

3.2. Порядок расчета термодинамического процесса.

При проведении расчета любого из процессов предполагается, что начальное состояние газа определено заданием двух, а конечное – одного параметра. Зафиксировав для конкретного процесса значение показателя политропы, последовательность вычислений целесообразно построить следующим образом:

а) Недостающие термические параметры газа в начальном и конечном состояниях рассчитываются с помощью уравнения Клапейрона – Менделеева (1.28). Используя его и уравнение политропного процесса, можно получить соотношения между различными парами термических параметров начального и конечного состояний

$$p_2/p_1 = (v_1/v_2)^n \quad (3.5)$$

$$T_2/T_1 = (v_1/v_2)^{n-1} \quad (3.6)$$

$$T_2/T_1 = (p_2/p_1)^{(n-1)/n} \quad (3.7)$$

б) По найденным температурам с помощью справочных материалов [2 –4] определяются величины внутренней энергии, энтальпии, стандартной энтропии S^0 и рассчитываются их изменения. Изменение энтропии газа вычисляется по уравнению (2.5). При отсутствии справочных материалов провести точный расчет калорических функций газа невозможно. В этом случае приближенный расчет изменений калорических функций можно выполнить на основе формул (1.37), (1.41) и (2.3), приняв постоянные значения теплоемкостей по молекулярно – кинетической теории (табл.1.1).

в) Расчет работы расширения идеального газа производится по уравнению (1.10), проинтегрированному для условий политропного процесса

$$l = p_1 v_1 [1 - (v_1/v_2)^{n-1}] / (n - 1) \quad (3.8)$$

или по любому из его вариантов, получаемых при подстановке соотношений (3.5) – (3.7)

$$l = (p_1 v_1 - p_2 v_2) / (n - 1) \quad (3.9)$$

$$l = R(T_1 - T_2) / (n - 1) \quad (3.10)$$

$$l = p_1 v_1 [1 - (p_2/p_1)^{n/(n-1)}] / (n - 1) \quad (3.11)$$

Подстановка в любое из этих уравнений значения $n = 1$ приводит к неопределенности. Поэтому для изотермического процесса ($n = 1$) уравнение для работы расширения следует получить непосредственно интегрированием (1.10) для условия изотермического процесса $p = p_1 v_1 / v$

$$l = p_1 v_1 \ln(v_2/v_1) = p_1 v_1 \ln(p_2/p_1) \quad (3.12)$$

Если расчет производится для потока газа, то определению подлежит техническая работа. Найти ее можно, используя простое соотношение, получаемое при дифференцировании уравнения политропного процесса $p v^n = \text{const}$

$$-v dp = n p dv,$$

то есть

$$l_{\text{тех}} = n l \quad (3.13)$$

Следовательно, техническая работа потока в n раз больше работы расширения. Уравнение для ее вычисления можно получить простым умножением на эту величину любого из уравнений (3.8) – (3.12). Так при приближенном расчете адиабатного процесса сжатия или расширения газа в потоке (компрессор, газовая турбина) техническая работа часто вычисляется по уравнению, получаемому из (3.11) с учетом (3.13)

$$l_{\text{тех}} = n p_1 v_1 [1 - (p_2/p_1)^{n/(n-1)}] / (n-1) \quad (3.14)$$

г) Теплота, подводимая (отводимая) к газу в процессе, рассчитывается по уравнению первого закона термодинамики (1.11) или (1.17) или (1.27) с использованием уже рассчитанных величин.