СПРАВОЧНИК

ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

СПРАВОЧНИК
по теплопроводности жидкостей и газов

Согласовано
с Государственной службой
стандартных справочных данных

МОСКВА
ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ
1990

ББК 31.31
С74
УДК 536.22/.23(035.5)

Рецензенты: *ВНИЦ МВ и Ю.В. Мамонов*

Редактор издательства *Т.И. Мушинска*

Справочник по теплопроводности жидкостей и газов/ С74 Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филиппов, А.А. Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.

ISBN 5-283-00139-3

Систематизированы и табулированы в зависимости от температуры и давления данные по теплопроводности неорганических веществ, органических, кремнийорганических соединений и жидких металлов. Приведены расчетные формулы для наиболее достоверных значений теплопроводности в экспериментально изученном диапазоне температур и давлений.

Для инженеров-теплотехников и теплофизиков различных отраслей промышленности.

С $\frac{2203020000\text{-}371}{051(01)\text{-}90}$ 139-90

ББК 31.31

ISBN 5-283-00139-3

© Авторы, 1990

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 4
Глава первая. Подготовка справочных таблиц 5
Глава вторая. О роли радиационного переноса теплоты 6
Глава третья. Теплопроводность одноатомных веществ 8
Глава четвертая. Теплопроводность двухатомных простых веществ 27
Глава пятая. Теплопроводность воздуха 40
Глава шестая. Теплопроводность неорганических веществ 43
Глава седьмая. Теплопроводность обычной и тяжелой воды 59
Глава восьмая. Теплопроводность щелочных металлов 68
Глава девятая. Обобщение данных о теплопроводности паров нормальных углеводородов метанового ряда при $p = 0{,}1$ МПа 75
Глава десятая. Теплопроводность органических веществ C_1 76
Глава одиннадцатая. Теплопроводность органических веществ C_2 104
Глава двенадцатая. Теплопроводность органических веществ C_3 128
Глава тринадцатая. Теплопроводность органических веществ C_4 144
Глава четырнадцатая. Теплопроводность органических веществ C_5 162
Глава пятнадцатая. Теплопроводность органических веществ C_6 173
Глава шестнадцатая. Теплопроводность органических веществ C_7 200
Глава семнадцатая. Теплопроводность органических веществ C_8 222
Глава восемнадцатая. Теплопроводность органических веществ C_9 250
Глава девятнадцатая. Теплопроводность органических веществ C_{10} 263
Глава двадцатая. Теплопроводность органических веществ C_{11} 277
Глава двадцать первая. Теплопроводность органических веществ C_{12} 284
Глава двадцать вторая. Теплопроводность органических веществ C_{13} 291
Глава двадцать третья. Теплопроводность органических веществ C_{14} 294
Глава двадцать четвертая. Теплопроводность органических веществ C_{15} 300
Глава двадцать пятая. Теплопроводность органических веществ C_{16} 302
Глава двадцать шестая. Теплопроводность органических веществ C_{17} 307
Глава двадцать седьмая. Теплопроводность органических веществ C_{18} 308
Глава двадцать восьмая. Теплопроводность органических веществ C_{19} 312
Глава двадцать девятая. Теплопроводность органических веществ C_{20} 313
Глава тридцатая. Теплопроводность органических веществ C_{21} 316
Глава тридцать первая. Теплопроводность органических веществ C_{22} 316
Глава тридцать вторая. Теплопроводность органических веществ C_{23} 320
Глава тридцать третья. Теплопроводность органических веществ C_{24} 321
Глава тридцать четвертая. Теплопроводность органических веществ C_{25} 323
Глава тридцать пятая. Теплопроводность изотопнозамещенных соединений 323
Список литературы 328
Предметный указатель 341

ПРЕДИСЛОВИЕ

За прошедшие 10 лет после издания книги "Теплопроводность жидкостей и газов" [1] в системе Госстандарта СССР аттестованы таблицы справочных данных для ряда технически важных веществ, включающие данные о теплопроводности. Согласно ГОСТ 8.310-78 "Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения" стандартные справочные данные (ССД) обязательны к применению во всех отраслях народного хозяйства. В этой связи данные таблиц ССД для тех веществ, для которых они имеются, включены в настоящий справочник. Данные таблиц рекомендуемых справочных данных (РСД) приведены в справочнике в том случае, когда они более предпочтительны по сравнению с другими справочными данными. Во всех случаях в справочнике сделаны ссылки на используемые данные категорий ССД или РСД.

Однако для подавляющего большинства веществ, рассматриваемых в справочнике, данные категорий ССД или РСД отсутствуют, и для этих веществ предлагаемый читателям справочник содержит сведения о теплопроводности, полученные только на основе экспериментальных данных.

Новым является включение в справочник таблиц теплопроводности щелочных металлов в жидком и паровом состояниях и новых веществ, прежде недостаточно либо совершенно не изученных, в основном это органические высокомолекулярные соединения.

Готовя настоящее издание, авторы сочли правильным построить его по форме, близкой к справочному изданию, исключив из него детали принципа отбора и анализа работ по тому или иному веществу, за исключением наиболее важных технических веществ, в отличие от того, как это было сделано в [1]. Это, на наш взгляд, позволило сделать справочник более практичным и удобным для использования его в технических расчетах.

Предлагаемое читателю издание включает в себя практически все известные сведения о теплопроводности чистых жидкостей или газов. В этом смысле оно остается единственным изданием такого рода в СССР и за рубежом.

Во время подготовки рукописи справочника скончался один из его авторов – Л. П. Филиппов. Авторы навсегда сохранят в памяти его светлый образ – прекрасного ученого и отзывчивого товарища.

Авторы

ГЛАВА ПЕРВАЯ. ПОДГОТОВКА СПРАВОЧНЫХ ТАБЛИЦ

Принцип отбора, анализа, обобщения и обработки данных для составления таблиц сохранен таким же, как и в [1]. За исключением данных категорий ССД и РСД, к наиболее достоверным при прочих равных условиях относятся результаты тех работ, в которых дано детальное описание важнейших условий проведения эксперимента, приведены источники и обоснованные оценки погрешности эксперимента. Меньшую достоверность имеют работы, не сопровождающиеся сколь-нибудь подробным описанием эксперимента. Вместе с тем было признано целесообразным отказаться от графического материала и изложения подробностей анализа результатов использованных в справочнике работ. Это существенно сократило объем справочника без потери научной информации и упростило практическое использование его.

В ряде случаев составлены формулы для расчета теплопроводности в зависимости от температуры и давления. Погрешность вычисленных по формулам значений теплопроводности не превосходит погрешности эксперимента. Это же относится к зависимости теплопроводности жидкости от температуры в состояниях, близких к линии насыщения, а также в паровом состоянии при давлениях, близких к атмосферному. В других случаях составлялись достаточно подробные таблицы, полученные графической обработкой экспериментальных значений.

Следует подчеркнуть, что авторы строго придерживались принципа составления таблиц только в области, охваченной экспериментом, и никогда не прибегали к экстраполяции экспериментальных данных. Поэтому в тексте не оговаривается область применения той или иной формулы. Границы табличных значений совпадают с экспериментальными, и использование формул за их пределами может привести к ошибкам.

Новым в справочнике является включение таблиц так называемой молекулярной теплопроводности ряда органических жидкостей, полученной методами, практически полностью исключающими передачу энергии излучения в исследуемых веществах, являющихся полупрозрачными. Наряду с такими в справочнике приводятся таблицы теплопроводности, полученной традиционными методами.

В справочнике не рассматривается вопрос о теплопроводности веществ в области, непосредственно примыкающей к критическому состоянию. В настоящее время поведение теплопроводности в этой области требует дальнейшего систематического изучения.

Расположение материала в справочнике составлено по принципу выделения групп веществ, определяемых химической природой вещества, в частности органические соединения расположены в порядке возрастания атомов углерода в молекуле, затем числа атомов водорода и остальных элементов в соответствии с латинским алфавитом.

В вводной части авторы исключили обзор методов исследования теплопроводности по двум причннам: во-первых, за годы после издания [1] не было предложено новых методов, во-вторых, были опубликованы обзоры, которые достаточно полно излагают известные методы.

По-прежнему остается далеким от удовлетворительного решения вопрос о вкладе радиационного переноса теплоты в экспериментальные значения теплопроводности. В справочнике ему уделено внимание.

ГЛАВА ВТОРАЯ. О РОЛИ РАДИАЦИОННОГО ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ

Важнейший вопрос, имеющий отношение к обработке и представлеиию данных по теплопроводности, – вопрос об учете переноса теплоты излучением. Он уже был предметом обсуждения в справочниках [1–3], но его актуальность не только не уменьшилась, но значительно возросла. Здесь мы даем конспектнвное изложение вопроса вместе с информацией о работах последних лет.

Перенос теплоты в средах, частично прозрачных для теплового инфракрасного излучения, происходит не только собственно теплопроводностью (молекулярной, кондуктивной теплопроводностью), но и в той или иной мере путем днффузного переноса энергии излучением, радиацней. Происходит миграция инфракрасных фотонов, излучаемых каждым из элемеитов среды и частично поглощаемых нм. Если длина свободного пробега фотонов относительно невелика, механизм фотонной теплопроводности аналогичен молекулярному (или фононному). Процесс носит локальный характер, поток радиацией, как и суммарный, подчиняется закону Фурье. Можно ввести понятие об эффективной теплолроводности, складывающейся из молекулярной и раднационной (для оптически толстой среды):

$$\lambda_{эф} = \lambda_{м} + \lambda_{р}^{о.т}. \qquad (2.1)$$

Обе эти теплопроводности можио запнсать единообразно:

$$\lambda_{эф} = \frac{1}{3} l_{м} (c_p \rho) u + \frac{1}{3} l_{ф} (c_p \rho)_{ф} c, \qquad (2.2)$$

где $l_м$ – эффективная длиа свободного пробега молекулярного переноса; $l_ф$ – то же для фотонов; c_p, ρ – теплоемкость и плотность жидкости; $(c_p \rho)_ф$ – плотность энергии фотонного газа; u – скорость движеиия носителей (молекул, фотонов); c – скорость света в среде.

Соотиошение (2.1) справедливо в случае оптически толстой среды, когда эффектнвные числа Кнудсена $Кп^{Ф} = l_ф/L$ намного меньше единицы (L – характеристический размер системы). Число Кнудсена является критерием локальности процесса. Если условие локальности не выполнено, инфракрасные кванты (ИК) поступают от сравнительно удаленных частей системы, поток теплоты начинает зависеть от поля температур, уравнение Фурье перестает быть верным, понятие теплопроводности теряет свой привычный смысл. Эффективная теплопроводность начинает зависеть от размеров системы и многих других факторов. Вместо дифференциального уравнения теплопроводности процесс описывается сложным нитегродифференциальным уравнением. Распределение температуры и поле потоков теплоты становятся функционалом спектра поглощеиия ИК радиации в функции параметров состояния, оптических характеристик поверхностей, частотной зависимости показателя преломления. Рассмотрение каждой конкретиой задачи требует большого объема труднодоступной информации, сложных ЭВМ-расчетов, результаты же относятся только к рассмотренной ситуации и не дают возможности сделать обобщающие заключения.

Каким же образом характеризовать процесс лучисто-кондуктивного переноса? Из написанного выше следует, что это практически нельзя сделать набором малого числа параметров, из которых можно было бы "сконструировать" решение. Минимальной границей эффективного коэффициента переноса является молекулярная теплопроводность, значение $\lambda_м + \lambda_р^{о.т}$ соответствует асимптотическому значению теплопроводности для толстых слоев вещества. К сожалению, значение для средних толщин не лежит между $\lambda_м$ и $\lambda_м + \lambda_р^{о.т}$; изменение эффективной теплопроводности с толщиной немонотонно проходит через максимум, при этом общепринятая форма записи

$$\lambda_{эф} = \lambda_м + \lambda_р \qquad (2.3)$$

не свидетельствует об аддитивности кондуктивной и радиационной составляющих тепловых потоков. Здесь за $\lambda_р$ принимаем разность между экспериментально измеренными значениями эффективной и молекулярной теплопроводности, т. е. $\lambda_р = \lambda_{эф} - \lambda_м$.

Как известно, при применении "классических" стационарных методов (или квазистационарных – таких, как метод регулярного режима) определяют эффективную теплопроводность слоя жидкости. При применении же методов, основанных на использовании нестационарных процессов, в которых тепловое возмущение охватывает очень тонкие слои (менее 0,1 мм) излучаемой среды, можно получать данные, практически соответствующие молекулярной теплопроводности. В [4, 5] показано, что для таких тонких слоев вкладом радиационной компоненты можно пренебречь. Речь идет о методах периодического нагрева и нагреваемой проволоки (transient hot-wire method). При этом метод нагреваемой проволоки должен быть реализован в тех его вариантах, которые позволяют проводить измерения на малых (10–100 мс) временных интервалах после включения нагрева (это требует использования очень тонких зондов – диаметром несколько микрометров, так как их тепловая инерция не должна вносить заметных искажений).

В некоторых работах (например, [6, 7]) методом нагреваемой проволоки измерения проводились в сравнительно большом интервале времени (до 3–10 с). Так как глубина проникновения температурных волн в исследуемую жидкость $l^* \sim (a\tau)^{1/2}$ (где a – температуропроводность жидкости, м^2/с; τ – время, с) [4], то можно утверждать, что на результатах этих опытов сказалось влияние радиационного теплопереноса.

Насколько сильна роль процесса радиационной теплопроводности в жидкостях разной природы, какой информацией мы располагаем? В последние годы был получен экспериментальный материал, позволяющий высказать более или менее увереиные суждения на этот счет. Так, методами периодического нагрева и нагреваемой проволоки получены сведения о чисто молекулярном переносе теплоты в ряде органических жидкостей (углеводороды и т. п.), при этом выяснено, что:

1) результаты измерений, проведенные стационарными методами со слоями толщиной 0,5–0,7 мм в органических жидкостях типа углеводородов, завышены по сравнению с молекулярной теплопроводностью на 2–3% при комнатных температурах и на 10–15% при 400–550 К [8–11];

2) зависимость разности между далными стационарных измерений и молекулярной теплопроводностью изменяется с температурой приблизительно как T^3 [11]. Именно такой должна быть температурная зависимость $\lambda_р^{о.т}$, так как $(c_p \rho)_ф \sim T^3$ в случае, если длина пробега $l_ф$ постоянна (серое тело);

3) зависимость $\lambda_р$ от давления для жидкостей невелика и, как правило, может не учитываться [9];

4) в веществах, ассоциированных за счет водородных связей (слирты, вода и т. п.), роль радиационного переноса невелика из-за большого коэффициента поглощения ИК радиации, т. е. ввиду малой длины свободного пробега фотонов. В плотных жидкостях учет соответствующей поправки не требуется.

Уместно упомянуть также об исследовании радиационной составляющей ряда предельных углеводородов (от *н*-гептана до *н*-пентадекана), выполненном в последнее время оптическим методом [12]. Измерения проводнлись в плоском слое, толщина которого изменялась от 1,7 до 5,3 мм в интервале $T = 293 \div 473$ К. При этом было установлено, что в слоях толщиной 3–5 мм эффективный раднационный вклад в жидких углеводородах при $T = 473$ К достигает 30–50%.

Экспериментальных работ, посвященных выявленню доли лучистого теплопереноса в сжатых многоатомных газах, весьма мало. В [13] приведены результаты измерения эффективной теплопроводности CO_2 по методу нагретой провояоки при различных толщинах исследуемого слоя δ (0,256–1,021 мм). Опыты, проведенные в интервале $T = 568 \div 787$ К при давлениях до 68,6 МПа, показали, что с ростом δ значение $\lambda_{эф}$ также растет, причем этот эффект увеличивается с ростом давления (плотностн). Так, раднационная составляющая теплопроводности для $\delta = 1{,}021$ мм на изотерме 663 К при $p = 20$ МПа равна 5%, а при $p =$ $= 50$ МПа 9%.

В недавно опубликованной работе [14] метод нагреваемой проволоки был применен впервые для измерения молекулярной теплопроводности паров обычной и тяжелой воды при давлениях до 30 МПа и температурах до 973 К. Оказалось, что новые опытные данные, не искаженные радиационным переносом теплоты, систематически расположены ниже (до 4–7%) данных международных стандартов по теплопроводности H_2O и D_2O (эти стандарты базируются на результатах измерений, полученных стационарными методами).

Из изложенного выше следует, что экспериментальные данные по теплопроводности многих классов органических жидкостей и ряда многоатомных сжатых газов могут содержать заметный вклад лучистой составляющей при комнатной и особенно при высоких температурах. Поэтому в большинстве случаев выделение радиационной составляющей необходимо. Однако сведения, которыми мы располагаем для этого, невелики. Оптимальная информация, которая при этом может быть доступна из экспериментов, включает $\lambda_м$ – кондуктивную (молекулярную) теплопроводность, $\lambda_{эф}$ – эффективную теплопроводиость для определенной толщины слоя. К сожалению, в большинстве случаев значение $\lambda_м$ не известно. Приходится иметь дело непосредственно с экспериментальными данными как таковыми, без выделения лучнстой составляющей. Поэтому во всех случаях в справочнике приводятся значения эффективной теплопроводности, относящиеся к некоторой средней толщине споя 0,5–0,7 мм. В тех же случаях, когда есть данные по молекулярной теплопроводности, приводятся и эти сведения с соответствующей надписью над таблицей.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОДНОАТОМНЫХ ВЕЩЕСТВ

Гелий. Значения теплопроводности в функции температуры при $p \leqslant 0{,}1$ МПа (табл. 3.1) получены на осиове обобщения эксперимеитальных данных до 2400 К, приведенных в работах, указанных в [1]. При более высоких температурах (1600–6000 К) использованы экспериментальные данные [15], полученные методом ударной трубы. В [16] подробно обсуждаются результаты этих измерений и дана оценка погрешностей: при $T = 2500$ К она составляет 3 и при $T > 2500$ К 5%.

При низких температурах использованы данные [17] при $T = 3{,}3 \div 20$ К и $p = 0{,}01 \div 2{,}5$ МПа, а также данные [18] при $T = 4{,}5 \div 20$ К и $p = 0{,}02 \div 2$ МПа.

Таблица 3.1. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного гелия при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
2,2	3,58	110	79,0	440	204	2300	648
2,5	4,56	120	83,8	460	211	2400	667
3,0	5,93	130	88,5	480	217	2500	687
3,5	7,00	140	93,0	500	222	2600	706
4,0	8,08	150	97,5	550	238	2700	725
4,5	8,98	160	102	600	253	2800	744
5,0	9,82	170	106	650	268	2900	762
6,0	11,3	180	110	700	281	3000	781
8,0	13,9	190	114	750	296	3200	817
10	16,2	200	118	800	309	3400	853
12	18,3	210	123	850	323	3600	888
14	20,2	220	127	900	336	3800	923
16	22,1	230	131	950	349	4000	957
18	23,9	240	135	1000	362	4200	990
20	25,5	250	138	1100	386	4400	1024
25	29,5	260	142	1200	410	4600	1056
30	33,3	270	146	1300	434	4800	1089
35	36,8	280	150	1400	457	5000	1121
40	40,2	290	153	1500	480	5200	1153
45	43,4	300	156	1600	502	5400	1184
50	46,6	320	164	1700	524	5600	1215
60	52,6	340	171	1800	545	5800	1245
70	58,3	360	178	1900	566	6000	1276
80	63,7	380	184	2000	587		
90	69,0	400	190	2100	607		
100	74,1	420	197	2200	628		

Значения теплопроводности, Вт/(м · К), приведенные в табл. 3.1 для $T = 2{,}2 \div 6000$ К, описываются уравнением

$$\lambda \cdot 10^3 = 2{,}81 T^{0{,}7} - 9{,}5 T^{-1} + 3 + 3{,}1 \cdot 10^{-3} T + 2{,}9 \cdot 10^{-7} T^2. \qquad (3.1)$$

Они согласуются с таблицами ССД [19], которые составлены для $T = 5 \div 2500$ К, в пределах рекомендованных в [19] допусков.

Приведенная в табл. 3.2 теплопроводность в функции давления получена на основе экспериментальных данных, указанных в [1], и новейших исследований [20], а также подробных исследований [21] в области температур 7–273 К и при давлениях $p = 0{,}2 \div 44$ МПа. Все эти экспериментальные данные обобщены в таблицах [22], которые содержат значения теплопроводности при $T = 2{,}2 \div 1500$ К и до $p = 100$ МПа. При высоких температурах ($T > 700$ К) зависимость теплопроводности от давления сравнительно мала, что позволило [22] расширить интервал температур в табл. 3.2 до 1500 К. Данные табл. 3.2 согласуются со значениями теплопроводности в таблице ГСССД 92-86 [22] в пределах рекомендованных в [22] допусков.

В табл. 3.3 приведена погрешность теплопроводности при различных температурах и давлениях [22]. В табл. 3.4 даны значения теплопроводности на линии насыщения λ' и λ'', рассчитанные по обобщающему уравнению [22].

Таблица 3.2. **Рекомендуемые значения теплопроводности гелия**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	Разреженное состояние	1	2	3	5
2,2	3,58	15,7	16,8	17,3	–
2,5	4,56	17,5	19,0	19,9	20,9
3,0	5,93	19,8	21,8	23,2	25,3
3,5	7,00	21,6	24,1	25,8	28,6
4,0	8,08	23,0	25,9	27,9	31,1
4,5	8,98	24,0	27,3	29,6	33,2
5,0	9,82	24,9	28,4	31,0	34,9
6,0	11,3	25,3	29,9	33,0	37,5
8,0	13,9	23,9	30,6	34,9	40,6
10,0	16,2	22,8	29,7	34,9	41,9
15	21,2	25,3	29,8	34,2	41,9
20	25,5	28,7	32,0	35,5	42,1
25	29,5	32,2	34,7	37,6	43,3
30	33,3	35,5	37,6	40,0	45,0
40	40,2	41,8	43,3	45,0	48,9
50	46,6	47,8	49,0	50,3	53,4
70	58,3	59,2	60,0	60,9	63,1
100	74,1	74,7	75,2	75,7	77,2
150	97,5	97,7	97,9	98,2	99,1
200	118,1	118,4	118,6	118,9	119,7
250	137,6	137,8	138,0	138,3	138,9
300	155,9	156,1	156,3	156,5	157,0
400	190,0	190,1	190,3	190,5	190,9
500	221,9	222,0	222,2	222,4	222,7
700	281,3	281,5	281,6	281,7	282,0
1000	362,8	362,9	363,0	363,1	363,4
1500	480,0	480,0	480,0	480,0	480,0

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	10	15	20	25	30
3,5	33,9	–	–	–	–
4,0	37,4	–	–	–	–
4,5	40,1	46,0	–	–	–
5,0	42,3	48,4	–	–	–
6,0	45,7	52,2	57,9	63,1	–
8,0	50,1	57,3	63,3	68,7	73,6
10,0	52,8	60,7	67,2	73,0	78,2
15	55,4	65,0	73,0	80,2	86,6
20	55,7	66,1	75,1	83,3	91,0
25	55,9	66,2	75,3	83,9	92,2
30	56,5	66,3	75,2	83,6	91,8
40	58,8	67,5	75,5	83,0	90,5
50	61,9	69,9	77,1	83,9	90,5
70	69,6	76,3	82,6	88,4	93,9
100	81,9	87,1	92,3	97,3	102,0

Продолжение табл. 3.2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	10	15	20	25	30
150	102,2	105,9	109,8	113,8	117,7
200	121,9	124,7	127,8	131,9	134,2
250	140,7	142,9	145,4	148,1	150,8
300	158,6	160,4	162,5	164,7	167,0
400	192,1	193,6	195,1	196,8	198,6
500	223,8	224,9	226,2	227,5	229,0
700	282,8	283,7	284,6	285,6	286,7
1000	364,0	364,7	365,3	366,1	366,8
1500	481	482	482	483	483

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	40	50	60	80	100
8,0	82,0	–	–	–	–
10,0	87,2	94,7	–	–	–
15	98,3	108,5	117,5	132,7	–
20	105,4	118,7	131,0	152,6	171,3
25	108,0	123,4	138,5	168,0	196,7
30	108,2	124,7	141,5	175,7	210,6
40	106,0	122,4	140,0	178,4	220,0
50	104,2	119,1	135,6	173,5	217,1
70	104,7	116,1	129,0	160,4	200,2
100	110,7	119,2	128,1	149,3	177,5
150	125,0	131,7	138,0	150,9	166,3
200	140,5	146,4	151,9	162,2	172,5
250	156,2	161,5	166,5	175,6	184,1
300	171,8	176,5	181,1	189,5	197,1
400	202,3	206,1	210,0	217,3	224,0
500	232,0	235,2	238,4	244,8	250,8
700	288,9	291,2	293,6	298,6	303,5
1000	368,4	370,1	371,8	375,5	379,2
1500	483	484	486	488	490

Таблица 3.3. **Погрешность значений коэффициента теплопроводности гелия-4, %**

T, К	Погрешность при p, МПа					
	Разреженное состояние	1	5	10	50	100
2,5	5,6	4,8	10,9	–	–	–
4	4,2	2,3	3,1	5,9	–	–
6	2,7	3,1	1,8	2,3	–	–
10	2,3	3,5	1,6	1,6	3,8	–
30	2,4	2,8	3,5	2,3	2,7	8,3
100	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	4,0
300	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
1000	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Таблица 3.4. **Коэффициент теплопроводности гелия в состоянии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
2,2	12,71	3,55	3,8	17,77	7,03
2,4	13,74	3,87	4,0	18,11	7,74
2,6	14,60	4,21	4,2	18,48	8,61
2,8	15,34	4,58	4,4	18,98	9,77
3,0	15,97	4,98	4,6	19,80	11,46
3,2	16,52	5,41	4,8	21,45	14,26
3,4	16,99	5,89	5,0	25,32	19,80
3,6	17,40	6,42	–	–	–

В [23] приведены результаты измерений теплопроводности гелия при температуре 298 К и при высоких давлениях (0,1–800 МПа). Результаты этих измерений даны в табл. 3.5. Эти значения теплопроводности хорошо согласуются с данными в табл. 3.2 до $p = 100$ МПа. Расхождения находятся в пределах 1%. При более высоких давлениях данные [23] являются единственными.

