Изображение государственного Герба Республики Казахстан

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

–––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––––

**СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ СПОСОБНОСТИ ГАЗОВ В ДИАПАЗОНЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА И ФАКЕЛЬНЫХ ГАЗОВ ПУТЕМ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО СЖИГАНИЯ**

**СТ РК ASTM D4891**

*(ASTM D4891-13 (2018) Standard Test Method for Heating Value of Gases in Natural Gas and Flare Gases Range by Stoichiometric Combustion, IDT)*

Этот национальный стандарт Республики Казахстан основан на ASTM D4891-13 (2018), Title, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, США, в соответствии с лицензией ASTM International

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

**Комитет технического регулирования и метрологии**

**Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан**

**(Госстандарт)**

**Нур-Султан**

**Предисловие**

**1** **ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН** РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан от ………….. года №

**3** Настоящий стандарт идентичен американскому стандарту ASTM D4891-13 (2018) Standard Test Method for Heating Value of Gases in Natural Gas and Flare Gases Range by Stoichiometric Combustion (Стандартный метод определения теплоты сгорания способности газов в диапазоне природного газа и факельных газов путем стехиометрического сжигания).

Американский стандарт разработан подкомитетом D03 «Газообразное топливо».

Официальный экземпляр американского стандарта, на основе которого разработан настоящий стандарт, и официальные экземпляры американских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Едином государственном фонде нормативных технических документов.

Перевод с английского языка (en)

В разделе «Нормативные ссылки» и в тексте стандарта ссылочные американские стандарты актуализированы.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

**4** В настоящем стандарте реализованы нормы ТР ТС «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (ТР ТС 013/2011).

**5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном каталоге «Документы по стандартизации», а текст изменений и поправок* ***-*** *в периодически издаваемых информационных каталогах «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты».*

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ СПОСОБНОСТИ ГАЗОВ В ДИАПАЗОНЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА И ФАКЕЛЬНЫХ ГАЗОВ ПУТЕМ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО СЖИГАНИЯ**

**Дата введения\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения теплоты сгорания способности природных газов и аналогичных газовых смесей в пределах диапазона состава, указанного в таблицах 1 и 2, которые охватывают компоненты факельного сжигания, но не предназначены для ограничения компонентов, подлежащих измерению в факельных газах.

Примечание - Настоящий стандарт не устанавливает решение всех проблем безопасности, если таковые имеются, связанных с его использованием. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление надлежащих методов обеспечения безопасности, охраны здоровья и окружающей среды, а также определение ­применимости нормативных ограничений до начала использования.

Настоящий стандарт был разработан в соответствии с международно-признанными принципами ­стандартизации, установленными в Решении о принципах разработки международных стандартов, руководств и ­рекомендаций, изданных Комитетом Всемирной торговой организации по техническим барьерам в торговле (ТВТ).

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы по стандартизации:

### ASTM D1826-94 (2017) Standard Test Method for Calorific (Heating) Value of Gases in Natural Gas Range by Continuous Recording Calorimeter (Метод испытаний для определения теплоты сгорания способности газов в диапазоне природного газа с помощью калориметра с непрерывной записью)

ASTM E691-21 Standard Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method (Практика проведения межлабораторных исследований для определения точности метода испытаний)

EPA-600/2-85-106 Evaluation of the Efficiency of Industrial Flares: Flare Head Design and Gas Composition (Оценка эффективности промышленных факельных установок: Конструкция факельной головки и состав газа)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются (используются) термины по ASTM D1826, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 Коэффициент сгорания** (combustion ratio): Отношение воздуха для горения к газообразному топливу.

**3.2 Параметр сжигаемого газа** (burned gas parameter): Свойство сжигаемого газа после сгорания, которое является функцией коэффициента сгорания.

**Проект, редакция 1**

**3.3 Критический коэффициент сгорания** (critical combustion ratio): Для конкретного параметра сжигаемого газа, коэффициент сгорания, при котором график зависимости параметра отработанного газа от коэффициента сгорания имеет либо максимальное значение, либо максимальный наклон.

**3.4Индекс потребности в воздухе для горения** (combustion air requirement index); CARI: Количество воздуха, необходимое для полного сгорания измеряемого газа, которое может использоваться для сопоставления с другими измеренными значениями, такими как индекс Воббе или теплота сгорания.

