

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СЖАТОГО ГАЗА

Л. А. Ротм

Плотность сжатого газа при давлениях в несколько десятков тысяч атмосфер становится настолько большой, что ряд авторов не без известных оснований отождествляет его с жидкостью. Для жидкости, находящейся под высоким давлением, известно эмпирическое уравнение состояния Тэта [1].

Д. С. Циклис [2,3], основываясь на предположении о близости свойств сильно сжатого газа и жидкости, применил уравнение Тэта к полученным им экспериментальным данным по сжимаемости азота и аммиака вплоть до 10 000 атм.

Эмпирическое уравнение Тэта

$$V_p = V_0 \left[1 - C \lg \frac{B + p}{B + p_0} \right], \quad (1)$$

где V_0 — объем аммиака при давлении p_0 , принятый за нуль отсчета, а C и B константы дали хорошее совпадение с опытом. Аналогичное уравнение было проверено и для азота. Однако уравнение (1) не является полным уравнением состояния вследствие отсутствия в нем явной зависимости от температуры.

В уравнении (1) константа B меняется с температурой.

Нами получено полное уравнение состояния для сильно сжатого чистого газа в виде:

$$\ln \frac{p - (RT/V)}{A} = C \frac{r_m - r}{T}, \quad (2)$$

где p — давление газа (атмосферы), V — объем ($\text{см}^3/\text{моль}$), T — температура, R — универсальная газовая постоянная, $r = \sqrt[3]{V}$; A , C , r_m — постоянные величины.

В табл. 1, 2 приведены результаты оценки полученного уравнения для весьма широкого интервала давлений.

Таблица 1

Объемы аммиака ($\text{см}^3/\text{моль}$)

p, атм	50 °C		100 °C	
	Эксп.*	Выч.	Эксп.*	Выч.
3000	23,66	24,14	24,65	25,41
4000	22,83	22,91	23,63	23,89
5000	22,15	22,15	22,82	22,91
6000	21,57	21,48	22,14	22,05
7000	21,07	20,96	21,58	21,40
8000	20,63	20,57	21,08	20,91
9000	20,22	20,12	20,66	20,45
10000	19,87	19,74	20,22	20,07

* По данным Д. С. Циклиса.

Входящие в уравнение (2) константы имеют следующие значения:

$$r_m = 2,65; \quad C = 2596,5; \quad A = 13630 \text{ — для аммиака и}$$

$$r_m = 2,84; \quad C = 1290,9; \quad A = 13238 \text{ — для азота.}$$

Средние отклонения вычисленных значений объемов от экспериментальных данных для аммиака — 0,82% и для азота — 0,79%.

Таблица 2

Объемы азота ($\text{см}^3/\text{моль}$)

p, атм	50°C		68°C		100°C	
	Эксп.*	Выч.	Эксп.*	Выч.	Эксп.*	Выч.
3000	35,16	35,29	35,75	35,94	36,79	37,60
4000	32,41	32,77	32,48	33,39	33,73	34,33
5000	30,60	30,66	30,96	31,26	31,60	32,16
6000	29,18	29,16	29,51	29,70	30,09	30,37
7000	27,93	27,99	28,27	28,37	28,88	28,93
8000	26,96	27,00	27,30	27,27	27,85	27,82
9000	26,18	26,11	26,48	26,33	27,01	26,79
10000	25,65	25,35	25,25	25,95	26,31	25,84

* По данным Д. С. Циклиса.

Бриджмен [4] определил сжимаемость азота при 68° и давлении до 15000 атм. Однако, как показал Д. С. Циклис, данные Бриджмена преувеличены. От последних вычисленные нами объемы отличаются в среднем на 3,9%.

Белорусский лесотехнический
институт
Минск

Поступила
6.VI.1956

ЛИТЕРАТУРА

1. T a i t, Report on some of the Phys. Prop. of Water, 1888, стр. 47 (цит. по G. T a m m a n n, Ueber die Beziehungen zwischen den inneren Kräften und Eigenschaften der Lösungen, Leipzig, 1907).
2. Д. С. Ц и к л и с, ДАН, 79, 289, 1951.
3. Д. С. Ц и к л и с, ДАН, 91, 889, 1953.
4. P. W. B r i d g m a n, Proc. Am. Acad. of Arts. a. Sci., 59, 8, 173, 1924.