**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Эксплуатация и наладка систем ТГВ» на тему:

«Определение верхнего и нижнего предела воспламеняемости газовой смеси»

1. Краткие теоретические сведения.

Наинизшая температура смеси газа и воздуха, при которой выделение тепла за счет реакции горения газа несколько превышает теплоотдачу, называется температурой воспламенения. Превышение выделяющегося тепла должно при этом не только покрывать потери тепла в окружающую среду, но и быть достаточным для активизации соседних частиц газа и воздуха и для нагрева их до температуры воспламенения. Только при этих условиях возможно устойчивое горение газа. Однако температура воспламенения топлива является вполне определенной величиной, характерной для данного вида топлива. В практических условиях она зависит не только от химического состава и физических свойств топлива, но и от ряда других условий: концентрации газа и наличия кислорода, степени перемешивания газа и воздуха, формы и размеров топочного пространства, быстроты и способа нагрева смеси, давления газа и воздуха, а также наличия катализаторов, ускоряющих или замедляющих химические процессы горения.

Температура воспламенения горючих газов в кислороде и воздухе приведена в табл. 1.

*Таблица 1*

Температура воспламенения горючих газов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Газы | Температура воспламенения в воздухе в оС | Температура воспламенеия в кисроде в оС | № п/п | Газы | Температура воспламенения в воздухе в оС | Температура воспламенения в воздухе в оС |
| 1 | Метан….. | 650 | 550 | 8 | *н*-Бутан | 490 | 460 |
| 2 | Этилен… | 540 | 500 | 9 | Водород | 510 | 450 |
| 3 | Этан…… | 530 | 485 | 10 | Окись углерода | 610 | 590 |
| 4 | Пропилен | 455 | 420 | 11 | Сероводород | 290 | 220 |
| 5 | Пропан… | 540 | 490 | 12 | Коксовый газ | 640 | - |
| 6 | 1-Бутилен | 440 | 400 | 13 | Природный газ | 610 | - |
| 7 | u-Бутан | 540 | - |  |  |  |  |

Как видно из приведенной таблицы, температура воспламенения газов в кислороде на 50-100 оС ниже температуры воспламенения газов в воздухе. Увеличение содержания в горючих газах балластных примесей (особенно СО2) повышает температуру их воспламенения.

Нагретые газовоздушные смеси могут воспламеняться только при определенном содержании газа в воздухе или кислороде. При уменьшении содержания в смеси горючей части может наступить такой момент, когда смесь теряет способность гореть, т.е. не будет воспламеняться без подвода тепла извне. При увеличении содержания горючего компонента в смеси также может наступить момент, когда смесь потеряет способность воспламеняться и гореть.

Поэтому различают низший предел воспламеняемости, соответствующий минимальному содержанию горючего компонента, при котором смесь еще остается горючей, и высший предел воспламеняемости, соответствующий максимальному содержанию горючего компонента, при котором смесь еще остается горючей.

Существование верхнего и нижнего предела воспламеняемости (взрываемости) объясняется тепловыми потерями при горении. По мере уменьшения горючего компонента в смеси все больше увеличивается расход тепла на нагрев не горючей части смеси, скорость распространения пламени все время уменьшается, и, наконец, наступает момент, когда горение прекращается.

С увеличением содержания горючего компонента в смеси также наступает момент, когда происходит полное сгорание горючих компонентов из-за недостатка кислорода (воздуха). При этом расход тепла не нагрев несгоревших негорючих компонентов будет все время увеличиваться, скорость распространения пламени уменьшаться, и, наконец, наступит момент, когда горение прекратится.

При равных условиях определения величина пределов воспламенения (взрываемости) газовоздушных смесей зависит в основном от свойств горючих компонентов, т.е. от свойств испытываемого газа.

В табл. 2 приведены пределы воспламеняемости (взрываемости) компонентов, входящих в состав технических газов.

Пределы взрываемости компонентов сжиженного газа по сравнению с природным и коксовым газами кажутся узкими (2 – 9 %). Но если эти пределы выразить в калориях на 1 нм3 газовоздушной смеси, то они будут достаточно широкими. для компонентов сжиженного газа они лежат в границах от 500 до 2300 ккал/нм3, в то время как для природного газа – от 500 до 1500 ккал/нм3 и для коксового - от 350 до 1200 ккал/нм3.

