

Вопрос 13

Применение первого начала термодинамики к различным изопроцессам.
Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.

Первый закон термодинамики

Количество теплоты, переданное системе при переходе из одного состояния в другое, равно сумме работы внешних сил и изменения внутренней энергии.

$Q = \Delta U + A'_{\text{газа}} = \Delta U - A_{\text{внеш. сил}}$

Изопроцесс — термодинамический процесс, при постоянной массе вещества и одном из макропараметров (объема, температуры, давления).

Рассмотрим три изопроцесса

Изотермический	<p>Изотермический процесс — процесс изменения состояния ТД системы при постоянной температуре.</p> <p>$T = const$</p> <p>$Q = \Delta U + A'$; $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = 0 \Rightarrow Q = A'$</p> <p>Количество теплоты, переданное системе при постоянной температуре, равно работе, совершенной газом</p>
Изобарный	<p>Изобарный процесс — процесс изменения состояния ТД системы при постоянном давлении.</p> <p>$P = const$</p> <p>$Q_p = \Delta U + A'$; $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$; $A' = \nu R \Delta T \Rightarrow Q_p = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T = \frac{i+2}{2} p \Delta V$</p> <p>Количество теплоты, переданное системе при постоянном давлении, равно произведению давления, изменения объема и половины увеличенного на два числа степеней свободы.</p>
Изохорный	<p>Изохорный процесс — процесс изменения состояния ТДС при постоянном объеме.</p> <p>$V = const$</p> <p>$Q_V = \Delta U + A'$; $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$; $A' = 0 \Rightarrow Q_V = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$</p> <p>Количество теплоты, переданное системе при постоянном объеме равно произведению количества газа, универсальной газовой постоянной и половины числа степеней свободы.</p>
Адиабатный	<p>Адиабатный процесс — процесс изменения состояния ТДС без теплообмена с внешней средой.</p> <p>$dQ = 0 = dU + dA \Rightarrow dA = -dU$ Работа газа совершается за счет уменьшения внутренней энергии газа.</p> <p>Рассмотрим резкое сжатие газа. Давление неизменно на малых участках.</p> <div><div>$dA = -dU = -\frac{i}{2} \nu R \cdot dt$ $p \cdot dV = -C_V \cdot \nu \cdot dT$ $\nu RT \frac{dV}{V} = -\nu C_V \cdot dT$ $T \frac{dV}{V} \cdot \frac{C_P - C_V}{C_V} = -dT$ $(\gamma - 1) \frac{dV}{V} = -\frac{dT}{T}$ $(\gamma - 1) \frac{dV}{V} + \frac{dT}{T} = 0$ $\int (\gamma - 1) \frac{dV}{V} + \int \frac{dT}{T} = const$ $(\gamma - 1) \cdot \ln V + \ln T = const$ $\ln T \cdot V^{\gamma - 1} = const$ $T \cdot V^{\gamma - 1} = e^{const} = const_1$ $V^{\gamma - 1} \cdot \frac{pV}{\nu R} = const_1$ $pV^{\gamma - 1} = const_1 \cdot R \nu = const_2$</div><div></div></div>
	<div>Уравнение Пуассона для адиабатного процесса $pV^{\gamma - 1} = c$</div> <div>Угол наклона изотерм в γ раз меньше, чем у адиабаты.</div>