

УДК 536.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СЕБАЦИНАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

ГОДЖАЕВ Э.М., КЕРИМОВ Э.Г., ГУСЕЙНОВ М.А.

Азербайджанский Технический Университет

В работе приводятся результаты экспериментального исследования теплопроводности себацинатов в зависимости от температуры. Предложены обобщенные формулы расчета теплопроводности себацинатов в зависимости от температуры при атмосферном давлении.

Эфиры себациновой кислоты находят широкое применение в различных технологических процессах. Например, применяются в качестве пластификаторов и смазочных масел. Отдельные гомологи указанного ряда, имеющие высокую температуру кипения (≈ 662 К), могут быть использованы как теплоносители и охлаждающие жидкости. Они работоспособны в более жестких условиях, чем нефтяные масла. Несмотря на широкое техническое применение себацинатов в различных технологических процессах, к настоящему времени их теплофизические свойства почти не исследованы. В работах [1, 2] впервые нами приведены результаты экспериментальных исследований теплопроводности λ сложных эфиров – себацинатов (диоктилсебацинат, диизоамилсебацинат) в широком диапазоне параметров состояния.

В связи с этим нами была поставлена задача проведения опытного и расчетно-теоретического исследования коэффициента теплопроводности сложных эфиров себациновой кислоты в зависимости от температуры.

Измерения проведены методом монотонного разогрева, основанным на нелинейной теории теплопроводности. Теория метода, методика измерения и конструкция измерительной ячейки и установки изложены в работе [3].

Максимальная погрешность измерения составляет $\pm 2,2\%$. Воспроизводимость данных, полученных при тождественных условиях, лежит в пределах $\pm 1\%$.

Основные характеристики исследованных эфиров приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные характеристики себацинатов

№	Наименование	Химическая формула	Содержание основного компонента %	Молекулярная масса, М, кг/кмоль	Плотность ρ_4^{20} , кг/м ³	Температура кипения, $T_{кип}$, К
1	Диэтилсебацинат	$C_{14}H_{26}O_4$	99,94	258,36	967,5	581
2	Дипропилсебацинат	$C_{16}H_{30}O_4$	99,96	286,41	953,4	600
3	Дибутилсебацинат	$C_{18}H_{34}O_4$	99,81	314,47	944,9	618
4	Диамилсебацинат	$C_{20}H_{38}O_4$	99,67	342,52	935,1	625
5	Дигексилсебацинат	$C_{22}H_{42}O_4$	99,57	370,55	925,9	636
6	Дигептилсебацинат	$C_{24}H_{46}O_4$	99,63	398,63	914,8	650
7	Диоктилсебацинат	$C_{26}H_{50}O_4$	99,21	376,28	909,3	662

При атмосферных давлениях получено 98 опытных значений теплопроводности. Экспериментальные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Экспериментальные значения теплопроводности $\lambda \cdot 10^3$ Вт/мК себацинатов при 0,1 МПа.

Диэтилсебацинат		Дипропилсебацинат		Дибутилсебацинат	
Т,К	λ	Т,К	λ	Т,К	λ
302,5	172	314,5	167	308,1	163
326,3	165	340,3	161	332,3	160
350,7	161	364,1	155	357,2	154
376,1	155	386,4	150	382,1	148
400,4	150	418,2	143	407,2	143
430,3	143	444,6	138	432,1	138
456,8	137	463,0	132	457,2	132
480,2	131	500,1	124	482,4	128
500,3	126	526,3	119	507,5	122
530,7	121	550,7	113	531,7	116
550,1	116	572,1	108	556,1	111
570,5	111	592,5	104	580,3	105
				604,3	100

Продолжение таблицы 2

Диамилсебацинат		Дигексилсебацинат		Дигептилсебацинат		Диоктилсебацинат	
Т,К	λ	Т,К	λ	Т,К	λ	Т,К	λ
306,2	159	310,2	157	312,3	155	302,2	156
330,7	155	334,5	152	336,6	151	320,4	153
355,4	150	358,1	148	360,2	146	332,5	150
380,2	145	383,2	143	385,5	141	345,4	148
404,5	140	408,7	137	410,1	136	360,1	144
428,2	134	432,3	133	434,5	132	372,3	143
453,5	130	458,1	128	460,2	127	390,7	139
477,3	125	482,5	123	484,1	120	402,2	137
502,4	120	506,3	118	508,7	117	418,8	134
527,5	114	531,7	112	533,5	112	430,1	131
552,3	109	556,1	108	558,1	107	446,4	128
576,2	103	580,3	102	582,6	103	460,3	125
601,4	98,7	604,2	97,5	606,3	97,8	472,1	123
						490,2	120
						502,3	117
						520,1	114
						532,4	112
						550,6	108
						562,3	106
						579,4	102
						591,1	100
						604,6	98,9

На рис.1 представлена зависимость λ себацинатов от молекулярного веса при атмосферном давлении.

