

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Параметры состояния тела	5
1.1 Удельный объем и плотность	5
1.2 Давление	5
1.3 Температура	6
2 Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа	7
3 Газовые смеси	9
3.1 Понятие о газовой смеси	9
3.2 Парциальное давление и закон Дальтона	11
4 Первый закон термодинамики	12
4.1 Внутренняя энергии	14
4.2 Работа процесса	14
4.3 Коэффициент полезного действия (к.п.д.)	15
5 Теплоемкость газов	16
6 Смешение газов	20
7 Основные газовые процессы	22
7.1 Изохорный процесс	22
7.2 Изобарный процесс	23
7.3 Изотермический процесс	23
7.4 Адиабатный процесс	26
7.5 Политропный процесс	28
Список литературы	34

ВВЕДЕНИЕ

Термодинамика это наука о превращениях различных видов энергии из одного вида в другой.

Термодинамика основа на двух установленных законах (началах):

- первый закон является законом преобразования и сохранения энергии примирительно к процессам изучаемых в термодинамике (невозможен процесс возникновения или исчезновения энергии).

- второй закон определяет направления течения реальных (неравновесных) процессов (не возможен процесс, имеющий единственным своим результатом превращения теплоты в работу).

Термодинамический метод исследования основан на законах (началах) термодинамики и представляет собой их логическое и математическое развитие.

Объект исследования в термодинамике называют термодинамической системой или термодинамическим телом.

Принято разделять термодинамику на физическую (или общую), химическую и техническую.

Техническая термодинамика устанавливает закономерности взаимного преобразования теплоты и работы, для чего изучает свойства газов и паров (рабочих тел) и процессы изменения их состояния; устанавливает взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, протекающих в тепловых двигателях и холодильных установках.

5 ТЕПЛОЕМКОСТЬ ГАЗОВ

Теплоемкостью называют количества тепла, которое необходимо сообщить телу (газу), чтобы повысить температуру какой-либо его количества единицы на 1°C .

В зависимости от выбранной количественной единицы различают: мольную теплоемкость μc – $\text{кДж}/(\text{кмоль} \times ^{\circ}\text{C})$, массовую теплоемкость c – $\text{кДж}/(\text{кг} \times ^{\circ}\text{C})$, объемную теплоемкость c' – $\text{кДж}/(\text{м}^3 \times ^{\circ}\text{C})$.

Так как в 1м^3 газа могут содержаться, в зависимости от параметров его состояния, разные количества газа, принято относить 1м^3 газа к нормальным условиям: $p=760\text{ мм рт. ст.}$ и $t=0^{\circ}\text{C}$.

Для измерения количества тепла используют калорий:

$$\begin{aligned} 1\text{ккал} &= 4,19\text{кДж} \\ 1\text{кДж} &= 0,239\text{ ккал.} \end{aligned}$$

Массовая теплоемкость определяется:

$$c = \mu c / \mu \quad (5.1)$$

объемная теплоемкость выражают:

$$c' = \mu c / 22,4 \quad (5.2)$$

где 22,4 – объем одного киломоля при нормальных физических условиях.

При расчетах реальных процессов различают истинную теплоемкость, которая определяется как производная от количества теплоты, подведенной к газу (dq) по температуре (dT), т.е:

$$c = \frac{dq}{dT} \quad (5.3)$$

и среднюю теплоемкость в интервале температур $t_1 \dots t_2$ для определенного участка реального процесса:

$$c_m = \frac{q_{1-2}}{t_2 - t_1} \quad (5.4)$$

Объемная и массовая теплоемкости связаны между собой зависимостью:

$$(5.5)$$

где ρ_n – плотность газа при нормальных условиях.

Теплоемкость газа зависит от его температуры. По этому признаку различают среднюю и истинную теплоемкость.

Если q количество теплоты, сообщаемого единицы количества газа (или отнимаемого от него) при изменении температуры газа от t_1 до t_2 , то величина

$$c_m = \frac{q}{t_2 - t_1} \quad (5.6)$$

Представляет собой среднюю теплоемкость в пределах температур от t_1 до t_2 . Предел этого соотношения, когда разность температур стремится к нулю, называют истиной теплоемкостью, она определяется по формуле

$$c = \frac{dq}{dt} \quad (5.7)$$

Теплоемкость идеальных газов зависит не только от их температуры, но и от их атомности и характера процесса. Теплоемкость реальных газов зависит от их природных свойств, характера процесса, температуры и давления.