**3.5 Стехиометрическое соотношение** (stoichiometric ratio): Коэффициент сгорания, когда количество воздуха для горения достаточно для преобразования всех горючих веществ в топливе в воду и двуокись углерода.

4 Краткое описание метода испытаний

Воздух смешивается с газообразным топливом, подлежащим испытанию. Смесь сжигается, и соотношение воздуха и топлива регулируется таким образом, чтобы, в основном, присутствовала стехиометрическая пропорция воздуха. Точнее, регулировка производится таким образом, чтобы соотношение воздуха и топлива было в постоянной пропорции к стехиометрическому соотношению, которое является относительной мерой теплоты сгорания. Чтобы установить это соотношение, измеряется характерное свойство сжигаемого газа, такое как температура или концентрация кислорода.

5 Значение и применение

5.1 Данный метод испытаний обеспечивает точную и надежную процедуру непрерывного измерения общей теплоты сгорания способности топливного газа, которая используется для соблюдения нормативных требований, приемки-передачи и управления процессом.

5.2 Некоторые приборы, соответствующие требованиям, изложенным в данном методе испытаний, могут иметь время срабатывания порядка 1 минуты или менее и могут использоваться для оперативного измерения и контроля.

5.3 Метод чувствителен к присутствию кислорода и непарафиновых видов топлива. Для компонентов, не перечисленных в списке, и диапазонов состава, которые выходят за рамки указанных в таблицах 1 и 2, для получения правильных результатов могут потребоваться модификации метода и изменения используемого калибровочного газа или газов.

Таблица 1 - Компоненты природного газа и диапазон охватываемых составов

|  |  |
| --- | --- |
| Соединение | Диапазон концентраций, моль, % |
| Гелий | от 0.01 до 5 |
| Азот | от 0.01 до 20 |
| Углекислый газ | от 0.01 до 10 |
| Метан | от 50 до 100 |
| Этан | от 0.01 до 20 |
| Пропан | от 0.01 до 20 |
| н-бутан | от 0.01 до 10 |
| изобутан | от 0.01 до 10 |
| н-пентан | от 0.01 до 2 |
| Изопентан | от 0.01 до 2 |
| Гексаны и более тяжелые газы | от 0.01 до 2 |

6 Устройство

6.1 Подходящее устройство для осуществления стехиометрического метода сжигания должно содержать, по меньшей мере, следующие четыре компонента: расходомер или регулятор, или и то, и другое; камеру сгорания; датчик сжигаемого газа; и электронное оборудование. Требования к каждому из этих компонентов приведены ниже. Детальный дизайн каждого из этих компонентов может варьироваться. Три различных устройства показаны на рисунках 1, 2 и 3. На каждом рисунке эквиваленты четырех необходимых компонентов обведены пунктирными линиями.

6.2 Обзор - Воздух и топливо поступают в устройство, и измеряется расход каждого из них. В качестве альтернативы: необходимо измерять только один расход газа, если расход воздуха остается неизменным во время измерения и калибровки. Как показано на рисунке 2. Далее находится камера сгорания, в которой воздух и топливо смешиваются и сжигаются. Это может быть так же просто, как горелка Бунзена или Мекера, но следует принять меры предосторожности, чтобы на последующие измерения характеристик сжигаемого газа не влияли условия окружающей среды. В сжигаемом газе есть датчик, который измеряет свойство этого газа, чувствительное к степени сгорания и обладающее уникальной особенностью при стехиометрическом соотношении. Двумя такими свойствами являются температура и концентрация кислорода, и любое из них может быть измерено.

6.3 Расходомер или регулятор, или и то, *и другое* - Расходомер аппарата должен иметь корректность и точность порядка 0,1 %. Аналогично, если поток должен поддерживаться постоянным, регулятор расхода должен поддерживать это постоянное значение в пределах 0,1%. Расходомер или регулятор для природного газа должны поддерживать эту корректность и точность в диапазонах плотности и вязкости, соответствующих диапазону состава, приведенному в таблице [1](#bookmark1) или таблице 2.

6.4 Камера сгорания:

6.4.1 Могут использоваться камеры сгорания двух различных типов. В первом типе воздух и топливо смешиваются и сжигаются в одной горелке. Устройство, показанное на рисунке 1, имеет камеру сгорания такого типа.

