

3.1 Исходные положения для расчета процессов идеального газа.

Процессы, реализуемые в теплоэнергетических установках с индивидуальными газами и газовыми смесями можно подразделить на следующие:

- изохорный процесс ($v = \text{const}$)
- изобарный процесс ($p = \text{const}$)
- изотермический процесс ($T = \text{const}$)
- адиабатный процесс ($dq = 0$)
- политропный процесс ($p v^n = \text{const}$ при $n = \text{const}$)

При термодинамическом анализе принимается, что эти процессы протекают обратимо, без трения. Целью расчета является нахождение термических параметров (p, v, T) рабочего тела в начальном и конечном состояниях процесса, определение изменения калорических функций состояния (u, h, s), нахождение величин полученной (затраченной) работы и подведенной (отведенной) теплоты в результате процесса.

В зависимости от типа анализируемой системы производится расчет или работы расширения, определяемой формулой (1.10), или –для потока газа –технической работы $l_{\text{тех}}$. Общее выражение для нее можно получить из сопоставления двух видов записи уравнения первого закона термодинамики –(1.16) и (1.27).

$$dl_{\text{тех}} = -vdp - d(w^2/2) \quad (3.1)$$

При этом при расчете термодинамических процессов обычно полагают, что изменение кинетической энергии газа мало (или учитывается отдельно) и это уравнение применяют в сокращенном виде

$$dl_{\text{тех}} = -vdp \quad (3.2)$$

Аналогично поступают и при расчете теплоты, подводимой в потоке, принимая, что кинетическая энергия газа на входе и на выходе из теплообменного аппарата одинакова. В этом случае, учитывая, что в теплообменных аппаратах поток не производит техническую работу, из уравнения (2.27) следует

$$dq = dh \quad (3.3)$$

Все перечисленные выше процессы могут рассматриваться (адиабатный процесс приближенно) как члены одного семейства политропных процессов. Значения, которые принимает показатель политропы n для каждого (кроме адиабатного) конкретного процесса, очевидны и приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Значения показателя политропы и теплоемкости для различных процессов

Процесс	n	c_n
Изохорный	$\pm\infty$	c_v
Изобарный	0	c_p
Изотермический	1	$\pm\infty$
Адиабатный	k	0
Политропный	n	c_n

Для выяснения же этого значения для адиабатного процесса следует использовать соотношение (опуская его вывод), связывающее показатель политропы с теплоемкостями газа

$$n = (c_n - c_p) / (c_n - c_v) \quad (3.4)$$

где c_n – теплоемкость газа в политропном процессе. Так как для адиабатного процесса $c_n = (\partial q / \partial T)_{dq=0} = 0$, то $n = k = c_p / c_v$. Значения теплоемкостей для конкретных процессов представлены в таб. 3.1 Расположение основных процессов в диаграммах p, v и T, s показано на рис. 3.1 и 3.2.

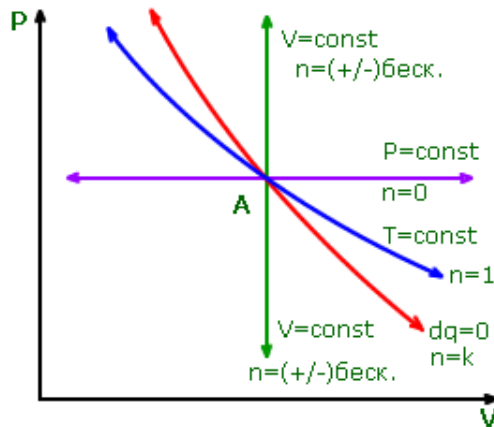


Рис. 3.1

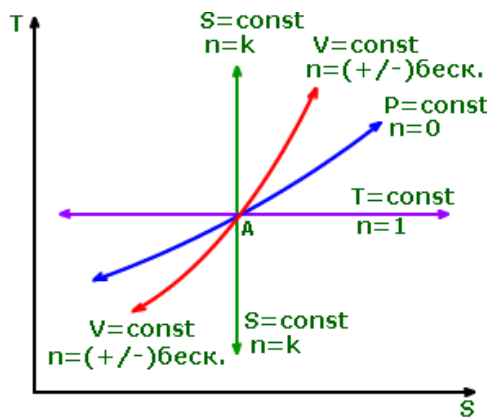


Рис. 3.2

Согласно определению политропного процесса, значение показателя политропы n для данного процесса есть величина постоянная. У разреженных газов (кроме одноатомных) теплоемкости, а следовательно и показатель адиабаты k , изменяются в зависимости от температуры. Поэтому расчет адиабатного процесса с постоянным показателем является приближенным. Поступая так, часто принимают, ориентируясь на молекулярно –кинетическую теорию теплоемкости, в зависимости от сложности молекулы газа значения показателя адиабаты, приведенные в табл. 1.1. Точный расчет адиабатного процесса с учетом зависимости теплоемкости от температуры будет рассмотрен отдельно в разделе 3.3.