема газа);

q_2 — теплота водяного пара, содержащаяся в продуктах сгорания (доля теплоты, выделяющаяся на единицу объема газа),

$$q_1 = C_1 V_f \left(\frac{\overline{t_{flue}} - \overline{t_{a,comb}}}{H_s}\right), \qquad (M.2)$$

и

$$q_2 = 0{,}077\left(\overline{t_{flue}} - \overline{t_{a,comb}}\right)\left(\frac{H_s - H_i}{H_s}\right), \qquad (M.3)$$

где C_1 — средняя удельная теплоемкость сухих продуктов сгорания, МДж/м^3 · К;

$\overline{t_{a,comb}}$ — средняя температура воздуха для горения, °С;

$\overline{t_{flue}}$ — средняя температура продуктов сгорания, °С;

V_f — объем сухих продуктов сгорания на единицу объема газа, м^3, вычисляют путем деления объема CO_2 (V_{CO_2}), образующегося при сгорании одного кубического метра газа (см. таблицу *М*.1), на концентрацию CO_2 в продуктах сгорания ($V_{CO_2,M}$) по формуле

$$V_f = 100\frac{V_{CO_2}}{V_{CO_2,M}}. \qquad (M.4)$$

Таблица *М*.1 — Значения V_{CO_2}

Обозначение газа	Значение V_{CO_2}, м^3
G110	0,26
G120	0,32
G20	1
G25	0,86
G30	4
G31	3

Приложение *N*
(обязательное)

Теплообменник продуктов сгорания

N.1 Общие положения

Примечания

1 Теплообменник может быть присоединен к отводу продуктов сгорания аппаратов типов B_{22}, B_{23}, B_{52}, B_{53}, C_{12}, C_{13}, C_{52} и C_{53} для рекуперации тепла из продуктов сгорания. Тепло передается вторичной среде с помощью соответствующего радиатора.

2 Теплопередача может быть прямой или полупрямой и осуществляться по принципу параллельного, двухстороннего, перекрестного или крестообразного потока и противотоком.

Если аппарат оборудован теплообменником, предполагается, что это теплообменник продуктов сгорания. Теплообменник должен соответствовать требованиям системы отвода продуктов сгорания и *N*.2—*N*.12.

N.2 Материалы

Все компоненты должны соответствовать требованиям 5.1.2.

N.3 Коррозионная стойкость

Все компоненты, находящиеся в непосредственном контакте с продуктами сгорания или конденсатом, необходимо изготавливать из материалов, которые:

a) являются материалами, перечисленными в таблице *N*.1 или

b) испытаны с использованием метода испытания на коррозию в соответствии с *ГОСТ Р 59375.1—2021* (приложение *А*).

Таблица *N*.1 — Металлические материалы для теплообменников продуктов сгорания

Материал	Обозначение	Минимальная номинальная толщина без конденсации[b], мм	Минимальная номинальная толщина с конденсацией[b], мм
Алюминий (см. *[13]*)			
EN AW-4047A	EN AW-Al Si 12 (A) и CU < 0,1 %, Zn < 0,15 % (литой алюминий)	0,5	1,5
EN AW-1200A	EN AW-AL 99,0 (A)	0,5	1,5
EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	0,5	1,5
Сталь (см. *[14]*)			
1.4401	X5CrNiMo 17-12-2	0,4	0,4
1.4404[a]	X2CrNiMo 17-12-2	0,4	0,4
1.4432	X2CNiMo 17-12-3	0,4	0,4
1.4439	X1NiCrMoCu 25-20-5	0,4	0,4

[a] Эквивалент стали 1.4404 — сталь 1.4571 (обозначение X6CrNiMoTi 17-12-2).

[b] Конденсационная колонна должна использоваться, когда при нормальных условиях эксплуатации в контуре продуктов сгорания образуется конденсат.

Примечание — Спецификации материалов приведены из *ГОСТ EN 15502-2-1*.

N.4 Теплоизоляция

Теплоизоляцию используют в том числе для уменьшения потерь тепла в теплообменнике. Если используется теплоизоляция, она должна выдерживать обычные тепловые и механические нагрузки без деформации и сохранять свои изоляционные свойства под воздействием тепла и старения.

Изоляцию следует выполнять из негорючего материала, но разрешено применять легковоспламеняющиеся материалы, если:

a) изоляция наносится на поверхности, находящиеся в контакте с водой, или

b) температура поверхности, на которую наносится изоляция, не превышает 85 °С при нормальной эксплуатации, или

c) изоляция защищена негорючим кожухом с соответствующей толщиной стенок.

N.5 Газонепроницаемость

При испытании в составе аппарата и системы отвода продуктов сгорания, утечка должна соответствовать требованиям 6.2.1.2.

