

Н. А. АГАЕВ, АЗАД АБАСЗАДЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ СМЕСЕЙ ОБЫЧНОЙ И ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

(Представлено академиком М. Д. Миллиончиковым 25 V 1972)

Настоящее исследование посвящено изучению вязкости смесей обычной и тяжелой воды при давлениях 1–1200 кг/см² в интервале температур 4–75° С.

Вязкость обычной и тяжелой воды при высоких давлениях в температурном интервале 0–150° С подробно исследована ранее (^{1–3}). В литературе имеются данные по вязкости смесей обычной и тяжелой воды только при атмосферном давлении (⁴). Так, П. Селвуд и А. Фрост (⁵) исследовали вязкость смесей обычной и тяжелой воды трех концентраций при температуре 20°, В. Бейкер и В. Ла Мер (⁶) определили вязкость шести, а Г. Джонс и Х. Форнуолт (⁷) семи концентраций обычной тяжелой воды при температуре 25°.

Наше исследование проводилось на установке для определения вязкости жидкости и газов при высоких давлениях, предложенной И. Ф. Голубевым (⁸). Вискозиметр, использованный в данных опытах, имел следующие геометрические размеры: радиус капилляра $r = 0,001126$ см; длина капилляра $l = 6,270$ см; объем измерительного баллончика $V = 1,6354$ см³; перепад давления ртуты $\Delta H = 6,244$ см рт. ст.

Абсолютная температура опытов измерялась методом компенсации платиновым термометром сопротивления с точностью до 0,01°. Для исключения паразитных термо-э.д.с. измерения проводились при прямом и обратном направлениях тока. В компенсационной схеме для измерения температуры использовались прецизионные приборы, потенциометр Р307 и катушка сопротивления типа Р-331 на 100 ом класса 0,01. Платиновый термометр сопротивления имел следующие характеристики: $R_0 = 10,0496$ абс.ом. и $R_{100} / R_0 = 1,39257$. Температура поддерживалась постоянной с точностью $\pm 0,003^\circ$ С.

Время истечения измерялось автоматически электросекундомером П-30 при помощи электронной блок-схемы с точностью до 0,1 сек.

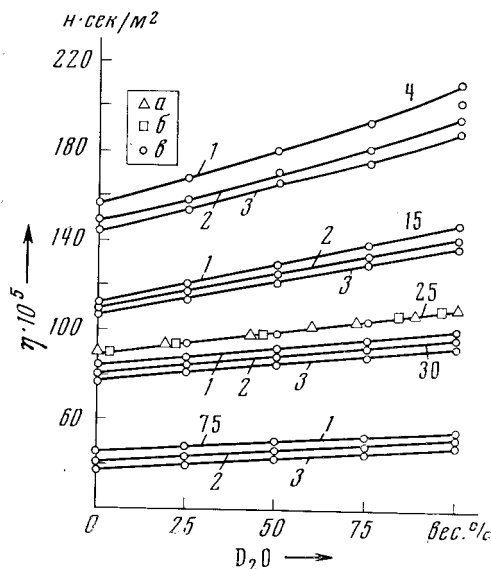


Рис. 1. Изотермы концентрационной зависимости вязкости смеси обычной и тяжелой воды при давлениях. 1 — 1 атм, 2 — 600 кг/см², 3 — 1200 кг/см²; а — Байкер, Ла Мер (⁶), б — Джонс, Форнуолт (⁷); в — наши данные; цифры у кривых — температура, °С

Таблица 1

Вязкость $\eta \cdot 10^5$ (н·сек/м²), смесей при высоких давлениях и различных температурах (°C)

