

А. К. АБАС-ЗАДЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НЕКОТОРЫХ ЖИДКОСТЕЙ И ИХ ПАРОВ В КРИТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 13 V 1954)

1. Теплопроводность жидкостей вблизи критической области мало изучена. За последние 20 лет в советской литературе появилось лишь несколько работ, посвященных экспериментальному исследованию тепло-

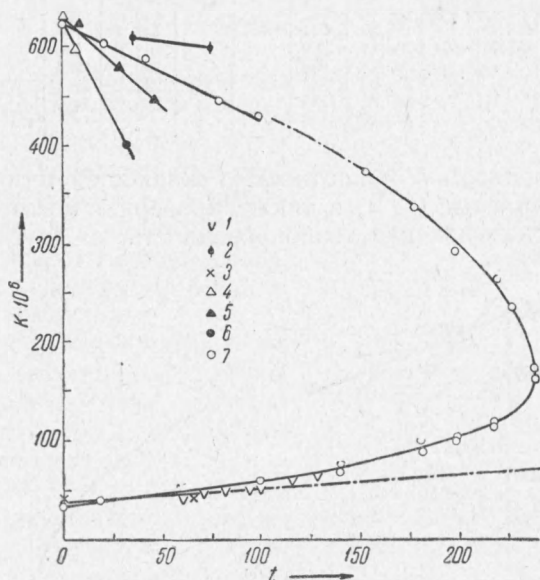


Рис. 1. Теплопроводность жидкого и парообразного метилового спирта в зависимости от температуры и давления (включая критическую область): 1 — по Шушпанову, 2 — по Бриджмену, 3 — по Мозеру, 4 — по Гольдштейну, 5 — по Лесу, 6 — по Дегену, 7 — по нашим измерениям

проводности некоторых жидкостей вблизи критической области. В этом отношении известны работы Д. Л. Тимрота и Н. Б. Варгафтика (^{1, 2}) по определению теплопроводности воды и водяного пара, работа Е. П. Боровика (³) по определению теплопроводности бензола, толуола и метаксилола (^{4, 5}), работы Д. Л. Тимрота и В. Г. Осколковой по определению теплопроводности углекислоты.

Последнее вещество было также исследовано за рубежом Зельшоппом (⁶), результаты измерения которого были сильно искажены возникновением конвекции. Данные Зельшоппа исправлены Е. П. Боровиком

путем введения поправки на конвекцию при помощи критерия Крауссольда (7).

В настоящем сообщении приводятся результаты нашего исследования по теплопроводности ацетона, этилового спирта, метилового спирта и этилового эфира. Исследование позволяет раскрыть взаимную связь

Таблица 1
Теплопроводность паров $K \cdot 10^7$ (кал/см·сек·град)

Метиловый спирт				Этиловый спирт				Ацетон				Этиловый эфир			
ненасыщ. по Шушпанову (1 ^а)		насыщ. по нашему измерению		ненасыщ. по Шушпанову (1 ^а)		насыщ. по нашему измерению		ненасыщ. по Мозеру (1 ^б)		насыщ. по нашему измерению		ненасыщ. по Мозеру (1 ^б)		насыщ. по нашему измерению	
$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$	$t^{\circ}\text{C}$	$K \cdot 10^7$
58,80	427	0,30	323	53,20	421	0,02	312	0	220,4	0,15	248	0	310,1	0,07	315,8
66,40	450	21,1 ^а	384	65,95	449	17,74	353	45	290,2	20,93	328	46	390,1	38,9	420
72,10	454	60,82	487	73,16	434	40,14	404	160	391	43,07	342	100	227,8	60,81	476
78,40	480	102,00	612	77,65	469	60,68	449	184	590	100,12	419	184	759,9	79,34	510
84,65	493	131,72	769	87,25	496	80,91	503			151,08	585	212,5	840,0	100,02	605
88,40	503	182,74	980							151,08	585	212,5	840,0	100,02	605
95,76	518	181,05	981	96,35	519	99,93	551			159,80				140,88	735,8
100,15	528	200,00	1063	102,10	520	139,40	603			163,48	707			173,01	898
115,27	571	219,77	1225	115,95	559	158,89	694			181,77	797			193,73	1080
127,25	608	241,75	1558	127,50	594	180,41	809			203,16	950			220,92	1324
						200,74	925			219,88	1200				
						210,23	1023			231,12	1314				
						240,21	1258			255,82	1489				
						245,13	1450								

между теплопроводностью и плотностью жидкостей и их паров вплоть до критической области (8-10), а также проверить некоторые теоретические формулы, связывающие теплопроводность с другими тепловыми параметрами (11-14).