6.4.2 В камере сгорания второго типа, воздух и топливо разделяются на два потока, и сгорание происходит одновременно в двух горелках. Распределение расхода воздуха должно быть таким, чтобы доля воздуха, поступающего в каждую горелку, всегда оставалась одинаковой. Аналогичным образом, распределение расхода топлива всегда должно оставаться неизменным, даже при изменении состава топлива. Другое требование состоит в том, чтобы разделение потоков было таким, чтобы одна горелка имела смесь с несколько более высокой степенью сгорания, чем другая. Устройство, показанное на рисунке 2, имеет камеру сгорания такого типа.

Таблица 2 - Компоненты природного газа и диапазон охватываемых составовА

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Соединение | | Номер CAS |
| Летучие анализируемые вещества | | |
| Ацетон | 67-64-1 | |
| Ацетонитрил | 75-05-8 | |
| Акролеин | 107-05-8 | |
| Акрилонитрил | 107-13-1 | |
| Бензол | 71-43-2 2 | |
| 1,3-бутадиен | 106-99-0 | |
| Сероуглерод | -15-0 | |
| Хлорбензол | 108-90-7 | |
| Кумен (изопропилбензол) | 98-82-8 | |
| 1,2-Дибромэтан | 106-93-4 | |
| Этилбензол | 100-41-4 2,2,4 | |
| Гексан | 110-54-3 | |
| Метанол | 67-56-1 | |
| Метилизобутилкетон | 108-10-1 | |
| Метил-т-бутиловый эфир | 1634-04-4 | |
| Метиленхлорид | 75-09-2 | |
| Нитробензол | 98-95-3 | |
| Нитропропан | 79-46-9 | |
| Пентан2 | 109-66-0 | |
| Стирол | 100-42-5 | |
| Тетрахлорэтен | 127-18-4 | |
| Толуол | 108-88-3 | |
| Трихлорэтен | 79-01-6 | |
| Триметилпентан | 2 540-84-1 | |
| Ксилолы (смешанные изомеры) | 1330-20-7 | |
| Триметилпентан | 2 540-84-1 | |
| Ксилолы (смешанные изомеры) | 1330-20-7 | |
| Среднелетучие анализируемые вещества | | |
| Аценафтен | | 83-32-9 |
| Аценафтилен | | 208-96-8 |
| Анилин | | 62-53-3 |
| Антрацен | | 120-12-7 |
| Бензидин1 | | 92-87-5 |
| Бенз[а]антрацен | | 56-55-3 |
| Бензо[b]флуорантен | | 205-99-2 |
| Бензо[k]флуорантен | | 207-08-9 |
| Бензо[g,h,i]перилен | | 191-24-2 |
| Бензо[а]пирен | | 50-32-8 |
| Бензо[e]пирен2 | | 192-97-2 |
| Бифенил2, | | 92-52-4 |
| Крезол (смешанные изомеры) | | 1319-77-3 |
| Хризен | | 218-01-9 |