Таблица 3.5. **Теплоироводность гелия [23], при p, МПа, Вт/(м · К)**

p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	153	200	240	400	327	600	401	800	483
100	196	300	281	500	361	700	442	–	–

Неон. В литературе опубликован ряд работ, в которых приведены результаты исследований теплопроводности газообразного неона в диапазоне температур $T = 78 \div 2300$ К и при давлениях 0,1–260 МПа. Список этих работ дан в [1]. Там же приведено расчетное уравнение, описывающее экспериментальные данные при атмосферном давлении в диапазоне температур 350–2300 К. В дальнейшем были опубликованы стандартные справочные данные ГСССД 17-81 для теплопроводности газообразного неона при атмосферном давлении и диапазоне температур 27–2500 К [19]. В последнее время опубликована работа [16], в которой обсуждаются результаты исследований теплопроводности газов, в частности неона, полученные методом ударных труб до 5000–6000 К. Анализ всех экспериментальных данных показал, что в интервале температур 600–5000 К теплопроводность неона описывается степенным уравнением

$$\lambda = 0{,}0801\,(T/6000)^{0{,}63}. \tag{3.2}$$

Погрешность значений λ, вычисленных по (3.2), оценивается в 2% при $T = 600 \div 2500$ К и 4% для $T > 2500$ К. При более низких температурах ($T < 600$ К) это уравнение не оправдано.

Представляет интерес единое уравнение для всей исследованной области температур. Такое уравнение для $T = 27 \div 5000$ К приведено ниже [24]:

$$\lambda \cdot 10^3 = 80T^{0{,}1} + 212T^{-1} - 113{,}8 + 7{,}03 \cdot 10^{-2}T - 7{,}73 \cdot 10^{-6}T^2 + \\ + 5{,}85 \cdot 10^{-10}T^3. \tag{3.3}$$

По этому уравнению составлена табл. 3.6 значений теплопроводности для диапазона температур $T = 27 \div 5000$ К. Погрешность табличных значений теплопроводности составляет при $T = 27 \div 1000$ К 1,5%, при 1000 – 2500 К 2%, при $T > 2500$ К 4%. Значения теплопроводности в табл. 3.3 согласуется с ГСССД 17-81 в пределах допусков, указанных в [19].

Таблица 3.6. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного неона при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
27,1	7,20	120	25,4	420	61,3	2000	171,7
28	7,37	130	27,0	440	63,2	2100	177,2
30	7,78	140	28,5	460	65,1	2200	182,5
32	8,20	150	30,0	480	67,0	2300	187,7
34	8,64	160	31,5	500	68,8	2400	192,8
36	9,09	170	32,9	550	73,4	2500	197,8
38	9,54	180	34,2	600	77,7	2600	202,7
40	9,99	190	35,5	650	82,0	2700	207,5
42	10,4	200	36,9	700	86,1	2800	212,3
44	10,9	210	38,2	750	90,2	2900	217,0
46	11,3	220	39,5	800	94,1	3000	221,6
48	11,8	230	40,7	850	98,0	3200	230,6
50	12,2	240	41,9	900	101,8	3400	239,3
55	13,3	250	43,1	950	105,5	3600	247,9
60	14,4	260	44,3	1000	109,2	3800	256,3
65	15,4	270	45,5	1100	116,3	4000	264,6
70	16,5	280	46,6	1200	123,2	4200	272,5
75	17,5	290	47,7	1300	129,8	4400	280,9
80	18,4	300	48,8	1400	136,3	4600	288,9
85	19,4	320	51,0	1500	142,6	4800	297,0
90	20,3	340	53,1	1600	148,7	5000	305,1
95	21,2	360	55,2	1700	154,7	–	–
100	22,2	380	57,3	1800	160,5	–	–
110	23,8	400	59,3	1900	166,2	–	–

Таблица 3.7 составлена на основе нескольких хорошо согласующихся работ, в которых теплопроводность исследована в диапазоне температур 300–600 К и при давлениях до 50–100 МПа [1]. Значения теплопроводности λ рассчитаны по уравнению $\lambda(p, t) = \lambda + \Delta\lambda$. Значения λ взяты из табл. 3.6, а $\Delta\lambda$ вычислены по уравнению

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 0{,}0361\,\rho + 0{,}969 \cdot 10^{-5}\rho^2 + 0{,}571 \cdot 10^{-7}\rho^3 - 0{,}115 \cdot 10^{-10}\rho^5. \quad (3.4)$$

Погрешность табличных значений λ (p, T) при высоких давлениях составляет 3%.

Из опытов [25], которые проводились при низких температурах (78–323 К), следует, что при больших значениях плотности имеет место расслоение по изотермам. В табл. 3.8 представлены значения теплопроводности при ровных значениях давлений и ровных интервалах температур, взятые из [25].

Теплопроводность неона в жидкой фазе по данным [26] вблизи линии насыщения составляет

T, К	25	26	27	28	29
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	104	103	102	101	99,4

Погрешность этих данных, по оценке автора, составляет 2%.

Таблица 3.7. Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного неона

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
300	48,8	51,7	54,9	57,6	60,5	63,5
350	54,1	56,6	59,2	61,6	64,1	66,5
400	59,3	61,6	64,0	66,1	68,2	70,3
450	64,2	66,2	68,8	70,7	72,5	74,4
500	68,8	70,8	73,4	75,1	76,8	78,5
600	77,7	79,7	82,6	83,9	85,3	86,6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	60	70	80	90	100
300	66,4	69,5	72,6	75,7	78,8
350	69,1	71,6	74,2	77,0	79,5
400	72,5	74,7	77,0	79,2	81,4
450	76,3	78,2	80,2	82,1	84,1
500	80,2	82,0	83,6	85,4	87,2
600	88,0	89,6	90,8	92,4	93,9

Таблица 3.8. Теплопроводность неона при низких температурах по экспериментальным данным [25]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	3	4	5	7,5
78	17,8	18,3	19,2	20,3	21,6	22,4	28,6
83	18,9	19,4	20,3	21,4	22,5	24,0	28,3
93	20,8	21,5	22,4	24,3	24,3	25,5	28,5
103	22,7	23,3	24,2	25,1	26,0	26,9	29,3
113	24,6	25,2	25,9	26,6	27,5	28,2	30,3
123	26,4	26,9	27,4	28,2	29,1	29,6	31,4
133	28,1	28,6	29,1	29,7	30,3	30,5	32,5
143	29,7	30,1	30,6	31,1	31,7	32,2	33,6
153	31,3	31,6	32,0	32,4	32,9	33,4	34,8
163	32,7	33,0	33,3	33,7	34,2	34,6	35,9
173	34,0	33,6	34,6	35,0	35,4	35,9	37,0
198	37,1	36,6	37,8	38,1	38,5	38,9	39,8
223	40,1	40,4	40,8	41,1	41,4	41,7	42,6
248	43,2	43,4	43,7	43,9	44,2	44,6	45,4
273	46,1	46,3	46,6	46,8	47,0	47,3	47,9
298	48,9	49,1	49,3	49,5	49,7	49,9	50,4
323	51,7	51,9	52,0	52,1	52,3	52,4	52,9

Продолжение табл. 3.8

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	10	15	20	30	40	50
78	35,3	47,2	54,7	64,8	73,3	81,2
83	33,7	44,3	51,9	62,3	71,1	78,4
93	31,9	39,7	46,8	57,6	66,6	74,4
103	31,5	37,6	42,9	53,6	62,4	70,0
113	32,5	36,9	41,4	50,6	58,8	65,9
123	33,3	37,0	41,0	48,8	56,5	63,0
133	34,2	37,6	41,1	48,1	55,2	61,2
143	35,1	38,3	41,5	47,9	54,2	60,1
153	36,2	39,2	42,2	47,9	53,8	59,2
163	37,2	40,0	42,8	48,2	53,4	58,7
173	38,3	40,9	43,5	48,5	54,5	58,4
198	40,8	43,2	45,3	49,7	54,0	58,4
223	43,5	45,5	47,3	51,1	54,9	58,5
248	46,1	47,0	49,6	52,8	56,2	59,4
273	48,2	50,1	51,7	54,8	57,8	61,0
298	50,9	52,4	53,8	56,8	59,8	63,0
323	53,4	54,5	55,9	58,6	61,8	65,0

В [23] приведены результаты измерений теплолроводности неона при температуре 298 К и высоких давлениях (0,1–1000 МПа). Результаты этих измерений даны в табл. 3.9. Эти значения λ хорошо согласуются с данными табл. 3.8 до p = = 100 МПа. Расхождения находятся в пределах 1%. При более высоких давлениях данные [23] являются единственными.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 49{,}2 + 0{,}299\,p - 1{,}637 \cdot 10^{-3} p^2 - 1{,}96 \cdot 10^{-4} p^3. \qquad (3.5)$$

Таблица 3.9. **Теплонроводность неона [23] прн p, МПа, Вт/(м · К)**

P	$\lambda \cdot 10^3$	P	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	49,2	300	136,8	600	218,1	900	289,1
100	78,5	400	164,0	700	243,2	1000	311,2
200	108,6	500	190,9	800	267,4	–	–

Аргон. Экспериментальные исследования теплопроводности газообразного аргона проводились в диапазоне температур 90–2100 К и при давленнях $p = 0{,}1 \div$ 200 МПа. Список этих работ приведен в [1]. Там же дано расчетное уравнение $\lambda = f(T)$ при атмосферном давлении для $T = 200 \div 2000$ К. Позже были опубликованы стандартные справочные данные ГСССД 17-81 [19] для газообразного аргоиа $\lambda = f(T)$ при $T = 90 \div 2500$ К. В [16] подробно рассмотрены результаты исследований теплопроводности аргона, полученные методом ударных труб прн темлературах от 1500 до 5000 К [27] и при $T = 1000 \div 6000$ К [28]. В днапазо-

не температур 500–6000 К экспериментальные данные, Вт/(м · К), описываются степенным уравнением

$$\lambda = 0{,}0269\,(T/500)^{0{,}675}. \qquad (3.6)$$

Погрешность λ, рассчитанная по этому уравнению, составляет 3% при $T = 500 \div 2500$ К и 5% при $T > 2500$ К.

Ниже приводится уравнение, которое описывает экспериментальные данные при атмосферном давлении во всей исследованной области температур $T = 90 \div 6000$ К [24]:

$$\lambda = 7{,}8T^{0{,}3} + 4{,}75T^{-1} - 30{,}4 + 1{,}14 \cdot 10^{-2}T. \qquad (3.7)$$

В табл. 3.10 приведены значения теплопроводности, рассчитанные по этому уравнению. Погрешность их составляет до 1,5% при $T = 90 \div 2500$ К и достигает 5% при $T = 6000$ К. Эти значения согласуются с таблицей ГСССД 17-81 [19] в пределах допусков, указанных в [19]. Таблица 3.11 составлена на основе работы [1], для которой имеются экспериментальные данные по теплопроводности аргона газовой и жидкой фаз: при $T = 90 \div 300$ К до 50 и до 100 МПа, при $T = 300 \div 650$ К до 200 МПа. Значения теплопроводности в табл. 3.11 рассчитаны по уравнению $\lambda\,(p, T) = \lambda + \Delta\lambda$. Величины λ взяты из табл. 3.10, а $\Delta\lambda = f\,(\rho)$ описываются следующим уравнением:

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 1.92\,\rho + 0{,}5 \cdot 10^{-2}\rho^2 - 0{,}46 \cdot 10^{-5}\rho^3 + 0{,}325 \cdot 10^{-8}\rho^4. \qquad (3.8)$$

Это уравнение справедливо в интервале $\rho = 0 \div 1400$ кг/м^3, за исключением области $\tau < 1{,}3$ ($T < 196$) при $\varphi < 1{,}8$ ($\rho < 965$ кг/м^3). Погрешность λ (*p, T*)

Таблица 3.10. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного аргона при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	*T*, К	$\lambda \cdot 10^3$	*T*, К	$\lambda \cdot 10^3$	*T*, К	$\lambda \cdot 10^3$
90	5,99	290	17,3	950	41,9	2900	88,1
100	6,54	300	17,8	1000	43,4	3000	90,1
110	7,12	320	18,8	1100	46,3	3200	94,1
120	7,72	340	19,7	1200	49,1	3400	97,9
130	8,33	360	20,6	1300	51,8	3600	102
140	8,94	380	21,5	1400	54,4	3800	106
150	9,55	400	22,4	1500	57,0	4000	109
160	10,2	420	23,3	1600	59,5	4200	113
170	10,7	440	24,1	1700	61,9	4400	116
180	11,3	460	25,0	1800	64,3	4600	120
190	11,9	480	25,8	1900	66,6	4800	123
200	12,5	500	26,6	2000	68,9	5000	127
210	13,0	550	28,5	2100	71,2	5200	131
220	13,6	600	30,4	2200	71,4	5400	134
230	14,2	650	32,2	2300	75,6	5600	137
240	14,7	700	33,9	2400	77,7	5800	141
250	15,2	750	35,6	2500	79,8	6000	144
260	15,8	800	37,8	2600	81,9	–	–
270	16,3	850	38,9	2700	84,0	–	–
280	16,8	900	40,4	2800	86,1	–	–

Таблица 3.11. Рекомендуемые значения теплопроводности аргона

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	1	2	3	4	5	6	7
90	5,99	124,7	126	126	127	128	128	129
100	6,54	110,9	112	113	114	114	115	116
110	7,12	97,6	98,6	99,7	101	102	103	103
120	7,72	9,1	85,5	86,7	88,0	89,1	90,3	91,4
130	8,33	9,6	11,1	73,6	75,1	76,8	78,1	79,5
140	8,94	10,0	11,3	13,4	61,2	63,6	65,6	67,5
150	9,55	10,6	11,6	13,1	15,6	–	–	54,4
160	10,15	11,2	12,1	13,3	14,9	–	–	–
170	10,74	11,7	12,6	13,6	14,9	16,5	–	–
180	11,33	12,3	13,1	14,0	15,0	16,3	17,9	20,0
190	11,91	12,7	13,5	14,3	15,2	16,2	17,5	19,0
200	12,48	13,3	14,0	14,7	15,5	16,4	17,5	18,7
210	13,05	13,8	14,4	15,2	15,9	16,7	17,6	18,7
220	13,61	14,2	14,9	15,5	16,2	16,9	17,7	18,6
230	14,15	14,7	15,3	16,0	16,6	17,2	17,9	18,6
240	14,69	15,3	15,8	16,5	17,0	17,6	18,3	18,9
250	15,23	15,7	16,3	16,8	17,3	17,9	18,5	19,2
260	15,75	16,2	16,7	17,3	17,8	18,3	18,9	19,5
270	16,27	16,7	17,2	17,7	18,1	18,6	19,2	19,7
280	16,78	17,2	17,7	18,2	18,6	19,1	19,6	20,1
290	17,28	17,6	18,1	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5
300	17,78	18,1	18,6	19,0	19,5	19,9	20,4	20,8
320	18,75	19,0	19,5	19,8	20,3	20,7	21,1	21,5
340	19,70	20,0	20,4	20,7	21,1	21,5	21,9	22,2
360	20,63	20,8	21,2	21,5	21,9	22,3	22,6	23,0
380	21,53	21,7	22,1	22,4	22,7	23,0	23,4	23,7
400	22,41	22,6	22,9	23,2	23,5	23,8	24,1	24,4
450	24,54	24,7	25,1	25,3	25,6	25,8	26,1	26,3
500	26,58	26,9	27,2	27,4	27,6	27,9	28,2	28,4
550	28,52	28,8	29,2	29,4	29,6	29,8	30,1	30,2
600	30,40	31,0	31,1	31,4	31,6	31,8	32,0	32,2
650	32,19	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,6	33,8
700	33,93	34,3	34,5	34,7	34,9	35,1	35,2	35,4
750	35,62	36,0	36,2	36,4	36,5	36,6	36,8	37,0
800	37,26	37,6	37,8	38,0	38,1	38,3	38,4	38,5
850	38,86	39,3	39,4	39,6	39,7	39,9	40,0	40,1
900	40,42	40,8	40,9	41,1	41,2	41,4	41,5	41,6
950	41,94	42,4	42,5	42,6	42,8	42,9	43,0	43,1
1000	43,43	43,8	43,9	44,1	44,2	44,3	44,4	44,5

T, K	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К),							
	8	9	10	15	20	25	30	35
90	130	130	131	134	137	–	–	–
100	117	118	118	122	125	128	131	134
110	104	105	106	110	114	118	121	124
120	92,5	93,5	94,4	99,3	103	107	111	114
130	80,9	82,1	83,2	88,6	93,3	97,4	101	105
140	69,2	70,8	72,3	78,4	83,7	88,4	92,5	96,2
150	57,4	59,5	61,5	69,1	75,1	79,8	84,3	88,2
160	–	–	50,2	60,4	67,1	72,5	77,0	81,1
170	–	–	38,0	52,0	59,9	65,8	70,5	74,5
180	–	–	–	44,4	53,2	59,4	64,9	69,2
190	20,9	22,9	25,4	38,1	47,4	54,0	59,5	64,1
200	20,1	21,7	23,5	33,7	42,6	49,3	55,0	59,7
210	19,8	21,1	22,4	30,8	38,8	45,3	51,0	55,8
220	19,6	20,7	21,9	28,8	35,9	42,1	47,6	52,2
230	19,6	20,7	21,9	27,3	33,8	39,4	44,8	49,3
240	19,7	20,5	21,5	26,0	32,3	37,7	42,5	47,0
250	19,9	20,7	21,5	26,0	31,1	36,0	40,6	44,8
260	20,2	20,9	21,6	25,7	30,2	34,7	39,1	43,0
270	20,4	21,0	21,7	25,3	29,8	34,1	38,3	42,2
280	20,7	21,3	22,0	25,4	29,4	33,2	36,9	40,5
290	21,0	21,6	22,2	25,4	29,0	32,5	35,6	39,1
300	21,3	21,8	22,5	25,6	28,8	32,0	34,8	38,2
320	22,0	22,4	23,0	25,7	28,4	31,1	33,7	36,6
340	22,7	23,1	23,6	25,8	28,2	30,7	33,2	35,8
360	23,4	23,7	24,1	26,2	28,2	30,4	32,8	35,8
380	24,1	24,4	24,8	26,6	28,4	30,5	32,8	35,1
400	24,8	25,1	25,4	27,0	28,7	30,8	33,0	35,3
450	26,6	27,0	27,3	28,6	30,1	31,9	33,9	35,8
500	28,6	28,9	29,3	30,5	31,7	33,2	34,6	36,2
550	30,4	30,8	31,3	32,3	33,3	34,3	35,4	36,6
600	32,4	32,6	32,9	33,8	34,8	35,6	36,7	37,8
650	34,0	34,1	34,3	35,8	36,4	37,0	38,0	39,0
700	35,6	35,7	35,9	36,8	37,7	36,8	39,4	40,4
750	37,2	37,3	37,5	38,3	39,1	39,9	40,7	41,6
800	38,7	38,8	39,0	39,7	40,5	41,2	42,0	42,7
850	40,3	40,4	40,6	41,3	42,0	42,7	43,4	44,1
900	41,8	41,9	42,0	42,7	43,4	44,0	44,7	45,4
950	43,3	43,4	43,5	44,2	44,8	45,4	46,1	46,6
1000	44,6	44,7	44,9	45,5	46,1	46,6	47,2	47,9

Продолжение табл. 3.11

при p, МПа							
40	45	50	55	60	70	80	90
–	–	–	–	–	–	–	–
137	–	–	–	–	–	–	–
127	130	132	–	–	–	–	–
117	120	123	–	–	–	–	–
108	111	114	–	–	–	–	–
99,7	103	106	–	–	–	–	–
91,9	95,4	98,6	–	–	–	–	–
84,9	88,4	91,8	–	–	–	–	–
78,7	82,3	85,6	–	–	–	–	–
73,1	76,7	80,2	83,2	84,6	–	–	–
68,1	71,8	75,3	78,4	81,6	87,2	–	–
63,8	67,6	70,9	74,1	77,3	82,9	88,1	–
59,9	63,7	67,0	70,2	73,3	78,9	84,1	–
56,4	60,1	63,5	66,7	69,8	75,3	80,5	85,2
53,5	57,2	60,5	63,7	66,6	72,0	77,2	81,9
50,9	54,5	57,8	60,9	63,9	69,3	74,3	79,0
48,7	52,2	55,5	58,6	61,5	66,8	71,6	76,1
46,7	50,2	53,4	56,4	59,2	64,4	69,2	73,6
45,3	49,2	52,2	55,1	57,6	62,5	67,9	72,4
43,7	47,0	50,2	52,7	55,4	60,0	65,3	69,8
42,3	45,5	48,5	51,1	53,5	58,1	63,0	67,5
41,2	44,1	47,0	49,4	51,9	56,4	61,1	65,5
39,5	42,0	44,7	47,1	49,4	53,8	58,2	62,2
38,4	40,9	43,2	45,5	47,7	51,9	56,1	59,7
37,8	40,0	42,3	44,4	46,6	50,6	54,6	58,0
37,4	39,6	41,8	43,9	45,8	49,7	53,4	56,8
37,4	39,4	41,5	43,4	45,2	49,0	52,5	55,8
37,5	39,3	41,1	42,8	44,6	47,6	50,7	53,7
37,7	39,4	41,1	42,6	44,0	46,9	49,6	52,1
38,3	39,7	41,1	42,4	43,7	46,5	48,9	51,3
39,2	40,3	41,4	42,5	43,8	46,4	48,4	50,8
40,2	41,2	42,1	43,1	44,2	46,5	48,3	50,6
41,4	42,3	43,3	44,3	45,3	47,2	49,3	51,1
42,5	43,4	44,3	45,2	46,1	47,9	49,7	51,6
43,5	44,4	45,3	46,1	47,0	48,6	50,2	52,0
45,0	45,6	46,5	47,2	48,0	49,6	51,2	52,7
46,1	46,8	47,5	48,3	49,0	50,4	51,9	53,3
47,3	48,0	48,7	49,3	50,1	51,5	52,8	54,2
48,5	49,1	49,7	50,4	51,1	52,3	53,6	54,9

Продолжение табл. 3.11

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	100	110	120	130	140	150	160	180	200
90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
110	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
130	–	–	–	–	–	–	–	–	–
140	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	–	–	–	–	–	–	–	–	–
160	–	–	–	–	–	–	–	–	–
170	–	–	–	–	–	–	–	–	–
180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
190	–	–	–	–	–	–	–	–	–
200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
210	–	–	–	–	–	–	–	–	–
220	–	–	–	–	–	–	–	–	–
230	86,4	–	–	–	–	–	–	–	–
240	83,3	–	–	–	–	–	–	–	–
250	80,5	–	–	–	–	–	–	–	–
260	78,0	–	–	–	–	–	–	–	–
270	77,7	81,2	84,9	88,6	92,4	96,4	100,3	106,7	112,7
280	74,6	78,1	81,7	85,5	89,3	93,4	97,2	103,8	110,2
290	71,9	75,5	79,0	82,7	86,6	90,5	94,4	101,3	107,8
300	69,6	72,9	76,6	80,3	84,3	88,0	91,8	98,9	106,5
320	66,0	69,2	72,6	76,3	80,3	84,1	87,6	94,7	101,3
340	63,6	66,4	69,6	73,1	77,1	80,6	84,1	91,2	97,6
360	61,9	64,4	67,3	70,7	74,5	77,9	81,2	88,1	94,2
380	60,5	62,8	65,5	68,7	72,3	75,6	78,7	85,4	91,2
400	59,2	61,4	64,1	67,0	70,5	73,6	76,5	82,9	88,5
450	56,7	59,1	61,5	64,1	66,8	69,5	72,1	77,7	83,0
500	54,6	56,9	59,3	61,5	63,9	66,3	68,9	73,5	78,5
550	53,4	55,6	57,8	59,9	61,9	64,1	66,5	70,6	74,9
600	52,8	54,6	56,6	58,6	60,7	62,8	64,9	68,7	72,5
650	52,4	54,1	56,0	57,8	60,0	61,9	63,8	67,4	71,2
700	53,1	–	–	–	–	–	–	–	–
750	53,4	–	–	–	–	–	–	–	–
800	53,7	–	–	–	–	–	–	–	–
850	54,3	–	–	–	–	–	–	–	–
900	54,8	–	–	–	–	–	–	–	–
950	55,6	–	–	–	–	–	–	–	–
1000	56,2	–	–	–	–	–	–	–	–

составляет 2–3% при $T = 270 \div 800$ К и 3–4% при других температурах. Значения теплопроводности при давлениях 100–250 МПа в области низких температур (200–300 К) приведены в табл. 3.12 по экспериментальным данным [29]. Погрешность их оценивается в 5%, что соответствует точности опытов.