N.6 Удаление конденсата

Теплообменник продуктов сгорания необходимо оборудовать выходом для подключения системы отвода конденсата. Соединение должно быть выполнено так, чтобы продукты сгорания не могли выйти из теплообменника через выход для конденсата.

Если теплообменник сконструирован так, что стандартные рабочие температуры превышают точку росы продуктов сгорания, удаление конденсата не требуется. Если ожидается образование конденсата в отводе продуктов сгорания за теплообменником, необходимо установить отвод конденсата.

N.7 Неметаллическая система отвода продуктов сгорания

После конденсационного теплообменника можно использовать неметаллическую систему отвода продуктов сгорания.

Если указано термическое сопротивление отличное от нуля, то термическое сопротивление, указанное в руководстве по монтажу, следует подтвердить путем испытания при температуре горения при перегреве (см. *[15]*, пункт 5).

Если используется неметаллический выпускной канал, его оснащают предохранительным ограничителем температуры, чтобы гарантировать, что максимально допустимая температура для системы выпускного канала не будет превышена. Требования к конструированию устройства отключения при перегреве приведены в *[16]*.

N.8 Защита от замерзания

Теплообменник следует устанавливать в незамерзающем помещении. Если это невозможно, теплообменник конструируют так, чтобы вторичная среда и конденсат были защищены от замерзания. Для предотвращения замерзания применяют защитное оборудование или антифриз.

N.9 Расстояние до легковоспламеняющихся материалов

Минимальные расстояния до легковоспламеняющихся материалов должны быть указаны в руководстве по монтажу теплообменника продуктов сгорания. Эти расстояния должны быть подтверждены в соответствии с *ГОСТ Р 59375.1*.

N.10 Оборудование, связанное с безопасностью

Для обеспечения безопасной эксплуатации в случае неисправности необходимо установить предохранительное устройство (см. *[16]*). Безопасная работа также может быть обеспечена, если конструкция теплообменника исключает перегрев вторичной среды, например путем ограничения количества тепла, которое может быть передано вторичной среде.

N.11 Рабочее давление при использовании воды в качестве вторичной среды

Допустимое рабочее избыточное давление теплообменника должно быть не менее максимального рабочего избыточного давления всей системы, но не превышать *0,3 кПа*.

N.12 Расчет характеристик теплопередачи

N.12.1 Требования к испытаниям

Производительность теплообменника определяют в установившемся режиме работы. Аппарат должен работать при номинальной тепловой мощности в соответствии с 6.1.6.

Измеряют следующие параметры:

a) температуру дымовых газов на входе и выходе;
b) температуру вторичной среды на входе и выходе;
c) расход вторичной жидкости;
d) расход конденсата;
e) температуру конденсата.

Датчики температуры должны иметь класс точности А или выше (см. *[12]*). Температуру измеряют внутри среды и на максимальном расстоянии 300 мм от соединений теплообменника. Точки измерения и питающие трубки должны быть изолированы.

N.12.2 Расчеты теплопередачи

N.12.2.1 Эффективность теплопередачи

Тепловой КПД теплообменника η_{HX}, %, вычисляют по формуле

$$\eta_{HX} = \frac{Q_{HXs}}{Q_{HXf}} \cdot 100, \qquad (N.1)$$

где Q_{HXs} — потребляемая мощность во вторичной жидкой среде, кВт;

Q_{HXf} — остаточная тепловая мощность продуктов сгорания аппарата перед входом в теплообменник, кВт.

N.12.2.2 Определение прироста тепловой энергии за счет вторичного теплоносителя

Мощность, поглощаемую вторичным теплоносителем Q_{HXs}, кВт, вычисляют по формуле

$$Q_{HXs} = m_{HXs} \cdot Cp_s \cdot (t_{HXouts} - t_{HXins}), \quad (N.2)$$

где m_{HXs} — массовый расход вторичной жидкости, кг/с;

Cp_s — удельная теплоемкость вторичной жидкости, кДж/кг · К;

t_{HXouts} — температура вторичной жидкости на выходе, °С;

t_{HXins} — температура вторичной жидкости на входе, °С.

N.12.2.3 Определение остаточной тепловой мощности в продуктах сгорания

Тепловую мощность продуктов сгорания, выпускаемых аппаратом Q_{HXf}, кВт, вычисляют непосредственно из теплового КПД аппарата по формуле

$$Q_{HXf} = (1 - \eta_{th,GCV}/100) \cdot Q_{in,GCV}, \quad (N.3)$$

где $\eta_{th,GCV}$ — тепловой КПД аппарата (*GCV*), %;

$Q_{in,GCV}$ — тепловая мощность аппарата (*GCV*) (см. 3.4), кВт.

***N*.12.3 Минимальные требования**

Измеренный КПД теплообменника продуктов сгорания должен быть не менее 40 %.