*Продолжение таблицы 2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Соединение | | Номер CAS | | |
| Дибенз[a,h]антрацен | | 53-70-3 | | |
| Дибензофуран | | 132-64-9 | | |
| Дибензо(a,e)пирен | | 192-65-4 | | |
| 3,3’- Диметоксибензидин | | 119-90-4 | | |
| Диметиламинобензол | | 60-11-7 | | |
| 7,12-Диметилбенз(а)антрацен | | 57-97-6 | | |
| 3,3’- Диметилбензидин | | 119-93-7 | | |
| а, а-Диметилфенэтиламин | | 122-09-8 | | |
| 2,4-Диметилфенол | | 105-67-9 | | |
| Флуорантен | | 206-44-0 | | |
| Флуорен | | 86-73-7 | | |
| Индено(1,2,3-cd)пирен | | 193-39-5 | | |
| Изофорон | | 78-59-1 | | |
| 3-Метилхолантрен | | 56-49-5 | | |
| 2-Метилнафталин | | 91-57-6 | | |
| Нафталин | | 91-20-3 | | |
| Перилен2 | | 198-55-0 | | |
| Фенантрен | | 85-01-8 | | |
| Фенол | | 108-95-2 | | |
| 1,4-Фенилендиамин | | 106-50-3 | | |
| Пирен | | 129-00-0 | | |
| о-толуидин | | 95-53-4 | | |
| Альдегиды | | | | |
| Метанол | | 67-56-1 | | |
| Формальдегид | | 50-00-0 | | |
| Ацетальдегид | | 75-07-0 | | |
| Пропанал | | 123-38-6 | |
| Углеводороды C1-C5 | | | |
| Описание | Соединение | | Номер CAS | |
| Алканы C1 | Метан | | 74-82-8 | |
| Алканы C2 | Этан | | 74-84-0 | |
| Алканы C3 | Пропан | | 74-98-6 | |
| Алканы C4 | н-бутан | | 106-97-8 | |
| Изобутан | | 75-28-5 | |
|  | н-пентан | | 109-66-0 | |
| Алканы C5 | 2-Метилбутан | | 78-78-4 | |
|  | Циклопентан | | 287-92-3 | |
| Олефины C2 | Этилен | | 74-85-1 | |
| Алканы C2 | Ацетилен | | 74-86-2 | |
| Олеины C3 | Пропилен | | 115-07-1 | |
| Олеины C4 | 1-Бутен | | 106-98-9 | |
|  | 2-Бутен | | 107-01-7 | |
|  | Изобутен | | 115-11-7 | |
| Олеины C5 | 1-Пентен | | 109-67-1 | |
|  | Цис-2-пентен | | 627-20-3 | |
|  | Транс-2-пентен | | 646-04-8 | |
|  | 2-Метил-1-бутен | | 563-46-2 | |
|  | 3-Метил-1-бутен | | 563-45-1 | |
|  | 2-Метил-2-бутен | | 513-35-9 | |
|  | Циклопентен | | 142-29-0 | |
| Алкадиены C3 | Пропадиен | | 463-49-0 | |
| Алкадиены C4 | 1,2-бутадиен | | 590-19-2 | |
|  | 1,3-бутадиен | | 106-99-0 | |
| Алкадиены C5 | 1,2-пентадиен | | 591-95-7 | |
|  | 1-цис-3-пентадиен | | 1574-41-0 | |
|  | 1-транс-3-пентадиен | | 2004-70-8 | |
|  | 1,4-пентадиен | | 591-93-5 | |
|  | 2,3-Пентадиен | | 591-96-8 | |
|  | 3-Метил-1,2-бутадиен | | 598-25-4 | |
|  | 2-Метил-1,3-бутадиен | | 78-79-5 | |
|  | Циклопентадиен | | 542-92-7 | |
| Диапазон теплоты сгорания | | | |
| Единица измерения | Нижний | | Верхний | |
| БТЕ/фт3 | 83 | | 2350 | |
| *А*Диапазон теплоты сгорания способности факельного газа, определенный в таблице 2, получен из Оценки эффективности промышленных факельных установок: Конструкция факельной головки и состав газа EPA-600 /2-85-106 Сентябрь 1985 Таблица 1-1. Деятельность Агентства по сбору информации Ответы OMB EPA ICR Номер 2411.01; NSPS и NESHAP для сектора остаточных рисков и технологий нефтеперерабатывающих заводов; Номер OMB 2060-0657. | | | | |

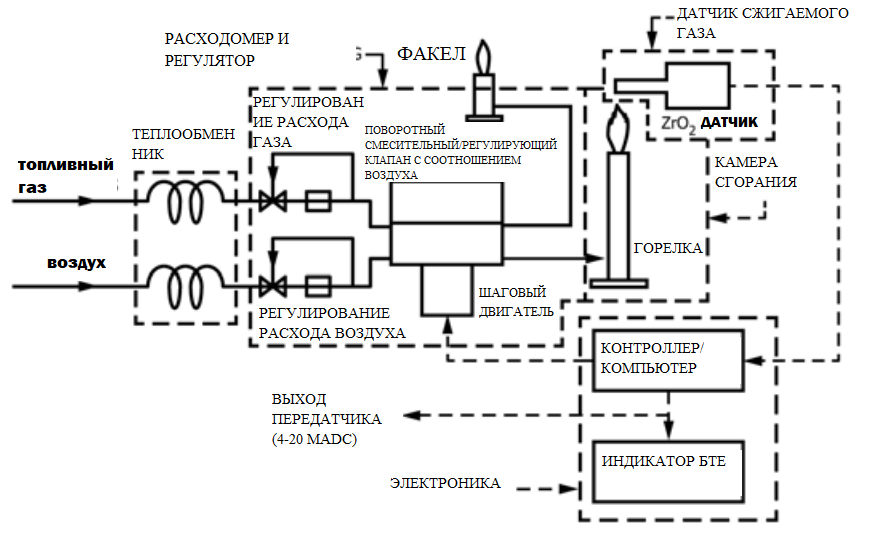


Рисунок 1 - Датчик расхода газа БТЕ (Функциональный обзор)

