

## 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.

#### 4 ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ

Первый закон термодинамики является частным случаем закона сохранения и превращения энергии.

Первый закон термодинамики устанавливает эквивалентность при взаимных превращениях механической и тепловой энергии выражается в следующем виде:

$$Q=L \quad (4.1)$$

где  $Q$ -количество тепла, превращенного в работу, Дж;  
 $L$ -работа, полученная за счет тепла  $Q$ , Дж.

Первый закон термодинамики в аналитической форме имеет вид:

$$dQ = dU + dL \quad (4.2)$$

где  $dQ$ -количество тепла, сообщенного извне рабочему телу массой  $M$ , кг;  
 $dU$ -изменение внутренней энергии рабочего тела;  
 $dL$ -работа, совершаемая рабочим телом по преодолению внешнего давления, "внешняя работа", работа расширения.

Для бесконечно малого изменения состояния 1 кг любого газа уравнение примет вид

$$dq = dU + dl \quad (4.3)$$

Для конечного изменения состояния уравнения (18) и (19) соответственно имеют вид

$$q=\nabla U+l, \quad (4.4)$$

Величина работы расширения для 1 кг газа определяется из уравнения:

$$dl = pdv, \quad l = \int_{v_1}^{v_2} pdv \quad (4.5)$$

Изменение внутренней энергии идеального газа зависит от его температуры, в этом случае:

$$dU = C_v dT, \quad \nabla U = \int_{T_1}^{T_2} c_v dT \quad (4.6)$$

Интегрируя уравнение (23), получаем:

$$\nabla U = C_{vm} \times (t_1 - t_2), \quad (4.7)$$

где  $C_{vm}$  - средняя массовая теплоемкость при постоянном объеме в пределах от  $t_1$  до  $t_2$ .

Количество тепла также может быть выражено через изменение температуры газа, кДж/кг:

$$q = c \times (T_2 - T_1), \quad (4.8)$$

где  $c$  - теплоемкость газа в рассматриваемом процессе, кДж / (кг $\cdot$ °C).

Выражение  $(U + p\nu)$  является параметром состояния. Этот параметр называют энтальпией и обозначают буквой  $i$ .

$$i = u + p\nu \quad (4.9)$$

Вводя выражение (25) в уравнение первого закона термодинамики, получаем это уравнение в другом виде:

$$di = dq + \nu dP \quad (4.10)$$

Энтальпия идеального газа зависит также только от его температуры:

$$di = C_p dT, \quad \nabla i = \int_{T_1}^{T_2} c_p dT = c_p \times (t_2 - t_1), \text{ кДж/кг}, \quad (4.11)$$

где  $C_p$  - средняя в интервале температур  $(T_2 - T_1)$  изобарная теплоемкость газа, кДж / (кг $\cdot$ °C).

Термодинамический процесс . Под воздействием внешних сил или окружающей среды рабочее тело изменяет свое состояние, что связано с изменением его параметров, т.е. протекает термодинамический процесс. В ТТД имеются понятия равновесные и неравновесные процессы.

Равновесным процессом называется процесс, при котором все состояние рабочего тела не является равновесным. Равновесным состоянием называется такое, при котором во всех точках рабочего тела параметры имеют одинаковые, не изменяемые во времени значения.

Процесс, в котором каждый момент времени состояние рабочего тела меняется называется неравновесным. Все реальные процессы являются неравновесными.

Для изображения рабочих процессов в термодинамике используют диаграммы.  $p - \nu$  диаграмма является рабочей диаграммой, рисунок 4.1.

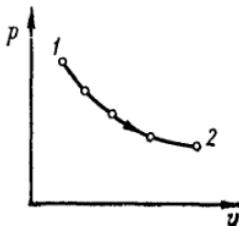


Рисунок 4.1- Изображение термического процесса на  $p - v$  диаграмме

По оси абсцисс откладывается удельный объем, по оси ординат давление. На диаграмме состояние рабочего тела может изображаться точкой, последовательно изменение состояний, т.е. процесс кривой. Точка 1 изображает равновесное состояние тела, с изменением состояния точки перемещения, образуя кривую, характеризующую процесс. Кривая 1-2 изображает равновесный термодинамический процесс, а точка 2 состояние рабочего тела в конце процесса.

#### 4.1 Внутренняя энергии

Рабочее тело, находясь в любом состоянии, обладает запасом внутренней энергии. Под внутренней энергией понимают все виды энергии, связанные с внутренним движением молекул: кинетическую энергию поступательного и вращательного движения молекул, потенциальную энергию молекул.

#### 4.2 Работа процесса

При взаимодействии с окружающей средой рабочее тело может менять свой объем. При этом происходит передача внутренней энергии от рабочего тела к внешней среде или наоборот.

Работа, обусловленная изменением объема рабочего тела, называется работой изменения объема (механической работой). Работа совершаемая рабочим телом против действия внешних сил при расширении газа, называется работой расширения, является положительной. Работа, затрачиваемая внешними силами на сжатие рабочего тела, называется работой сжатия, и считается отрицательной.

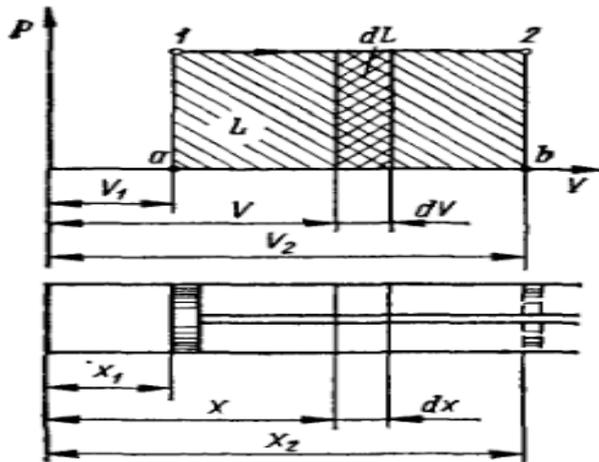


Рисунок 4.2 – Изображение рабочего процесса при постоянном давлении

Для вычисления работы рассмотрим процесс расширения при постоянном давлении, рисунок 4.2. Примем, что идеальный газ с объемом  $V_1$  с параметрами  $p_1$ ,  $v_1$ ,  $T_1$  заключен в цилиндр с подвижным поршнем, его начальное состояние соответствует точке 1. Подведем к газу какое то количество теплоты, и тогда газ под воздействием теплоты начнет расширяться, давить на поршень и передвигать его, при этом совершая работу. Работа  $dL$  процесса изобарного изменения объема. 1-2 процесс расширения.

### 4.3 Коэффициент полезного действия (к.п.д.)

теплосиловых установок. Пользуясь первым законом термодинамики. Можно определить кпд ( $\eta_{ст}$ ) теплосиловых установок, характеризующий степень совершенства превращения ими тепла в работу.

К.п.д. можно вычислить, если известны расход топлива на 1 кВт×час (или 1л.с.×час) и теплота сгорания топлива, т.е. то количества тепла, которое выделяется при полном сгорании массовой или объемной единицы топлива.

Если расход топлива на 1кВт×час удельный расход топлива выражен  $b$  кг/(кВт×час), а теплота сгорания топлива  $Q_H^p$  в кДж/кг, то к.п.д теплосиловой установки определяем:

$$\eta_{cm} = \frac{3600}{Q_H^p \times b} \quad (4.12)$$

Если же теплота сгорания выражена в ккал/кг, то формула примет вид:

$$\eta_{cm} = \frac{860}{Q_H^p \times b} \quad (4.13)$$