Таблица 3.12. **Теплопроводность аргона при низких температурах в области высоких давлений по данным [29]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа										
	100	110	120	130	140	150	160	180	200	220	250
200	93,6	98,2	103	108	–	–	–	–	–	–	–
210	90,4	94,2	98,3	103	108	–	–	–	–	–	–
220	86,2	88,7	91,9	95,9	101	106	–	–	–	–	–
230	85,6	88,5	91,7	95,2	98,9	103	107	–	–	–	–
240	82,6	85,7	89,0	92,5	96,0	99,7	104	112	–	–	–
250	79,8	83,1	86,4	89,9	93,3	96,9	100	108	–	–	–
260	78,3	81,3	84,5	87,6	90,9	94,2	97,6	104	112	–	–
270	77,9	80,6	83,4	86,2	89,1	92,1	95,2	102	108	115	–
280	73,4	77,5	81,3	84,6	87,6	90,3	93,3	99,3	106	112	–
290	71,4	75,6	79,4	82,8	85,9	88,4	91,0	97,3	103	109	–
300	69,1	73,6	77,9	81,2	84,4	87,1	89,4	95,2	101	107	115

В [23] приведены результаты измерений теплопроводности аргона при температуре 298 К и высоких давлениях (0,1–1000 МПа). Результаты этих измерений даны в табл. 3.13. Эти значения λ хорошо согласуются с данными табл. 3.11 до $p = 200$ МПа. Расхождения находятся в пределах 1%. При более высоких давлениях данные [23] являются единственными.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 17{,}94 + 0{,}595p - 9{,}805 \cdot 10^{-2}p^2 + 1{,}399 \cdot 10^{-2}p^3 - 7{,}101 \cdot 10^{-3}p^4 + 3{,}49 \cdot 10^{-5}p^5, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}. \quad (3.9)$$

Таблица 3.13. **Теплопроводность аргона [23] при p, МПа, Вт/(м · К)**

p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	17,8	300	137,0	600	208,5	900	263,0
100	69,5	400	164,0	700	227,0	1000	279,0
200	107,0	500	188,0	800	246,0	–	–

Криптон. Теплопроводность криптона в газовой фазе исследована при атмосферном давлении в диапазоне температур $T = 120 \div 2000$ К. При высоких давлениях исследования проведены до 100 МПа при температурах от 300 до 600 К. Перечень этих работ приведен в [1]. Известны результаты опытов при атмосферном давлении, полученные методом ударных труб [27], при температурах (от 1500 до 5000 К). В [30] проанализированы результаты этих измерений, выяснены возможные причины систематических занижений значений теплопроводности в [27] и учтены соответствующие поправки. Обобщающее уравнение для всей исследованной области температур от 120 до 5000 К [24]

$$\lambda \cdot 10^3 = 4{,}38T^{0{,}3} + 3{,}19T^{-1} - 17{,}95 + 7{,}37 \cdot 10^{-3}T. \quad (3.10)$$

Таблица 3.14. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного криптона при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
120	4,01	300	9,57	900	22,8	2600	47,7
130	4,33	320	10,1	950	23,6	2700	48,9
140	4,69	340	10,7	1000	24,5	2800	50,2
150	4,98	360	11,2	1100	26,2	2900	51,4
160	5,30	380	11,7	1200	27,9	3000	52,6
170	5,63	400	12,2	1300	29,5	3200	55,1
180	5,95	420	12,7	1400	31,1	3400	57,4
190	6,27	440	13,2	1500	32,6	3600	59,8
200	6,59	460	13,7	1600	34,1	3800	62,1
210	6,90	480	14,2	1700	35,6	4000	64,3
220	7,21	500	14,6	1800	37,0	4200	66,6
230	7,52	550	15,8	1900	38,4	4400	68,8
240	7,82	600	16,8	2000	39,8	4600	71,0
250	8,12	650	17,9	2100	41,1	4800	73,2
260	8,42	760	18,9	2200	42,5	5000	75,3
270	8,71	750	19,9	2300	43,8	–	–
280	9,00	800	20,9	2400	45,1	–	–
290	9,29	850	21,8	2500	46,4	–	–

По этому уравнению составлена табл. 3.14 значений теплопроводности. Отклонения рассчитанных значений λ до $T = 2500$ К находится в пределах допусков, указанных в ГСССД 17-81 [19]. При $T > 2500$ К погрешность увеличивается с ростом температуры и при $T = 5000$ К достигает 5%. Область высоких давлений исследована в двух работах. В [31] измерена теплопроводность при сверхкритических температурах $T = 300 \div 600$ К и давлениях $p = 0{,}1 \div 95$ МПа. В [32] получены экспериментальные данные для жидкой фазы в диапазоне температур 125–200 К и $p = 2{,}5 \div 50$ МПа. Опытные данные, полученные в указанных работах, описываются однозначной зависимостью между $\Delta\lambda = \lambda(p, T) - \lambda$ и плотностью ρ [1]

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 0{,}0121\,\rho - 0{,}162 \cdot 10^{-5}\rho^2 + 0{,}427 \cdot 10^{-8}\rho^3 + 0{,}216 \cdot 10^{-12}\rho^4. \quad (3.11)$$

Рекомендуемые значения теплопроводности в табл. 3.15 рассчитаны по уравнению $\lambda(p, T) = \lambda + \Delta\lambda$, при этом значения λ взяты из табл. 3.14. Погрешность расчета составляет 3%.

В [29] опубликованы результаты исследований теплопроводности криптона при низких температурах (120–300 К) в области высоких давлений – при $p = 2 \div 270$ МПа. Рассчитанные по этим опытным данным теплопроводности отличаются от уравнения (3.12) на 1–5%, т. е. находятся в пределах точности экспериментальных данных [29]. Эти данные приведены в табл. 3.16.

Значения теплопроводности на линии насыщения (табл. 3.17) для жидкой и паровой фаз приведены по данным [29].

В [23] приведены результаты измерений теплопроводности криптона при температуре 298 К и высоких давлениях (0,1–800 МПа). Результаты этих измерений даны в табл. 3.18. Эти значения теплопроводности хорошо согласуются с данными

Таблица 3.15. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного криптона**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	6	7	8
250	8,12	8,62	9,16	9,75	10,4	11,1	11,9	12,9	14,0
260	8,42	9,92	9,41	9,96	10,6	11,2	11,9	12,6	13,6
270	8,71	9,17	9,68	10,2	10,7	11,3	11,9	12,7	13,5
280	9,00	9,40	9,90	10,4	10,9	11,5	12,1	12,7	13,4
290	9,29	9,74	10,2	10,6	11,1	11,6	12,2	12,8	13,4
300	9,57	10,0	10,4	10,9	11,3	11,8	12,3	12,9	13,5
350	11,0	11,3	11,7	12,1	12,4	12,6	13,2	13,6	14,0
400	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,8	14,0	14,4	14,7
450	13,5	13,8	14,0	14,3	14,6	14,9	15,1	15,4	15,7
500	14,6	14,8	15,1	15,3	15,6	15,8	16,1	16,3	16,5
600	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа								
	10	15	20	30	40	50	60	80	100
250	16,4	27,2	34,2	43,2	49,5	54,7	59,0	66,4	72,6
260	15,7	23,6	30,8	40,1	46,7	51,9	56,3	63,9	70,2
270	15,3	21,6	28,0	36,9	41,1	48,9	53,9	61,5	67,9
280	14,9	20,0	25,8	34,9	40,9	47,0	51,6	59,3	65,7
290	14,8	19,0	24,0	32,8	39,4	45,8	49,5	57,2	63,6
300	14,7	18,4	22,7	30,9	37,8	42,9	47,5	55,2	61,8
350	15,0	17,1	19,7	25,3	30,6	35,4	39,7	47,2	53,6
400	15,3	15,6	19,0	22,9	27,0	30,9	34,6	41,5	47,4
450	16,2	17,7	19,1	22,2	25,4	28,5	31,7	37,7	43,2
500	17,0	18,2	19,5	22,0	24,6	27,3	30,0	35,1	40,1
600	18,9	19,8	20,8	22,8	24,7	26,7	28,6	32,6	36,6

Таблица 3.16. **Теплопроводность криптона при низких температурах в области высоких давлений по данным [29]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа										
	15	20	30	40	50	60	80	100	120	150	200
170	66,7	69,8	75,6	80,7	85,0	88,5	93,5	–	–	–	–
180	61,0	64,1	69,9	75,2	79,9	83,9	90,4	94,5	–	–	–
190	54,6	58,3	65,1	70,9	75,8	79,9	86,8	92,1	–	–	–
200	50,5	54,2	60,4	65,2	70,2	74,8	82,8	89,2	93,8	–	–
210	45,2	50,2	57,7	62,0	65,9	70,6	79,0	85,8	91,2	–	–
220	41,3	46,5	51,9	57,1	62,0	66,6	75,0	82,4	88,1	95,0	–
230	36,2	41,9	49,0	54,0	58,9	63,1	71,4	78,8	85,3	92,8	–
240	33,1	38,1	46,0	51,3	55,8	60,1	68,2	75,5	82,2	90,3	–
250	27,4	34,0	43,2	49,1	53,3	57,3	65,0	72,2	78,9	87,7	97,6

Таблица 3.17. **Теплопроводность криптона на линии насыщения $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)**

T, К	Жидкость, λ'	Пар, λ''	T, К	Жидкость, λ'	Пар, λ''
116	93,8	4,00	160	63,2	6,02
120	90,8	4,06	164	60,7	6,28
124	88,3	4,18	168	58,2	6,70
128	85,4	4,31	172	55,2	7,03
132	82,9	4,52	176	52,3	7,41
136	80,0	4,68	180	49,8	7,82
140	77,4	4,89	184	46,9	8,37
144	74,5	5,10	188	44,0	8.79
148	71,5	5,31	192	41,4	9,62
152	69,0	5,52	196	38,5	10,25
156	66,1	5,77	200	36,0	11,30

Таблица 3.18. **Теплопроводность криптоиа [23] при p, МПа, Вт/(м · К)**

p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$	p	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	9,4	200	89,0	400	129,4	600	158,3	800	181,0
100	61,2	300	110,7	500	144,0	700	170,9	–	–

табл. 3.16 до $p = 100$ МПа. Расхождения находятся в пределах 1%. При более высокнх давлениях данные [23] являются единственнымн.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 0{,}095 + 0{,}678p - 0{,}208p^2 + 4{,}344 \cdot 10^{-2}p^3 - 4{,}543 \cdot 10^{-3}p^4 + \\ + 1{,}822 \cdot 10^{-4}p^5. \qquad (3.12)$$

Ксенон. Теплопроводность ксенона в газовой фазе при атмосферном давлении исследована до температуры 1500 К [1]. Получены экспериментальные данные методом ударной трубы при температурах 1500–5000 К и $p = 0{,}1$ МПа [30].

Для теплопроводности ксенона в газовой фазе составлено обобщающее уравнение для всей исследованной областн температур от 120 до 5000 К [24]:

$$\lambda = 8{,}78T^{0{,}2} + 498T^{-1} - 25{,}0 + 4{,}91 \cdot 10^{-3}T. \qquad (3.13)$$

Таблица 3.19 составлена по этому уравнению. Отклонения рассчитанных значений теплопроводности до $T = 2500$ К находятся в пределах допусков, указанных в ГСССД 17-81 [19]. При $T > 2500$ К погрешность увеличнвается и прн $T = 5000$ К достигает 5%.

Область высоких давлений исследована в газовой фазе при $p = 0{,}1 \div 95$ МПа и $T = 300 \div 600$ К в [32, 33], в жидкой фазе при $T = 170 \div 235$ К и $p = 2{,}5 \div 50$ МПа.

Таблица 3.19. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного ксенона при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
165	3,21	360	6,64	1000	15,4	2700	31,1
170	3,29	380	6,98	1100	16,5	2800	31,9
180	3,46	400	7,31	1200	17,5	2900	32,7
190	3,62	420	7,63	1300	18,6	3000	33,4
200	3,81	440	7,95	1400	19,6	3200	35,0
210	3,99	460	8,27	1500	20,6	3400	36,5
220	4,17	480	8,58	1600	21,6	3600	38,0
230	4,35	500	8,88	1700	22,5	3800	39,4
240	4,53	550	9,62	1800	23,4	4000	40,9
250	4,71	600	10,3	1900	24,3	4200	42,3
260	4,89	650	11,0	2000	25,2	4400	43,7
270	5,07	700	11,7	2100	26,1	4600	45,1
280	5,25	750	12,4	2200	26,9	4800	46,5
290	5,43	800	12,8	2300	27,8	5000	47,9
300	5,61	850	13,6	2400	28,6	–	–
320	5,96	900	14,2	2500	29,5	–	–
340	6,30	950	14,8	2600	30,3	–	–

Для избыточной теплопроводности получено выражение [1]

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 0{,}708 \cdot 10^{-2}\rho + 0{,}292 \cdot 10^{-5}\rho^2 - 0{,}157 \cdot 10^{-8}\rho^3 + 0{,}94 \cdot 10^{-12}\rho^4, \quad (3.14)$$

где ρ – в кг/м^3.

Рекомендуемые значения теплопроводности в табл. 3.20 рассчитаны по уравнению $\lambda(p, T) = \lambda + \Delta\lambda$. Значения λ взяты из табл. 3.19. Погрешность данных составляет 4%.

Таблица 3.20. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного ксенона**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	6	7	8
300	5,61	6,02	6,54	7,07	7,84	8,81	10,5	–	22,5
310	5,78	6,18	6,62	7,15	7,81	8,63	9,80	11,6	–
320	5,96	6,36	6,76	7,26	7,86	8,57	9,48	10,8	12,5
330	6,13	6,43	6,90	7,36	7,90	8,52	9,32	10,3	11,5
340	6,30	6,70	7,00	7,48	7,98	8,56	9,24	10,1	11,0
350	6,47	6,77	7,17	7,60	8,07	8,60	9,21	9,90	10,8
400	7,31	7,60	7,91	8,25	8,61	9,00	9,43	9,88	10,4
450	8,11	8,37	8,64	8,92	9,24	9,54	9,87	10,2	10,6
500	8,88	9,11	9,35	9,60	9,85	10,2	10,4	10,7	11,0
600	10,3	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,8	12,0

Продолжение табл. 3.20

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	10	15	20	30	40	50	60	80	100
300	27,2	33,0	36,9	42,7	47,3	51,3	54,8	61,1	66,8
310	22,6	29,9	34,1	40,2	45,0	49,0	52,6	59,0	64,6
320	–	26,9	31,5	37,9	42,7	46,8	50,4	56,9	62,5
330	15,1	24,1	29,1	35,8	40,7	44,9	48,5	54,9	60,6
340	13,6	21,6	27,0	33,8	38,8	43,0	46,7	53,1	58,8
350	12,8	19,6	24,8	32,0	37,0	41,2	44,9	51,4	57,0
400	11,4	14,7	18,4	24,9	29,8	34,0	37,6	43,9	49,4
450	11,4	13,6	16,0	20,9	25,2	29,0	32,4	38,4	43,6
500	11,6	13,3	15,2	18,9	22,6	25,8	28,8	34,3	39,2
600	12,6	13,8	15,1	17,6	20,3	22,7	25,1	20,5	33,6

На основе опытных данных [29] составлена табл. 3.21 для более низких температур при высоких давлениях. Значения λ на линии насыщения для жидкой и газовой фазы по данным работы [29] приведены в табл. 3.22.

Таблица 3.21. **Теплопроводность ксенона при низких температурах в области высоких давлений**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	10	20	30	40	50	60
250	44,5	50,2	55,2	59,5	63,2	66,2
260	40,5	46,8	51,7	56,0	59,9	63,2
270	36,8	43,3	48,2	52,6	56,5	58,9
280	34,0	41,2	45,6	49,9	53,9	56,8
290	30,9	38,1	43,1	47,1	51,0	54,6
300	28,0	35,8	40,5	45,1	49,2	52,5

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	70	80	90	100	120	130
250	68,4	70,0	–	–	–	–
260	65,9	68,1	69,9	–	–	–
270	63,2	65,9	68,2	70,1	–	–
280	60,7	63,6	66,1	68,3	70,1	–
290	58,0	61,0	63,8	66,3	68,5	–
300	55,8	58,8	61,6	64,1	68,4	70,1

Таблица 3.22. **Теплопроводность ксенона вблизи линии насыщения $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)**

T, К	Жидкость, λ'	Пар, λ''	T, К	Жидкость, λ'	Пар, λ''
162	77,8	3,09	234	46,9	5,52
170	74,5	3,26	238	45,2	5,77
178	71,1	3,39	242	43,5	6,07
186	67,4	3,55	246	41,8	6,36
194	64,0	3,76	250	40,2	6,70
202	60,7	4,06	254	38,5	7,11
210	56,9	4,31	258	36,8	7,53
218	53,6	4,64	262	34,7	7,95
222	51,9	4,85	266	33,0	8,50
226	50,2	5,06	270	31,4	9,12
230	48,5	5,27	274	30,1	10,0

В [23] приведены результаты измерений теплопроводности ксенона при температуре 288 К и высоких давлениях (0,1–400 МПа). Результаты этих измерений [23] приведены ниже:

p, МПа	0,1	100	200	300	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	5,6	64,0	85,0	100,5	112,5

Эти значения теплопроводности согласуются с данными в табл. 3.20 при p = = 0,1 МПа в пределах 1%, а при $p = 100$ МПа в пределах 3%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 5{,}50 + 9{,}553 \cdot 10^{-1} p - 4{,}872 \cdot 10^{-3} p^2 + 1{,}296 \cdot 10^{-5} p^3 - 1{,}27 \cdot 10^{-8} p^4. \quad (3.15)$$

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ДВУХАТОМНЫХ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ

Хлор. Теплопроводность хлора представлена в табл. 4.1.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -1{,}179 + 2{,}976 \cdot 10^{-2} T + 1{,}89 \cdot 10^{-5} T^2 - 2{,}16 \cdot 10^{-8} T^3. \quad (4.1)$$

Таблица 4.1. **Теплопроводность газообразного хлора при $p = 0{,}1$ МПа [34], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	5,36	300	8,83	450	14,1	600	18,8
250	7,10	350	10,6	500	15,7	650	20,2
273,15	7,92	400	12,4	550	17,3	700	21,5

Фтор. Теплопроводность фтора представлена в табл. 4.2.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 1{,}60 + 4{,}367 \cdot 10^{-2} T + 4{,}0229 \cdot 10^{-4} T^2 - 1{,}366 \cdot 10^{-6} T^3 + 1{,}872 \times$$
$$\times 10^{-9} T^4 - 9{,}18 \cdot 10^{-13} T^5. \qquad (4.2)$$

Таблица 4.2. **Теплопроводность газообразного фтора при $p = 0{,}1$ МПа [34], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
100	8,80	273,15	24,7	450	38,1	650	52,4
150	13,5	300	27,0	500	41,6	700	55,9
200	18,2	350	30,9	550	45,1		
250	22,7	400	34,5	600	48,8		

Водород. Нормальный водород. Таблицы 4.3, 4.4, 4.5 теплопроводности нормального водорода составлены авторами [35] на основе известных экспериментальных данных. Нормальный водород – водород естественного изотопного состава с молекулярной массой $M = 2{,}01594$. Он состоит из 75% ортоводорода и 25% параводорода. Таблицы охватывают диапазон температур 14–1500 К от разреженного состояния до 100 МПа.

Исключена область, непосредственно примыкающая к критическому состоянию $32 < T < 34$ К при плотностях $21{,}9 < \rho < 41{,}7$ кг/м^3.

В области температур выше 830 К авторы [35] осуществили обоснованную экстраполяцию до 1500 К в области 80–100 МПа.

Таблица 4.3. **Рекомендуемые справочные значения теплопроводности нормального водорода в состоянии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
14	81,1	11,4	24	102,2	19,4
15	86,8	12,1	25	100,7	20,7
16	91,6	12,8	26	98,7	22,2
17	95,5	13,5	27	96,3	24,0
18	98,6	14,2	28	93,5	26,2
19	100,9	14,9	29	90,4	29,0
20	102,5	15,6	30	87,0	32,8
21	103,3	16,4	31	83,7	38,4
22	103,5	17,3	32	82,0	48,8
23	103,1	18,3			

Таблица 4.4. **Рекомендуемые справочные значения теплопроводности нормального водорода в однофазной области**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	Разреженное состояние	1	2	3	5	10	15
15	12,2	86,7	86,8	87,0	–	–	–
17	14,0	96,4	97,3	98,2	100	105	–
20	16,3	105	107	109	113	121	127
25	20,3	104	109	114	121	135	145
30	24,2	89,5	99,3	106	117	137	152
40	31,1	36,1	51,8	74,7	95,5	125	146
50	37,4	41,1	47,7	57,1	77,0	109	132
60	43,6	46,7	51,1	56,8	69,9	98,3	121
70	49,6	52,3	55,8	59,9	69,3	92,9	113
80	55,7	58,2	61,1	64,3	71,5	90,9	109
100	68,4	70,6	72,8	75,2	80,2	94,0	108
120	81,8	83,7	85,6	87,5	91,5	102	114
140	95,3	97,0	98,6	100	104	112	122
160	108	110	112	113	116	123	131
180	121	123	124	125	128	134	141
200	134	135	136	137	140	145	151
250	162	163	164	165	167	171	176
300	187	188	189	189	191	195	199
350	210	211	211	212	214	217	220
400	231	232	233	233	234	238	240
500	271	271	272	272	273	276	278
600	308	308	308	309	310	312	314
700	343	344	344	345	345	347	349
800	379	379	380	380	381	382	384
1000	450	450	450	451	451	453	454
1200	522	522	522	522	523	524	525
1500	630	630	630	630	631	632	633

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	20	25	30	40	50	60	80	100
25	154	161	167	176	–	–	–	–
30	164	174	182	195	205	211	–	–
40	163	177	190	211	228	242	263	276
50	151	167	183	209	231	250	282	307
60	140	157	172	200	224	246	285	318
70	131	147	162	190	214	237	279	317
80	126	141	155	181	205	228	270	310
100	122	135	147	171	192	213	253	292
120	125	136	147	167	187	205	241	276
140	131	141	150	168	186	202	234	266
160	139	148	156	172	188	203	232	261
180	148	156	163	177	192	206	232	258
200	158	164	170	184	197	209	234	258

Продолжение табл. 4.4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	20	25	30	40	50	60	80	100
250	181	186	191	201	212	222	242	263
300	203	207	211	219	228	237	255	272
350	224	227	230	237	245	252	268	283
400	243	246	249	255	261	268	282	295
500	280	283	285	290	295	300	310	321
600	316	318	320	324	328	332	340	349
700	351	352	354	357	361	364	371	379
800	385	387	388	391	394	397	403	410
1000	455	456	458	460	462	465	469	474
1200	562	527	528	530	532	534	538	542
1500	634	634	635	637	638	640	643	646

Таблица 4.5. **Общая погрешность значений теплопроводности нормального водорода**

T, К	% при p, МПа					
	Разреженное состояние	1	5	10	50	100
15	3,9	7,1	–	–	–	–
20	3,0	2,0	1,9	2,1	–	–
30	2,4	2,5	1,7	1,9	6,8	–
50	2,1	2,5	2,6	2,6	5,9	9,1
100	2,0	2,1	2,2	2,3	3,0	4,8
300	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	2,1
800	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4
1500	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,2

Параводород. Таблицы теплопроводности жидкого и газообразного параводорода естественного изотопного состава с молекулярной массой $M = 2{,}01594$ охватывают область температур 14–1500 К при давлениях от состояния разреженного газа до 100 МПа. Из рассмотрения исключена область в непосредственной близости к критической точке $32 < T < 34$ К и плотности вещества в интервале $21{,}9 < \rho < 41{,}7$ кг/м^3.

Таблицы 4.6–4.8 воспроизводят данные ГСССД Р182-86 [36].

Таблица 4.6. **Рекомендуемые справочные значения теплопроводности параводорода в состоянии насыщения**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	$\lambda'' \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	$\lambda'' \cdot 10^3$, Вт/(м · К)
14	75,9	11,0	24	101	20,0
15	82,6	11,7	25	99,7	21,6
16	88,0	12,4	26	98,1	23,4
17	92,3	13,1	27	96,1	25,4
18	95,7	13,9	28	93,6	27,9
19	98,3	14,7	29	90,8	31,0
20	100	15,6	30	87,7	34,9
21	101	16,5	31	84,5	40,4
22	102	17,5	32	82,5	50,4
23	102	18,7			

Таблица 4.7. **Рекомендуемые справочные значения теплопроводности параводорода в однофазной области**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	Разреженное состояние	1	2	3	5
15,3	12,3	83	83,6	84,5	–
17	14,0	93,4	94,6	95,9	98,9
20	16,5	102	104	106	110
25	20,4	103	107	111	117
30	24,1	89,9	98,4	104	114
40	31,0	37,6	53,6	74,5	94,0
50	37,5	41,9	49,0	58,4	76,6
60	44,2	47,4	52,1	58,0	70,7
70	51,8	54,2	57,7	61,9	71,4
80	60,4	62,3	65,1	68,3	75,9
100	80,3	81,6	83,4	85,6	90,8
120	101	102	104	105	109
140	120	121	122	123	126
160	135	136	137	138	140
180	147	148	148	149	151
200	157	157	158	158	160
250	175	176	176	176	177
300	193	193	194	194	195
350	212	213	213	213	214
400	232	233	233	233	233
500	272	272	272	272	272
600	309	309	309	309	310
700	345	345	345	345	345
800	380	380	380	380	380
1000	450	450	450	450	450

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	10	15	20	25	30
17	108	–	–	–	–
20	121	132	143	–	–
25	132	144	155	166	175
30	133	148	161	172	182
40	122	141	158	172	184
50	107	129	147	163	177
60	97,2	118	137	153	168
70	93,9	113	130	146	161
80	95,2	112	128	143	156
100	105	119	133	145	157
120	120	132	144	154	165
140	135	145	155	168	174
160	147	156	165	174	182
180	157	165	172	180	188
200	165	171	178	185	192
250	181	186	191	196	202
300	198	201	205	210	214
350	216	218	222	226	229
400	235	237	240	243	246
500	274	275	277	279	282
600	310	312	313	314	316
700	346	347	348	349	350
800	381	381	382	383	384
1000	450	451	452	452	453
1200	520	520	521	521	522
1500	620	620	620	621	621

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	40	50	60	80	100
25	193	–	–	–	–
30	200	215	228	–	–
40	206	224	238	260	274
50	202	223	240	267	285
60	194	217	236	268	291
70	187	210	231	266	293
80	182	205	226	262	292
100	180	201	221	257	289
120	185	204	222	256	287
140	192	209	226	257	286
160	198	214	229	257	285
180	203	217	231	257	282
200	206	219	232	257	280
250	214	225	236	256	276
300	224	233	243	261	279
350	237	246	254	270	286

Продолжение табл. 4.7

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	40	50	60	80	100
400	253	260	268	282	297
500	287	292	298	310	322
600	320	325	330	340	350
700	354	357	361	370	378
800	387	390	394	401	408
1000	455	457	460	465	471
1200	523	525	527	531	535
1500	622	623	624	628	631

Таблица 4.8. **Общая погрешность значений теплопроводиости параводорода, %**

T, К	Погрешность при p, МПа					
	Разреженное состояние	1	5	10	50	100
15	4,0	2,9	–	–	–	–
20	3,4	1,7	1,6	1,9	–	–
30	2,6	2,7	1,5	1,7	4,0	–
50	2,2	3,3	2,9	2,3	4,2	5,8
100	1,8	2,1	2,2	2,0	2,6	5,9
300	1,0	1,0	1,1	1,1	1,3	1,8
800	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3
1500	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2

При комнатной и высокнх температурах орто- и параводород содержатся в отношении 3 : 1; при снижении температуры равновесие сдвигается в сторону параводорода, содержание которого при 0 К составляет 100%.

