

Л. Ф. ВЕРЕЩАГИН и Н. С. ДУГИНА

## ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОСТОЯННОЙ ЭТИЛЕНА ПОД ДАВЛЕНИЕМ ДО 2149 АТМ.

(Представлено академиком Г. С. Ландсбергом 17 IV 1947)

Изучению влияния давления на диэлектрическую постоянную газов посвящен ряд работ. Диапазон давления в этих исследованиях не превышает величины 335 атм. и только в работах лаборатории Михелса при этих измерениях было достигнуто давление в 1687 атм.

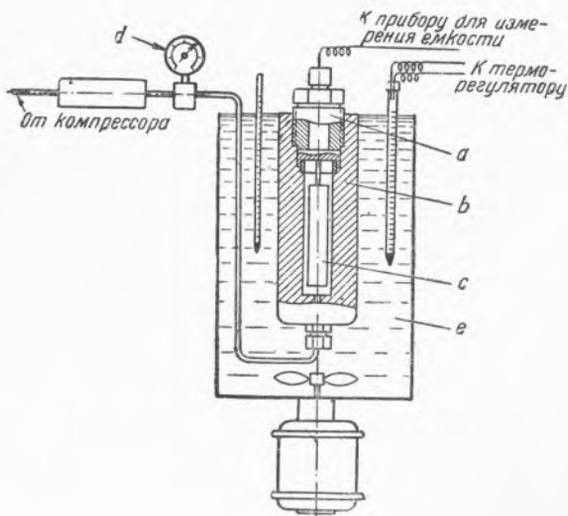


Рис. 1. Схема расположения аппаратуры

Так, Броксон<sup>(1)</sup> измерил диэлектрическую постоянную воздуха до 170 атм.; при этом было установлено, что она изменяется почти линейно с давлением. Мак-Набней, Мултон и Бешлейн<sup>(2)</sup> определили диэлектрическую постоянную воздуха и водорода при 20°С в интервале давлений 72—335 атм. Ими было показано, что функция Клаузиуса-Моссоти в пределах ошибок постоянна для воздуха, в то время как для водорода она убывает монотонно с давлением от 1,16 до 0,99. Улиг, Кирквуд и Кейсс<sup>(3)</sup> сделали измерения диэлектрической постоянной двуокси углерода, аммиака, метана, азота и водорода в интервале температур от 0 до 200°С при давлении до 250 атм. Функция Клаузиуса-Моссоти найдена не зависящей от плотности для метана, водорода и азота. Для CO<sub>2</sub> она медленно возрастает с плотностью и более быстро для аммиака. Молярная поляризация P<sub>0</sub> не зависит от температуры для всех газов за исключением аммиака; P<sub>0</sub> для аммиака возрастает с температурой. Михелс, Джасперс и Сан-

дерс<sup>(4)</sup> измерили диэлектрическую постоянную азота до 1000 атм. между 25 и 150° С. Функция Клаузиуса-Моссоти также постоянна с давлением. Михелс, Сандерс и Шиппер<sup>(5)</sup> проделали измерения ди-

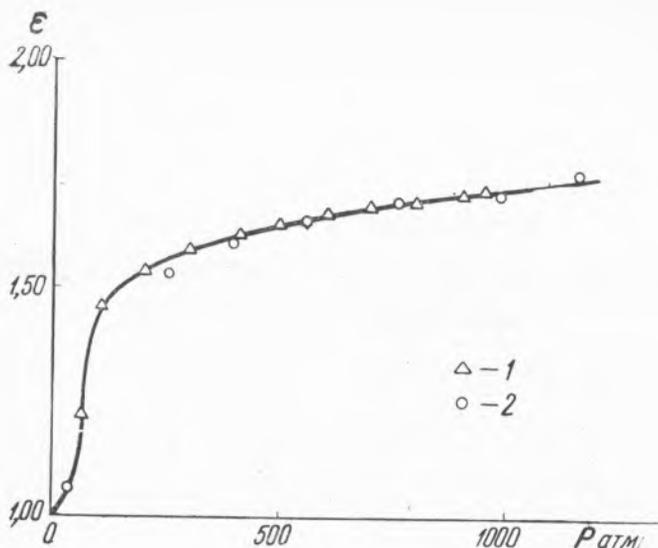


Рис. 2. Зависимость диэлектрической постоянной двуокиси углерода от давления.  $T = 32^\circ \text{C}$ . 1 — данные измерений Михелса, 2 — данные наших измерений