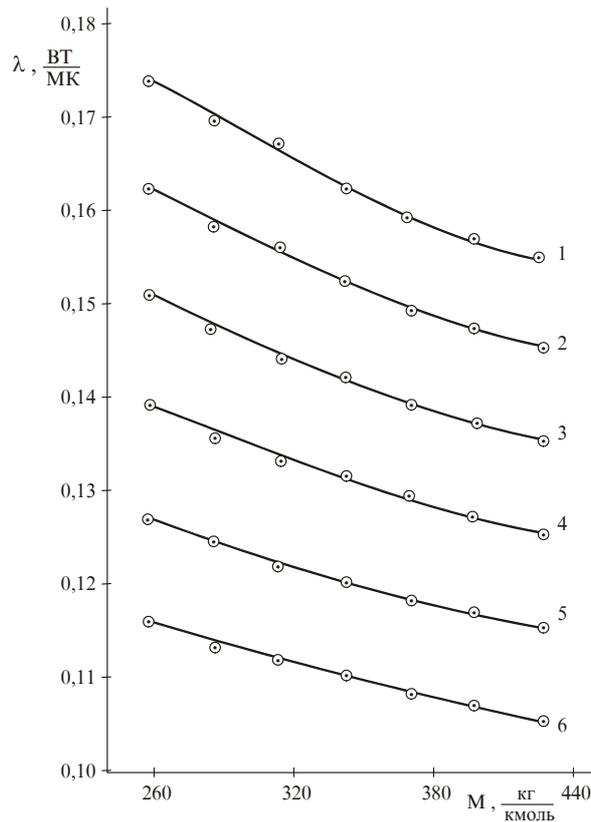


Рис.1 Зависимость λ себацинатов от молекулярного веса.

В [4] показано, что результаты исследования теплопроводности высокотемпературных органических теплоносителей согласуются с выводами Л.П.Филиппова о связи λ жидкостей со структурой молекул: с ростом молекулярного веса уменьшается теплопроводность. Из рис.1 видно, что полученные нами результаты согласуются с выводами [4].

Для обобщения экспериментальных результатов теплопроводности при атмосферном давлении в зависимости от температуры нами применен метод подобия [5,6]. Обработка экспериментальных данных в координатах $\frac{\lambda}{\lambda_{\tau=0,8}} = f(\tau)$ показывает, что все имеющиеся экспериментальные точки сходятся в единую линию, которая описывается уравнением вида:

$$\lambda = \lambda_{\tau=0,8} \cdot (1,8256 - 1,0252 \cdot \tau) \quad (1)$$

Приведенная температура $\tau = \frac{T}{T_{кип}} = 0,8$ выбрана из тех соображений, чтобы охватить все имеющиеся экспериментальные данные по исследованному нами классу жидкостей.

Уравнение (1) позволяет непосредственно вычислить температурные зависимости $\lambda(T)$ неисследованных жидкостей, т.к. необходимо иметь по этой жидкости хотя бы одно значение λ при фиксированной температуре. Для устранения этой трудности нам удалось связать $\lambda_{\tau=0,8}$ с нормальной температурой кипения единой зависимостью в виде:

$$\lambda_{\tau=0,8} = 0,2908 - 2,716 \cdot 10^{-4} \cdot T_{кип} \quad (2)$$

Отклонения экспериментальных значений $\lambda(T)$ от рассчитанных по формуле (1) с учетом (2) составляет в среднем $\pm 0,98\%$.

Анализ результатов экспериментов по температурной зависимости $\lambda=f(T)$ себацинатов при атмосферном давлении показал, что при температурах, равноудаленных от нормальной температуры кипения $T_{\text{кип}}$, т.е. при равных значениях $(T_{\text{кип}}-T)$, выполняется следующее условие:

$$\lambda \cdot n_c^{1/3} = \text{idem} \quad (3)$$

Здесь n_c – число углеродных атомов в молекуле.

Насколько точно выполняется условие (3) видно из таблицы 3.

Таблица 3. Значения $\lambda \cdot n_c^{1/3} \cdot 10^3$ для себацинатов при температурах, равноудаленных от нормальной температуры кипения жидкости.

$T_{\text{кип}}-T$	Диэтилсебацинат	Дипропилсебацинат	Дибутилсебацинат
320	-	-	-
300	-	-	424
280	412	413	411
260	403	403	404
240	392	393	390
220	381	381	380
200	370	370	369
180	359	358	356
160	350	348	349
140	337	336	335
120	325	326	325
100	316	315	314
80	306	304	304
60	294	292	288
40	284	281	280
20	275	270	-

Продолжение таблицы 3

Диамилсебацинат	Дигексилсебацинат	Дигептилсебацинат	Диоктилсебацинат
-	-	439	441
423	423	428	429
412	409	416	417
401	403	405	406
390	392	393	394
379	381	382	382
369	370	370	370
355	358	358	360
347	347	347	349
333	336	337	337
323	325	325	326
312	314	315	314
301	302	304	302
290	291	292	292
279	279	280	-
-	-	270	-

Из (3) следует, что для двух представителей исследуемого гомологического ряда при $T_{кип}^1 - T_1 = T_{кип}^{11} - T_2$ выполняется следующее приближенное соотношение:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt[3]{\frac{n_c^{II}}{n_c^I}} \quad (4)$$

Здесь λ_1 – теплопроводность гомолога 1 при температуре T_1 ;

λ_2 – теплопроводность гомолога 2 при температуре T_2 ;

Соотношение (4) позволяет по теплопроводности одного гомолога и по молекулярной массе рассчитать теплопроводность всех членов гомологического ряда себацинатов.