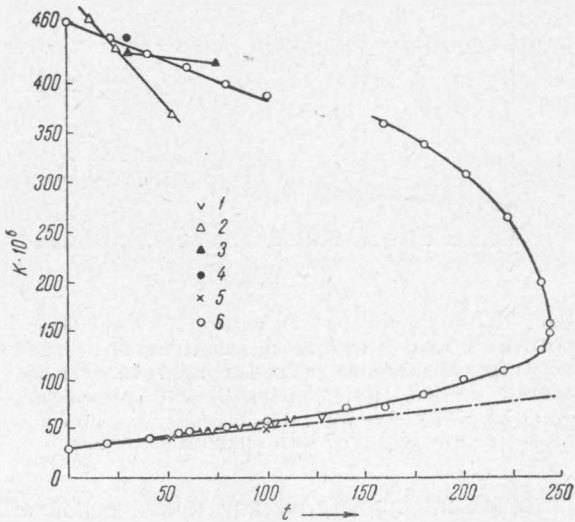


Рис. 2. Теплопроводность жидкого и парообразного этилового спирта в зависимости от температуры и давления (включая критическую область): 1 — по Шушпанову, 2 — по Лессу, 3 — по Бриджмену, 4 — по Шмидту, 5 — по Мозеру, 6 — по нашим измерениям

2. Экспериментальные исследования ряда авторов (1, 2, 7, 15-17) показывают, что среди известных методов измерения теплопроводности жид-

костей и газов метод коаксиальных цилиндров и, в частности, метод нагретой проволоки по своей точности превосходят остальные методы, если при этом внимательно учесть потери тепла, обусловленные излучением, падением температуры в стенках измерительной трубки, потерей тепла на концах трубки, конвекционным переносом тепла и температурными скачками. Наши измерения мы производили методом «нагретой проволоки» при помощи аппарата нашей конструкции с одним ⁽¹⁵⁾ и двумя автоклавами *.

3. Приводим результаты наших измерений в виде табл. 1 для паров и в виде кривых рис. 1—4 для жидкостей и паров. На наши кривые мы нанесли еще некоторые экспериментальные точки других исследователей, заимствованные из литературы ^(14, 16-18).

Метиловые и этиловые спирты, ацетон и этиловый эфир нами исследованы в жидком и парообразном состоянии с переходом через критическую область. Кроме того, теплопроводность ацетона измерена также под давлением 72 атм., т. е. с охватом выше критической области; этиловый эфир измерен под давлением 20, 36,5 и 50 атм., т. е. охвачен ниже и выше критической области.

4. Приведенные в настоящем сообщении экспериментальные результаты и ранее опубликованные ^(4, 5) материалы о теплопроводности бензола, толуола и метаксилола позволяют установить следующее:

а) теплопроводность ненасыщенных паров исследованных веществ меньше, чем насыщенных;

б) теплопроводность упомянутых органических соединений в жидком состоянии с повышением температуры уменьшается, а в парообразном состоянии увеличивается;

в) с повышением давления теплопроводность указанных жидкостей и их паров увеличивается;

г) в области непрерывного перехода от жидкого состояния к газообразному, т. е. в критической области, для всех этих жидкостей наблюдается монотонное падение величины коэффициента теплопроводности от значений, характерных для жидкостей, до значений, характерных для паров, а потому кривые теплопроводности жидкого и парообразного состояния в критической области плавно смыкаются и получается одна единая кривая;

д) ход изменения кривых теплопроводности показывает, что никакого максимума в критической области не имеется;

е) теплопроводность исследованных соединений в критической области имеет конечное значение, приблизительно равное $\frac{1}{3}$ значения теплопроводности данной жидкости при нормальных условиях.

Наши результаты не только качественно подтверждают экспериментальными результатами В. Ф. Ноздрева ⁽¹⁹⁾ и К. Г. Ахметзянова ⁽²⁰⁾,

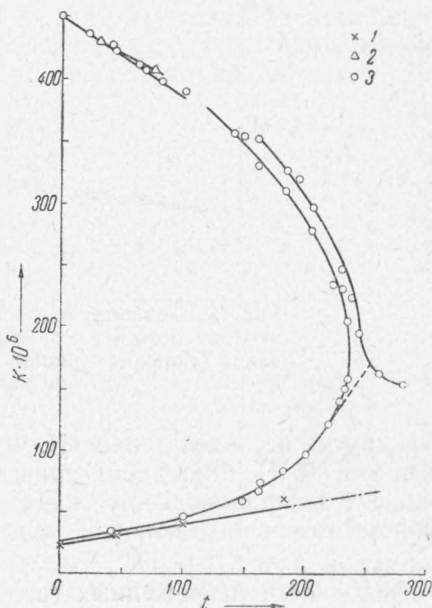


Рис. 3. Теплопроводность жидкого и парообразного ацетона в зависимости от температуры и давления (включая критическую область): 1 — по Мозеру, 2 — по Бриджмену, 3 — по нашим измерениям

* Описание аппарата с двумя автоклавами см. в ⁽²¹⁾.