Дейтерий. Обзор работ по изучению теплопроводности дейтерия приведен в [1]. С использованием этих работ составлены табл. 4.9 и 4.10.

Погрешность данных 6% при $T = 20 \div 90$ К, 3% при $T = 300 \div 1400$ К.

Для справки приведены значения теплопроводности жидкого дейтерия. Погрешность этих данных превышает 15%.

Таблица 4.9. **Теплопроводность паров дейтерия при $p = 0{,}1$ МПа**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
20	12,0	200	101	330	142	700	241
40	26,2	220	108	340	145	800	266
60	38,2	240	115	350	148	900	292
80	49,0	260	121	360	151	1000	317
100	59,0	273,15	125	380	157	1100	342
120	68,4	280	127	400	163	1200	368
160	85,4	310	136	500	190	1400	419
180	93,4	320	139	600	216		

Таблица 4.10. **Экспериментальные значения теплопроводности жидкого дейтерия [37], Вт/(м · К)**

Нормальный дейтерий		Ортодейтерий	
T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
20,19	1,28	21,15	1,26
21,73	1,30	22,05	1,32
22,17	1,31	23,42	1,31
22,96	1,32		
23,26	1,33		

Азот. Теплопроводность азота исследована весьма детально. Значительная часть измерений проведена при атмосферном давлении в интервале температур 80–2500 К. Список этих работ приведен в [1]. Новые данные по теплопроводности при высоких давлениях приведены в [38, 39] при $T = 300$ К и до $p = 36$ МПа, в [40] при $T = 300$ К до $p = 10$ МПа, в [41] при $T = 300$ К до $p = 70$ МПа, в [42] при $T = 70 \div 300$ К и до $p = 300$ МПа, в [43] при $T = 300 \div 430$ К до $p = 10$ МПа.

В 1983 г. разработаны и опубликованы таблицы ГСССД 49-83. В них приведены стандартные справочные данные для теплопроводности газообразного азота в разреженном состоянии ($p \leqslant 0{,}1$ МПа) в диапазоне температур 65–2500 К.

В 1985 г. разработаны более расширенные таблицы (ГСССД 89-85), в которых приведены значения теплопроводности азота при 65–1000 К и $p = 0{,}1 \div 200$ МПа. Поскольку при высокнх температурах (при $T > 1000$ К) зависимость теплопроводности от давления становится сравнительно слабой, то значения теплопроводности в диапазоне температур 1000–2500 К прн различных давленнях получены путем экстраполяции, при этом указаны возможные погрешности [359]. Они сравнительно малы, поскольку поправка на давление не слишком велика.

В [44] проведены измерения теплопроводности азота при высоких давлениях (0,1–1000 МПа) и температуре $T = 298$ К (табл. 4.11). Ниже приведены результаты этих измерений. Эти экспериментальные данные хорошо согласуются со значениями теплопроводности до $p = 200$ МПа, приведенными в табл. 4.11. Расхождения находятся в пределах меньше 1%. При более высоких давлениях данные [44] являются единственными.

Значения теплопроводности азота приведены в табл. 4.12, 4.13, погрешность коэффициента теплопроводности – в табл. 4.14.

Таблица 4.11. **Рекомеидуемые значения теплопроводности газообразиого и жидкого азота**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0	1	2	3	5	7	10
65	6,3	155,0	155,4	155,8	156,6	157,4	–
70	6,8	149,9	150,5	151,2	152,3	153,5	155,2
80	7,7	133,6	134,6	135,0	137,4	139,2	141,8
90	8,7	114,7	116,0	117,3	119,7	122,0	125,3
100	9,7	95,7	97,5	99,2	102,3	105,1	109,1
110	10,6	11,7	78,8	81,3	85,6	89,2	94,0
120	11,6	12,9	15,2	62,4	69,4	74,4	80,3

Продолжение табл. 4.11

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0	1	2	3	5	7	10
130	12,5	13,9	15,7	20,3	54,7	61,2	68,2
140	13,4	14,4	15,7	18,0	32,0	48,2	57,2
150	14,3	15,2	16,3	17,9	24,5	36,8	48,5
160	15,2	16,0	16,9	18,3	22,7	30,2	41,7
180	17,0	17,6	18,4	19,4	22,1	26,0	33,4
200	18,6	19,2	19,9	20,7	22,7	25,3	30,2
250	22,5	22,9	23,4	23,9	25,2	26,6	29,1
300	26,1	26,4	26,9	27,3	28,3	29,3	31,1
350	29,4	29,8	30,1	30,5	31,3	32,2	33,6
400	32,7	33,0	33,3	33,6	34,3	35,0	36,2
450	35,8	36,1	36,4	36,6	37,2	37,9	38,9
500	38,9	39,1	39,4	39,6	40,2	40,7	41,6
600	44,8	45,0	45,3	45,5	45,9	46,4	47,1
700	50,7	50,9	51,1	51,2	51,6	52,0	52,6
800	56,4	56,6	56,8	56,9	57,3	57,6	58,1
1000	67,6	67,7	67,9	68,0	68,3	68,6	69,0
1200	78,3	78,4	78,5	78,6	78,8	79,1	79,4
1500	93,1	93,2	93,3	93,4	93,6	93,8	94,0
2000	115,1	115,2	115,3	115,3	115,5	115,6	115,8
2500	135,5	135,5	135,6	135,6	135,8	135,9	136,0

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	15	20	25	30	40	50	60
70	157,8	160,2	162,6	164,8	–	–	–
80	145,8	149,6	153,2	156,6	163,1	169,2	175,0
90	130,3	134,9	139,3	143,4	151,3	158,6	165,7
100	115,0	120,3	125,2	129,9	138,5	146,6	154,3
110	100,9	106,9	112,3	117,3	126,6	135,2	143,2
120	88,2	94,9	100,8	106,2	115,9	124,8	133,1
130	77,1	84,3	90,6	96,3	106,4	115,6	124,1
140	67,3	75,1	81,7	87,6	98,0	107,4	116,0
150	59,2	67,2	74,0	80,0	90,7	100,1	108,7
160	52,8	60,8	67,6	73,7	84,3	93,7	102,3
180	44,0	51,6	58,1	63,8	74,1	83,2	91,6
200	38,7	45,8	51,7	57,1	66,7	75,4	83,3
250	33,7	38,4	43,1	47,5	55,7	63,2	70,2
300	34,3	37,7	41,2	44,6	51,2	57,4	63,3
350	36,0	38,7	41,4	44,1	49,5	54,7	59,8
400	38,2	40,4	42,6	44,8	49,4	53,8	58,2
450	40,6	42,4	44,3	46,2	50,1	53,9	57,8
500	43,1	44,7	46,3	48,0	51,3	54,7	58,1
600	48,3	49,6	50,8	52,2	54,8	57,5	60,2
700	53,6	54,7	55,7	56,8	59,0	61,2	63,5
800	59,0	59,9	60,8	61,7	63,6	65,5	67,4
1000	69,7	70,4	71,1	71,8	73,2	74,7	76,1
1200	80,0	80,5	81,2	81,7	82,9	84,1	85,3
1500	94,5	95,0	95,4	95,9	96,8	97,7	98,7
2000	116,2	116,5	116,9	117,2	117,9	118,6	119,3
2500	136,3	136,6	136,9	137,1	137,7	138,2	138,8

Продолжение табл. 4.11

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	70	80	100	120	150	200
80	180,6	186,1	–	–	–	–
90	172,5	179,1	191,8	204,2	–	–
100	161,7	168,8	182,7	196,1	215,6	247,2
110	150,9	158,4	172,7	186,5	206,5	239,0
120	141,1	148,6	163,2	177,1	197,2	229,5
130	132,1	139,8	154,4	168,3	188,3	220,2
140	124,1	131,8	146,4	160,3	180,1	211,4
150	116,8	124,6	139,1	152,9	172,5	203,3
160	110,3	118,0	132,5	146,1	165,4	195,8
180	99,4	106,9	120,9	134,2	153,0	182,3
200	90,8	98,0	111,5	124,2	142,3	170,6
250	76,7	83,0	94,9	106,3	122,4	147,8
300	69,0	74,5	85,1	95,1	109,5	132,3
350	64,8	69,6	78,9	87,9	100,9	121,6
400	62,5	66,8	75,1	83,2	95,1	114,0
450	61,6	65,3	72,8	80,2	91,0	108,5
500	61,5	64,8	71,6	78,2	88,2	104,4
600	63,0	65,7	71,2	76,8	85,2	99,3
700	65,8	68,1	72,7	77,5	84,6	96,9
800	69,4	71,3	75,3	79,4	85,6	96,3
1000	77,6	79,2	82,2	85,4	90,2	98,6
1200	86,5	87,7	90,2	92,7	96,7	103,4
1500	99,6	100,6	102,5	104,5	107,5	112,7
2000	120,0	120,6	122,0	123,5	125,6	129,4
2500	139,4	139,9	141,0	142,1	143,8	146,6

Таблица 4.12. **Теплопроводность азота на изотерме $T = 298$ К, Вт/(м · К) [44]**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, Мпа	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	26,0	200	131	500	234	800	308
50	57,0	300	170	600	261	900	329
100	85,5	400	204	700	205	1000	350
150	109						

Таблица 4.13. **Значения теплопроводности жидкого и газообразного азота на линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
65	154,6	6,38	96	102,6	9,72
66	153,8	6,48	98	98,9	10,01
68	151,8	6,67	100	95,3	10,33
70	149,3	6,87	102	91,6	10,67
72	146,4	7,07	104	88,0	11,05
74	143,3	7,26	106	84,4	11,48
76	139,9	7,46	108	80,9	11,97
78	136,4	7,66	110	77,3	12,55
80	132,7	7,87	112	73,7	13,24
82	129,0	8,07	114	70,2	14,09
84	125,2	8,29	116	66,6	15,19
86	121,4	8,50	118	63,2	16,65
88	117,6	8,73	120	59,9	18,73
90	113,8	8,96	122	56,9	21,93
92	110,0	9,20	124	54,9	27,55
94	106,3	9,45	–	–	–

Таблица 4.14. **Погрешность коэффициента теплопроводности азота, %**

T, К	p, МПа						
	0	1	5	10	50	100	200
65	7,0	5,4	–	–	–	–	
100	5,0	1,8	1,7	1,7	2,2	4,4	8,6
130	3,5	6,6	8,4	3,3	2,5	3,9	6,7
200	2,7	3,2	3,8	4,5	2,1	2,8	4,6
300	0,8	0,9	1,5	1,0	1,0	1,8	3,1
400	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,8	2,7
600	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,7
800	2,3	2,3	2,4	2,5	2,7	2,7	2,8
1000	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	2,9
1500	2,5	2,5	2,5	2,6	2,8	3,0	3,0
2000	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
2500	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4

Кислород. Теплопроводность газообразного кислорода исследована при атмосферном давлении в диапазоне температур 80–1500 К. Список работ приведен в [1]. Там же дан список работ для газовой и жидкой фаз при давлениях до $p = 50$ МПа. В последнее время опубликованы результаты работ: в [45] при атмосферном давлении и температурах от 300 до 1000 К, в [46] при $T = 302 \div 323$ К и $p = 0{,}1 \div 15$ МПа. В работе [47] исследования выполнены в диапазоне температур 78–310 К и давлениях 0,2–70 МПа. Разработаны таблицы рекомендуемых [48] и стандартных [49] справочных данных (ГСССД 93-86) для теплопровод-

ности кислорода при температурах $T = 70 \div 500$ К и давлениях от соответствующих разреженному газу до $p = 100$ МПа.

На основе обобщения всего экспериментального материала, таблиц РСД [48] и ССД [49] составлены табл. 4.15, 4.16 значений теплопроводности кислорода для газовой и жидкой фаз. В табл. 4.17 приведены вероятные погрешности значений теплопроводности.

Таблица 4.15. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного и жидкого кислорода**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0	1	2	3	5	10	15
70	6,3	186	187	187	188	190	193
80	7,2	163	165	164	165	168	170
90	8,2	149	150	150	152	154	157
100	9,3	137	138	139	140	143	147
110	10,3	124	125	126	128	132	136
120	11,4	12,1	111	112	114	120	125
130	12,4	13,2	94,8	96,6	99,9	107	113
140	13,3	14,4	15,3	78,8	83,9	93,2	100
150	14,3	15,7	16,7	18,5	66,9	79,8	88,3
160	15,2	16,5	17,5	18,9	26,4	67,5	77,1
170	16,1	17,2	17,9	18,9	22,5	54,8	66,6
180	17,0	17,9	18,6	19,5	22,0	42,7	57,8
190	17,9	18,7	19,4	20,1	22,2	35,0	50,8
200	18,7	19,5	20,2	20,9	22,6	31,6	45,2
220	20,4	21,1	21,7	22,3	23,8	29,4	38,4
240	22,1	22,7	23,3	23,8	25,1	29,3	35,5
260	23,8	24,3	24,8	25,3	26,4	29,9	34,6
280	25,3	25,8	26,3	26,8	27,8	30,8	34,5
300	26,9	27,3	27,8	28,2	29,2	31,8	34,9
320	28,4	28,9	29,3	29,7	30,6	33,0	35,8
340	30,0	30,4	30,8	31,2	32,1	34,3	36,9
360	31,5	31,9	32,3	32,7	33,5	35,7	38,0
400	34,6	35,0	35,3	35,7	36,5	38,4	40,5
450	38,4	38,7	39,1	39,4	40,1	41,8	43,6
500	42,1	42,5	42,8	43,1	43,7	45,3	46,9
600	49,5	49,7	50,0	50,3	50,8	52,1	53,5
700	56,5	56,7	57,0	57,2	57,7	58,8	60,0
800	63,3	63,5	63,7	63,9	64,3	65,4	66,4
1000	76,0	76,2	76,4	76,5	76,9	77,7	78,6
1200	87,8	88,0	88,1	88,3	88,6	89,3	90,0
1500	104	104	105	105	105	106	106

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	20	25	30	40	50	60	80	100
70	195	197	199	204	208	212	221	230
80	172	174	176	180	185	188	198	207
90	160	162	164	169	174	178	188	198
100	150	153	155	161	166	172	182	193

Продолжение табл. 4.15

	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
T, К	20	25	30	40	50	60	80	100
110	140	143	147	153	159	165	177	189
120	129	133	137	144	151	158	171	184
130	118	122	127	135	143	150	164	178
140	106	112	117	126	134	142	157	171
150	95,1	101	106	116	125	133	149	164
160	84,7	91,1	96,8	107	116	125	141	156
170	75,0	81,9	87,9	98,6	108	117	133	149
180	66,7	73,8	80,1	90,9	100	109	126	141
190	59,9	67,1	73,3	84,2	93,7	102	119	134
200	54,5	61,6	67,7	78,4	87,8	96,4	112	128
220	47,0	53,7	59,4	69,4	78,2	86,4	102	116
240	42,4	48,7	54,0	63,1	71,3	78,8	93,1	107
260	40,0	45,4	50,3	58,8	66,4	73,3	86,5	99,1
280	38,9	43,4	47,8	55,8	62,8	69,3	81,5	93,1
300	38,5	42,3	46,2	53,5	60,2	66,3	77,7	88,5
320	38,9	42,2	45,6	52,3	58,6	64,3	74,9	84,9
340	39,7	42,7	45,8	51,9	57,7	63,0	72,9	82,2
360	40,6	42,3	46,1	51,8	57,2	62,2	71,5	80,2
400	42,7	45,0	47,4	52,3	57,1	61,6	69,9	77,6
450	45,6	47,5	49,6	53,8	58,0	62,0	69,4	76,3
500	48,6	50,3	52,2	55,9	59,5	63,1	–	–
600	54,9	56,3	57,8	60,7	63,8	66,8	72,5	77,9
700	61,2	62,4	63,6	66,1	68,7	71,3	76,3	81,0
800	67,4	68,5	69,5	71,7	73,9	76,2	80,6	84,8
1000	79,4	80,2	81,1	82,8	84,6	86,3	89,9	93,4
1200	90,7	91,4	92,1	93,5	95,0	96,4	99,4	102,3
1500	106,7	107,3	107,9	109,0	110,2	111,2	113,7	116,0

Таблица 4.16. **Значения теплопроводности жидкого и газообразного кислорода на линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	Жидкость, $\lambda' \cdot 10^3$	Пар, $\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	Жидкость, $\lambda' \cdot 10^3$	Пар, $\lambda'' \cdot 10^3$
55	289	5,72	105	130	10,2
60	238	5,80	110	124	10,8
65	206	6,05	115	117	11,5
70	186	6,42	120	119	12,2
75	172	6,85	125	102	13,1
80	163	7,34	130	94,2	14,1
85	155	7,86	135	86,1	15,5
90	149	8,40	140	77,7	17.5
95	143	8,96	145	69,0	21,1
100	137	9,54	150	60,9	28,7

Таблица 4.17. **Погрешность коэффициента теплопроводности кислорода, %**

T, К	p, МПа					
	0	1	5	10	50	100
55	–	9,4	9,4			
75	3,0	2,7	2,6	2,5	2,9	4,6
100	2,5	1,5	1,5	1,5	1,7	3,1
150	2,2	6,3	4,9	1,8	1,1	2,6
300	2,0	2,2	2,5	2,6	2,7	3,2
500	3,0	3,0	3,1	3,2	3,0	3,5
1000	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,1
1500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,1

ГЛАВА ПЯТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ВОЗДУХА

О теплопроводности воздуха имеются вполне надежные данные, поэтому его широко применяют для контроля и градуировки экспериментальных установок.

В [1] приведен подробный обзор работ, выполненных до 1976 г. по исследованию теплопроводности воздуха. Позднее опубликованы новые данные: [50] – в интервале $T = 400 \div 1200$ К при $p = 0{,}1$ МПа и в интервале $T = 590 \div 110$ К при давлениях до 100 МПа, [51] – при $T = 300{,}6$ К в диапазоне $p = 0{,}8 \div 36$ МПа.

Для описания надежных экспериментальных данных по теплопроводности воздуха, Вт/(м · К), при $p = 0{,}1$ МПа в [1] предлагается уравнение

$$\lambda \cdot 10^3 = -0{,}9474 + 11{,}961\left(\frac{T}{100}\right) - 2{,}3632\left(\frac{T}{100}\right)^2 + 0{,}8406\left(\frac{T}{100}\right)^3 - 0{,}1747\left(\frac{T}{100}\right)^4 + 1{,}904 \cdot 10^{-2}\left(\frac{T}{100}\right)^5 - 1{,}035 \cdot 10^{-3}\left(\frac{T}{100}\right)^6 + 2{,}228 \cdot 10^{-5}\left(\frac{T}{100}\right)^7. \quad (5.1)$$

В табл. 5.1 приведены рекомендуемые значения теплопроводности воздуха при $p = 0{,}1$ МПа, которые вычислены по уравнению (5.1) для диапазона $T = 200$ 800 К, а для участков 80–200 и 80–1200 К определены графически. Погрешность рекомендуемых значений теплопроводности составляет 2% в интервале $T = 80 \div 250$ К, 1% для 250–400 К, 1,5% для 400–800 К, 2% для 800–1200 К.

Для обобщения опытных данных по теплопроводности воздуха при повышенных давлениях, включая область жидкого состояния, в [1] предлагается следующее уравнение, справедливое в интервале плотностей $\rho = 0 \div 900$ кг/м^3:

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 0{,}0354\,\rho + 0{,}0760 \cdot 10^{-3}\rho^2 - 0{,}01095 \cdot 10^{-6}\rho^3 + 0{,}1032 \times 10^{-9}\rho^4, \quad (5.2)$$

где $\Delta\lambda$ – в Вт/(м · К); ρ – в кг/м^3.

Уравнение (5.2) использовано для определения рекомендуемых табличных значений теплопроводности воздуха при температурах до 700 К в интервале давлений $p = 0{,}1 \div 100{,}0$ МПа (табл. 5.2).

Таблица 5.1. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного воздуха при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
80	7,5	220	19,6	360	30,8	600	46,9
90	8,4	230	20,4	370	31,5	650	49,7
100	9,3	240	21,2	380	32,3	700	52,4
110	10,2	250	22,1	390	33,0	750	55,0
120	11,1	260	22,9	400	33,8	800	57,5
130	12,0	270	23,8	420	35,2	850	60,1
140	12,9	280	24,6	440	36,6	900	62,6
150	13,8	290	25,4	460	38,0	950	65,1
160	14,7	300	26,2	480	39,4	1000	67,6
170	15,5	310	26,9	500	40,7	1050	70,1
180	16,4	320	27,7	520	42,0	1100	72,6
190	17,2	330	28,5	540	43,3	1150	75,1
200	18,0	340	29,2	560	44,5	1200	77,7
210	18,8	350	30,0	580	45,7		

Таблица 5.2. **Рекомендуемые значения теплопроводности воздуха**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	5	10	15	20	25	30	35
85	7,9	143,4	147,9	152,1	156,3	160,4	163,7	
100	9,3	118,1	123,8	129,1	134,0	138,7	143,0	147,4
125	11,6	76,0	88,3	96,8	103,5	109,5	115,0	119,8
150	13,8	23,5	53,6	68,6	78,2	85,9	92,3	98,2
175	15,9	21,4	33,4	47,7	58,6	67,3	74,5	80,6
200	18,0	22,1	29,4	38,2	47,0	55,0	61,9	67,8
225	20,1	23,5	28,8	34,9	41,6	48,6	53,6	59,2
250	22,1	25,0	29,2	34,0	38,9	44,3	49,2	54,1
275	24,2	26,7	30,2	34,4	38,3	42,4	46,7	50,9
300	26,2	28,4	31,4	34,9	38,5	42,0	45,6	49,3
325	28,0	30,1	32,6	35,6	38,8	41,9	44,8	48,1
350	30,0	31,8	34,1	36,7	39,5	42,3	45,1	47,8
375	31,9	33,6	35,6	38,1	40,5	43,1	45,6	48,0
400	33,8	35,4	37,3	39,4	41,8	44,1	46,4	48,6
425	35,5	37,0	38,8	40,7	42,9	45,1	47,2	49,2
450	37,3	38,7	40,3	42,0	44,0	46,2	48,0	49,9
500	40,7	42,0	43,3	44,9	46,5	48,3	50,1	51,8
550	43,9	45,0	46,2	47,6	49,0	50,5	52,2	53,7
600	46,9	47,9	49,0	50,2	51,5	52,9	54,3	55,7
650	49,7	50,6	51,6	52,7	53,9	55,1	56,3	57,6
700	52,4	53,2	54,2	55,2	56,4	57,3	58,4	59,8
750	55,0	55,9	56,9	57,9	59,0	59,8	60,9	62,2
800	57,5	58,5	59,5	60,5	61,5	62,3	63,5	64,6
850	60,1	61,0	62,0	63,0	64,0	64,9	66,0	66,9
900	62,6	63,6	64,6	65,5	66,5	67,4	68,4	69,3
950	65,1	66,1	67,1	68,1	69,0	69,9	70,8	71,7
1000	67,6	68,6	69,7	70,6	71,5	72,3	73,2	74,1
1050	70,1	71,1	72,2	73,2	74,0	74,8	75,6	76,4
1100	72,6	73,7	74,7	75,6	76,5	77,3	78,1	78,8

Продолжение табл. 5.2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	40	45	50	60	70	80	90	100
100	151,1	155,1	158,4					
125	124,4	128,9	133,0					
150	103,2	108,0	122,5					
175	86,1	91,3	95,6					
200	73,4	78,2	82,8	91,2				
225	64,7	69,5	73,9	81,8	88,9	96,0	101,8	
250	58,6	63,1	67,1	74,8	81,6	88,1	94,1	99,7
275	54,9	58,7	62,4	69,9	76,3	82,4	88,0	93,5
300	52,7	55,8	59,0	65,4	71,6	77,6	82,8	87,9
325	51,3	54,3	57,2	63,1	68,6	74,2	79,2	84,4
350	50,8	53,5	55,9	61,1	66,3	71,5	76,4	81,4
375	50,6	52,9	55,6	60,3	65,2	69,9	74,5	78,9
400	50,9	53,1	55,4	59,9	64,2	68,4	72,6	76,9
425	51,4	53,2	55,5	59,6	63,5	67,2	71,0	74,8
450	51,9	53,8	55,9	59,7	63,3	66,6	70,0	73,3
500	53,5	55,2	56,8	60,1	63,4	66,6	69,6	72,3
550	55,2	56,7	58,2	61,1	64,2	67,1	69,9	72,4
600	57,1	58,4	59,8	62,4	65,0	67,4	70,4	72,9
650	58,9	60,2	61,4	63,8	66,2	68,7	71,0	73,6
700	60,9	62,0	63,1	65,3	67,5	69,9	72,0	74,6
750	63,2	64,2	65,3	67,4	69,3	71,4	73,4	75,8
800	65,6	66,5	67,6	69,5	71,3	73,2	75,0	77,0
850	67,9	68,8	69,8	71,6	73,3	75,1	76,8	78,5
900	70,2	71,1	72,0	73,7	75,3	77,0	78,6	80,2
950	72,5	73,4	74,2	75,8	77,4	78,9	80,4	81,8
1000	74,8	75,6	76,4	77,9	79,4	80,8	82,2	83,5
1050	77,1	77,9	78,7	80,1	81,4	82,7	84,0	85,2
1100	79,5	80,2	80,9	82,2	83,5	84,7	85,8	86,9

Внимательное изучение полученных в [50] данных показывает [1], что в координатах $(\Delta\lambda, \rho)$, строго говоря, не получается единой криной. Изотермы, хотя и очень слабо, рассланваются. Опыты [50], проведеиные в более широкой области температур, подтвердили наличие расслоения, которое увеличивается с повышением температуры и плотности. Следует отметить, что в исследованной области это расслоение не превышает 2–4%, т. е. блнзко к точности опытов. Для уменьшения погрешности рекомендуемые значения теплопроводности воздуха (табл. 5.2) при $T > 700$ К и $p > 0{,}1$ МПа определены графическн непосредственно по экспериментальным данным [50]. Возможная погрешность табличных данных при повышенных давленнях составляет 4–5% для $T = 85 \div 290$ К и 2–4% для $T = 300 \div 1100$ К.