Анализ функциональной зависимости (4) при различных значениях $(T_{кип}-T)$ показывает, что данная зависимость для себацинатов имеет универсальный характер и может быть аппроксимирована уравнением вида:

$$\lambda \cdot n_c^{1/3} = 0,258 + 0,5588 \cdot 10^{-3} (T_{кип} - T) \quad (5)$$

Достоинство приведенной формулы заключается в том, что она не содержит физических величин, требующих дополнительного экспериментального определения и позволяет непосредственно вычислить теплопроводность жидких себацинатов в широком диапазоне температур.

На рис.2 приведены сравнения экспериментальных данных по λ с рассчитанными значениями по обобщенному уравнению (5)

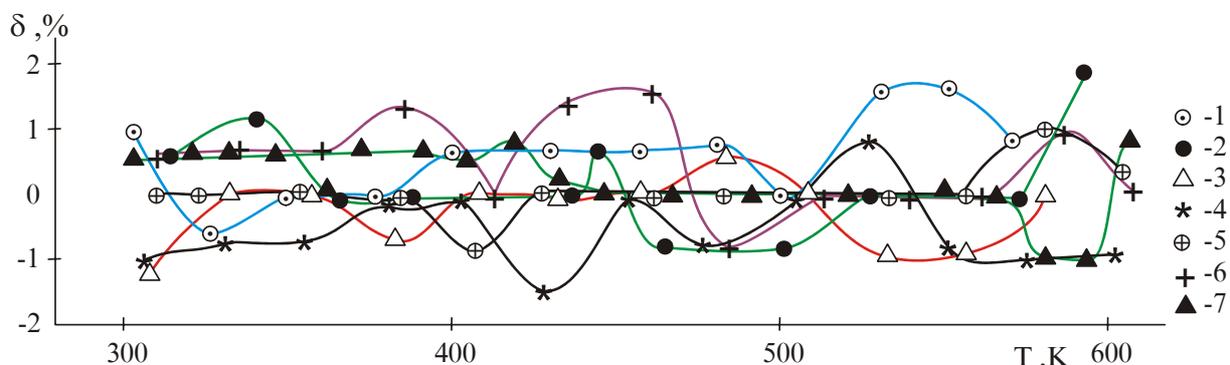


Рис.2. Отклонения экспериментальных значений λ от рассчитанных по уравнению (5)

- 1–Диэтилсебацинат; 2–Дипропилсебацинат; 3–Дибутилсебацинат;
4–Диамилсебацинат; 5–Дигексилсебацинат; 6–Дигептилсебацинат;
7–Диоктилсебацинат.

Из рисунка следует, что предложенная формула (5) весьма удовлетворительно описывает экспериментальные результаты и может быть рекомендована для определения температурных зависимостей теплопроводности жидких себацинатов в широком диапазоне температур.

1. Гусейнов М.А.// Материалы IX Республиканской конференции аспирантов Вузов Азерб., 1987, с.20-22
2. Гусейнов М.А., Мусаев Т.П., Аббасов А.А.// Исследование теплопереноса в веществах. Тематический сборник научных трудов, АзПИ, 1987, с.22-26

3. *Мустафаев Р.А.* Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояния. М.: Энергоатомиздат, 1991. – 310 с.
4. *Потиенко Н.Ф.* Дис.канд.техн.наук. Киев: 1974
5. *Филиппов Л.П.* Закон соответственных состояний. М.: МГУ, 1983. – 87 с.
6. *Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.* // Нефть и газ. – 1965. - №4. – с.67-71

SEBATSİNATLARIN İSTİLİKKEÇİRMƏSİNİN TEMPERATURDAN ASILI OLARAQ TƏCRÜBİ TƏDQIQI

QOCAYEV E.M., KƏRİMOV E.Q., HÜSEYNOV M.A.

Sebansinatların istilikkeçirməsinin temperaturdan asılı olaraq təcrübi tədqiqinin nəticələri gətirilir və hesablanması üçün ümumiləşdirilmiş düsturlar təklif olunur.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF HEAT CONDUCTIVITY OF SEBACINATS DEPENDING ON TEMPERATURE

GODJAEV E.M., KERIMOV E.Q., GUSEYNOV M.A.

In work results of an experimental research of heat conductivity of sebacinats depending on temperature are resulted. The generalized formulas of calculation of heat conductivity of sebacinats depending on temperature at atmospheric pressure are offered.