

2.3 РАБОТА ГАЗОВЫХ ИЗОПРОЦЕССОВ

Пусть газ заключен в цилиндрический сосуд, закрытый плотно прилегающим и легко скользящим поршнем (рисунок 2.3). При расширении газ будет совершать работу $\Delta A = F\Delta h$, где F – сила, с которой газ действует на площадь поршня S , Δh – перемещение поршня при расширении газа. Приращение объема газа $\Delta V = S\Delta h$. Подставляя силу $F = pS$ и ΔV в выражение для работы, получим $\Delta A = p\Delta V$.

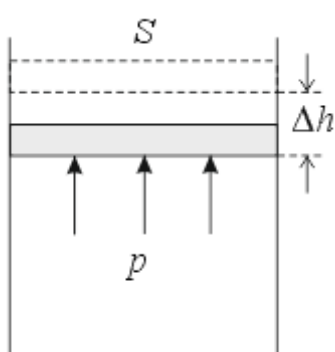


Рисунок 2.3

При расширении газа работа будет положительной, при сжатии – отрицательной. Если давление газа при совершении работы изменяется, то находят работу при каждом элементарном изменении объема

$$dA = pdV \quad (2.4)$$

и затем суммируют все элементарные работы для этого газового процесса. Полная работа

$$A = \int_{V_1}^{V_2} pdV, \quad (2.5)$$

где V_1 – начальный объем газа, V_2 – его конечный объем. Применим формулу (2.5) для расчета работы изопроцессов.

1. Рассмотрим *изохорный* процесс. Для этого процесса объем газа $V = \text{const}$, тогда $dV = 0$ и $A = 0$. Газ не совершает работу. Первое начало термодинамики (2.3) будет иметь вид $dQ = dU$, т.е. все количество теплоты, сообщенное газу, пойдет на его нагревание.

2. Рассмотрим *изобарный* процесс. Так как давление не изменяется, то его как постоянную величину можно вынести из под знака интеграла (2.5). Получим $A = p(V_2 - V_1)$ или с учетом уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = (m/\mu)RT$, записанного для начального и конечного состояний, получим выражение для работы

изобарического процесса

$$A = (m/\mu)R(T_2 - T_1). \quad (2.6)$$

3. Рассмотрим *изотермический* процесс. Так как температура постоянна, то внутренняя энергия идеального газа не изменяется: $dU = 0$. Первое начало термодинамики (2.3) будет иметь вид: $dQ = dA$, т.е. все количество теплоты, сообщенное системе, будет затрачено на совершение ею работы. Используя уравнение состояния идеального газа (1.6) и учтя, что $T = const$, запишем выражение (2.5) для работы изотермического процесса в виде

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = (m/\mu)RT \int_{V_1}^{V_2} dV/V = (m/\mu)RT \ln(V_2/V_1). \quad (2.7)$$