Трехфтористый бор. Таблица 6.1 составлена по данным [52]. В интервале температур 330–630 К теплопроводность паров, Вт/(м · К), описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = -4{,}36 + 6{,}996 \cdot 10^{-2} T + 1{,}52 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (6.1)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Таблица 6.1. Теплопроводность паров трехфтористого бора при давлении p = 1 бар, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
320	18,2	400	23,9	480	29,2	560	34,8	620	39,0
340	19,6	420	25,0	500	30,6	580	36,2	640	40,4
360	21,0	440	26,4	520	32,0	600	37,6		
380	22,4	460	27,8	540	33,4				

Оксид углерода. В [1] приведены результаты обобщения опубликованных данных (табл. 6.2).

В интервале температур 80–300 К использована графическая обработка данных из [53–55].

В интервале температур 300–2000 К в обработку включены данные [56–60].

Погрешность табличных значений составляет 2% при температурах 80–300 К, 3% на интервале 300–600 К и до 5% выше 600 К.

Теплопроводность жидкого оксида углерода приведена по данным [61].

Значения теплопроводности жидкого оксида углерода на линии насыщения, Вт/(м · К) [61], приведены ниже:

T, К	80	85	90	95	100	105	110
$\lambda \cdot 10^3$	143	134	125	116	108	99	90

Таблица 6.2. Теплопронодность паров оксида углерода при давлении p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
80	6,91	400	32,2	1100	70,6
100	8,71	450	35,6	1200	75,6
120	10,5	500	38,3	1300	80,5
140	12,3	550	41,2	1400	85,4
160	14,1	600	44,2	1500	90,4
180	15,8	650	47,1	1600	95,4
200	17,4	700	49,8	1700	100,5
220	18,8	750	52,6	1800	106
240	20,5	800	55,3	1900	112
260	22,0	850	57,9	2000	118
280	23,5	900	60,5	2100	125
300	25,1	950	63,1	2200	133
350	28,4	1000	65,6		

Теплопроводность паров оксида углерода, Вт/(м · К), (табл. 6.3) может быть вычислена по формуле

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0(T) + A_1(T)\, p + A_2(T)\, p^2, \qquad (6.2)$$

где $A_0(T) = 8{,}319 + 4{,}42 \cdot 10^{-2} T + 4{,}02 \cdot 10^{-5} T^2$; $A_1(T) = -1{,}51 + 9{,}96 \cdot 10^{-3} T - 1{,}38 \cdot 10^{-5} T^2$; $A_2(T) = 0{,}255 - 1{,}18 \cdot 10^{-3} T + 1{,}38 \cdot 10^{-6} T^2$; p – в МПа; T – в К. Погрешность равна 3%.

Таблица 6.3. **Теплопроводность парон оксида углерода [60]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), прн p, МПа						
	0,1	1	2	4	6	8	10
330	27,3	27,6	27,9	28,7	29,5	30,6	31,8
340	28,0	28,3	28,6	29,4	30,2	31,2	32,3
350	28,7	29,0	29,3	30,1	30,9	31,8	32,9
360	29,5	29,7	30,1	30,8	31,6	32,4	33,4
370	30,2	30,5	30,8	31,5	32,2	33,1	34,0
380	31,0	31,2	31,5	32,2	32,9	33,7	34,5
390	31,7	32,0	32,6	32,9	33,6	34,3	35,1
400	32,3	32,7	33,0	33,6	34,2	35,0	35,7
410	33,0	33,5	33,7	34,3	34,9	35,6	36,3
420	33,6	34,2	34,5	35,0	35,6	36,2	36,9
430	34,4	35,0	35,2	35,7	36,3	36,9	37,5

Диоксид углерода. Теплопроводность CO_2 измерена в широком диапазоне температур (186–2000 К) при давлениях до 214 МПа. Подробный обзор работ дан в монографиях [1, 62]. Перечень экспериментальных исследований, выполненных в последние годы, приведен в табл. 6.4.

В 1986 г. Госстандартом СССР утверждены таблицы стандартных справочных данных по вязкости, теплопроводности и числу Прандтля диоксида углерода в состоянии разреженного газа в диапазоне температур 150–200 К [68]. Основой для составления таблиц явились экспериментальные работы, перечисленные в табл. 6.4. В табл. 6.5 приводятся значения теплопроводности CO_2 в состоянии разреженного газа (практически соответствуют данным при p = 0,1 МПа), которые взяты из ГСССД 101-86 [68].

В табл. 6.6 указана погрешность δ_λ стандартных данных по теплопроводности CO_2.

Таблица 6.4. **Новые работы по теплопроводности CO_2**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1975	Чен, Джейн, Саксена	[63]	400–2000	0,1
1976	Бакулин	[64]	400–1300	0,1
			220–320	0,5–30
1979	Клиффорд, Кестин, Вакехам	[38]	300	0,8–35
1979	Снел, Траппенирс, Ботцен	[65]	298–323	–
1980	Тарзиманов, Сальманов	[13]	568–787	0,1–68
1983	Скотт, Джонс, Уотсон	[66]	302–348	–
1986	Джонс и др.	[67]	380–470	2–30

Таблица 6.5. **Теплопроводность диоксида углерода в состоянии разреженного газа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
190	8,82	340	19,67	800	54,49
200	9,47	350	20,44	850	57,96
210	10,13	360	21,19	900	61,37
220	10,80	370	21,97	950	64,76
230	11,48	380	22,73	1000	68,04
240	12,18	390	23,53	1100	74,46
250	12,89	400	24,32	1200	80,56
260	13,63	450	28,26	1300	86,44
270	14,36	500	32,17	1400	91,98
280	15,09	550	36,03	1500	97,43
290	15,84	600	39,83	1600	102,7
300	16,60	650	43,57	1700	107,6
310	17,37	700	47,29	1800	112,5
320	18,14	750	50,89	1900	117,2
330	18,90			2000	121,9

Таблица 6.6. **Погрешность значений теплопроводности диоксида углерода в состоянии разреженного газа, %**

T, К	δ_λ	T, К	δ_λ	T, К	δ_λ
200	2,5	500	2,5	1000	3,0
300	1,5	600	3,0	1500	3,0
400	2,0	800	3,0	2000	3,0

Для обобщения экспериментальных данных по теплопроводности CO_2 при повышенных давлениях, включая область жидкого состояния, в работе [1] предлагается следующее уравнение:

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 0{,}2774\,\rho + 0{,}9587 \cdot 10^{-3}\rho^2 - 0{,}1005 \cdot 10^{-5}\rho^3 + 0{,}900 \cdot 10^{-9}\rho^4, \quad (6.3)$$

где λ – в Вт/(м · К); ρ – в кг/м^3.

Уравнение (6.3) справедливо для диапазона $\rho = 0 \div 1200$ кг/м^3, за исключением области приведенных температур $\tau = T/T_{кр} < 1{,}3$ (или $T < 395$ К) при приведенных плотностях $\varphi = \rho/\rho_{кр} < 1{,}8$ (или $\rho < 840$ кг/м^3).

Отклонения опытных данных различных авторов от рассчитанных по уравнению (6.3) в подавляющем большинстве случаев не превышают 2–3%. Работы, выполненные в последние годы (см. табл. 6.4), подтверждают надежность этого уравнения.

Уравнение (6.3) использовано для определения теплопроводности CO_2 при различных давлениях и температурах (табл. 6.7). В области $\tau < 1{,}3$ при $\varphi < 1{,}8$ табличные значения теплопроводности получены по зависимости λ (p, T), составленной непосредственно на основе опытных данных. Значения теплопроводности на линии насыщения (табл. 6.8) получены экстраполяцией. Погрешность данных в табл. 6.7 при повышенных давлениях составляет 3–4% в интервале 220–400 К и 4–5% при $T > 400$ К.

Таблица 6.7. Рекомендуемые значения теплопроводности диоксида углерода

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	2,5	5	7,5	10	15	20	25
220	10,8	182,6	184,6	187,0	188,6	191,7	197,0	
230	11,5	168,2	170,8	173,0	175,5	179,7	183,8	
240	12,2	153,8	157,2	159,7	162,5	167,3	171,6	
250	12,9	138,8	142,6	145,5	148,7	154,0	159,8	
260	13,6	125,5	129,0	132,4	135,6	141,7	147,2	
270	14,4	17,5	116,3	120,5	123,9	130,1	135,7	
280	15,1	17,7	101,4	106,2	111,5	118,8	125,3	131,2
290	15,8	18,0	26,7	93,5	99,2	107,5	114,8	121,5
300	16,6	18,6	24,0	–	87,4	97,6	105,4	112,0
310	17,4	19,1	23,3	–	–	88,6	96,9	103,5
320	18,1	19,7	23,0	31,0	–	78,8	88,8	95,8
330	18,9	20,3	23,2	29,1	43,0	68,6	80,8	88,8
340	19,7	21,1	23,6	28,2	36,3	59,6	73,2	82,3
350	20,4	21,8	24,0	27,8	33,2	51,8	66,1	76,0
360	21,2	22,5	24,5	27,5	31,7	45,7	60,0	70,3
370	22,0	23,3	25,1	27,6	30,8	40,7	54,6	64,9
380	22,7	24,0	25,6	27,8	30,5	38,4	49,9	60,3
390	23,5	24,7	26,3	28,2	30,6	37,4	47,2	56,5
400	24,3	25,5	27,0	28,6	30,9	36,8	45,3	53,3
450	28,3	29,4	30,5	31,8	33,5	37,5	42,1	47,4
500	32,2	33,1	34,0	35,0	36,3	39,4	42,8	46,7
550	36,0	36,8	37,5	38,5	39,5	42,1	45,1	47,7
600	39,8	40,3	41,1	42,0	42,9	45,0	42,0	49,7
650	43,6	44,1	44,7	45,6	46,4	48,2	50,2	52,3
700	47,3	47,9	48,5	49,2	50,0	51,5	53,3	55,1
750	50,9	51,5	52,1	52,7	53,4	54,8	56,4	58,0
800	54,5	55,0	55,5	56,0	56,6	58,0	59,4	60,9
850	58,0	58,5	59,0	59,5	60,1	61,4	62,8	64,0
900	61,4	61,9	62,4	62,9	63,4	64,7	66,0	67,3
950	64,8	65,2	65,6	66,1	66,6	67,7	68,9	70,0
1000	68,0	68,4	68,8	69,2	69,6	70,6	71,7	72,8
T, К	30	35	40	45	50	60	70	80
280	135,9	141,0	145,0	149,4	153,1	161,3	168,6	175,7
290	126,6	131,8	136,0	140,4	144,3	152,4	159,9	166,7
300	118,0	123,0	127,7	132,1	136,5	144,8	152,4	158,7
310	109,9	114,7	119,8	124,6	129,1	137,8	145,5	151,7
320	102,4	107,5	112,7	117,6	122,3	131,3	139,0	145,3
330	95,5	101,2	106,0	111,0	115,8	124,9	132,9	139,4
340	89,0	95,5	99,9	106,1	109,9	119,0	126,9	133,7
350	82,9	89,7	94,3	99,5	104,0	113,4	121,3	128,4
360	77,2	83,7	88,9	94,5	99,0	108,1	115,7	123,3
370	72,1	78,3	84,3	89,9	94,4	103,4	110,9	118,5
380	67,7	73,9	80,1	85,7	90,4	99,1	106,7	114,3
390	63,9	70,3	76,5	81,9	86,7	95,3	103,1	110,5
400	60,9	67,3	73,2	78,7	83,3	91,9	99,9	107,1
450	52,7	58,1	63,1	67,9	71,9	79,9	87,2	93,7

Продолжение табл. 6.7

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	30	35	40	45	50	60	70	80
500	51,0	54,8	58,8	62,9	66,5	73,3	80,0	85,9
550	51,6	54,7	57,9	61,1	64,5	70,0	75,8	81,3
600	53,2	55,8	58,6	61,2	64,1	68,9	73,8	78,8
650	55,3	57,6	59,9	62,2	64,6	69,0	73,5	77,8
700	57,8	59,9	61,8	63,9	65,9	69,9	74,0	77,9
750	60,5	62,4	64,1	65,9	67,9	71,3	75,0	78,7
800	63,2	64,7	66,3	68,0	69,8	73,1	76,3	79,5
850	65,6	67,0	68,6	70,2	71,8	74,9	77,7	80,6
900	68,6	69,9	71,3	72,7	74,0	76,9	79,7	82,3
950	71,3	72,5	73,8	75,1	76,3	79,0	81,7	84,1
1000	74,1	75,2	76,4	77,6	78,8	81,2	83,7	86,1
T, К	90	100	120	140	160	180	200	
280	182,0	187,9	194,2	204,0	215,6	223,3	229,4	
290	173,1	179,3	186,7	196,4	207,3	215,9	222,0	
300	165,1	171,3	179,9	188,6	200,2	208,8	215,5	
310	158,0	164,1	173,7	182,0	193,8	202,4	209,4	
320	151,6	157,4	167,6	175,8	188,0	196,4	203,7	
330	145,5	151,2	161,8	170,0	182,4	190,7	198,2	
340	140,0	145,4	156,2	164,6	177,2	185,4	193,0	
350	134,7	140,0	150,8	159,6	171,9	180,1	187,9	
360	129,8	135,0	145,4	155,0	164,7	175,1	182,9	
370	125,3	130,6	140,9	150,9	161,7	170,2	178,2	
380	121,2	126,6	136,9	146,8	157,1	165,5	173,6	
390	117,3	122,9	133,3	142,9	152,9	160,8	168,9	
400	113,7	119,5	129,9	139,2	148,9	156,6	164,5	
450	99,5	105,5	114,2	123,9	133,1	140,3	147,1	
500	91,0	96,4	104,3	113,6	121,7	129,3	135,4	
550	85,7	90,5	97,8	106,6	113,7	121,4	126,9	
600	83,1	87,3	94,0	101,7	108,2	114,8	120,3	
650	82,0	85,8	92,0	98,6	104,5	110,4	115,9	
700	81,6	85,4	91,3	97,4	102,8	108,5	113,7	
750	82,1	85,4	91,1	96,6	102,0	107,4	112,2	
800	82,5	85,6	91,0	96,2	101,4	106,4	111,0	
850	83,5	86,2	91,5	96,5	101,3	105,8	110,3	
900	84,9	87,5	92,4	97,1	101,7	105,9	109,9	
950	86,5	88,9	93,6	97,8	102,2	106,1	110,1	
1000	88,4	90,6	95,0	99,1	103,0	107,4	110,7	

Таблица 6.8. **Рекомендуемые значения теплопроводности диоксида углерода на линии насыщения, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
220	181	11,4	265	120	18,7
225	174	12,0	270	113	20,3
230	167	12,6	275	107	22,0
235	160	13,3	280	100	24,3
240	153	14,0	285	95,0	27,6
245	146	14,8	290	90,0	31,7
250	140	15,6	295	86,0	38,5
255	133	16,5	300	85,0	50,7
260	127	17,6			

Результаты прямых измерений теплопроводности и измерения температуропроводности оптическими методами показывают, что в критической области имеет место аномальный рост теплопроводности CO_2. Аналогичная картина, как известно, наблюдается и у других веществ, в частности у воды. Следует отметить, что диоксид углерода является одним из наиболее подробно исследованных веществ с применением различных методов (плоского слоя, коаксиальных цилиндров, регулярного режима и др.).

В [69] составлено уравнение для расчета теплопроводности CO_2 в критической области, справедливое в области приведенных плотностей $\varphi = 0{,}7 \div 1{,}3$ при приведенных температурах до $\tau \leqslant 1{,}03$. В табл. 6.9 даны значения теплопроводности диоксида углерода в критической области, рассчитанные авторами по уравнению [69]. В этой таблице указаны также значения аномальной части теплопроводности δ_λ.

Таблица 6.9. **Значения теплопроводности диоксида углерода в критической области, Вт/ (м·К)**

ρ, кг/м^3	T = 304,5 К		T = 305 К		T = 305,5 К	
	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$
280	16,7	50,9	16,3	50,5	15,9	50,2
320	23,3	60,6	22,5	60,0	21,9	59,3
360	37,0	77,6	35,0	75,7	33,2	73,8
400	73,0	117	62,8	106	54,1	98,0
420	114	159	81,4	127	64,1	110
440	158	205	92,3	140	69,6	117
460	174	223	96,9	146	72,3	121
480	167	218	93,6	144	69,9	121
500	141	193	84,6	137	64,1	117
520	92,0	146	69,4	124	55,7	110
540	57,1	113	50,2	106	44,1	110
580	27,3	87,4	26,0	86,1	24,7	84,9
620	15,9	80,2	15,4	79,7	15,0	79,3

Продолжение табл. 6.9

ρ, кг/м^3	T = 306 К		T = 307 К		T = 308 К	
	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$
280	15,6	49,9	14,9	49,3	14,2	48,7
320	21,2	58,7	19,9	57,4	18,6	56,2
360	31,4	72,1	28,0	68,8	25,1	66,0
400	47,4	91,3	38,1	82,2	32,1	76,3
420	53,8	99,4	41,6	87,4	34,6	80,4
440	57,4	105	43,8	91,2	36,2	83,7
460	59,4	109	45,3	94,4	37,5	86,7
480	57,5	108	43,8	94,7	36,2	87,2
500	53,0	106	40,5	93,2	33,5	86,3
520	47,0	102	36,6	91,2	30,5	85,1
540	39,0	95,3	31,8	88,2	26,9	83,4
580	23,5	83,7	21,1	81,4	19,0	79,4
620	14,6	78,9	13,7	76,1	12,8	77,4

ρ, кг/м^3	T = 309 К		T = 311 К		T = 313 К	
	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$	$\delta_\lambda \cdot 10^3$	$\lambda \cdot 10^3$
280	13,5	48,1	12,3	47,0	11,2	46,0
320	17,4	55,1	15,2	53,1	13,5	51,5
360	22,7	63,6	19,0	60,1	16,3	57,5
400	28,0	72,2	22,5	66,9	19,0	63,5
420	29,9	75,8	23,8	68,9	20,0	66,2
440	31,2	78,8	24,9	72,7	21,0	68,9
460	32,4	81,7	25,9	75,4	21,9	71,6
480	31,3	82,3	25,0	76,2	21,1	72,5
500	28,9	81,8	23,0	76,1	19,4	72,6
520	26,4	81,1	21,1	75,9	17,7	72,7
540	23,5	80,1	19,0	75,7	16,0	72,9
580	17,3	77,7	14,5	75,1	12,5	73,3
620	12,0	76,6	10,6	75,4	9,43	74,3

Сероуглерод (дисульфид углерода). Теплопроводность жидкого сероуглерода при температуре T = 300 К составляет [1] 0,155 Вт/(м·К). Погрешность равна 3%.

Теплопроводность паров [70] описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = -32,31 + 0,177T - 1,562 \cdot 10^{-4} T^2 . \qquad (6.4)$$

Погрешность рекомендуемых значений в табл. 6.10 составляет 2%.

Таблица 6.10. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров сероуглерода при давлении p = 0,1 МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
340	9,81	400	13,5	460	16,1
360	11,2	420	14,5	480	16,7
380	12,4	440	15,3	500	17,1

Синильная кислота (цианистый водород). В интервале температур 273–673 К теплопроводность паров [71] описывается выражением (табл. 6.11)

$$\lambda \cdot 10^3 = -12{,}12 + 8{,}06 \cdot 10^{-2} T - 5{,}39 \cdot 10^{-7} T^2. \qquad (6.5)$$

Погрешность табличных значений составляет 1,5%.

Таблица 6.11. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров синильной кислоты при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	9,59	410	25,6	550	32,0
280	10,4	420	21,6	560	32,8
290	11,2	430	22,4	570	33,6
300	12,0	440	23,2	580	34,4
310	12,8	450	24,0	590	35,2
320	13,6	460	24,8	600	36,0
330	14,4	470	25,6	610	36,8
340	15,2	480	26,4	620	37,7
350	16,0	490	27,2	630	38,4
360	16,8	500	28,0	640	39,2
370	17,6	510	28,2	650	40,0
380	18,4	520	29,6	660	40,8
390	19,2	530	30,4	670	41,6
400	20,0	540	31,2	680	42,4

Сероводород. Теплопроводность паров сероводорода при давлении $p = 0{,}1$ МПа по данным работ [72–74] в интервале температур 190– 600 К описывается выражением (табл. 6.12)

$$\lambda \cdot 10^3 = -55{,}43 + 0{,}5795\, T - 1{,}869 \cdot 10^{-3} T^2 + 2{,}86 \cdot 10^{-6} T^3 - 1{,}57 \cdot 10^{-9} T^4. \qquad (6.6)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Таблица 6.12. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров сероводорода при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	3,36	320	15,9	460	24,0
190	4,78	330	16,5	470	24,7
200	6,08	340	17,0	480	25,4
210	7,29	350	17,6	490	26,0
220	8,38	360	18,1	500	26,8
230	9,40	370	18,7	510	27,5
240	10,3	380	19,2	520	28,3
250	11,2	390	19,8	530	29,0
260	12,0	400	20,3	540	29,8
270	12,8	410	20,9	550	30,6
280	13,5	420	21,5	560	31,4
290	14,1	430	22,1	570	32,1
300	14,8	440	22,7	580	32,9
310	15,4	450	23,3	590	33,6
				600	34,4

Трифторид азота. Теплопроводность паров трифторида азота [1] составляет $\lambda \cdot 10^3 = 18{,}0$ Вт/(м·К) при $T = 300$ К. Измерения выполнены при давлениях 0,04; 0,049; 0,11 бар. Зависимости от давления не обнаружено. Погрешность по оценкам авторов составляет 5%.

Аммиак. Исследованию теплопроводности аммиака посвящено значительное число работ, перечень которых приведен в [1].

Теплопроводность паров при атмосферном давлении (табл. 6.13) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -24{,}6 + 0{,}525\,T + 1{,}43 \cdot 10^{-3}\,T^2 - 0{,}635 \cdot 10^{-6}\,T^3 . \qquad (6.7)$$

Погрешность табличных данных составляет 2% на интервале 200–275 К, 1,5% на интервале 275–400 К, 3% на интервале 400–800 К.

Теплопроводность аммиака при повышенных давлениях в функции температуры приведена в табл. 6.14, теплопроводность аммиака на линии насыщения – в табл. 6.15.

Погрешность теплопроводности аммиака при повышенных давлениях достигает 5–8%.

