Курс 4, **группа 49А**

**МДК 01.01.** Эксплуатация, расчёт и выбор теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

 Раздел 5 «**Системы топливоснабжения**».

Преподаватель: Хитёва Е.Б.

**Задание** на 07.12.2020г. **Выполнить практическое задание №12 согласно методических указаний - пункт 1.1 - 1.5 (пример 1.6).** Номер варианта взять из списка группы (прилагается в конце практической работы).

**Инструкция:**

Практическую работу оформить следующим образом

Раздел 5 «Системы топливоснабжения», группа 49А, дата….ФИО……

Тема практического занятия №12 «Определение плотности и удельного объёма смешенного газа».

Оформленную работу прислать на электронный адрес **e.khiteva@mail.ru**

**Рекомендуемые информационные источники:**

1. Стаскевич Н. Л., Севепинцев Г. Н., Вигдорчик Д. Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990.

2. Паровые и водогрейные котлы. Справочное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд-во «Деан», 2000.

3. Справочник эксплуатационника газифицированных котельных/ Под ред.
Е. Б. Столпнера. – Л.: Недра, 1988.

2. Ионин А. А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982.

3. Кязимов К. Т. Эксплуатация и ремонт подземных газопроводов. – М.: Стройиздат, 1981.

**1.1 Тема практического занятия №12 по программе «Определение плотности и удельного объёма смешенного газа».**

**1.2 Цель занятия:**

- научить студентов определять плотность смешанного газа при нормальных условиях;

- научить студентов определять критические параметры смеси;

- выполнять расчёты по определению средних параметров смеси;

- научить студентов определять плотность и удельный объём смешанного газа в соответствии с исходными данными;

- получить практические навыки работы с нормативно - справочными документами.

**1.3 Общие указания**

Объём газов *V* измеряют в кубических метрах (м3). Вследствие того, что объём газов сильно изменяется при нагревании, охлаждении и сжатии, за его единицу принимают 1 м3 газа при нормальных условиях (температура 00С, давление 101,3 кПа). Именно для указанных условий определяют основные характеристики газов и выполняют теплотехнические расчёты. При учёте расхода газа для коммерческого (финансового) расчёта за единицу объёма принимают 1 м3 при стандартных условиях (температура 200С, давление 101,3 кПа, влажность 0).

Зависимость между объёмом газа при нормальных условиях и стандартных условиях следующая:

$V\_{0}=V\left[\frac{273}{(273+t)}\right]∙\left[\frac{\left(p\_{б}+p\_{изб}\right)}{101,3}\right]=2,695V\left(\frac{p\_{абс}}{T}\right)$(1)

*V20=V0 (273+20)/273=1,073V0* (2)

где *V* – объём газа, измеренный при рабочих условиях;

 *Vо –* то же, м3 *при нормальных условиях;*

 *V20 –* то же, м3 *при t=200С и р=101,3 кПа.*

 Любой газ способен неограниченно расширяться. Следовательно, знание объёма, который занимает газ, недостаточно для определения его массы, так как в любом объёме, целиком заполненным газом, его масса может быть различной.

 **Масса** – мера вещества какого-либо тела (жидкость, газ) в состоянии покоя; скалярная величина, характеризующая инертные и гравитационные свойства тела. Единицы измерения в СИ – килограмм (кг).

 **Плотность**, или масса единицы объёма, обозначаемая буквой $ρ$ – отношение массы тела *m*, кг, к его объёму *V*, м3;(кг/м3).

 $ρ=\frac{m}{V}$ (3)

Или с учётом химической формулы газа

$$ρ=\frac{M}{V\_{м}}=\frac{M}{22,4}$$

где *M* – молекулярная масса (см. таблицу 2).

 Зная состав газовой смеси и плотность её компонентов, определяем по правилу смешения среднюю плотность смеси:

$ρ\_{см}=\left(ρ\_{1}∙V\_{1}+ρ\_{2}∙V\_{2}+…..+ρ\_{n}∙V\_{n}\right)/100$ (4)

**1.4 Исходные данные и условия практического задания**

**Задание:** Определить плотность и удельный объём смешанного газа (состав взять в таблице 1) при *p* = 1,0 МПа и *t* = 200С.

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Состав смешанного газа, % | Вариант  |
| 116 | 217 | 318 | 419 | 520 | 621 | 722 | 823 | 924 | 1025 | 1126 | 1227 | 1328 | 1429 | 1530 |
| Этан | **4,2** | **5,1** | **4,7** | **4,9** | **5,4** | **5,3** | **4,6** | **4,3** | **5,5** | **5,2** | **4,8** | **4,3** | **4,1** | **5** | **4,4** |
| Пропан | **55,9** | **57,3** | **61,3** | **60,8** | **62,4** | **61,7** | **60,5** | **59,7** | **58,5** | **61,2** | **63,0** | **59,8** | **58,9** | **59** | **58** |
| Пропилен  | **14** | **12** | **17** | **18** | **13** | **15** | **16** | **11** | **14** | **15** | **13** | **16** | **12** | **11** | **17** |
| Н-бутан | **15** | **16,6** | **6** | **4,3** | **11,2** | **11** | **9,9** | **15** | **11** | **11,6** | **11,2** | **10,9** | **15** | **14** | **8,6** |
| Н-бутилен | **10,9** | **9** | **11** | **12** | **8** | **7** | **9** | **10** | **11** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |

**1.5 Методические указания к выполнению задания**

 1.5.1 По исходным данным варианта задания (таблица 1) определить плотность смешанного газа $ρ\_{см}$, кг/м3, при *р* =101,3 кПа и t = 00С используя данные таблицы 2 и формулу (4).