*Таблица 2*

Пределы воспламеняемости горючих газов и паров при стандартных условиях

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Газы | % объемных газов в смеси с воздухом | | Разни  ца между пределами |
| Нижний предел | Верхний предел |
| 1 | Метан | 5,3 | 15,0 | 9,7 |
| 2 | Ацетилен | 2,5 | 81,0 | 78,5 |
| 3 | Этилен | 2,8 | 28,6 | 25,8 |
| 4 | Этан | 3,0 | 12,5 | 9,5 |
| 5 | Пропилен | 2,4 | 10,3 | 7,9 |
| 6 | Пропан | 2,2 | 9,5 | 7,3 |
| 7 | u-Бутан | 1,8 | 8,4 | 6,6 |
| 8 | *н*-Бутан | 1,9 | 8,5 | 6,6 |
| 9 | u-Пентан | 1,3 | 8,0 | 6,7 |
| 10 | *н*-Пентан | 1,4 | 7,8 | 6,4 |
| 11 | Водород | 4,1 | 74,6 | 70,2 |
| 12 | Окись углерода | 12,5 | 74,2 | 61,7 |
| 13 | Сероводород | 4,3 | 45,5 | 41,2 |
| 14 | Коксовый газ | 5,6 | 31,0 | 25,4 |
| 15 | Водяной газ | 6,2 | 72,0 | 65,8 |
| 16 | Генераторный газ | 20,7 | 73,7 | 53,0 |
| 17 | Природный газ | 4,5 | 17,0 | 12,5 |
|  |  |  |  |  |

Пределы воспламеняемости горючих газовых смесей, не содержащих балластных примесей, определяют исходя из следующего соотношения:



где  - верхний или нижний предел воспламеняемости горючей смеси;

 - верхние или нижние пределы воспламеняемости компонентов, входящих в газовую смесь;

 - мольные концентрации компонентов, входящих в газовую смесь, в процентах.

Если в газовой смеси содержатся не горючие компоненты (балластные примеси), то пределы воспламеняемости (взрываемости) могут быть определены по следующему уравнению:

,

где  - верхний или нижний предел воспламеняемости газовой смеси, содержащей балластные примеси;

а - содержание балластных примесей в долях единицы.

С повышением содержания балластных примесей в газовой смеси пределы взрываемости (воспламеняемости) растут, как растет и разность между их значениями. Увеличение температуры газовоздушной смеси приводит к расширению пределов воспламеняемости; при температуре воспламенения и более высоких температурах горючие газы при любом их содержании в газовоздушной смеси.

Обогащение воздуха кислородом приводит к увеличению верхнего предела воспламеняемости газа, а соответственно и к расширению пределов их горючести.

При повышении давления наблюдается сужения пределов воспламеняемости горючих газов за счет роста нижнего предела и уменьшения верхнего предала воспламеняемости.

Учитывая важность вышесказанного, студенты должны получить практические навыки при определении пределов воспламеняемости газовой смеси в данной контрольной работе.

2. Задание к контрольной работе:

- определить верхний и нижний пределы воспламеняемости газовой смеси, состоящей из нескольких компонентов.

Вариант состава газовой смеси определяется цифрой зачетной книжки студента по табл.3.

Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4 и сдается преподавателю на проверку.

К экзамену по дисциплине «Эксплуатация и наладка систем ТГВ» допускаются студенты, правильно выполнившие контрольную работу, сдавшие тест по курсу данной дисциплины.

*Таблица 3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Газы, входящие в состав смеси, % | Предпоследняя цифра зачетной книжки | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Метан | 10 |  |  |  |  | 5 | 15 |  | 10 |  |
| Ацетилен |  | 15 |  |  |  |  |  | 10 |  | 5 |
| Этилен |  |  | 20 |  |  |  | 15 | 10 |  | 10 |
| Этан | 20 |  |  |  | 10 |  | 5 |  |  |  |
| Пропилен |  | 15 | 10 |  |  |  |  | 10 |  | 10 |
| Пропан |  |  |  | 15 | 20 | 10 | 5 |  | 15 |  |
| u-Бтан |  |  |  |  | 10 |  | 5 |  | 15 |  |
| *н*-Бутан |  |  |  | 25 |  | 10 |  |  |  |  |
| Водород | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 |
| Окись углерода | 30 | 25 | 20 | 15 | 20 | 15 | 25 | 25 | 20 | 30 |
| Сероводород | 10 | 15 | 20 | 15 | 10 | 20 | 5 | 5 | 10 |  |
| Коксовый газ |  | 5 |  |  | 5 |  |  | 15 | 5 |  |
| Двуокись углерода + азот | 25 | 20 | 15 | 20 | 15 | 25 | 15 | 20 | 15 | 20 |
| Природный газ |  |  | 10 |  | 5 | 10 | 5 |  | 5 | 15 |