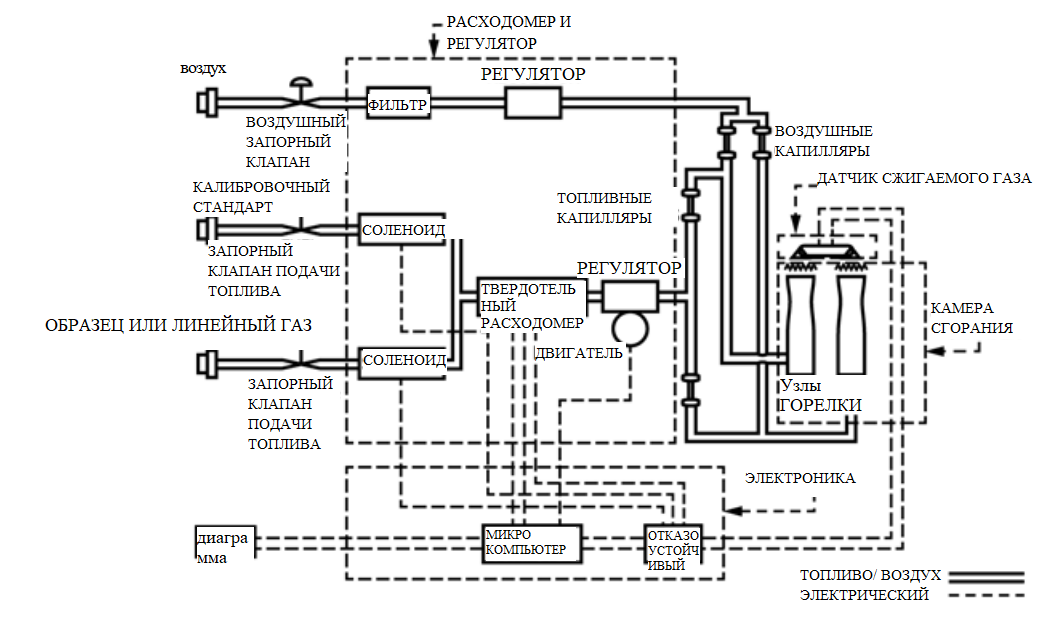
****

Рисунок 2 - Стехиометрический аппарат для сжигания

6.4.3 В третьем типе используется печь для сжигания, работающая при температуре свыше 800°C (1472°F), для обеспечения сжигания газов в составе сжигаемого природного или факельного газа, как показано на рисунке 3.

6.5 Датчик сжигаемого газа:

6.5.1 Датчик сжигаемого газа должен измерять характеристику сжигаемого газа, которая зависит от степени сгорания и для которой существует критическая степень сгорания, связанная со стехиометрическим соотношением. Камера сгорания первого типа (см. рисунок 1) будет иметь один датчик в сжигаемом газе, и его выходной сигнал будет представлять собой желаемое ­измерение. В камере сгорания второго типа (см. рисунок 2) должен быть датчик сжигаемого газа от каждой горелки. Разница между двумя выходными сигналами будет представлять собой желаемое измерение. В третьем типе (см. рисунок 3) измеряется остаточный кислород, и полученное значение кислорода соотносится с индексом CARI и Воббе.

6.5.2 Существует несколько свойств сжигаемого газа, которые однозначно связаны со степенью сгорания. Может быть выбран датчик сжигаемого газа, который обеспечивает измерение любого из них, например, температуры или парциального давления кислорода.

6.6 Электроника — Электроника используется для приема сигналов от компонентов, описанных выше, для управления расходом газов в камере сгорания в ответ на сигнал от датчика сжигаемого газа, а также для обеспечения цифрового или аналогового выходного сигнала или обоих, который пропорционален теплоте сгорания способности газообразного топлива.

6.7 Стабильность температуры и условия эксплуатации — Метод способен работать в диапазоне температур, ограниченном только конкретным устройством, используемым для реализации метода. Желательно уравновесить температуры ­воздуха и топлива перед измерением газов. Электроника также должна быть стабилизирована от изменений температуры, а датчик сжигаемого газа должен быть нечувствителен к изменениям условий окружающей среды.