Для газов имеет важное значение имеют следующие два вида нагревания?

- 1) изменение состояния при постоянном объеме;
- 2) изменение состояния при постоянном давлении.

Обоим этим случаям соответствуют различные значения теплоемкости.

Различают истинную и среднюю теплоемкости:

а) мольную – при постоянном объеме (μc_v и μc_{vm}) и постоянном давлении (μc_p и μc_{pm});

б) массовую – при постоянном объеме (c_v и c_{vm}) и постоянном давлении (c_p и c_{pm});

в) объемную – при постоянном объеме (c'_v и c'_{vm}) и постоянном давлении (c'_p и c'_{pm}).

Между мольными теплоемкостями при постоянном давлении и постоянном объеме существует зависимость, закон Майера:

$$\mu c_p - \mu c_v = \mu \times R = 8,314 \text{ кДж/(кмоль} \times ^\circ\text{C)} = 1,986 \text{ ккал/(кмоль} \times ^\circ\text{C)} \quad (5.8)$$

Для приближенных расчетов и при невысоких температурах можно принимать следующие значения мольных теплоемкостей, таблица 5.1.

Таблица 5.1 – Приближенные значения молярных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме ($c = \text{const}$)

Газы	μc_v	μc_p	μc_v	μc_p
	кДж/(кмоль \times °C)		ккал/(кмоль \times °C)	
Одноатомные	12,56	20,93	3	5
Двухатомные	20,93	29,31	5	7
Трех и многоатомные	29,31	37,68	7	9

В ТТД большое значение имеет отношение теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме, обозначают через букву k :

$$k = \mu c_p / \mu c_v = c_p / c_v \quad (5.9)$$

Если принять теплоемкость величиной постоянной, то получим на основании таблицы 1: $k=1,67$ для одноатомных, $k=1,4$ для двухатомных, $k=1,29$ для трех и многоатомных.

Для вычисления количества тепла, которое необходимо затратить в процессе нагревания 1 кг газа в интервале температур от t_1 до t_2 , пользуются формулой:

$$q = (c_m)_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) = c_{m_2} \times t_2 - c_{m_1} \times t_1 \quad (5.10)$$

где c_{m_1} и c_{m_2} соответственно средние теплоемкости в пределах от 0° до t_1 и 0° до t_2 .

Из последней формулы легко получить выражения для определения количества тепла, затрачиваемого в процессе при постоянном давлении и в процессе при постоянном объеме:

$$q_v = c_{vm_2} \times t_2 - c_{vm_1} \times t_1 \quad (5.11)$$

и

$$q = c_{pm_2} \times t_2 - c_{pm_1} \times t_1 \quad (5.12)$$

Если в процессе участвуют M кг и V м³ газа, то подсчет количества тепла производится:

$$Q_v = M(c_{vm_2} \times t_2 - c_{vm_1} \times t_1) = V(c'_{vm_2} \times t_2 - c'_{vm_1} \times t_1) \quad (5.13)$$

$$Q_v = M(c_{pm_2} \times t_2 - c_{pm_1} \times t_1) = V(c'_{pm_2} \times t_2 - c'_{pm_1} \times t_1) \quad (5.14)$$

Нелинейную зависимость истинной теплоемкости от температуры представляют в виде уравнения

$$c = a + bt + dt^2 \quad (5.15)$$

где a, b, d – величины, постоянные для определенного газа.

Часто в теплотехнических расчетах нелинейную зависимость теплоемкости от температуры заменяют близкой линейной зависимостью. В этом случае истинная теплоемкость определяют из уравнения:

$$c = a + bt \quad (5.16)$$

а для определения средней теплоемкости при изменении температур от t_1 до t_2 пользуются уравнением:

$$c_m = a + \frac{b}{2}(t_1 + t_2) \quad (5.17)$$

где a, b – величины, постоянные для определенного газа.

Для средней теплоемкости в пределах $0^\circ - t$ формула имеет вид:

$$c_m = a + \frac{b}{2}t \quad (5.18)$$

Теплоемкости газовой смеси определяют на основании следующих формул:

- массовая теплоемкость смеси:

$$c_{cm} = \sum_{i=1}^n m_i \times c_i \quad (5.19)$$

- объемная теплоемкость смеси:

$$c'_{cm} = \sum_{i=1}^n r_i \times c'_{ui} \quad (5.20)$$

- мольная теплоемкость смеси:

$$\mu c'_{cm} = \sum_{i=1}^n r_i \times \mu c'_{ui} \quad (5.21)$$