Таблица 6.13. **Теплопроводность паров аммиака при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	13,25	360	32,01	520	54,6	680	79,4
220	15,33	380	34,65	540	57,6	700	82,6
240	17,50	400	37,35	560	60,6	720	85,8
260	19,74	420	40,1	580	63,7	740	89,0
280	22,05	440	42,9	600	66,8	760	92,2
300	24,44	460	45,8	620	69,9	780	95,3
320	26,90	480	48,7	640	73,1	800	98,5
340	29,42	500	51,6				

Таблица 6.14. **Теплопроводность аммиака**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	0,1	1	2	3	4	5	6	7
200	13,2	658	–	–	658	–	–	658
220	15,3	621	622	–	622	622	623	623
240	17,5	582	584	584	585	585	585	586
260	19,7	544	544	544	546	546	548	549
280	22,0	506	507	508	510	510	511	513
300	24,4	26,4	467	469	470	471	473	475
320	26,9	28,7	425	428	431	432	433	437
340	29,4	31,0	33,0	35,7	385	389	392	394
360	32,0	33,3	35,2	37,4	40,4	337	340	345
380	34,6	36,0	37,6	39,5	41,9	45,0	53,0	66,0
400	37,4	38,8	40,5	42,6	44,0	46,0	48,9	58,4
420	40,1	41,2	42,7	44,2	46,7	48,1	51,0	55,1
440	42,9	43,9	45,3	47,1	48,7	50,5	52,5	54,9

Продолжение табл. 6.14

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	0,1	1	2	3	4	5	6	7
460	45,8	46,8	48,1	49,4	50,8	52,5	54,3	56,3
480	48,5	49,5	50,6	51,9	53,3	54,7	56,3	57,9
500	51,6	52,5	53,6	54,8	56,1	57,2	58,8	60,4
550	59,1	59,5	61,0	62,1	63,1	64,3	64,4	66,7
600	66,8	67,6	68,2	69,2	70,3	71,2	72,2	73,2
650	74,6	75,2	75,9	76,8	77,8	78,6	79,4	81,0
700	82,5	83,0	84,0	84,6	85,5	86,3	87,1	87,9

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	8	10	15	20	25	30	35	40	45
200	658	658	659	660	661	662	663	663	663
220	623	624	626	627	629	634	634	636	638
240	587	588	590	593	597	600	603	607	608
260	550	551	553	557	561	566	570	574	579
280	514	516	520	524	529	534	538	542	546
300	476	479	484	490	497	501	506	509	516
320	438	442	450	456	463	469	475	483	486
340	397	401	411	419	427	434	442	450	457
360	348	354	367	379	388	397	407	416	426
380	287	297	319	336	350	360	370	382	392
400	65,8	123	265	292	310	321	333	345	359
420	59,6	71,1	–	243	263	283	297	311	321
440	58,1	64,7	106	–	219	239	257	275	288
460	57,8	63,1	78,3	114	160	197	224	243	260
480	59,5	63,5	75,5	97,5	129	161	189	213	231
500	62,0	65,4	75,0	90,6	114	138	163	186	209
550	68,1	70,8	77,7	87,4	99,1	113	130	146	164
600	74,4	76,9	83,0	89,2	97,8	108	119	131	145
650	81,5	84,0	88,2	93,5	99,1	107	115	124	135
700	88,9	90,7	94,9	99,3	104	109	115	121	127

Таблица 6.15. **Теплопроводность жидкого парообразиого аммиака иа линии насыщения**

T, К	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)		T, К	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	
		жидкости	пара			жидкости	пара
200	–	657	13,2	320	1,869	425	31,0
220	–	620	15,5	340	3,076	383	36,0
240	0,1063	581	18,0	360	4,794	337	40,0
260	0,260	542	20,0	380	7,16	286	66,0
280	0,551	504	23,0	400	10,34	230	128
300	1,06	467	27,0				

Оксид азота. Теплопроводность паров оксида азота [55, 57, 75, 52, 76] при давлении $p = 0{,}1$ МПа (табл. 6.16) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -2{,}42 + 0{,}114\,T - 7{,}95 \cdot 10^{-5}\,T^2 + 4{,}85 \cdot 10^{-8}\,T^3. \qquad (6.8)$$

Погрешность равна 3%.

Таблица 6.16. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров оксида азота при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
120	10,2	400	33,6	680	53,6
140	12,1	420	35,0	700	55,6
160	14,0	440	36,5	720	56,6
180	15,8	460	37,9	740	58,1
200	17,6	480	39,4	760	59,6
220	19,3	500	40,8	780	61,2
240	21,0	520	42,4	800	62,7
260	22,7	540	43,6	820	64,4
280	24,3	560	45,0	840	66,0
300	25,9	580	46,4	860	67,7
320	27,5	600	47,8	880	69,4
340	29,1	620	49,3	900	71,2
360	30,6	640	50,7	920	73,0
380	32,1	660	52,1	940	74,8

Триоксид азота. Теплопроводность паров закиси азота [52, 55, 70, 77] описывается формулой (табл. 617)

$$\lambda \cdot 10^3 = -2{,}40 + 4{,}68 \cdot 10^{-2}\,T + 8{,}31 \cdot 10^{-5}\,T^2 - 6{,}69 \cdot 10^{-8}\,T^3. \qquad (6.9)$$

Погрешность табличных значений составляет 3%.

При температуре выше 770 К возможно разложение вещества.

Таблица 6.17. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров триоксида азота при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
190	9,03	380	23,7	580	39,6
200	9,75	400	25,3	600	41,1
220	11,2	420	27,0	620	42,6
240	12,7	440	28,6	640	44,0
260	14,2	460	30,2	660	45,4
280	15,8	480	31,8	680	46,8
300	17,3	500	33,4	700	48,1
320	18,9	520	35,0	720	49,4
340	20,5	540	36,6	740	50,6
360	22,1	560	38,1		

Шестифтористая сера (гексафторид серы). Результаты обобщения экспериментальных данных о теплопроводности шестифтористой серы в паровой и жидкой фазах представлены в [1, 3, 78]. Отмечена значительная погрешность в измерении теплопроводности при температурах выше 320 К, достигающая 10% при 470 К. В связи с этим в [78] таблица теплопроводности ограничена температурой 370 К.

Теплопроводность паров шестифтористой серы составлена до 1000 К при давлении 0,1 МПа (табл. 6.18).

Результаты обобщения [78] использованы при составлении табл. 6.19.

Погрешность табличных значений при давлении 0,1 МПа составляет 3%, при повышенных давлениях – до 5%.

Таблица 6.18. **Теплопроводность паров шестифтористой серы при $p = 0{,}1$ МПа [3], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	4,53	400	20,3	600	32,7	800	43,2
250	9,1	450	23,8	650	35,4	850	46,3
300	13,2	500	26,7	700	38,1	900	48,8
350	16,8	550	29,8	750	40,6	1000	54,0

Таблица 6.19. **Теплопроводность шестифтористой серы [78]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	1	3	5	10	15	20
230	–	75,7	77,0	78,2	80,9	83,2	86,5
240	–	73,7	75,0	76,2	78,7	81,2	84,6
260	10,2	68,5	69,8	71,1	74,1	78,8	80,4
280	11,6	13,7	63,3	65,1	69,1	72,2	76,2
300	13,0	14,3	56,0	58,5	63,3	67,3	72,2
320	14,4	15,3	24,7	50,3	57,5	62,3	68,3
340	15,8	16,4	21,7	38,7	52,2	58,3	64,7
360	17,2	17,8	21,1	28,4	–	54,7	61,5
370	17,9	18,6	21,3	27,1	48,1	53,2	60,1

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	30	40	50	60	70	80	90
230	91,8	96,7	101	105	108	112	116
240	89,8	94,7	98,8	103	107	111	115
260	85,9	90,8	95,0	99,5	104	108	112
280	82,2	87,3	92,0	96,5	101	105	109
300	78,2	84,3	89,2	94,0	98,3	103	107
320	75,7	81,7	86,8	91,7	96,3	101	105
340	73,0	79,4	84,8	89,9	94,5	98,8	103
360	70,5	77,5	83,1	88,2	92,8	97,0	101
370	69,3	76,9	82,2	87,3	92,0	96,3	100

Диоксид серы. Рекомендуемые значения теплопроводности паров диоксида серы (табл. 6.20) составлены на основании работ, приведенных в [1, 79].

Для интервала температур 270–1300 К получено уравнение, Вт/ (м·К),

$$\lambda \cdot 10^3 = -5{,}175 + 4{,}573 \cdot 10^{-2} T + 1{,}61 \cdot 10^{-5} T^2 - 9{,}07 \cdot 10^{-9} T^3. \quad (6.10)$$

Погрешность рекомендуемых значений не превосходит 4%.

Таблица 6.20. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров диоксида серы при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	8,20	550	23,3	950	45,0
280	8,69	600	26,1	1000	47,6
300	9,75	650	28,9	1050	50,1
320	10,8	700	31,6	1100	52,5
340	11,9	750	34,4	1150	54,9
360	13,0	800	37,1	1200	57,2
380	14,0	850	39,7	1250	59,4
400	15,1	900	42,4	1300	61,6
450	17,8			1350	63,6
500	20,6			1370	64,4

Сульфурилхлорид. Теплопроводность паров сульфурилхлорида при атмосферном давлении [80] (табл. 6.21) описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = -6{,}75 + 6{,}73 \cdot 10^{-2} T + 2{,}21 \cdot 10^{-6} T^2. \quad (6.11)$$

Таблица 6.21. **Теплопроводность паров сульфурилхлорида при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	11,6	410	21,2	550	30,9
280	12,6	420	21,9	560	31,6
290	13,0	430	22,6	570	32,3
300	13,6	440	23,3	580	33,0
310	14,3	450	24,0	590	33,7
320	15,0	460	24,7	600	34,4
330	15,7	470	25,4	610	35,1
340	16,4	480	26,1	620	35,8
350	17,1	490	26,7	630	36,5
360	17,8	500	27,4	640	37,2
370	18,4	510	28,1	650	37,9
380	19,1	520	28,8	660	38,6
390	19,8	530	29,5	670	39,3
400	20,5	540	30,2	680	40,0

Пары кремнийорганических соединений. Значения теплопроводности паров кремнийорганических соединений приведены в табл. 6.22.

Погрешность экспериментальных значений теплопроводности равна 2,5%.

Формула для расчета теплопроводности паров кремнийорганических соединений, Вт/ (м·К)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 T + A_2 T^2. \quad (6.12)$$

Коэффициенты для расчета теплопроводности приведены в табл. 6.23.

Таблица 6.22. **Теплопроводность паров кремнийорганических соединений при $p = 0{,}1$ МПа [81]**

Соединение	$\lambda \cdot 10^3$, Вт (м·К), при T, К										
	343	358	373	398	423	448	473	498	523	573	623
Тетрахлорсилан $SiCl_4$	7,9	8,3	8,6	9,4	10,1	10,8	11,5	12,3	12,9	14,4	16,0
Метилтрихлорсилан CH_3SiCl_3	10, 6	10, 8	11,1	12,0	13,0	14,2	15,4	16,5	17,6	20,0	–
Метилдихлорсилан $(CH_3)HSiCl_2$	11,7	12,0	12,9	14,4	15,9	17,3	18,8	–	–	–	–
Диметилдихлорсилан $(CH_3)_2SiCl_2$	–	13,0	13,7	15,0	16,3	18,0	19,5	21,1	22,7	25,8	–
Триметилхлорсилан $(CH_3)_3SiCl$	14,9	15,7	16,6	18,3	20,1	22,3	24,5	26,7	28,9	33,3	–
Этилдихлорсилан $(C_2H_5)HSiCl_2$	–	13,5	14,3	15,4	16,9	18,5	20,2	22,2	24,7	–	–
Диэтилдихлорсилан $(C_2H_5)_2SiCl_2$	–	–	–	–	16,7	18,0	19,6	21,5	23,6	28,3	–
Этилтрихлорсилан $(C_2H_5)SiCl_3$	–	–	12,7	14,0	15,3	16,7	18,0	19,4	20,7	23,4	–
Винилтрихлорсилан $(CH_2=CH)SiCl_3$	–	–	12,7	13,4	14,2	15,3	16,4	17,6	18,8	21,0	–
Фенилтрихлорсилан $(C_6H_5)SiCl_3$	–	–	–	–	–	–	–	21,0	21,7	23,0	24,3
Фенилметилдихлорсилан $(C_6H_5)(CH_3)SiCl_2$	–	–	–	–	–	–	–	22,4	23,7	26,7	29,7
Фенилдихлорметилдихлорсилан $(C_6H_5) \times$ $\times (CHCl_2)SiCl_2$	–	–	–	–	–	–	22,4	23,7	24,9	27,3	29,6
Дифенилдихлорсилан $(C_6H_5)_2SiCl_2$	–	–	–	–	–	–	–	24,3	25,6	28,0	30,4
Хлорпропилтрихлорсилан $(C_3H_6Cl)SiCl_3$	–	–	–	15,7	16,2	16,8	–	–	–	–	–
Метилцианэтилдихлорсилан $(CH_3)(C_2H_4CN) \times$ $\times SiCl_2$	–	–	15,7	16,6	17,5	18,5	–	–	–	–	–
Хлорпропилтриэтоксисилан $(C_3H_6Cl)Si(C_2H_5O)_3$	–	–	–	24,3	26,8	29,2	–	–	–	–	–
Аминопропилтриэтоксисилан $(C_3H_6NH_2) \times$ $\times Si(C_2H_5O)_3$	–	–	–	25,8	28,1	30,6	–	–	–	–	–

Таблица 6.23. **Коэффициенты в формуле для расчета теплопроводности паров кремнийорганических соединений при $p = 0{,}1$ МПа**

Соединение	A_0	A_1	A_2	Интервал температур, К
$SiCl_4$	−0,598	$2{,}238\cdot10^{-2}$	$6{,}75\cdot10^{-6}$	343–623
CH_3SiCl_3	4,95	$-3{,}89\cdot10^{-4}$	$4{,}68\cdot10^{-5}$	343–573
$(CH_3)HSiCl_2$	1,923	$7\cdot10^{-3}$	$6{,}09\cdot10^{-5}$	343–473
$(CH_3)_2SiCl_2$	−2,1	$3{,}02\cdot10^{-2}$	$3{,}25\cdot10^{-5}$	358–573
$(CH_3)_3SiCl$	0,942	$1{,}51\cdot10^{-2}$	$7{,}27\cdot10^{-5}$	343–573
$(C_2H_5)HSiCl_2$	21,4	$-8{,}23\cdot10^{-2}$	$1{,}69\cdot10^{-4}$	358–523
$(C_2H_5)_2SiCl_2$	27,17	−0,101	$1{,}79\cdot10^{-4}$	423–573
$(C_2H_5)SiCl_2$	−6,78	$5{,}12\cdot10^{-2}$	$2{,}56\cdot10^{-6}$	373–573
$(CH_2=CH)SiCl_2$	5,91	$1{,}68\cdot10^{-3}$	$4{,}34\cdot10^{-5}$	373–573
$(C_6H_5)SiCl_3$	5, 50	$3{,}5\cdot10^{-2}$	$-7{,}75\cdot10^{-6}$	498–623
$(C_6H_5)(CH_3)SiCl_2$	2,23	$2{,}58\cdot10^{-2}$	$2{,}93\cdot10^{-5}$	498–623
$(C_6H_5)(CHCl_2)SiCl_2$	−6,37	$7{,}07\cdot10^{-2}$	$-2{,}08\cdot10^{-5}$	473–623
$(C_6H_5)_2SiCl_2$	−4,68	$6{,}59\cdot10^{-2}$	$-1{,}54\cdot10^{-5}$	498–623
$(C_3H_6Cl)SiCl_3$	20,9	$-4{,}42\cdot10^{-2}$	$7{,}82\cdot10^{-5}$	398–448
$(CH_3)(C_2H_4CN)SiCl_2$	8,47	$4{,}58\cdot10^{-3}$	$3{,}97\cdot10^{-5}$	373–448
$(C_3H_6Cl)Si(C_2H_2O)_3$	−27,6	0,159	$-7{,}23\cdot10^{-5}$	398–448
$(C_3H_6NH_2)Si(C_2H_5O)_3$	15,8	$-3{,}37\cdot10^{-2}$	$1{,}58\cdot10^{-4}$	398–448

Четырехбромистый германий. Теплопроводность жидкого четырехбромистого германия вблизи линии насыщения [82] (табл. 6.24) выражается формулой

$$\lambda\cdot10^3 = 127{,}1 - 0{,}14\,T. \qquad (6.13)$$

Таблица 6.24. **Теплопроводность жидкого четырехбромистого германия вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda\cdot10^3$	T, К	$\lambda\cdot10^3$	T, К	$\lambda\cdot10^3$
300	88,1	320	85,3	340	82,5
360	79,7				

Четыреххлористый германий. Теплопроводность жидкого четыреххлористого германия вблизи линии насыщения [82] (табл. 6.25) выражается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 162{,}8 - 0{,}22\,T. \qquad (6.14)$$

Таблица 6.25. **Теплопроводность жидкого четыреххлористого германия вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	109	300	99,8	340	91
280	104	320	95,4	360	83,6

Четырехфтористый кремний. Теплопроводность паров при атмосферном давлении [52] (табл. 6.26) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -1{,}923 + 5{,}962 \cdot 10^{-2} T - 3{,}23 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (6.15)$$

Погрешность равна 3%.

Теплопроводность жидкого четырехфтористого кремния вблизи линии насыщения [82] (табл. 6.27) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 159{,}1 - 0{,}22\,T. \qquad (6.16)$$

Таблица 6.26. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров четырехфтористого кремния при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
320	16,8	460	24,8	590	32,1
330	17,4	470	25,4	600	32,7
340	18,0	480	25,9	610	33,2
350	18,6	490	26,5	620	33,8
360	19,1	500	27,1	630	34,4
370	19,7	510	27,6	640	34,9
380	20,3	520	28,2	650	35,5
390	20,8	530	28,8	660	36,0
400	21,4	540	29,3	670	36,6
410	22,0	550	29,9	680	37,1
420	22,6	560	30,5	690	37,7
430	23,1	570	31,0	700	38,2
440	23,7	580	31,6	710	38,8
450	24,3				

Таблица 6.27. **Теплопроводность жидкого четырехфтористого кремния вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	105	300	96,1	340	87,3
280	100	320	91,7		

Четырехбромистое олово. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [82] (табл. 6.28) описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = 132{,}6 - 0{,}15\,T. \qquad (6.17)$$

Таблица 6.28. **Теплопроводиость жидкого четырехбромистого олова вблизи лиииии иасыщеиия, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	90,6	340	84,6	380	78,6
320	87,6	360	81,7		

Четыреххлористое олово. Теплопровоодность жидкого четыреххлористого олова вблизи линии насыщения [82] (табл. 6.29) выражается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 172{,}7 - 0{,}22\,T. \qquad (6.18)$$

Таблица 6.29. **Теплопроводность жидкого четыреххлористого олова вблизи лиииии насыщеиия, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	119	300	111	340	101
280	114	320	105		

Четыреххлористый титан. Теплопроводность жидкого четыреххлористого титана вблизи линии насыщения [82] (табл. 6.30) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 195{,}1 - 0{,}2\,T. \qquad (6.19)$$

Таблица 6.30. **Теплопроводиость жидкого четыреххлористого титана вблизи линии иасыщения, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	146	300	138	340	130
280	142	320	134		

ГЛАВА СЕДЬМАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОБЫЧНОЙ И ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ

Обычная вода. Международная ассоциация по свойствам водяного пара (МАСПВ) приняла в 1977 г. новый стандарт по теплопроводности воды и водяного пара. Он содержит уточненные данные, особенно в области высоких давлений и в критической области, и охватывает значительно большую область параметров по сравнению с существовавшими международными скелетными таблицами

МСТ-64. Если МСТ-64 включали область давлений от 0 до 50 МПа и температур от 0 до 700°С, то в новом стаидарте эти пределы расширены до 100 МПа и до 800°С. Во всей этой области для теплопроводности предусмотрены аналитические выражения различной сложности и точности, что позволяет их использование в расчетах различного назначения. Список работ, данные которых вошли в международный массив исходных данных для теплопроводности, приведен в статье [84]. Нормативный материал для теплопроводности содержит таблицы оцененных экспериментальных значений и два интерполяционных уравнения. В таблицах, которые составлены для критически оцененных значений, приводятся как значения λ, так и значения абсолютной погрешности этих величин $\Delta\lambda$.

Таблицы значений теплопроводности составлены для каждого из двух уравнений: одно уравнение для промышленных целей и другое, более сложное, учитывающее точнее область при высоких давлениях и особенно околокритическую область. Но каждое их этих уравнений передает все имеющиеся данные по теплопроводности воды и водяного пара, а также таблицы критически оцененных экспериментальных величин, в пределах допусков этих таблиц.

Все указанные уравнения и таблицы приведены в [85].

Ниже приводятся табл. 7.1, 7.2 для состояния насыщения и однофазной области, составленные для научных целей. Ниже каждого значения λ в табл. 7.2 дается значение $\Delta\lambda$. Ряд экспериментальных работ [85, 90] выполнеи при давлениях выше 100 МПа.

Таблица 7.1. **Значения теплопроводности воды и водяного пара в состоянии насыщения $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)**

t, °С	λ'	$\Delta\lambda'$	λ''	$\Delta\lambda''$	t, °С	λ'	$\Delta\lambda'$	λ''	$\Delta\lambda''$
0	561	11	17,1	0,5	210	654	13	42,1	1,4
10	580	12	17,6	0,5	220	650	13	44,2	1,4
20	598	12	18,2	0,6	230	642	13	46,1	1,4
30	616	12	18,9	0,6	240	632	12	48,7	1,4
40	631	12	19,6	0,6	250	622	12	51,3	1,5
50	644	13	20,4	0,6	260	610	12	54,0	1,6
60	654	13	21,2	0,7	270	596	12	57,1	1,7
70	663	13	22,1	0,7	280	581	11	60,6	1,8
80	670	13	23,0	0,7	290	565	11	64,7	2,1
90	675	14	24,0	0,8	300	548	11	69,6	3,7
100	679	14	25,1	0,8	310	529	11	75,8	4,2
110	681	14	26,2	0,8	320	509	10	83,7	4,7
120	683	14	27,5	0,9	330	489	10	94,7	5,9
130	683	14	28,8	0,9	340	469	13	110,3	7,9
140	683	14	30,1	0,9	350	445	11	134,2	11
150	682	14	31,6	1,3	360	423	23	180,6	15
160	680	14	33,1	1,3	370	424	36	347	55
170	677	14	34,7	1,3	371	436	–	392	–
180	677	14	36,4	1,2	372	475	–	459	–
190	669	13	38,2	1,4	373	539	–	604	–
200	663	13	40,1	1,4	374	1225	–	1700	–
					374,15	3652	–	3652	–

Таблица 7.2. **Теплопроводность воды и водяного пара**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при t, °С							
	0	25	50	75	100	150	200	250
0,1	561	607,3	644	667	25,1	28,9	33,3	38,2
	11	9	9	10	0,5	0,6	0,7	0,8
0,5	561	607	644	667	679	682	34,9	39,2
	11	9	9	10	10	10	1,0	1,2
1,0	562	608	644	667	679	682	37,2	40,5
	11	9	9	10	10	10	1,4	1,2
2,5	562	608	645	668	680	683	664	45,2
	11	9	9	10	10	10	10	1,4
5,0	564	609	646	669	682	685	666	623
	11	12	12	13	13	13	13	12
7,5	565	611	647	670	683	687	668	626
	11	12	12	13	13	13	13	12
10,0	566	612	648	672	684	688	671	629
	11	12	13	13	13	13	13	12
12,5	568	613	649	673	686	690	678	632
	11	12	13	13	13	13	13	12
15,0	569	614	651	674	687	692	675	635
	11	12	13	13	13	13	13	12
17,5	571	615	652	675	688	693,4	677	638
	11		13	13	13	14	14	12
20	572	616	653	671	690	695	679	641
	11	12	13	13	13	14	14	12
22,5	573	617	654	678	691	697	681	644
	11	12	13	13	13	14	14	12
25	575	618	655	679	693	698	684	647
	11	12	13	13	13	14	14	13
27,5	576	620	656	680	694	700	686	649
	11	12	13	13	13	14	14	13
30	577	621	658	682	695	702	688	652
	11	12	13	13	13	14	14	13
35	580	623	600	684	698	705	692	657
	11	12	13	13	14	14	14	13
40	583	625	662	687	701	708	695	662
	11	12	13	13	14	14	14	13
45	586	629	664	689	703	712	700	668
	11	12	13	13	14	14	14	13
50	588	630	667	692	706	715	704	672
	11	12	13	13	14	14	14	13
55	591	632	669	694	709	718	708	677
	11	12	13	13	14	14	14	13
60	593	634	671	696	712	721	711	689
	11	12	13	13	14	14	14	13
65	596	636	679	699	714	725	715	686
	11	12	13	14	14	14	14	13
70	598	639	676	701	717	728	719	691
	11	12	13	14	14	14	14	13
75	601	641	678	709	719	731	723	696
	12	12	13	14	14	14	14	13

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при t, °C							
	0	25	50	75	100	150	200	250
80	603	643	680	706	722	734	726	700
	12	12	13	14	14	14	14	14
85	606	645	682	708	724	737	730	704
	12	12	13	14	14	14	14	14
90	608	647	685	710	727	740	734	708
	12	13	13	14	14	14	14	14
95	610	650	687	713	730	743	737	713
	12	13	13	14	14	15	14	14
100	612	652	689	715	732	746	741	717
	12	13	13	14	14	15	14	14

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт (м·К), при *t*, °C							
	300	350	375	400	425	450	475	500
0,1	43,4	49,0	51,8	54,8	57,7	60,8	63,8	67,0
	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3
0,5	44,1	49,4	52,3	55,1	58,1	61,1	64,1	67,2
	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
1,0	45,0	50,1	52,8	55,6	58,5	61,5	64,5	67,6
	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
2,5	47,8	52,1	54,5	57,1	59,9	62,7	65,7	68,7
	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
5,0	53,9	56,0	57,9	60,1	62,5	65,1	67,9	70,7
	1,6	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1
7,5	63,1	61,0	62,0	63,6	65,5	67,8	70,3	73,0
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2
10,0	551	58,1	67,3	67,9	69,2	71,0	73,2	75,6
	11	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3
12,5	556	79,1	74,7	73,4	73,6	74,7	76,4	78,5
	11	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4
15,0	562	100,8	85,5	80,7	79,1	79,2	80,2	81,9
	11	6,7	2,5	2,4	2,3	2,4	2,4	2,5
17,5	567	452	104	90,7	86,1	84,5	84,6	85,6
	11	13	3,1	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6
20	572	463	141	105	95,1	91,0	89,7	89,9
		14	4,7	3,1	2,8	2,7	2,7	2,7
22,5	576	472	441	128	107	99,0	99,7	94,7
	11	14	39	4,2	3,2	3,0	2,9	2,9
25,0	581	481	412	168	123	109	103	100
	11	14	14	6,7	3,6	3,2	3,1	3,0
27,5	585	489	426	246	145	121	111	107
	11	14	14	7,2	6,2	3,6	3,3	3,2
30	589	496	438	331	176	136	120,7	113,7
	11	15	13	12	8,1	4,0	3,6	3,4
35	597	509	457	385	258	176	145	131
	12	15	13	12	7,8	5,5	4,3	3,9