Приложение *О*
(обязательное)

Погрешность измерений

Если в разделах настоящего стандарта не указано иное, измерения выполняют с помощью аппаратов с максимально допустимыми отклонениями измерений, указанными ниже.

1 Электричество:
- вольтметр — ±2 % показания;
- амперметр — ±2 % показания;
- ваттметр — ±2 % показания.

2 Температуры (при комбинации зонда и манометра):
- помещения от 5 °С до 35 °С — ±1 °С;
- воздуха от 0 °С до 200 °С — ±2 °С;
- воды от 0 °С до 100 °С — ±3 °С;
- продуктов сгорания от 0 °С до 200 °С — ±2 °С;
- продуктов сгорания от 200 °С до 500 °С — ±1 % от показания;
- газа — ±1 °С;
- поверхностей от 0 °С до 500 °С — ±5 °С.

3 Давления:
- атмосферное давление от *90 до 105 кПа* — ± *0,5 кПа*;
- давление газа — ±3 % от показания;
- давление воздуха > 200 Па — ±5 % от показания;
- давление воздуха от 0 до 200 Па — ±10 Па.

4 Время
- до 1 ч — ±0,2 с;
- более 1 ч — ±0,1 % от показания.

5 Скорость воздуха:
- до 5 м/с — ±0,5 м/с;
- от 5 до 12 м/с — ±10 % от показания.

6 Размеры:
- микрометром от 0 до 25 мм — ±0,05 мм;
- штангенциркулем от 0 до 150 мм — ±0,1 мм;
- рулеткой от 10 до 100 см — ±1 мм;
- рулеткой от 1 до 10 м — ±5 мм.

7 Анализ продуктов сгорания:
- O_2 — ±6 % от показания;
- CO — ±6 % от показания;
- CO_2 — ±6 % от показания;
- NO_x — ±8 % от показания;
- сажа — ±1 градация Бахараха.

8 Величины:
- расход газа — ±1 % от показания;
- воздушный поток — ±2 % от показания;
- массовый расход газа — ±1 % от показания.

9 Газы
- теплотворная способность газа — ±1 % от измеренного значения;
- плотность газа — ±0,5 % от показания.

10 Разное
- шкала (вес) — ±2 % от показания;
- влажность — ±5 % относительной влажности.

Для определения скорости утечки при испытаниях на герметичность необходимо использовать метод, точность которого ограничивает предел погрешности измерения максимум до 10 $см^3$/ч.

Указанные погрешности измерений относятся к отдельным измерениям. Для измерений, требующих комбинации отдельных измерений, могут потребоваться меньшие погрешности при отдельных измерениях для достижения требуемой общей погрешности.

Примечание — Погрешность измерений измерительного устройства для испытательной установки описана в соответствующих приложениях и требованиях.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным и европейским стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном европейском стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного, европейского стандарта
ГОСТ EN 126—2016	IDT	EN 126:2012 «Устройства регулирующие многофункциональные для газовых нагревательных аппаратов»
ГОСТ EN 298—2015	IDT	EN 298:2012 «Автоматические системы контроля горения для горелок и аппаратов, сжигающих газообразное или жидкое топливо»
ГОСТ EN 15502-2-1—2015	IDT	EN 15502-2-1:2012 «Котлы газовые для центрального отопления. Часть 2-1. Специальный стандарт для аппаратов типа С и аппаратов типа В2, В3, и В5 с номинальной тепловой мощностью 1000 кВт»
ГОСТ 7.67—2003 (ИСО 3166-1:1997)	MOD	ISO 3166-1:1997 «Коды для представления названий стран и единиц их административно-территориального деления. Часть 1. Коды стран»
ГОСТ 32028—2017 (EN 161+A3:2013)	MOD	EN 161:2011+A3:2013 «Автоматические отсечные клапаны для газовых горелок и газовых аппаратов»
ГОСТ 32032—2013 (EN 1106:2010)	MOD	EN 1106:2010 «Краны ручные для газовых горелок и приборов»
ГОСТ 33259—2015	NEQ	ISO 7005-1:2011 «Фланцы трубные. Часть 1. Стальные фланцы для трубных систем промышленного и общего назначения» ISO 7005-2:1988 «Фланцы металлические. Часть 2. Фланцы из литейного чугуна»
ГОСТ Р 59375.1—2021	MOD	EN 1856-1:2009 «Конструкции для удаления дымовых газов. Требования к металлическим конструкциям для удаления дымовых газов. Часть 1. Строительные компоненты конструкций для удаления дымовых газов»
ГОСТ Р 59376—2022	MOD	EN 1859:2009+A1:2013 «Конструкции для удаления дымовых газов. Металлические конструкции для удаления дымовых газов. Методы испытаний»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты;
- NEQ — неэквивалентный стандарт.

