# Лабораторная работа №3. Расчет параметров горения газового фонтана.

Цель работы: Научиться расчётным путём определять основные параметры горения газовых фонтанов.

Теоретическая часть:

1. Запишите закон, связывающий площадь фронта пламени и его нормальную скорость.
2. Опишите структуру турбулентного факела.
3. Сформулируйте условия стабилизации и срыва пламени.

Ход работы:

Рассчитать дебит газового фонтана (в млн. м3/сут.) рассчитывается по формуле

,

где - высота факела.

Режим истечения газовой струи (до- или сверхзвуковой) определяется путём сравнения скорости истечения газовой струи со скоростью звука

,

где - секундный расход газа (м3/сек), - диаметр устья скважины, м. Скорость звука в метане составляет 430 м/сек.

Составить уравнения реакций горения на воздухе и рассчитать низшую теплоту сгорания каждого компонента горючей смеси опираясь на следствие из закона Гесса.

.

Стандартные теплоты образования горючих *(Г)* и продуктов горения *(ПГ)* приведены в приложении 1. Теплоты сгорания перевести в удельные (на 1 м3) величины.

,

где 24,45 – молярный объём газа (л/моль) при 250 С (298 К).

Теплоту сгорания газовой смеси рассчитываем по уравнению

,

где - объёмная доля (в %) *i –* горючего газа в смеси.

Состав продуктов горения смеси горючих находится по формуле

,

где - объём *i-*тогопродукта горения, - стехиометрический коэффициент при *i* – том продукте горения, получающемся при горении *j* – того газа,  - объёмная доля (в %) *j* – того газа в смеси.

Тепловые потери на излучение рассчитываются по формуле

,

где - средняя молярная масса газа

,

где -молярная масса *i* – того газа,  - объёмная доля *I* – того газа (в %). Суммирование ведётся по всем компонентам смеси, горючим и негорючим.

Температура газового факела рассчитывается по методу средних теплоемкостей (при расчёте следует перевести единицы измерения из кДж в Дж).

,

где - потери на излучение, - потери за счёт химического недожога.

Изменение мощности излучения газового фонтана в зависимости от расстояния может быть найдено из соотношения

,

где - расстояние от середины факела до точки на поверхности земли. Учитывая, что , - расстояние от точки на поверхности до устья газового фонтана получаем



Выполнение работы

В ходе выполнения работы требуется написать на языке Java программу, вычисляющую для заданных условий интенсивность теплового излучения в зависимости от расстояния до устья факела по формулам - и в диапазоне расстояний от 0 до 200 м. с шагом 10 м. построить график зависимости «интенсивность излучения – расстояние до устья». Также в результатах работы следует привести значения следующих параметров фонтана:

1. Дебит газового фонтана.
2. Низшую теплоту сгорания.
3. Температуру горения.
4. Скорость и режим истечения газа.

# Приложение 1. Справочные материалы.

Таблица 1. Термодинамические свойства участников реакций.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Формула | Стандартная мольная теплота образования , кДж/моль | Средняя мольная теплоёмкость , Дж/моль·К |
| Горючие | | | |
| Метан | CH4 | -74,85 | - |
| Этан | C2H6 | -84,67 | - |
| Пропан | C3H8 | -103,85 | - |
| Сероводород | H2S | -20,60 | - |
| Сероуглерод | CS2 | 115,30 | - |
| Продукты горения | | | |
| Азот | N2 | 0 | 32,76 |
| Диоксид углерода | CO2 | -393,51 | 53,14 |
| Кислород | O2 | 0 | 34,73 |
| Водяной пар | H2O | -241,81 | 42,34 |
| Диоксид серы | SO2 | -296,90 | 52,57 |

# Приложение 2. Варианты заданий.

Таблица 2. Первая цифра ваианта. Состав газового фонтана.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вещества | Формула | Содержание компонентов в горючей смеси об. %. | | | | | | | | | |
| Номер варианта | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 1 | метан | 90 | 85 | 70 | 75 | 84 | 85 | 80 | 90 | 70 | 80 |
| 2 | этан | - | 10 | 20 | - | 6 | - | - | 8 | - | 6 |
| 3 | пропан | - | - | - | 10 | - | - | 15 | - | 20 | - |
| 4 | сероводород | 5 | - | - | 8 | 7 | - | 5 | - | 4 | 3 |
| 5 | сероуглерод | - | - | 4 | - | - | 10 | - | 2 | - | - |
| 6 | азот | 3 | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - |
| 7 | диоксид углерода | - | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 6 | 5 |
| 8 | кислород | 2 | 3 | 4 | 7 | 3 | - | - | - | - | 6 |

Таблица 3. Вторая и третья цифры варианта. Диаметр устьевого оборудования и высота факела.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Диаметр устьевого оборудования, мм. | Высота факела пламени, м. | | | | | | | | | |
| № Варианта | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 0 | 65 | 14 | 35 | 35 | 28 | 35 | 34 | 27 | 27 | 40 | 28 |
| 1 | 80 | 49 | 29 | 24 | 35 | 45 | 13 | 44 | 27 | 28 | 35 |
| 2 | 100 | 35 | 15 | 34 | 20 | 19 | 35 | 34 | 15 | 14 | 20 |
| 3 | 120 | 20 | 28 | 49 | 13 | 28 | 25 | 14 | 45 | 44 | 13 |
| 4 | 150 | 34 | 35 | 14 | 48 | 28 | 25 | 28 | 35 | 34 | 48 |
| 5 | 175 | 14 | 35 | 35 | 28 | 35 | 34 | 27 | 27 | 40 | 28 |
| 6 | 200 | 20 | 28 | 49 | 13 | 28 | 25 | 14 | 45 | 44 | 13 |
| 7 | 250 | 19 | 48 | 21 | 24 | 15 | 45 | 44 | 45 | 24 | 45 |
| 8 | 275 | 34 | 35 | 14 | 48 | 28 | 25 | 28 | 35 | 34 | 48 |
| 9 | 300 | 49 | 29 | 24 | 35 | 45 | 13 | 44 | 27 | 28 | 35 |

Таблица 4. Четвёртая цифра варианта. Химический недожог.

|  |  |
| --- | --- |
| № Варианта | Химический недожог |
| 1 | 0,05 |
| 2 | 0,10 |
| 3 | 0,08 |
| 4 | 0,12 |
| 5 | 0,07 |
| 6 | 0,10 |
| 7 | 0,15 |
| 8 | 0,07 |
| 9 | 0,15 |
| 0 | 0,10 |