Продолжение табл. 7.2

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт(м·К), при t, °С							
	300	350	375	400	425	450	475	500
40	605	520	473	414	323	227	176	152
	12	15	14	15	10	7,2	5,5	4,6
45	612	531	486	435	363	276	211	176
	12	16	14	12	11	12	7,9	5,4
50	619	541	498	451	393	315	247	203
	12	44	40	36	30	26	21	17
55	625	551	509	465	412	246	279	230
	12	45	41	37	32	28	24	20
60	631	559	519	477	430	371	308	256
	12	45	42	38	34	29	26	22
65	637	568	528	488	444	391	332	280
	12	46	43	39	35	31	26	24
70	643	576	537	498	456	408	353	301
	12	47	44	40	36	32	28	26
75	649	583	546	507	468	423	372	321
	13	47	44	41	37	34	30	26
80	654	591	554	516	478	435	388	338
	13	48	45	42	38	35	31	28
85	660	598	562	525	487	447	402	355
	13	48	46	43	39	36	33	29
90	665	604	569	533	496	457	414	369
	13	49	46	44	40	37	34	31
95	670	611	576	540	504	467	426	383
	13	49	47	44	41	38	35	32
100	675	617	583	548	512	476	436	395
	13	50	47	45	42	39	36	33

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м·К), при t, °С					
	550	600	650	700	750	800
0,1	73,4	79,9	86,6	93,4	100	107
	1,5	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
0,5	73,6	80,1	86,8	93,6	100	108
	2,2	3,2	3,5	3,8	4,0	4,4
1,0	73,9	80,4	87,1	93,9	101	108
	2,2	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3
2,5	74,9	81,4	88,0	94,8	102	108
	2,3	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3
5,0	76,8	83,1	89,7	96,3	103	110
	2,3	3,3	3,7	3,8	4,1	4,4
7,5	78,8	85,0	91,5	98,1	105	112
	2,4	3,5	5,3	4,0	4,3	4,5
10,0	81,1	87,1	93,5	100	107	113
	2,5	3,6	4,6	4,1	5,1	5,2
12,5	83,6	89,4	95,6	102	106	115
	2,6	3,6	3,9	4,1	4,4	4,7

Продолжение табл. 7.2

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при t, °С					
	550	600	650	700	750	800
15,0	86,4	91,3	98,0	104	111	117
	2,6	3,7	4,0	4,2	4,5	4,7
17,5	89,5	94,6	100	107	113	119
	2,7	3,8	4,1	4,2	4,6	4,8
20	92,8	97,6	103,2	100	115	121
	3,0	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9
22,5	96,5	101	106	112	118	124
	2,9	4,1	4,3	4,5	4,8	4,9
25	101	104	109	115	120	126
	3,1	4,2	4,4	4,6	4,9	5,0
27,5	105	108	112	118	123	129
	3,2	4,3	4,5	4,7	4,9	5,4
30	110	112	116	121	126	131
	3,3	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2
35	121	120	123	128	132	137
	3,6	4,8	4,9	5,0	5,2	5,4
40	134	130	131	135	139	143
	4,0	5,2	5,2	5,3	5,4	5,6
45	148	140	140	143	146	150
	4,4	5,5	5,5	5,5	5,6	5,8
50	164	152	150	151	153	156
	13	12	12	12	12	12
55	181	164	160	160	161	163
	15	13	12	12	12	12
60	198	177	170	168	169	170
	16	14	13	13	13	13
65	216	190	184	177	177	178
	18	15	14	13	13	13
70	233	203	191	186	185	186
	21	16	15	14	14	14
75	249	215	201	195	193	192
	22	17	16	15	14	15
80	265	228	211	204	201	199
	34	19	17	16	15	15
85	280	240	221	213	208	206
	33	20	18	17	16	15
90	214	251	231	221	216	213
	25	21	19	17	16	16
95	307	262	241	229	223	219
	26	22	19	18	17	17
100	319	272	248	236	229	225
	27	23	20	18	18	17

Имеются результаты измерений теплопроводности воды в критической области, полученные в [91, 92]. Результаты этих работ показали, что в критической области значения теплопроводности на изобарах (изотермах) проходят через максимумы. Опытные данные этих авторов удовлетворительно согласуются между собой, расхождения лежат в пределах 3–5%. В табл. 7.3 приведены значения теплопровод-

ности воды в критической области, полученные на основе графического сглаживания этих опытных данных.

В табл. 7.4 даны рекомендуемые значения теплопроводности воды при давлениях от 100 до 250 МПа и температурах от 0 до 350°С. При давлениях p = 100 МПа и $t = 0 \div 350$°С значения λ согласуются с новым стандартом в пределах допусков.

Таблица 7.3. **Рекомендуемые значения теплопроводности воды в критической области**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа										
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
350	460	464	469	473	477	483	484	488	492	496	500
355	446	451	456	460	464	469	473	477	482	486	490
360	429	435	440	445	451	455	460	465	469	474	478
365	408	415	422	428	434	440	446	451	456	461	466
370	170	403	404	408	414	422	428	435	440	446	451
375	144	174	270	388	393	405	410	418	425	430	435
380	132	152	185	250	403	382	387	396	405	412	416
385	124	138	153	196	235	355	372	379	385	390	404
390	117	129	139	160	189	227	285	347	363	367	370
395	113	121	132	143	161	185	219	257	303	333	345
400	108	116	125	136	150	169	193	219	242	265	295

Таблица 7.4. **Рекомендуемые значения теплопроводности воды при высоких давлениях**

t, °С	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	110	120	130	140	150	160	170	180
0	620	624	628	632	636	640	644	648
25	657	661	665	669	673	677	681	685
50	689	694	698	702	707	711	715	719
75	717	722	726	730	734	739	743	747
100	739	744	749	754	759	763	767	772
125	752	758	763	768	774	780	786	791
150	761	767	773	779	785	791	796	802
175	761	768	775	782	788	795	801	807
200	758	766	773	781	788	795	802	808
225	747	756	764	772	780	787	795	803
250	732	741	750	759	767	775	783	791
275	712	722	731	740	749	757	766	774
300	689	699	709	719	728	737	746	754
325	663	672	682	691	700	709	718	726
350	635	644	653	663	672	681	689	697

Продолжение табл. 7.4

t, °C	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	190	200	210	220	230	240	250
0	652	655	658	662	664	667	671
25	689	693	696	700	704	708	712
50	723	727	732	736	740	744	748
75	751	756	760	764	768	772	776
100	776	780	784	788	793	797	801
125	796	801	806	811	816	820	824
150	807	812	818	824	830	836	842
175	813	819	825	832	838	843	849
200	815	822	829	836	843	850	857
225	810	817	825	832	840	847	854
250	799	806	814	821	829	836	844
275	782	791	799	807	815	822	830
300	762	770	777	785	792	798	805
325	735	743	752	760	768	776	783
350	706	714	722	729	737	744	752

Тяжелая вода. Перечень работ по теплопроводности D_2O приведен в [1, 93]. Наличие этих данных в широком диапазоне температур и давлений позволило Международной ассоциации по свойствам водяного пара (МАСПВ) издать в 1982 г. стандарт для теплопроводности D_2O [94]. Он содержит уравнение, которое описывает теплопроводность D_2O при давлениях 0–100 МПа в диапазоне температур 277–825 К. В пределах этой области допуск к расчетным значениям теплопроводности составляет для пара в состоянии насыщения при 4–100°С 5%, 100–300°С 2%, выше 300°С 5%, для жидкой фазы при 4–350°С 2%, выше 350°С 5%, при 350–450°С и $p = 16 \div 50$ МПа 10%. Рассчитанные по уравнению значения теплопроводности приведены для состояния насыщения в табл. 7.5 и для однофазной области – в табл. 7.6.

Таблица 7.5. **Теплопроводность D_2O в состоянии насыщения $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)**

t, °C	λ'	λ''	t, °C	λ'	λ''
3,79	565	16,5	240,00	553	48,8
3,80	565	16,5	250,00	541	52,0
10,00	575	16,7	260,00	529	55,8
20,00	589	17,8	270,00	516	60,1
30,00	600	18,5	280,00	502	64,8
40,00	610	19,3	290,00	488,2	69,8
50,00	618	20,2	300,00	473,3	75,2
60,00	625	21,0	310,00	457,7	81,9
70,00	629	21,9	320,00	441,6	90,9
80,00	633	22,8	330,00	424,9	103
90,00	635	23,8	340,00	407,9	119
100,00	636	24,8	345,00	399,5	129
110,00	636	25,9	350,00	391	143

Продолжение табл. 7.5

t, °C	λ'	λ''	t, °C	λ'	λ''
120,00	635	27,0	355,00	385	162
130,00	632	28,2	360,00	382	191
140,00	629	29,45	361,00	383	199
150,00	625	30,8	362,00	385	209
160,00	620	32,2	363,00	388	220
170,00	614	33,7	364,00	392	233
180,00	607	35,3	365,00	399	249
190,00	600	37,1	366,00	408	269
200,00	592	39,0	367,00	422	295
210,00	583	41,1	368,00	443	330
220,00	574	43,4	369,00	478	382
230,00	564	45,9	370,00	538	475

Таблица 7.6. **Теплопроводность D_2O, Вт/(м·К)**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при t, °C								
	3,79	25	50	75	100	150	200	250	300
0,1	565	595	618	631	636	29,0	33,8	38,9	44,5
0,5	565	595	618	632	636	625	34,7	39,5	44,8
1,0	565	595	619	632	636	625	36,3	40,3	45,4
2,5	566	596	619	633	637	626	593	43,9	47,3
5,0	567	597	621	634	639	628	595	542	52,9
7,5	569	599	622	635	640	629	596	545	64,3
10,0	570	600	623	636	641	631	598	547	476
12,5	572	601	624	638	642	632	600	550	480
15,0	573	603	626	639	644	633	602	552	484
17,5	575	604	627	640	645	635	604	555	488
20,0	576	605	628	641	646	636	605	557	491
22,5	578	607	629	642	647	638	607	559	495
25,0	579	608	631	644	649	639	609	562	498
27,5	580	609	632	645	650	641	610	564	501
30,0	582	610	633	646	651	642	612	566	505
35,0	585	613	635	648	654	645	615	570	511
40,0	587	615	638	651	656	647	619	574	517
45,0	590	618	640	653	658	650	622	578	522
50,0	593	620	642	655	661	653	625	582	528
55,0	596	623	645	658	663	655	628	586	533
60,0	598	625	647	660	665	658	631	590	538
65,0	601	627	649	662	668	660	634	593	542
70,0	604	630	651	664	670	663	637	597	547
75,0	606	632	654	666	672	665	640	600	551
80,0	609	635	656	669	674	668	642	604	556
86,0	611	637	658	671	677	670	645	607	560
90,0	614	639	660	673	679	673	648	610	564
95,0	616	641	662	675	681	675	651	614	568
100,0	619	644	665	677	683	677	653	617	572

Продолжение табл. 7.6

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при t, °С							
	350	375	400	425	450	475	500	550
0,1	50,4	53,5	56,7	59,9	63,3	66,7	70,1	77,2
0,5	50,7	53,8	56,9	60,1	63,5	66,8	70,3	77,3
1,0	51,0	54,1	57,2	60,4	63,7	67,1	70,5	77,5
2,5	52,4	55,2	58,2	61,3	64,6	67,9	71,3	78,2
5,0	55,5	57,8	60,4	63,3	66,3	69,5	72,8	79,6
7,5	60,4	61,5	63,4	65,8	68,5	71,5	74,6	81,2
10,0	68,0	66,7	67,4	69,0	71,3	73,9	76,8	83,1
12,5	80,4	74,3	72,7	73,1	74,7	76,8	79,4	85,2
15,0	103	85,6	79,9	78,4	78,8	80,3	82,4	87,7
17,5	393	103	89,6	85,0	83,8	84,3	85,8	90,4
20,0	401	137	103	93,3	89,8	89,1	89,8	93,5
22,5	408	349	122	104	97,0	94,6	94,3	96,9
25,0	414	370	152	117	106	101	99,4	101
27,5	420	370	206	135	116	108	105	105
30,0	425	376	279	159	129	117	112	109
35,0	436	390	332	227	162	138	127	119
40,0	445	403	353	284	205	164	145	131
45,0	453	414	369	314	247	195	167	144
50,0	461	424	382	335	279	226	190	158
55,0	469	433	394	351	303	253	214	174
60,0	476	441	404	364	321	276	237	190
65,0	482	449	414	376	337	295	257	206
70,0	488	456	423	387	350	312	275	222
75,0	494	463	431	397	362	326	291	237
80,0	500	470	439	406	373	339	306	251
85,0	506	476	446	415	383	350	319	265
90,0	511	482	453	422	392	361	331	278
95,0	516	488	459	430	400	371	342	290
100,0	521	494	466	437	408	380	352	301

ГЛАВА ВОСЬМАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Жидкие щелочные металлы. Результаты исследований теплопроводности щелочных металлов в жидкой фазе обобщены в [95], где предложены расчетные уравнения для всей группы щелочных металлов. Эти уравнения описывают диапазон температур от $T_{пл}$ до 1073–1273 К. Погрешность рекомендованных в [95] значений теплопроводности оценивалась в пределах 8–12%. В [96] приведены значения для жидких щелочных металлов до 1400–1900 К с погрешностью 5–10%.

В последнее время опубликована серия экспериментальных исследований, обобщенных в [97], где предложены значения теплопроводности для всех жидких щелочных металлов до 1500 К с погрешностью 2% от $T_{пл}$ до 700 К и 5% выше 700 К.

На основе рассмотрения всех данных, приведенных в работах [95–97], составлены табл. 8.1–8.5 значений теплопроводности для жидких щелочных металлов для диапазона температур от $T_{пл}$ до 1500 К. Погрешность этих данных несколько отличается для разных металлов: литий и натрий – 2% до 700 К и 5% при $T > 700$ К; калий – 6% до 700 К и 2% при $T > 700$ К; рубидий – 2% до 700 К и 6% при $T > 700$ К; цезий – 4% до 700 К и 6% при $T > 700$ К.

Таблица 8.1. **Теплопроводность жидкого лития, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
453,7	42,8	700	49,7	1000	57,6	1300	64,3
500	44,0	800	52,4	1100	60,1	1400	66,0
600	46,8	900	55,1	1200	62,2	1500	68,0

Таблица 8.2. **Теплопроводность жидкого натрия, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
371	88,6	550	77,2	800	64,7	1200	48,0
400	86,2	600	74,6	900	60,0	1300	44,7
450	82,8	650	72,0	1000	55,5	1400	41,6
500	79,9	700	69,6	1100	51,2	1500	38,6

Таблица 8.3. **Теплопроводность жидкого калия, Вт/м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
350	54,4	550	46,4	800	37,6	1200	25,5
400	52,2	600	44,5	900	34,2	1300	23,0
450	50,2	650	42,6	1000	31,2	1400	20,5
500	48,3	700	40,9	1100	28,3	1500	18,0

Таблица 8.4. **Теплопроводность жидкого рубидия, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
312,5	33,0	550	29,0	900	22,5	1400	14,0
350	34,5	600	28,0	1000	20,8	1500	12,5
400	31,8	650	27,2	1100	19,0	–	–
450	30,9	700	26,2	1200	17,4	–	–
500	30,2	800	24,4	1300	15,7	–	–

Таблица 8.5. **Теплопроводность жидкого цезия, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
301,7	18,1	550	18,5	900	16,5	1400	9,5
350	18,2	600	18,5	1000	15,3	1500	8,0
400	18,2	650	18,2	1100	14,2	–	–
450	18,5	700	18,0	1200	12,8	–	–
500	18,5	800	17,3	1300	11,2	–	–

Щелочные металлы в газовой фазе. На основе обобщения всех экспериментальных данных составлены таблицы теплопроводности щелочных металлов в газовой фазе (табл. 8.6–8.10). Они составлены для диапазона температур $T = 700 \div 1500$ К

Таблица 8.6. **Теплопроводность лития в газовой фазе**

T, К	λ_1	$\lambda \cdot 10^4$, Вт/ (м·К), при p, МПа										На линии насыщения
		1	5	10	30	80	100	200	400	600	800	
1000	588											787
1150	656	897										913
1200	678	825										948
1250	700	790										978
1275	712	782	986									991
1300	723	778	949									1003
1325	734	778	910									1015
1350	745	780	897	1002								1025
1375	756	784	881	972								1035
1400	767	790	869	948								1043
1425	778	796	862	930								1051
1450	789	804	858	916								1058
1475	800	812	857	905	1040							1064
1500	811	821	858	899	1018							1070
1525	821	830	860	895	1000							1075
1550	832	830	865	894	986							1079
1575	843	849	870	895	975							1083
1600	854	859	876	897	966	1071						1086
1625	865	869	884	901	961	1056	1080					1088
1650	876	879	891	906	957	1044	1066					1091
1675	886	889	899	912	956	1033	1055					1093
1700	897	899	908	918	956	1025	1045					1094
1725	908	909	917	926	958	1019	1037	1093				1096
1750	918	920	926	933	961	1015	1031	1085				1097
1775	929	930	935	942	965	1012	1027	1077				1097
1800	939	940	945	950	970	1011	1024	1071				1098
1825	950	951	955	959	976	1011	1023	1066				1098
1850	961	961	964	968	982	1013	1023	1062	1097			1098
1875	971	972	974	977	989	1016	1025	1060	1094			1098
1900	982	982	984	987	997	1019	1027	1058	1091			1097
1925	992	993	994	996	1005	1024	1031	1058	1088	1097		1097
1950	1003	1003	1004	1006	1013	1029	1035	1059	1087	1097		1096
2000	1023	1024	1025	1026	1031	1042	1046	1063	1086	1095	1097	1095

Таблица 8.7. **Теплопроводность натрия в газовой фазе**

T, К	λ_1	$\lambda \cdot 10^4$, Вт/(м·К), при p, МПа											На линии насыщения
		1	5	10	30	50	100	200	400	600	800	1000	1200	
700	222													323
725	228													337
750	233													352
775	239													365
800	245													379
825	250	351												391
850	256	329												403
875	261	315												413
900	267	306	420											423
925	273	302	392											432
950	278	300	372	435										440
975	284	300	357	411										447
1000	289	302	347	391										454
1025	295	305	340	377										460
1050	301	308	336	367	450									465
1075	306	312	335	360	432									470
1100	312	317	335	355	415	459								474
1125	317	321	336	353	406	444								477
1150	323	326	338	352	397	431	466							480
1175	329	331	340	352	391	421	454	470						483
1200	334	336	344	354	387	413	443	459						485
1225	340	341	348	356	384	407	434	449						487
1250	345	347	352	359	383	403	427	440	483					489
1275	351	352	357	362	383	400	422	434	475					491
1300	356	357	361	366	383	399	418	429	467					492
1325	362	363	366	370	385	398	415	425	461					499
1350	368	368	371	375	387	399	414	423	456	490				495
1375	373	374	376	379	390	400	413	421	452	485				496
1400	379	379	381	384	393	402	414	421	448	481	496			497
1425	384	385	387	389	396	404	415	421	446	477	492			498
1450	390	390	392	394	401	407	416	422	445	474	489	497		498
1475	396	396	397	399	405	411	419	423	444	471	486	485		499
1500	401	402	403	404	409	414	421	426	444	469	485	493	498	500

Таблица 8.8. **Теплоироводность калия в газовой фазе**

T, К	λ_1	$\lambda \cdot 10^4$, Вт/ (м·К), при p, МПа													На линии насыщения
		1	5	10	30	50	80	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	
700	109															132
725	113	131														139
750	117	129														145
775	120	130														151
800	124	131	154													157
825	128	133	151													163
850	132	136	149	163												169
875	136	139	149	161												174
900	140	142	150	159												179
925	143	145	152	159	182											184
950	147	149	154	160	179											189
975	151	152	156	161	177	189										193
1000	155	156	159	163	177	187										197
1025	159	159	162	165	177	186	196									200
1050	162	163	165	168	178	185	195	200								204
1075	166	167	169	171	179	186	194	198								208
1100	170	171	172	175	181	186	194	198								211
1125	174	174	176	178	183	188	194	198	211							214
1150	178	178	179	180	185	190	195	198	210							217
1175	182	182	183	184	188	192	196	199	210							220
1200	185	186	186	187	191	194	198	201	211							222
1225	189	189	190	191	194	197	200	202	211	221						225
1250	193	193	194	194	197	199	203	205	212	222						227
1275	197	197	197	198	200	202	205	207	214	223						230
1300	201	201	201	202	204	205	208	209	216	224	228					232
1325	205	205	205	205	207	209	211	212	218	225	229					234
1350	208	208	209	209	210	212	214	215	220	227	231	233				237
1375	212	212	212	213	214	215	217	218	222	228	232	234				239
1400	216	216	216	217	218	219	220	221	225	230	234	236	237			241
1425	220	220	220	220	221	222	223	224	228	233	236	238	239	240		243
1450	224	224	224	224	225	226	227	227	230	235	238	240	241	242		245
1475	227	227	228	228	228	229	230	231	233	237	240	242	243	244	244	247
1500	231	231	231	232	232	233	234	234	236	240	243	244	245	246	246	249

Таблица 8.9. **Теплопроводность рубидия в газовой фазе**

T, К	λ_1	$\lambda \cdot 10^4$, Вт/ (м·К), при p, МПа													На линии насыщения
		1	5	10	30	50	80	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	
700	68	75														88
725	70	75	92													92
750	72	75	89													95
775	74	77	87													98
800	77	79	86	94												102
825	79	80	86	92												104
850	81	82	87	92	107											107
875	83	84	88	92	105											110
900	86	86	89	92	103	111										112
925	88	88	91	93	102	109										115
950	90	90	92	94	102	108	115									117
975	92	93	94	96	102	107	114	117								119
1000	94	95	96	97	103	107	113	116								121
1025	97	97	98	99	104	107	112	115								123
1050	99	99	100	101	105	108	112	115	123							124
1075	101	101	102	103	106	109	113	115	123							126
1100	103	103	104	105	107	110	113	115	122							128
1125	105	106	106	107	109	111	114	116	122							129
1150	107	108	108	109	111	113	115	117	123	129						131
1175	110	110	110	111	112	114	116	118	123	130						132
1200	112	112	113	113	114	116	118	119	124	130	133					134
1225	114	115	115	115	116	118	119	120	125	130	133					135
1250	117	117	117	117	118	119	121	122	126	131	134	136				136
1275	119	119	119	119	120	121	123	123	127	132	135	136				137
1300	121	121	121	122	122	123	124	125	128	133	135	137	138			139
1325	123	123	124	124	124	125	126	127	130	134	136	138	139			140
1350	126	126	126	126	126	127	128	129	131	135	137	139	140	141		141
1375	128	128	128	128	129	129	130	130	133	136	138	140	141	142	142	142
1400	130	130	130	130	131	131	132	134	134	137	140	141	142	143	144	144
1425	132	132	132	133	133	133	134	134	136	139	141	142	144	144	145	145
1450	134	134	135	135	135	135	136	136	138	140	142	144	145	145	146	146
1475	137	137	137	137	137	138	138	138	140	142	144	145	146	147	147	147
1500	139	139	139	139	139	140	140	140	142	145	145	147	147	148	148	148

Таблица 8.10. **Теплопроводность цезия в газовой фазе**

T, К	λ_1	$\lambda \cdot 10^4$, Вт/ (м·К), при p, МПа													На линии насыщения
		1	5	10	30	50	80	100	200	400	600	800	1000	1200	1500	
700	50	53														62
725	51	54	61													64
750	53	54	60													66
775	54	55	60	65												68
800	56	57	60	64												70
825	57	58	60	63												72
850	58	59	61	63	71											74
875	60	60	62	64	70	75										75
900	61	61	63	64	70	74										77
925	62	63	64	65	70	73	77									78
950	64	64	65	66	70	73	76	79								79
975	65	65	66	67	70	73	76	78								81
1000	66	67	67	68	71	73	76	77								88
1025	68	68	68	69	71	73	76	77	83							83
1050	69	69	70	70	72	74	76	77	82							84
1075	71	71	71	71	73	75	76	78	82							85
1100	72	72	72	73	74	75	77	78	82							86
1125	73	73	74	74	75	76	78	79	82	87						87
1150	75	75	75	75	76	77	78	79	83	87						88
1175	76	76	76	77	77	78	79	80	83	87						89
1200	77	77	78	78	79	79	80	81	84	87	89					90
1225	79	79	79	79	80	80	81	82	84	87	89					90
1250	80	80	80	80	81	82	82	83	85	88	90	91				91
1275	82	82	82	82	82	83	83	84	86	89	90	91	92			92
1300	83	83	83	83	84	84	85	85	87	89	91	92	92			93
1325	84	84	84	84	85	85	86	86	88	90	91	93	93			94
1350	86	86	86	86	86	86	87	87	89	91	92	93	93	94	95	95
1375	87	87	87	87	87	88	88	88	90	92	93	94	95	95	95	95
1400	88	88	88	88	89	89	89	90	91	92	94	95	95	96	96	96
1425	90	90	90	90	90	90	91	91	92	93	95	95	96	97	97	97
1450	91	91	91	91	91	92	92	92	93	94	96	96	97	97	98	98
1475	92	92	92	93	93	93	93	93	94	95	96	97	98	98	98	99
1500	94	94	94	94	94	94	94	95	95	97	97	98	99	99	99	99

для натрия, калия, рубидия, цезия и $T = 1000 \div 2000$ К для лития при давлениях до 1500 кПа, включая состояние насыщения. Основные исходные данные и таблицы приведены также в [98, 99]. Эти таблицы теплопроводности приняты в качестве рекомендуемых справочных данных (ГСССД Р72-84), депонированы во ВНИИКИ, 1984, № 213-72 [100].