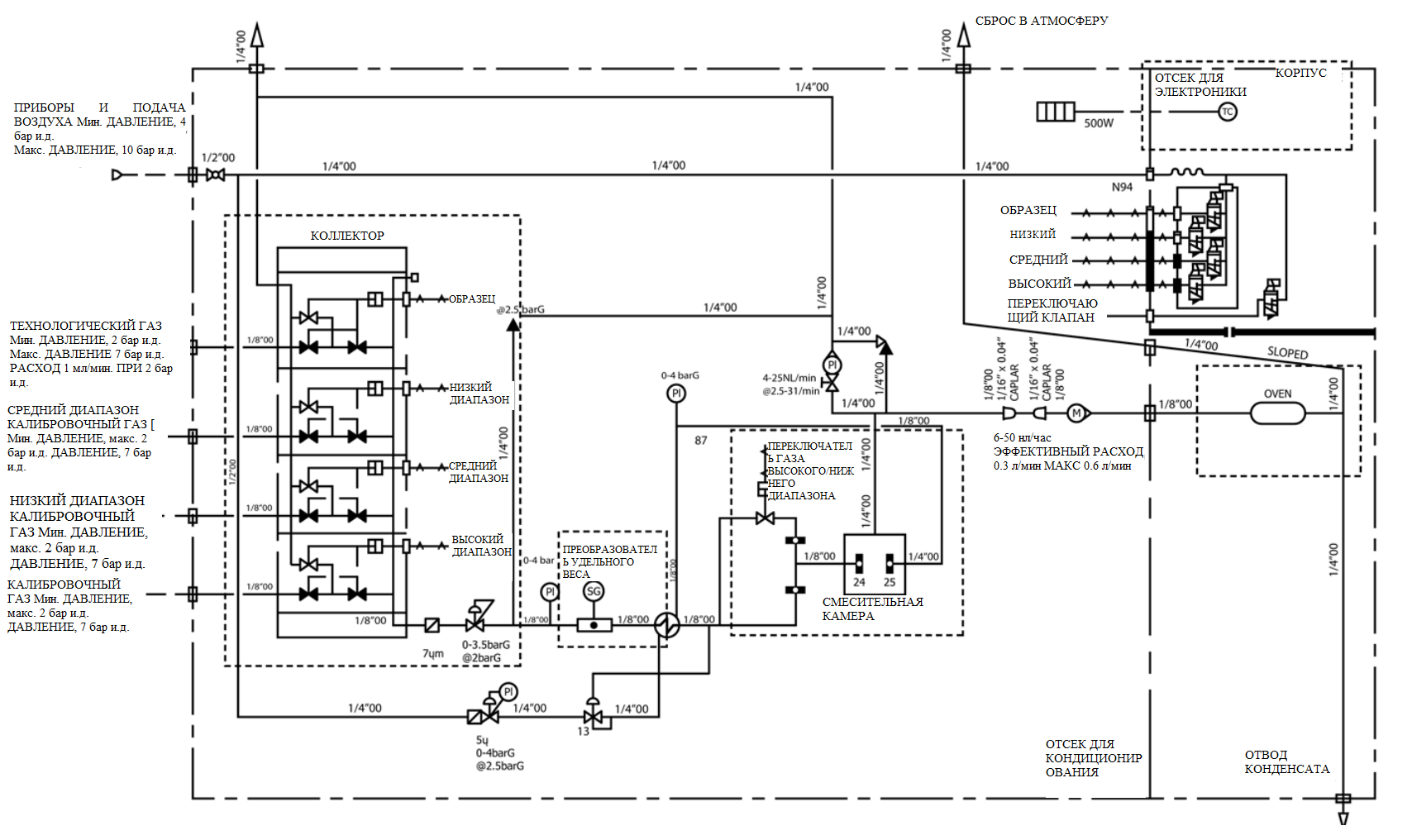


Рисунок 3 - Устройство для стехиометрического сжигания остаточного кислорода

7 Реагенты и материалы

7.1 Физическое загрязнение — Воздух и газ должны быть свободны от пыли, жидкости, воды, жидких углеводородов и других механических примесей. Посторонние материалы должны быть удалены с помощью фильтра для отбора проб. Чтобы избежать каких-либо проблем в линии из-за скопления жидкости, установите линию на низкую точку и обеспечьте капле-отводную трубку.

