2.5 АДИАБАТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Наряду с изопроцессами существует адиабатический процесс, широко распространенный в природе. **Адиабатическим процессом** называют *процесс, протекающий без теплообмена с окружающей средой*. Это означает, что газ при адиабатическом процессе не получает энергию извне, т.е. $dQ = 0$. Тогда, первое начало термодинамики для моля газа при адиабатическом процессе примет вид $dU_{\mu} = -dA$. С учетом выражений (2.4) и (2.9) запишем это равенство в виде

$$C_V dT = -pdV . \tag{2.14}$$

Если при адиабатическом процессе газ расширяется, то $dA > 0$, $dU < 0$, $dT < 0$, т.е. внутренняя энергия газа уменьшается, температура также уменьшается и газ при адиабатическом расширении охлаждается. При адиабатическом сжатии газа его температура увеличивается, так как $dA < 0$, $dU > 0$ и $dT > 0$.

Примером адиабатического процесса является распространение звуковых колебаний в воздухе. Сжатия и разрежения происходят так часто, что тепло не успевает переходить от слоев, имеющих большую температуру, к слоям с меньшей температурой. Следовательно, процессы, происходящие достаточно быстро, близки к адиабатическим.

Большое значение адиабатический процесс имеет в объяснении атмосферных явлений. Слои воздуха, поднимающиеся вверх, расширяются, так как атмосферное давление уменьшается с высотой. За счет расширения газ адиабатически охлаждается, поэтому с увеличением высоты температура газа уменьшается. Это объясняет и тот факт, что ветер, дующий с гор, всегда кажется теплым, так как воздух, перемещаясь, сжимается, а ветер, дующий с моря, кажется прохладным.

Для описания адиабатического процесса, воспользуемся уравнением состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона), записанное для одного моля вещества $pV = RT$. Наличие дополнительного условия (2.14) позволяет уменьшить в этом уравнении число параметров состояния. Для этого выразим p из уравнения Клапейрона и подставим его в формулу (2.14): $C_V dT = -RT\,dV/V$. Разделяя переменные, получим $dT/T + (R/C_V)dV/V = 0$. Взяв неопределенный интеграл, получим $\ln T + (R/C_V)\ln V = const$. Согласно выражениям (2.10) и (2.13) получим $R/C_V = 2/i = \gamma - 1$ и следовательно $\ln T + (\gamma - 1)\ln V = const$. Потенцируя это равенство, придем к уравнению

$$TV^{\gamma-1} = const. \qquad (2.15)$$

Полученное соотношение представляет собой уравнение адиабаты в переменных T и V. Чтобы от этого уравнения перейти к уравнению с переменными p и V, выразим из уравнения Менделеева-Клапейрона температуру $T = mpV/(R\mu)$ и ее в выражение (2.15). Получим

$$pV^{\gamma} = const. \qquad (2.16)$$

Соотношение (2.16) называют **уравнением Пуассона**, а параметр γ – коэффициентом Пуассона или показателем адиабаты. По форме это уравнение похоже на уравнение изотермы. Однако, при увеличении объема, для адиабатического процесса давление падает быстрее, чем для изотермического процесса (рисунок 2.5).

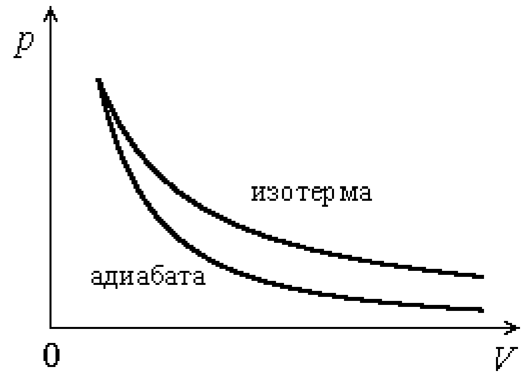

Рисунок 2.5

Согласно выражению (2.14) **работа для адиабатического процесса** для одного моля газа определится по формуле

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p\,dV = -\int_{T_1}^{T_2} C_V\,dT = C_V(T_2 - T_1).$$

С учетом выражения (2.10) получим

$$A = (i/2)R(T_2 - T_1) = (i/2)(p_1V_1 - p_2V_2).$$

Для произвольной массы газа m получим $A = (i/2)(m/\mu)(p_1V_1 - p_2V_2)$.