$P, \text{ кг/см}^2$	3°, 9	10°, 05	20°, 00	30°, 07	49°, 98	75°, 00	4°, 03	7°, 96	15°, 00	20°, 00	30°, 01	50°, 00	75°, 00	4°, 05	7°, 23	9°, 94	20°, 00	30°, 00	50°, 00	74°, 95
25% D ₂ O + 75% H ₂ O							50% D ₂ O + 50% H ₂ O							75% D ₂ O + 25% H ₂ O						
1	167,80	138,75	105,90	93,40	56,91	39,01	180,00	158,15	128,10	112,06	88,35	59,80	40,95	192,20	171,85	158,60	119,20	92,25	62,35	42,00
50	166,72	138,75	105,70	83,42	57,04	39,18	178,50	157,30	127,58	111,76	88,19	59,80	41,12	190,00	170,47	157,45	118,75	92,93	62,40	43,19
100	166,20	137,80	105,24	83,40	57,20	39,39	177,50	156,20	127,00	111,62	88,10	60,05	41,25	188,75	169,85	156,40	118,21	93,00	62,45	43,15
200	164,40	136,64	104,98	83,25	57,43	39,60	175,00	154,80	126,32	111,15	88,00	60,10	41,54	186,20	168,25	155,00	117,48	92,96	62,65	43,65
300	162,85	136,10	104,80	83,15	57,66	39,81	172,90	153,40	125,90	110,79	87,84	60,35	41,83	183,90	166,53	153,50	116,98	92,85	62,88	43,90
400	161,60	135,65	104,56	83,30	57,92	40,10	171,44	152,20	125,30	110,40	87,95	60,56	42,01	182,20	165,50	152,80	116,43	92,86	63,12	44,10
500	160,05	135,20	104,30	83,25	58,05	40,39	170,00	151,05	124,66	110,16	87,90	60,90	42,32	180,50	164,79	151,85	116,30	92,80	63,40	44,35
600	158,20	134,80	104,40	83,35	58,21	40,68	168,73	150,50	124,30	110,00	88,00	61,01	42,64	179,25	163,70	151,00	115,94	92,60	63,74	44,75
700	158,20	134,50	104,30	83,40	58,55	40,95	167,60	149,95	123,76	109,75	88,05	61,38	42,85	178,00	163,10	150,45	115,76	92,76	64,02	45,00
800	157,60	134,25	104,30	83,70	58,79	41,20	166,98	149,64	123,85	109,96	88,00	61,50	43,14	177,45	162,80	149,69	115,83	92,95	64,20	45,37
900	157,20	134,20	104,20	83,80	59,90	41,36	166,51	148,80	123,64	109,85	88,16	61,83	43,45	176,34	162,45	149,40	115,90	93,00	64,40	45,58
1000	156,95	134,55	104,26	84,05	59,20	41,70	166,25	148,70	123,61	110,00	88,50	62,15	43,79	175,97	162,00	149,50	115,94	93,11	64,77	45,90
1100	156,80	134,35	104,50	84,21	59,44	41,96	165,92	148,30	123,75	109,95	88,74	62,30	44,06	175,35	162,10	149,20	115,85	93,25	65,10	46,15
1200	156,75	134,44	104,55	84,50	59,72	42,29	165,80	148,55	123,34	110,00	88,96	62,62	44,25	175,25	162,10	149,18	115,85	93,55	65,25	46,60

Давление в опытах измерялось и поддерживалось грузопоршневыми манометром ПМ-600 и МП-2500 класса 0.05.

Чистота обычной воды оценивалась по измерению электрического сопротивления $1,5 \cdot 10^{-7}$ абс.ом·см; частота тяжелой воды по паспортным данным ГИПХ составляла 99,88%.

Вязкость смесей обычной и тяжелой воды определялась для трех концентраций: 25, 50, 75 вес.% на различных изотермах (см. табл. 1).

В зависимости от области исследования шаг измерения давления на изотермах составлял 10–100 кг/см². Предельное давление на изотермах составляло 1200 кг/см². В каждой точке при заданной температуре и давлении измерения проводились 2–3 раза, при этом воспроизводимость опытов составляла $\pm 0,15\%$. Погрешность экспериментальных данных с учетом возможных ошибок отдельных измерений не превышает $\pm 0,8\%$.

На рис. 1 представлены изотермы вязкости исследованных смесей в зависимости от концентрации и давлений. Как видно, с увеличением температуры концентрационная зависимость вязкости смесей уменьшается. При постоянных температурах в области, близкой к плавлению, с увеличением давления изобары концентрационной зависимости вязкости понижаются. При 30° изобары сближаются, а при 75°, наоборот, располагаются выше, чем при 1 атм.

Такой характер поведения изобар объясняется аномальным изменением вязкости обычной и тяжелой воды в зависимости от давления, которое было установлено в работе (1).

На рис. 1 сравниваются также литературные данные с полученными в настоящей работе, расхождение при этом не превышает 0,1–0,2%.

Азербайджанский научно-исследовательский
институт энергетики им. И. Г. Есьмана
Баку

Поступило
17 V 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Агаев, А. Д. Юсипова, ДАН, 180, № 2 (1968). ² Н. А. Агаев, А. Д. Юсипова, Теплоэнергетика, № 9 (1967). ³ Н. А. Агаев, А. Д. Юсипова, Атомная энергия, 23, в. 2 (1967). ⁴ Тяжелая вода, под ред. В. А. Кириллина, 1965. ⁵ P. W. Selwood, A. A. Frost, J. Am. Chem. Soc., 55, 4335 (1933). ⁶ W. N. Baker, V. K. La Mer, J. Chem. Phys., 3, 7, 406 (1935). ⁷ G. Jones, H. J. Fornwat, J. Chem. Phys., 4, 30 (1936). ⁸ И. Голубев, Н. А. Агаев, Вязкость предельных углеводородов, 1964.