7.2 Химическое загрязнение — Воздух не должен содержать горючих соединений. Содержание кислорода и абсолютная влажность воздуха во время измерения должны быть такими же, как и во время калибровки.

8 Калибровка и стандартизация

8.1 Калибровочный коэффициент F и константа B в уравнении C = FR+B определяются путем первоначальной калибровки, в ходе которой измеряются критические коэффициенты сгорания, по меньшей мере, двух стандартных газов с известными, но различными значениями теплоты сгорания способности с использованием процедуры, описанной в 9.1.

8.2 F Калибровочный коэффициент F регулярно переопределяется через равные промежутки времени в полевых условиях с использованием калибровочного газа с известной теплотой сгорания. Константа B не корректируется при обычной калибровке. Интервал между обычными калибровками должен определяться в соответствии с конкретными условиями эксплуатации и обычно составляет порядка 24 часов. Определение F определяет количество чистого кислорода на стандартный объем воздуха для горения. Изменения в чистой кислородной константе могут быть вызваны несколькими факторами, такими как изменения абсолютной влажности или наличие загрязняющих веществ в подаваемом воздухе.

8.3 Калибровка при использовании нескольких калибровочных газов, в которых эти стандарты используются для калибровки низкой, а в некоторых конфигурациях калориметров - средней точки ожидаемого диапазона измерения теплоты сгорания, Удельного веса (Относительной плотности; где Воздух = 1,0000). Правильную процедуру калибровки см. в руководстве по изготовлению калориметров. Интервал между обычными калибровками должен определяться в соответствии с конкретными условиями эксплуатации и может варьироваться от 24 до 96 часов, как определено операторами в соответствии с требованиями пользователя.

8.4 Стандартизация сообщаемых калориметрами значений, таких как высшая и низшая теплота сгорания, удельный вес, плотность, индекс потребности в воздухе для горения (CARI), основана на составе стандартного(-ых) калибровочного газа, используемого(-ых) для калибровки калориметра, а также применение базового давления и температуры используется для расчета таких значений, как более высокая или более низкая теплота сгорания.

9 Процедура

9.1 Параметр сжигаемого газа измеряется при различных коэффициентах сгорания и определяется степень сгорания, для которой параметр имеет определенную характеристику, такую как максимальная, минимальная или максимальная скорость изменения.

9.1.1 Используется устройство, подобное показанному на рисунке 1 или рисунке 2, компоненты которого соответствуют требованиям раздела 6. Если устройство имеет два расходомера, коэффициент сгорания представляет собой отношение мощности расходомера воздуха, деленное на мощность расходомера топлива. Если устройство имеет только один расходомер, то коэффициент сгорания устанавливается численно равным либо выходному показателю расходомера воздуха, либо обратному выходному показателю расходомера топлива. Параметр сжигаемого газа зависит от степени сгорания и измеряется при различных степенях сгорания. Критический коэффициент сгорания, R, принимается за ту точку, где эта функция имеет максимальное значение, минимальное значение или максимальную скорость изменения. Теплота сгорания, C, рассчитывается по уравнению

C = F ∙ R + B, (1)

где константы B и F определяются, как описано в 8.1 и 8.2.

9.1.2 Эта процедура может быть автоматизирована, например, с помощью микропроцессора в электронике.

9.2 Для проведения лабораторных измерений с высочайшей точностью, используется следующая процедура:

9.2.1 Сначала проводится калибровка прибора, как описано в разделе 8.2. Затем, перед измерением испытуемых газов, измеряются два других стандартных газа с известной теплотой сгорания. После измерения испытуемого газа, повторно измеряются два стандартных газа. Известные значения теплоты сгорания этих стандартных газов, CAL.VAL.

LOW и CAL.VAL.HIGH, должны служить диапазоном неизвестного газа. Измеренные значения стандартных газов и испытуемых газов объединяют, чтобы получить наилучшую оценку теплоты сгорания испытуемого газа. Следует сделать это, используя следующую процедуру расчета.

9.2.1.1 Шаг 1 — Имеются четыре измеренных значения для калибровочных газов, два для высококалорийного газа и два для низкокалорийного газа. Приводится среднее значение четырех измерений. Результат представлен символом AV.STD.GASES.

9.2.1.2 Шаг 2 — Усреднение двух известных значений теплоты сгорания вместе. Результат представлен символом AV.CAL.VAL. Таким образом, AV.CAL.VAL = [(CAL.VAL. HIGH) + (CAL.VAL.LOW)]/2.