электрической постоянной водорода до 1425 атм. при температурах 25 и 100° С. Функция Клаузиуса-Моссоти оказалась постоянной в пределах ошибок. А. Михелс и Ц. Михелс<sup>(6)</sup> изучили влияние давления

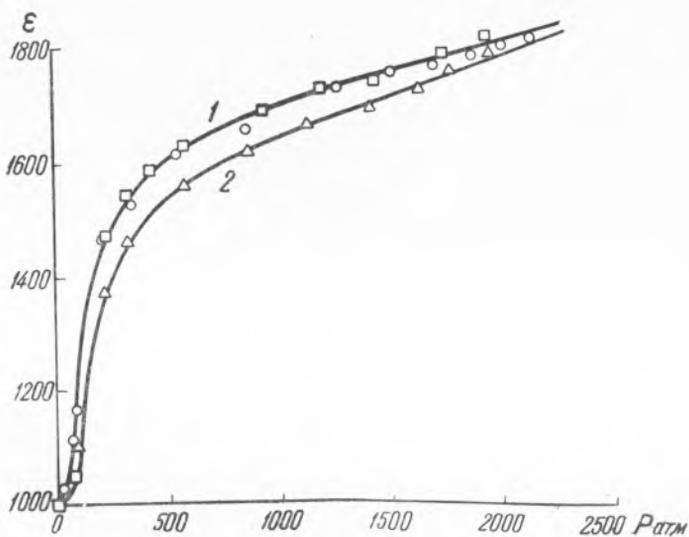


Рис. 3. Зависимость диэлектрической постоянной этилена от давления при температурах: 1 — 34° С, 2 — 75° С

на диэлектрическую постоянную  $\text{CO}_2$  при давлении до 1000 атм. и температурах от 25 до 150° С. Функция Клаузиуса-Моссоти не зависит от температуры и имеет тенденцию к убыванию с возрастанием давления. Позже Михелс и Клеереккопер<sup>(7)</sup> измерили диэлектрическую постоянную  $\text{CO}_2$  при 25, 50 и 100° С при давлениях до 1687 атм.

В этой работе были частично повторены прежние измерения с большой точностью в области низких плотностей. Функция Клаузиуса-Моссоти имеет хорошо выраженный максимум при давлении около 300 атм. при температуре 50° С. При температуре 100° он несколько уменьшается. Величина максимума варьирует в пределах 2%.

Таблица 1

$P$ атм.	$\epsilon$	$d \cdot 10^{-2}$ *	$\epsilon^{**}$	$\frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \cdot 10^{-2}$	$\frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \cdot \frac{M}{d}$
$t = 34^\circ$					
0	1,000	—	1,000	—	—
24	1,026	24,5	1,006	200	2,29
68	1,110	120	1,084	2724	6,36
87	1,163	204	1,163	5153	7,08
213	1,446	312	1,460	13295	11,95
339	1,580	344	1,543	15326	12,49
436	1,563	360	1,572	16013	12,48
542	1,617	374	1,617	17053	12,78
852	1,659	405	1,680	18478	12,76
1026	1,697	417	1,705	19028	12,79
1268	1,727	431	1,732	19614	12,76
1510	1,750	443	1,756	20127	12,74
1694	1,765	451	1,774	20509	12,75
1859	1,780	458	1,794	20928	12,81
2014	1,795	464	1,810	21260	12,84
2149	1,811	469	1,822	21507	12,85
$t = 75^\circ$					
0	1,000	—	1,000	—	—
92	1,098	110	1,098	3163	8,06
218	1,371	256	1,371	11006	12,05
329	1,458	300	1,458	13245	12,38
426	1,509	322	1,509	14506	12,63
571	1,556	347	1,556	15036	12,63
862	1,622	381	1,622	17173	12,63
1133	1,665	402	1,665	18145	12,65
1413	1,702	419	1,710	19137	12,80
1636	1,735	430	1,740	19786	12,90
1767	1,764	438	1,756	20128	12,88
1955	1,785	444	1,780	20635	13,03

\*  $d$  — плотности взяты из работы Михелса и Гелдерманса (\*).  
 \*\*  $\epsilon$  — взяты из кривой по двум сериям измерений (рис. 1).