Приложение ДБ
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем европейского стандарта

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура европейского стандарта DIN EN 17175:2020
—	Приложение A
Приложение A	Приложение B
Приложение B	Приложение C
Приложение C	Приложение D
—	Приложение E
—	Приложение F
Приложение D	Приложение G
—	Приложение H
Приложение E	Приложение I
Приложение F	Приложение J
Приложение G	Приложение K
Приложение H	Приложение L
Приложение I	Приложение M
Приложение J	Приложение N
Приложение K	Приложение O
Приложение L	Приложение P
Приложение M	Приложение Q
Приложение N	Приложение R
Приложение O	Приложение S
Примечание — Сопоставление структуры стандартов приведено, начиная с приложения А, т. к. предыдущие разделы стандартов и их структурные элементы (за исключением предисловия) идентичны.	

Библиография

[1] Регламент Комиссии (ЕС) № 2015/1188, имплементирующий Директиву 2009/125/ЕС в отношении требований к экодизайну для локальных обогревателей (Commission Regulation (EU) 2015/1188 implementing Directive 2009/125/EC with regard to ecodesign requirements for local space heaters)

[2] ЕН 437+А1:2009 Газы и давление для проверки бытовых приборов и категории приборов (Test gases — Test pressures — Appliance categories)

[3] CEN/TR 1749:2014 Приборы газовые. Европейская схема классификации по методу удаления продуктов сгорания [European scheme for the classification of gas appliances according to the method of evacuation of the combustion products (types)]

[4] ЕН 14459:2015 Устройства безопасности и управления для горелок и аппаратов, сжигающих газовое или жидкое топливо. Функции управления в электронных системах. Методы классификации и оценки (Safety and control devices for burners and appliances burning gaseous or liquid fuels — Control functions in electronic systems — Methods for classification and assessment)

[5] ЕН 14800:2007 Комплекты металлических шлангов, защищенные от коррозии, предназначенные для подсоединения бытовых аппаратов, работающих на газообразном топливе (Corrugated safety metal hose assemblies for the connection domestic appliance using gaseous fuels)

[6] ЕН 10226-1:2004 Резьбы трубные, где плотное соединение под давлением, выполнено на резьбе. Часть 1. Конусообразные наружные резьбы и конусообразные внутренние резьбы. Размеры, допуски и обозначение (Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads — Part 1: Taper external threads and taper internal threads — Dimensions, tolerances and designation)

[7] ЕН 10226-2:2005 Резьбы трубные, где плотное соединение под давлением, выполнено на резьбе. Часть 2. Конусообразные наружные резьбы и конусообразные внутренние резьбы. Размеры, допуски и обозначение (Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads — Part 2: Taper external threads and taper internal threads — Dimensions, tolerances and designation)

[8] ИСО 7005-3:1988 Фланцы металлические. Часть 3. Фланцы из медных сплавов и композиционных материалов (Metallic flanges; part 3: copper alloy and composite flanges)

[9] ЕН 60584-1:2013 Термопары. Часть 1. Справочные таблицы [Thermocouples — Part 1: Reference tables (IEC 60584-1:1995)]

[10] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 016/2011 «О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе», утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 875

[11] ЕН 13410:2001 Обогреватели газовые лучеиспускающие подвесные. Требование вентиляции для недомашних помещений (Gas-fired overhead radiant heaters — Ventilation requirements for non-domestic premises)

[12] ЕН 60751:2008 Термометры сопротивления промышленные платиновые [Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors (IEC 60751:2008)]

[13] ЕН 573-1:2004 Алюминий и алюминиевые сплавы. Химический состав и форма деформированных изделий. Часть 1. Цифровая система обозначения (Aluminium and aluminium alloys — Chemical composition and form of wrought products — Part 1: Numerical designation system)

[14] ЕН 10088-1:2014 Стали нержавеющие. Часть 1. Перечень нержавеющих сталей (Stainless steels — Part 1: List of stainless steels)

[15] ЕН 13216-1:2004 Дымоходы. Методы испытания системы дымоходов. Часть 1. Общие методы испытания (Chimneys — Test methods for system chimneys — Part 1: General test methods)

[16] ЕН 14597:2012 Регуляторы и ограничители температур для бойлерных установок (Temperature control devices and temperature limiters for heat generating systems)

УДК 697.245:006.354 ОКС 97.100.20

Ключевые слова: излучающие обогреватели, газовая горелка, системы обогревателей, приборы, трубопровод, безопасность, испытания, требования, классификация, энергетическая эффективность, маркировка

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректоры *Р.А. Ментова, О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 02.10.2023. Подписано в печать 26.10.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 11,07.

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