

УСТАНОВКА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

Г. И. ФУКС, Ю. А. КОРОЛЕНКО

Существенной особенностью установки является то, что она позволяет измерить работу изотермического процесса. Схема установки приведена на рис. 1.

Она состоит из 2-х стеклянных сосудов: бюретки 1 и открытой трубки 2, соединенных между собой гибким шлангом 3. В сосуды налита ртуть.

Бюретка 1 имеет сверху кран 4. Деления бюретки позволяют измерить объем газа в ней. С помощью ворота 5 бюретка 1 может перемещаться. Прижимный винт 6 позволяет закрепить бюретку в любом положении. Трубка 2 неподвижна. При закрытом кране 4 система из сосудов 1 и 2 и трубки 3 представляет собой ртутный Π -образный манометр, измеряющий давление газа над уровнем ртути в бюретке 1.

В начале опыта бюретку 1 с открытым краном 4 опускаем в такое положение, чтобы ртуть вытеснила из нее воздух. Затем бюретку соединяем с сосудом, содержащим исследуемый газ, и, поднимая бюретку воротом 5, засасываем в нее нужное количество газа. После этого кран 4 закрываем.

Опустив бюретку в нижнее положение, отсчитываем начальный объем газа V_1 и начальное давление газа

$$p_1 = h_1 + B, \quad (1)$$

где h_1 — разность уровней ртути в бюретке и открытой трубке, B — барометрическое давление.

Подняв бюретку 1 на некоторую высоту, мы произведем расширение газа и получим новое состояние, характеризующееся давлением p_2 и объемом V_2 . При этом ввиду изотермичности процесса

$$p_1 V_1 = p_2 V_2. \quad (2)$$

Если расширение газа мало, то работа расширения

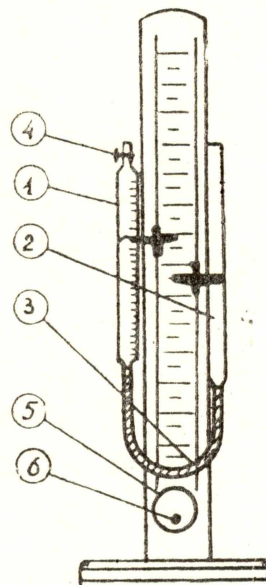


Рис. 1.

$$\Delta w = \int_{V_1}^{V_2} p dV \cong p_{\text{ср}} (V_2 - V_1), \quad (3)$$

где $p_{\text{ср}}$ — среднее давление в процессе — может быть достаточно точно подсчитано из соотношения

$$p_{\text{ср}} = \frac{p_1 + p_2}{2}.$$

Из нескольких последовательных малых перемещений бюретки 1 составляем полный процесс. Работа газа в нем может быть подсчитана как сумма работ отдельных элементарных процессов, т. е.

$$w = \int_{V_{\text{нач.}}}^{V_{\text{кон.}}} p dV \cong \Sigma p_{\text{ср}} \Delta V \text{ кгм.} \quad (4)$$

Процесс изменения состояния газа, возникающий в результате перемещения сосуда 1, является изотермическим, так как при малых медленных перемещениях температура газа успевает сравняться с температурой окружающей среды.

Так как процесс изотермический, то работа его

$$w = \int_{V_{\text{нач.}}}^{V_{\text{кон.}}} p dV = p_1 V_1 \ln \frac{V_{\text{кон.}}}{V_{\text{нач.}}} \text{ кгм.} \quad (5)$$

Таблица 1

$10^6 \cdot V$	$h=p_2-B$	p_2	pV	Интер- валы	$\Delta V \cdot 10^6$	$p_{\text{ср}}$	Δw
м^3	мм. рт. ст.	кг/м^2		процесса	м^3	кг/м^2	кгм
24,8	—324	5720	0,142	1—2	—2,1	5960	—0,0125
22,7	—288	6200	0,141	2—3	—2,5	6635	—0,0166
20,2	—224	7070	0,143	3—4	—1,6	7340	—0,0118
18,6	—185	7610	0,141	4—5	—2,3	8090	—0,0205
16,3	—104	8570	0,140	5—6	—2,2	9340	—0,0210
14,1	0	10100	0,142	6—7	—2,8	11310	—0,0316
11,3	+177	12520	0,142	7—8	—0,6	12810	—0,0077
10,7	+220	13100	0,140	8—9	—1,1	13850	—0,0152
9,6	+328	14590	0,140			$\Sigma \Delta w = -0,1369 \text{ кгм}$	
		$(pV)_{\text{ср}}$	0,141				

$$w = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = -0,134 \text{ кгм}$$

$$\text{погрешность } \Delta = \frac{w_{\text{т}} - w}{w_{\text{т}}} \cdot 100 = 2,2 \%$$

Результаты одного опыта приведены в табл. 1 и на рис. 2. Рабочее тело—воздух, атмосферное давление $B = 744$ мм рт. ст.

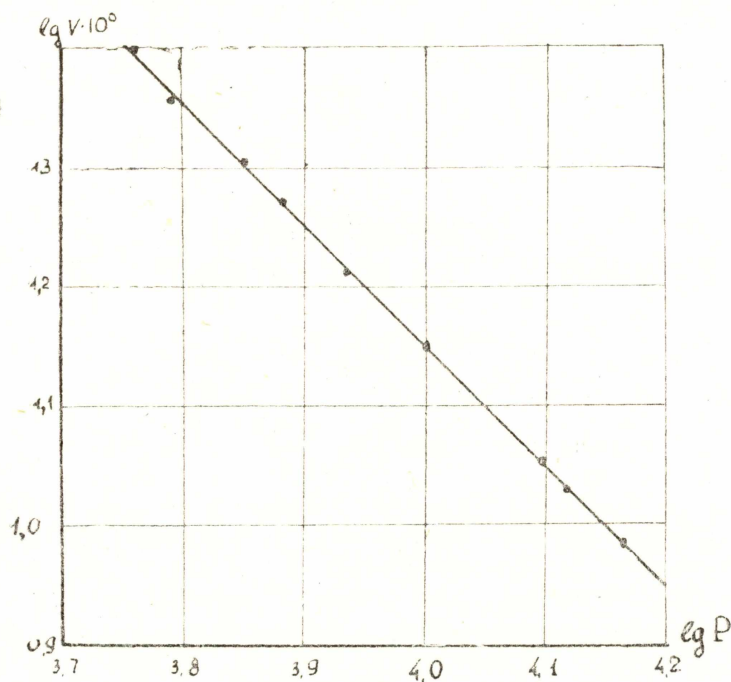


Рис. 2.

Сравнение результатов по (4) и (5) дает представление о точности опыта. Прибор выполнен в лаборатории технической термодинамики кафедры теоретической и общей теплотехники Томского политехнического института.