Мы исследовали влияние давления на изменение диэлектрической постоянной этилена. Эти измерения выполнены с помощью аппаратуры, представленной на рис. 1. Как видно из этого рисунка, цилиндрический конденсатор образуется из латунного цилиндра  $a$  и стальной бомбы высокого давления  $b$ . Стальная бомба (внешняя обкладка) в опытах была заземлена.

Провод от латунного цилиндра был выведен через электроввод  $c$  наружу и соединен с прибором для измерения емкости, который работал на постоянной частоте в  $2 \cdot 10^6$  герц. Измерения основаны на методе биений. В бомбу высокого давления подавался газ с помощью компрессора сверхвысокого давления, сконструированного одним из авторов. Особенностью компрессора является его работа в отсутствие смазки, что обеспечивает чистоту компримируемого газа. Давление измерялось с помощью стрелочного манометра  $d$ . Вся бомба была

помещена в масляный термостат  $e$  с мешалкой и контактным термометром. Постоянство температуры во время измерений поддерживалось с точностью  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ .

С целью проверки методики были проделаны измерения диэлектрической постоянной  $\text{CO}_2$  при температуре  $32^\circ\text{C}$  при давлении до 1133 атм. Это дало возможность сравнить полученные данные с ре-

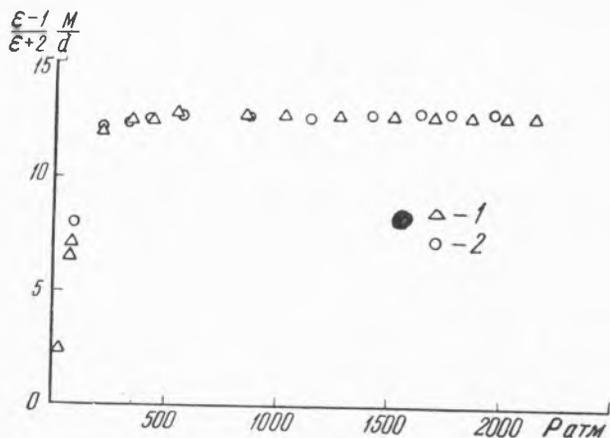


Рис. 4. Зависимость функции Клаузиуса-Моссоти от давления при температурах: 1 —  $34^\circ\text{C}$ , 2 —  $75^\circ\text{C}$

зультатами измерений работы А. Михелс и Ц. Михелс <sup>(6)</sup> на одной и той же изотерме. На рис. 2 приведено сопоставление наших данных с данными этих авторов.

Измерения диэлектрической постоянной этилена при температурах 34 и  $75^\circ\text{C}$  сделаны нами при давлениях до 2149 атм. Точность наших измерений может быть оценена не ниже  $0,5\%$  (давление определялось с точностью до 5 атм., емкость — с точностью до 0,05 см).

Результаты этих измерений представлены в табл. 1 и на рис. 3. Ход кривых зависимости диэлектрической постоянной этилена от давления аналогичен ходу зависимости диэлектрической постоянной  $\text{CO}_2$  от давления в работе А. Михелс и Ц. Михелс. Функция Клаузиуса-Моссоти для этилена, вычисленная из наших измерений, как это видно из рис. 4, не зависит от температуры. Это указывает, по-видимому, на то, что при этих давлениях каких-либо деформаций молекул еще не происходит.

Лаборатория сверхвысоких давлений  
Института органической химии  
Академии Наук СССР

Поступило  
17 IV 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> J. W. Broxon, *Phys. Rev.*, **37**, 1938 (1931). <sup>2</sup> R. McNabney, W. Moulton and W. L. Beuschlein, *ibid.*, **47**, 695 (1935). <sup>3</sup> H. H. Uhlig, J. G. Kirkwood and F. G. Keyes, *J. Chem. Phys.*, **1**, 155 (1933). <sup>4</sup> A. Michels, A. Jaspers and P. Sanders, *Physica*, **1**, 627 (1934). <sup>5</sup> A. Michels, P. Sanders and A. Schipper, *ibid.*, **2**, 753 (1935). <sup>6</sup> A. Michels and C. Michels, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, **231**, 409 (1933). <sup>7</sup> A. Michels and L. Kleerekoper, *Physica*, **6**, 586 (1939). <sup>8</sup> A. Michels and M. Geldermans, *ibid.*, **9**, 967 (1942).