9.2.1.3 Шаг 3 — Рассчитывается корректировка к измерениям испытуемого газа. Данная корректировка представлена символом, CORR. Расчет производится следующим образом: CORR = (AV.STD.-GASES) - (AV.CAL.VAL).

9.2.1.4 Шаг 4 ­Следует вычесть количество CORR, рассчитанное в шаге 3, из каждого измерения испытуемого газа, чтобы получить скорректированное значение.

9.2.2 Пример 1 — Стандартный расход газа имеет CAL.VAL-.LOW = 1000 БТЕ/стандартный кубический фут, а измеренные значения после калибровки составляют 1002.0 и 1002.8. (Все значения теплоты сгорания в Примере 1 и Примере 2 выражены в БТЕ на стандартный кубический фут.) Стандартный высокий уровень газа имеет CAL.VAL.HIGH = 1200 и измеренные значения 1202.0 и 1203.2.

AV.STD.GASES = (1002.0 + 1002.8 + 1202.0 + 1203.2)/4 = 1102.5.

AV.CAL.VAL = (1000.0 + 1200.0) = 1100.0 CORR = 1102.5- 1100 = 2.5

Измерение испытуемого газа = 1080.6

Скорректированное значение = (1080.6 - 2.5) = 1078.1

9.2.3 Пример 2 - CAL.VAL.LOW = 1000 БТЕ/стандартный кубический фут.

Измеренные значения составляют 998.0 и 998.2. CAL.VAL.HIGH = 1200

Измеренные значения составляют 1199.0 и 1199.2 AV.STD.VAL = (998.0 + 998.2 + 1199.0 + 1199.2)/4 = 1098.6

AV.CAL.VAL = 1100

CORR = (1098.6- 1100) = 1.4

Измерение испытуемого газа = 1076.7

Скорректированное значение = [1076.7 - (-1.4)] = 1078.1

9.3 Для использования двух или трех стандартов калибровочного газа в процессе калибровки следует воспользоваться руководством производителя для правильной процедуры калибровки и проверки правильности используемых калибровочных газов.

10 Точность и погрешность

10.1 Для определения точности и погрешности проведено межлабораторное исследование с использованием двух типов коммерческих приборов, реализующих стехиометрический метод. Для каждого типа прибора шесть разных лабораторий измеряли разные эталонные газы. Баллоны, содержащие эти эталонные газы, перевозились из лаборатории в лабораторию. Каждая лаборатория использовала свой собственный прибор и персонал для измерения температуры газов в этих баллонах. Для калибровки каждого прибора использовался один и тот же калибровочный газ.

10.2 Теплота сгорания эталонных газов была определена до исследования. Эти значения были установлены путем усреднения трех измерений регистрирующего калориметра. Эти значения были неизвестны участникам программы межлабораторных испытаний. В конце исследования, значения теплоты сгорания были повторно измерены, чтобы установить, что состав газа не изменился. Статистический анализ результатов проводился в соответствии с процедурами, применяемыми в ASTM E691.

10.2.1 Повторяемость — Среднеквадратичная оценка внутри-лабораторной составляющей стандартного отклонения составила 0.76 БТЕ/стандартный кубический фут. Соответствующий 95% доверительный интервал повторяемости составлял 2.1 БТЕ/стандартный кубический фут.

10.2.2 Воспроизводимость — Среднеквадратичная оценка межлабораторной составляющей стандартного отклонения составляла

1.67 БТЕ/стандартный кубический фут. Соответствующий 95 % доверительный интервал воспроизводимости составил 5.1 БТЕ/стандартный кубический фут.

10.2.3 Погрешность — среднее значение всех измерений, согласованное со средним контрольным значением в пределах 0.1%.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | **МКС 75.160.30** |
| **Ключевые слова:** калориметр; факельный газ; теплота сгорания; природный газ; стехиометрическое преобразование | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | **МКС 75.160.30** |
| **Ключевые слова:** калориметр; факельный газ; теплота сгорания; природный газ; стехиометрическое преобразование | |

**РАЗРАБОТЧИК**

РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**Заместитель**

**Генерального директора А. Шамбетова**

**Руководитель**

**Департамента стандартизации А. Сопбеков**

**Ведущий специалист**

**Департамента стандартизации Б. Убиштаева**