изучавшего скорость ультразвука в органических жидкостях в критической области, и теоретической формулой М. Ф. Широкова (¹²), полученной на основании молекулярно-кинетического представления, но также количественно хорошо согласуются с теоретическим построением А. С. Предводителява (⁸).

Теоретическое построение А. С. Предводителява, экспериментальные исследования Д. Л. Тимрота, Н. Б. Варгафтика и автора, а также дан-

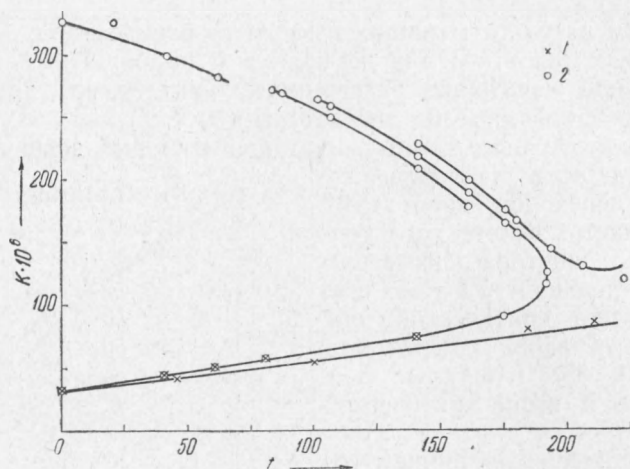


Рис. 4. Теплопроводность жидкого и парообразного этилового эфира в зависимости от температуры и давления (включая критическую область): 1 — по Мозеру, 2 — по нашим измерениям

ные других исследователей (И. Ф. Голубов, В. Г. Осколкова, В. В. Керженцева, Л. П. Филиппов) приводят к важному заключению, что коэффициент теплопроводности жидкостей и их паров в широком температурном интервале, включая критическую область, хорошо описывается формулой $K = K_t + B\rho^{1/2}$, где ρ — плотность и K_t — коэффициент теплопроводности разреженных газов, рассчитанный по обычным кинетическим законам.

В заключение пользуюсь случаем выразить искреннюю благодарность чл.-корр. АН СССР А. С. Предводителяву за проявленный интерес к работе и ценные советы.

Азербайджанский государственный
педагогический институт
им. В. И. Ленина

Поступило
21 IV 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Б. Варгафтик, Д. Л. Тимрот, ЖТФ, 9, 63 (1939); Изв. Всесоюз. теплотехн. инст., № 9 (1935). ² Д. Л. Тимрот, Н. Б. Варгафтик, ЖТФ, 10, 1063 (1940). ³ Е. П. Боровик, ЖТФ, 17, 328 (1947). ⁴ А. К. Абас-заде, Докл. АН Азерб.ССР, № 1, 8 (1949). ⁵ А. К. Абас-заде, ДАН, 68, № 4, 665 (1949). ⁶ W. Sellschopp, Forschung, № 4—5, 162 (1934). ⁷ Е. П. Боровик, ЖЭТФ, 17, 328 (1947). ⁸ А. С. Предводителяв, ЖФХ, 22, 339 (1948). ⁹ А. К. Абас-заде, ЖЭТФ, 23, 60 (1952). ¹⁰ А. К. Абас-заде, Тр. АПИ им. В. И. Ленина, 1, 44 (1953). ¹¹ А. С. Предводителяв, ЖЭТФ, 4, 68 (1934). ¹² М. Ф. Широков, Вязкость жидкостей и коллоидных растворов, Сборн., 2, 1944, стр. 35. ¹³ А. К. Абас-заде, ЖФХ, 23, 736 (1948). ¹⁴ П. В. Бриджмен, Физика высоких давлений, 1935. ¹⁵ А. К. Абас-заде, Докл. АН Азерб.ССР, № 1 (1947). ¹⁶ П. Г. Шушпанов, ЖЭТФ, 5, 870 (1935); 9, 875 (1939). ¹⁷ С. И. Грибкова, ЖЭТФ, 11, 364 (1941). ¹⁸ Landolt-Börnstein, Phys.-Chem. Tabellen, 1, 2, 3, 1950—1952. ¹⁹ В. Ф. Ноздрев, ДАН, 93, № 3 (1948); Вестн. МГУ, № 3 (1948). ²⁰ К. Г. Ахметзянов, там же, № 9 (1949). ²¹ А. К. Абас-заде, Докт. диссерт., МГУ, 1951.