1.5.2 Найти критические параметры всех составляющих смешанного газа по таблице 2 (критическое давление и критическая температура $p\_{кр.1}, …$. $T\_{кр.1}, …$).

**Таблица 2** – Основные характеристики некоторых газов, входящих в состав углеводородных газов и их продуктов сгорания



1.5.3 Средние критические параметры смеси

$p\_{ср.кр.}=\frac{С\_{2}Н\_{6}}{100}∙p\_{кр.1.}+\frac{С\_{3}Н\_{8}}{100}∙p\_{кр.2.}+\frac{С\_{3}Н\_{6}}{100}∙p\_{кр.3.}+\frac{С\_{4}Н\_{10}}{100}∙p\_{кр.4.}+\frac{С\_{4}Н\_{8}}{100}∙p\_{кр.5.}$ (5)

$T\_{ср.кр.}=\frac{С\_{2}Н\_{6}}{100}∙T\_{кр.1.}+\frac{С\_{3}Н\_{8}}{100}∙T\_{кр.2.}+\frac{С\_{3}Н\_{6}}{100}∙T\_{кр.3.}+\frac{С\_{4}Н\_{10}}{100}∙T\_{кр.4.}+\frac{С\_{4}Н\_{8}}{100}∙T\_{кр.5.}$ (6)

где $p\_{кр.1}, …$ $T\_{кр.1}, …$- критическое давление, МПа и критическая температура – выбраны в пункте 1.5.2 для каждого составляющего смеси (из таблицы 2).

1.5.4 Приведённое давление:

$p\_{пр.}=\frac{p+p\_{абс}}{p\_{кр}}$ , (7)

где *р* – заданное в задании давление, МПа;

 *р*абс – абсолютное давление, МПа.

1.5.5 Приведённая температура:

$T\_{пр.}=\frac{T+T\_{н}}{T\_{кр}}$ *,*  (8)

где *T* – заданная температура переведённая в Кельвины (*Т* = *t* + 273).

 1.5.6 Плотность смеси газа при заданных условиях:

$ρ=2,6965∙ρ\_{см}∙\left(\frac{p}{T}\right)∙\left(\frac{1}{k}\right)$ , (9)

где *k* – коэффициент сжимаемости, принять равным 0,75.

1.5.7 Удельный объём

$v\_{см}=\frac{1}{ρ},м^{3}/кг$, (10)

**1.6 Пример**: Определить плотность и удельный объём смешанного газа, состоящего из 4% этана, 60% пропана, 15% пропилена, 12% *н*-бутана и 9% *н*-бутилена по объёму при *р* = 1,0МПа = 1000 кПа и *t* = 20С.

1.6.1 Плотность смешанного газа $ρ\_{см}$, кг/м3, при *р* =101,3 кПа и t = 00С используя данные таблицы 2 и формулу (4)

$$ρ\_{см}=0,04∙1,356+0,6∙2,00+0,15∙1,915+0,12∙2,702+0,092,55=2,0971$$

1.6.2 Критические параметры находим по таблице 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состав смешанного газа | *Р*кр, МПА (абс) | Ткр, К |
| Этан  | 4,82 | 32,3+273,15=305,45 |
| Пропан  | 4,21 | 96,84+273,15=369,99 |
| Пропилен  | 4,54 | 91,9+273,15=365,05 |
| Н-Бутан | 3,747 | 152,01+273,5=427,16 |
| Н-Бутилен | 3,945 | 144,4+273,15=417,55 |

1.6.3 Средние критические параметры смеси по формулам (5) и (6):

$$p\_{ср.кр.}=\frac{4}{100}∙4,82+\frac{6}{100}∙4,21+\frac{15}{100}∙4,54+\frac{12}{100}∙3,747+\frac{9}{100}∙3,945=4,3225МПА (абс)$$

$$T\_{ср.кр.}=\frac{4}{100}∙305,45+\frac{6}{100}∙370+\frac{15}{100}∙365,05+\frac{12}{100}∙427,16+\frac{9}{100}∙417,55=377,82К$$

 1.6.4 Приведённое давление по формуле (7):

$$p\_{пр.}=\frac{1+0,1}{4,3225}=0,2545МПа$$

 1.6.5 Приведённая температура по формуле (8):

$$T\_{пр.}=\frac{20+273}{377,82}=0,7759МПа$$

1.6.6 Плотность смеси газа по формуле (9) для *k* = 0,75:

$$ρ=2,6965∙2,0971∙\left(\frac{1000}{293,151}\right)∙\left(\frac{1}{0,75}\right)=25,72кг/м^{3}$$

1.6.7 Удельный объём по формуле (10)

$$v\_{см}=\frac{1}{25,72}=0,0389м^{3}/кг$$

|  |
| --- |
| **Список студентов группы 49А** |
| 1. Балаев  |
| 2. Бекренева  |
| 3. Бердышева  |
| 4. Березина  |
| 5. Варнавский  |
| 6. Виноградова  |
| 7. Горошков  |
| 8. Зимин  |
| 9. Игнатьев  |
| 10. Кулешов  |
| 11. Лепилов |
| 12. Лисичкин |
| 13. Максимов |
| 14. Масленников |
| 15. Обиходов |
| 16. Павлов |
| 17. Петрова |
| 18. Прияткин |
| 19. Сметанин |
| 20. Филимонова |
| 21. Харитонов |
| 22. Царев |
| 23. Чернова |