Допуски к величинам табличных значений теплопроводности: для паров лития – 3% для одноатомного пара и 7% в состоянии насыщения; для паров натрия – 5% для $T \leqslant 1200$ К и 4,5 % для $T > 1200$ К; для паров калия – 4% для $T \leqslant 1200$ К и 3,5% для $T > 1200$ К; для паров рубидия – 2,5% для $T \leqslant 1200$ К и 3,5% для $T \leqslant \leqslant 1200$ К; для паров цезия – 5% для $T > 1200$ К и 6% для $T \leqslant 1200$ К.

В табл. 8.2, 8.4, 8.6, 8.8, 8.10 λ_1 – теплопроводность одноатомного нереагирующего пара щелочного металла в разреженном состоянии.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ. ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ О ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПАРОВ НОРМАЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ МЕТАНОВОГО РЯДА ПРИ $p = 0{,}1$ МПа

Рассмотрение теплопроводности целой группы веществ, относящихся к н-алканам, объясняется возможностью обобщения экспериментальных данных при использовании метода соответственных состояний.

В литературе имеются сведения о теплопроводности паров н-алканов при $p = 0{,}1$ МПа от метана до н-октадекана, при этом наиболее подробно изучены низшие члены ряда – по октан включительно. Особенно много данных получено для метана, причем эксперименты проведены в широком диапазоне температур (90–800 К). В [1] проведены подробный анализ и обобщение результатов опытов, выполненных до 1976 г. После этого были опубликованы лишь несколько новых работ. В [101] методом нагретой проволоки измерена теплопроводность четырех газов, в том числе этана в диапазоне $T = 318 \div 590$ К. Эти данные вполне удовлетворительно согласуются с результатами обобщения [1].

В [102] выполнены измерения теплопроводности этилена и пропана. При $p = 0{,}1$ МПа данные по пропану получены в интервале $T = 372 \div 725$ К, при этом зависимость $\lambda = f(T)$ по данным [102] значительно слабее, чем по результатам измерений ряда других исследователей (при $T = 700$ К расхождения доходят до 7,5%). Аналогичная картина и по этилену. В [102] при измерениях, по-видимому, допущена какая-то систематическая ошибка.

В 1983 г. опубликованы результаты опытов французских ученых [103] по измерению теплопроводности бутана методом коаксиальных цилиндров в интервале $T = 298 \div 601$ К при давлениях до 70 МПа. Имеет место хорошее согласие (расхождения в пределах 1 – 1,5%) новых данных при $p = 0{,}1$ МПа со справочными [1].

В [104] для обобщения экспериментальных данных о теплопроводности паров н-алканов в широком диапазоне молекулярных масс (от 30 до 254) использовали метод соответственных состояний. Его применение позволило взаимно увязать значения теплопроводности разных веществ одного гомологического ряда. Этим облегчен также анализ температурной зависимости веществ, определенной различными авторами.

В связи с тем что обобщение [104] было положено в основу составления таблиц рекомендуемых значений теплопроводности паров н-алканов при $p = 0{,}1$ МПа как в нашей предыдущей [1], так и в настоящей работе, приводим основные моменты этого обобщения.

Имеющиеся экспериментальные данные различных авторов (см. 1, табл. 84) были представлены в приведенных координатах $(\lambda/\lambda_{T=0{,}8}, \tau)$, где $\tau = T/T_{кр}$; $\lambda_{T=0{,}8}$ – теплопроводность соединений этого ряда при $\tau = 0{,}8$ (такое значение τ

было выбрано, чтобы охватить все исследованные вещества). Оказалось, что в указанных координатах опытные точки для паров н-алканов от этана до октадекана достаточно хорошо укладываются на единую кривую, которая описывается уравнением

$$\lambda/\lambda_{T=0,8} = -0,441 + 1,100\tau + 0,924\tau^2 - 0,0456\tau^3, \qquad 9.1)$$

и справедливы в диапазоне $\tau = 0,6 \div 2,2$.

Сравнение экспериментальных данных с рассчитанными по уравнению (9.1) показывает, что для подавляющего большинства точек отклонения не превышают 2–3% и не носят систематического характера, т.е. температурная зависимость теплопроводности н-алканов (за исключением метана) вполне удовлетворительно описывается законом соответственных состояний. Метан является исключением, так как его молекула в отлнчие от молекул других членов ряда достаточно симметрична, компактна и обладает сравнительно малой энергией вращения и колебаний.

Результаты расчетов теплопроводности паров н-алканов от этана до октадекана при различных температурах и $p = 0,1$ МПа по уравнению (9.1) приведены ниже по каждому веществу отдельно. Использованные при этом значения теплопроводности $\lambda_{T=0,8}$ даны в табл. 9.1.

Таблица 9.1. **Значения теплопроводности н-алканов, использованные для расчетов, Вт/(м·К)**

н-Алканы	$\lambda_{T=0,8} \cdot 10^3$	н-Алканы	$\lambda_{T=0,8} \cdot 10^3$
C_2H_6	14,4	C_8H_{18}	25,8
C_3H_8	17,5	C_9H_{20}	26,4
C_4H_{10}	20,6	$C_{10}H_{22}$	26,9
C_5H_{12}	22,8	$C_{11}H_{24}$	27,3
C_6H_{14}	24,1	$C_{12}H_{26}$	27,6
C_7H_{16}	25,1	$C_{13}H_{28}$	28,0
$C_{14}H_{30}$	28,0	$C_{17}H_{36}$	28,0
$C_{15}H_{32}$	28,0	$C_{18}H_{38}$	28,0
$C_{16}H_{34}$	28,0		

Возможная погрешность таблнчных значений теплопроводности паров н-алканов при $p = 0,1$ МПа составляет 2% при $T \leqslant 473$ К и 3% при $T > 473$ К.

В [105] выполнеи анализ и обобщение результатов экспериментов различных авторов о теплопроводности метана и составлены таблицы стандартных справочных данных в широком диапазоне температур при давлениях до 100 МПа. Эти данные приводятся и в настоящей работе.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_1

Дихлордибромметан. Теплопроводность паров при атмосферном давлении [106], Вт/(м·К), (табл. 10.1) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 3,733 - 1,11 \cdot 10^{-2} T + 5,06 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (10.1)$$

Погрешность равна 3%.

Таблица 10.1. Теплопроводность дихлордибромметана при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)

T, К	350	360	370	380	390	400	410
$\lambda \cdot 10^3$	6,06	6,31	6,56	6,83	7,11	7,40	7,70

Дифтордибромметан. Теплопроводность дифтордибромметана при атмосферном давлении [106], Вт/(м·К), (табл. 10.2) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 0{,}026 + 1{,}18 \cdot 10^{-2} T + 3{,}11 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (10.2)$$

Таблица 10.2. Теплопроводиость паров дифтордибромметана при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	5,47	320	6,98	380	9,00
280	5,76	330	7,30	390	9,35
290	6,06	340	7,63	400	9,72
300	6,36	350	7,97	410	10,1
310	6,67	360	8,30		
		370	8,65		

Фтортрибромметан. Теплопроводность паров фтортрибромметана при давлении 0,1 МПа [106] составляет:

T, К	330	340	350	360	370	380	390	400	410
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)...	5,34	5,58	5,82	6,07	6,32	6,58	6,84	7,11	7,38

Погрешность табличных данных равна 3%.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 0{,}56 + 5{,}77 \cdot 10^{-3} T + 2{,}65 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (10.3)$$

Четыреххлористый углерод (тетрахлорметан). *Жидкий четыреххлористый углерод* принадлежит к числу жидкостей с нанменьшими значениями теплопроводности и с этой точки зрения удобен для градуировки приборов, особенно когда объектами исследования являются фреоны.

С четыреххлористым углеродом можно работать в диапазоне температур от 250 до 350 К без повышенного давления. Подобно толуолу четыреххлористый углерод обладает и другими достоинствами: он не токсичен, не агрессивен, может быть сравнительно легко очищен.

Теплопроводность жидкости изучена достаточно хорошо [1]. Экспериментальные данные получены методами плоского слоя, коаксиальных цилиндров, сферического слоя, двумя вариантами метода нагретой проволоки.

Теплопроводность жидкого четыреххлористого углерода описывается формулой, Вт/(м · к),

$$\lambda \cdot 10^3 = 168{,}7 - 0{,}22T. \qquad (10.4)$$

Сглаженные значения теплопроводности вместе с оценкой погрешности приведены в табл. 10.3. В последнем столбце этой таблицы даны значения вероятной границы поправки на излучение для средних значений толщины слоя 0,7 мм.

Таблица 10.3. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого четыреххлористого углерода вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	δ_λ, %	Δ, %	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	δ_λ, %	Δ, %
250	114	1,3	1,1	370	87,0	1,2	4,7
260	112	1,3	1,2	380	84,8	1,5	5,3
270	109	0,8	1,4	390	82,6	1,5	6,0
280	107	0,8	1,6	400	80,4	1,5	6,7
290	105	0,5	1,8	410	78,2	1,5	7,3
300	103	0,5	2,2	420	76,0	1,5	8,1
310	100	0,5	2,5	430	73,8	1,5	8,9
320	98,2	0,5	2,7	440	71,6	1,5	9,7
330	96,0	0,6	3,1	450	69,5	1,5	10,6
340	93,7	0,8	3,4	460	67,2	1,5	11,3
350	91,5	0,8	3,8	470	65,1	1,5	12,7
360	89,2	1	4,2				

Значения теплопроводности в табл. 10.4 вычислены по соотношению

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0(T) + A_1(T)p + A_2(T)p^2, \qquad (10.5)$$

где

$$A_0(T) = 111{,}8 + 9{,}82 \cdot 10^{-2} T - 4{,}82 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1(T) = 5{,}01 - 2{,}843 \cdot 10^{-2} T + 4{,}28 \cdot 10^{-5} T^2;$$

$$A_2(T) = -2{,}42 \cdot 10^{-2} + 1{,}39 \cdot 10^{-4} T - 2{,}02 \cdot 10^{-7} T^2;$$

p – в МПа.

Таблица 10.4. **Теплопроводность жидкого четыреххлористого углерода в зависимости от температуры и давления, Вт/(м·К) [107]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	1	5	10	20	40	60
310	96,2	97,4	98,9	102	107	112
320	94,1	95,3	96,7	99,5	105	110
330	92,0	93,2	94,5	97,3	103	108
340	89,7	90.9	92,3	95,1	100	106
350	87,4	88,6	90,1	93,0	98,6	104
360	84,9	96,2	87,8	90,9	96,8	102
370	82,4	83,8	85,6	88,9	95,3	101

Продолжение табл. 10. 4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м·К), при p, МПа							
	80	100	120	140	160	180	200	220
310	117	–	–	–	–	–	–	–
320	114	118	122	–	–	–	–	–
330	112	116	120	123	126	–	–	–
340	110	114	118	122	126	–	–	–
350	109	113	117	121	125	–	–	–
360	108	112	117	121	124	127	130	133
370	107	112	116	110	124	127	130	132

Теплопроводность паров четыреххлористого углерода при давлении 1 бар [1], Вт/ (м·К), (табл. 10.5) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 3{,}363 + 3{,}338 \cdot 10^{-2} T. \qquad (10.6)$$

Погрешность данных равна 3%.

Таблица 10.5. **Теплопроводность паров четыреххлористого углерода при давлении $p = 1$ бар, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	6,71	410	10,3	520	13,8
310	7,04	420	10,6	530	14,2
320	7,36	430	10,9	540	14,5
330	7,70	440	11,2	550	14,9
340	8,01	450	11,6	560	15,2
350	8,34	460	11,9	570	15,5
360	8,66	470	12,2	580	15,8
370	9,00	480	12,5	590	16,1
380	9,31	490	12,9	600	16,4
390	9,63	500	13,2	610	16,8
400	9,95	510	13,5	620	17,1

Фортрихлорметан (хладон-11). Таблица 10.6 теплопроводности жидкого хладона-11 основана на данных, приведенных в [1, 108].

Погрешность табличных данных при температурах до 350 К составляет 3%, при более высоких – до 5%.

Таблица 10.7 теплопроводности паров хладона-11 основана на данных [109–112].

Погрешность табличных значений составляет 5% при давлении 0,1 МПа, 6% при более высоких давлениях.

Таблица 10.6. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-11**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	p_s	10	20	30	40	50	60
173	120	122	124	126	128	130	132
193	115	117	119	121	123	125	127
213	110	112	114	117	119	121	123
233	106	108	110	112	115	117	119
253	101	103	106	108	111	113	115
273	95,8	98,5	101	104	106	109	112
293	90,1	94,0	96,5	98,5	102	105	108
313	85,0	89,3	92,1	95,0	98,0	101	104
333	80,0	84,5	87,4	90,7	93,7	97	100
353	74,5	80,2	83,7	86,5	89,5	92,5	96,0
373	69,5	75,6	79,0	82,3	95,5	88,7	92,0
393	64,5	71,2	74,5	79,0	81,5	85,0	88,0
413	60,0	66,5	70,0	74,0	77,5	80,8	85,0
433	55,0	–	–	–	–	–	–
438	48,9	–	–	–	–	–	–

Таблица 10.7. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-11**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	0,1	1,0	2,0	3,0	3,5
300	8,7	–	–	–	–
310	9,1	–	–	–	–
320	9,5	–	–	–	–
330	9,9	–	–	–	–
340	10,3	–	–	–	–
350	10,7	–	–	–	–
360	11,1	–	–	–	–
370	11,5	–	–	–	–
380	11,9	–	–	–	–
390	12,3	13,1	–	–	–
400	12,7	13,4	–	–	–
410	13,1	13,7	–	–	–
420	13,5	14,1	–	–	–
430	13,9	14,4	15,9	–	–
440	14,3	14,7	16,1	–	–
450	14,7	15,1	16,4	19,5	–
460	15,1	15,5	16,7	19,1	21,8
470	15,4	15,8	16,9	19,0	20,8
480	15,7	16,1	17,1	18,8	20,3
490	16,1	16,5	17,4	18,9	20,1
500	16,4	16,9	17,7	19,0	19,8

Дифторхлорбромметан (хладон-12В$_1$). Таблица 10.8 теплопроводности жидкого и парообразного хладона-12В$_1$ основана на [109].

Погрешность табличных значений теплопроводности паров (табл. 10.9) и жидкости (табл. 10.8) при давлении 0,1 МПа составляет 3%, при повышенных давлениях – 4%.

Таблица 10.8. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-12В$_1$**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	p_s	5	20	40	60
203	94,5	–	–	–	–
213	91,8	–	–	–	–
223	88,7	–	–	–	–
233	86,2	–	–	–	–
243	83,4	–	–	–	–
253	80,8	–	–	–	–
263	78,0	–	–	–	–
273	75,6	–	–	–	–
283	73,0	–	–	–	–
293	70,8	–	–	–	–
303	68,5	–	–	–	–
313	66,4	68,2	73,8	80,7	87,0
323	64,4	66,6	72,5	79,3	85,0
333	62,7	62,6	71,0	77,8	83,8
343	50,6	60,7	69,2	76,3	82,5
353	58,8	58,8	67,8	74,6	81,3
363	56,8	56,8	66,0	73,0	80,2
373	54,5	55,0	64,5	71,8	78,9
383	–	–	62,6	70,0	78,0
393	–	–	61,0	68,5	76,6
403	–	–	59,3	67,0	75,5
413	–	–	57,8	65,3	74,5
423	–	–	56,1	64,0	73,5

Таблица 10.9. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-12В$_1$**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа		
	0,1	2,0	3,0
313	9,1	–	–
323	9,6	–	–
333	10,1	–	–
343	10,5	–	–
353	11,0	–	–
363	11,4	–	–
373	11,9	–	–

Продолжение табл. 10.9

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа		
	0,1	2,0	3,0
383	12,4	15,0	–
393	12,9	14,3	–
403	13,4	14,3	–
413	13,9	14,6	19,3
423	14,4	15,0	17,4
433	14,9	15,4	17,1

Дифтордихлорметан (хладон-12). Таблица теплопроводиости жидкого хладона-12 (табл. 10.10) основана на [1, 108].

Погрешность табличных данных при невысоких давлениях составляет 3%, при повышенных – 5%.

Теплопроводность паров (табл. 10.11) основана на [114–116]. Погрешность табличных значений составляет 3% при давлениях 0,1 МПа и 4% при более высокнх давленнях.

Таблица 10.10. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-12**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	p_S	10	20	40	60
118	130	–	–	–	–
123	129	–	–	–	–
133	126	–	–	–	–
143	123	–	–	–	–
153	119	–	–	–	–
163	116	–	–	–	–
173	112	–	–	–	–
183	108	–	–	–	–
193	104	–	–	–	–
203	100	–	–	–	–
213	96,1	–	–	–	–
223	93,1	97,6	102	109	114
233	88,6	94,0	98	106	111
243	86,9	90,6	95,1	102	108
253	82,1	87,2	91,8	99,4	105
263	78,6	84,0	88,7	96,4	102
273	76,0	80,8	85,7	93,7	99,6
283	73,2	77,8	82,8	91,1	97,2
293	70,2	74,9	80,0	88,5	94,9
303	67,2	72,1	77,3	86,1	92,8
313	64,8	69,4	74,7	83,8	90,8
323	61,5	66,8	72,3	81,6	89,0
333	58,1	64,3	69,9	79,6	87,2
343	55,4	61,9	67,7	77,8	85,7
353	52,0	59,6	65,6	76,0	84,2
363	48,0	57,5	63,6	74,4	83,0
373	–	55,3	61,7	72,8	81,8

Таблица 10.11. Теплопроводность паров хладона-12

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	0,1	1	2	3	4
250	8,0	–	–	–	–
260	8,4	–	–	–	–
270	8,8	–	–	–	–
280	9,2	–	–	–	–
290	9,7	–	–	–	–
300	10,2	–	–	–	–
310	10,6	–	–	–	–
320	11,0	11,8	–	–	–
330	11,5	12,2	–	–	–
340	12,0	12,6	–	–	–
360	12,9	13,4	14,7	–	–
370	13,4	13,9	15,1	–	–
380	14,0	14,5	15,3	–	–
390	14,5	14,9	15,8	17,6	–
400	15,0	15,5	16,3	17,8	20,8
410	15,5	16,0	16,8	18,1	20,4
420	16,0	16,5	17,3	18,5	20,3
430	16,5	17,0	17,8	18,9	20,3
440	17,0	17,5	18,2	19,3	20,5
450	17,5	18,0	18,7	19,7	20,7

Трифторбромметан (хладон-13B_1). Теплопроводность жидкости и паров хладона-13B_1 исследована в [117–119]. Погрешность табличных значений теплопроводности жидкости на линии насыщения в табл. 10.12 и паров при p = 0,1 МПа в табл. 10.13 составляет 4%, при повышенных давлениях – 5%.

Таблица 10.12. Теплопроводность жидкого хладона-13B_1 [119]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	0,1	10	20	40	60
113	112	113	115	–	–
123	109	111	113	117	–
133	106	108	110	114	–
143	102	105	107	112	–
153	98,2	101	104	108	113
163	95,1	97,5	100	105	110
173	90,4	93,7	97,0	102	107
183	87,1	90,3	93,5	98,5	104
193	82,9	86,4	90,0	96,0	101
203	79,2	83,0	86,8	93,0	98,1
213	75,6	79,5	83,5	89,5	95,2
223	72,7	76,5	80,2	86,0	92,1
233	68,6	72,8	77,0	83,0	90,0

Продолжение табл. 10.12

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	0,1	10	20	40	60
243	66,2	70,1	74,0	80,5	87,3
253	62,1	66,7	71,3	78,0	85,0
263	60,1	64,3	68,5	75,5	82,7
273	56,0	60,9	66,4	73,0	81,2
283	53,5	59,1	64,4	71,5	79,5
293	50,4	56,3	62,0	70,0	78,0
303	48,0	54,2	60,0	68,5	76,5
313	45,3	52,1	58,3	67,0	74,5
323	42,5	50,0	56,5	65,5	73,2
333	40,0	48,0	55,0	64,5	72,0
343	–	43,2	53,5	63,2	71,4
353	–	42,4	52,0	62,3	70,3
363	–	41,8	50,5	61,4	69,0
373	–	41,0	49,0	60,7	68,5
383	–	40,5	48,0	59,3	67,2
393	–	39,8	47,0	58,5	66,6
403	–	38,5	46,5	57,7	66,0
413	–	37,5	45,2	57,1	65,6
423	–	36,5	44,0	56,0	65,2
433	–	36,8	43,5	55,7	65,0

Таблица 10.13. **Теплопроводность паров хладона-13В$_1$ [118]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	1	2	3	4	5	6
293	9,6	10,2	–	–	–	–	–
303	10,1	10,7	–	–	–	–	–
313	10,6	11,2	13,4	–	–	–	–
323	11,1	11,7	13,0	–	–	–	–
333	11,5	12,1	13,1	18,0	–	–	–
343	12,1	12,6	13,3	16,1	–	–	–
353	12,5	13,1	13,7	15,5	21,9	–	–
363	13,1	13,6	14,2	15,6	18,8	30,7	–
373	13,6	14,0	14,6	16,0	17,9	23,0	–
383	14,1	14,5	15,1	16,3	17,5	21,1	26,2
393	14,6	15,0	15,5	16,6	17,3	20,3	24,0
403	15,1	15,5	15,9	17,0	17,3	20,1	23,1
413	15,6	15,9	16,3	17,3	17,6	–	–
423	16,1	16,1	16,8	17,6	18,2	–	–
433	16,6	16,7	17,2	17,9	18,7	–	–

Трифторхлорметан (хладон-13). Таблица 10.14 теплопроводности жидкого хладона-13 основана на [108, 120, 121, 123–126].

Погрешность табличных данных составляет 4% при давлениях вблизи линии насыщения, 5% при повышенных давлениях.

Теплопроводность паров хладона-13 (табл. 10.15) осиована на [124–126]. Погрешность данных при давлении 0,1 МПа оценивается в 3%, при повышенных давлениях – в 5%.

Таблица 10.14. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-13**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м·К), при p, МПа					
	p_s	5	10	20	40	60
100	134	135	–	–	–	–
110	129	130	132	136	–	–
120	124	125	127	130	137	141
140	115	116	118	121	128	133
160	105	106	108	112	119	124
180	95,4	96,3	97,5	100	110	116
200	86,2	87,3	90,0	93,0	102	109
220	77,0	78,2	80,2	84,2	93,8	101
240	67,4	68,6	71,5	77,3	86,9	95,5
260	58,0	59,2	63,3	71,4	81,7	90,0
273	52,0	53,4	60,2	67,4	78,0	86,7
280	–	–	57,7	65,5	76,6	85,0
300	–	–	52,4	60,8	72,7	81,1
320	–	–	47,5	56,3	69,5	78,5
340	–	–	42,7	53,6	66,7	76,1
360	–	–	38,3	50,9	62,3	74,1
380	–	–	35,1	48,6	60,7	72,1
400	–	–	32,6	46,7	59,3	70,5
420	–	–	31,3	45,0	58,3	68,7
440	–	–	–	43,5	–	67,7

Таблица 10.15. **Теплопроводиость паров хладона-13**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м·К), при p, МПа				
	0,1	1	2	3	5
250	9,4	–	–	–	–
260	10,0	–	–	–	–
270	10,6	–	–	–	–
280	11,2	–	–	–	–
290	11,9	–	–	–	–
300	12,5	13,8	15,2	17,6	–
310	13,1	14,3	15,6	17,7	–
320	13,8	14,9	16,0	17,9	–
330	14,4	15,4	16,5	18,1	25,5
340	15,0	16,0	17,0	18,4	23,7

Продолжение табл. 10.15

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт (м·К), при p, МПа				
	0,1	1	2	3	5
350	15,6	16,5	17,4	18,7	22,6
350	15,6	16,5	17,4	18,7	22,6
360	16,2	17,1	18,0	19,1	22,5
370	16,8	17,7	18,6	19,6	22,7
380	17,4	18,3	19,1	20,1	22,9
390	18,0	18,8	19,7	20,7	23,2
400	18,6	19,4	20,3	21,2	23,6
410	19,2	20,0	20,8	21,7	24,0
420	19,9	20,6	21,4	22,3	24,6
430	20,5	21,2	22,0	22,8	25,0
440	21,1	21,8	22,5	23,3	25,4
450	21,7	22,3	23,1	23,7	25,8

Четырехфтористый углерод. Рекомендуемые значения теплопроводности паров при давлении $p = 0{,}1$ МПа составлены по данным [52, 122] (табл. 10.16). Они описываются формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 0{,}1753 - 0{,}803 \cdot 10^{-2} T + 0{,}329 \cdot 10^{-3} T^2 - $$
$$- 0{,}525 \cdot 10^{-6} T^3 + 0{,}278 \cdot 10^{-9} T^4. \qquad (10.7)$$

Погрешность табличных значений равна 2% при температурах до 450 К и 3% до 700 К.

Рекомендуемые значения теплопроводности паров (табл. 10.17) при различных значениях давлений и температур составлены по данным [126].

Погрешность табличных данных равна 5%, за исключением области, примыкающей к критической.

Таблица 10.16. **Теплопроводность паров четырехфтористого углерода при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	8,98	330	18,8	460	28,5	590	36,9
210	9,68	340	19,6	470	29,2	600	37,5
220	10,4	350	20,4	480	29,9	610	38,1
230	11,1	360	21,1	490	30,5	620	38,7
240	11,9	370	21,9	500	31,2	630	39,3
250	12,6	380	22,6	510	31,9	640	40,0
260	13,4	390	23,4	520	32,5	650	40,5
270	14,2	400	24,2	530	33,2	660	41,1
280	14,9	410	24,9	540	33,8	670	41,7
290	15,7	420	25,6	550	34,4	680	42,3
300	16,5	430	26,4	560	35,1	690	42,9
310	17,2	440	27,1	570	35,7	700	43,6
320	18,0	450	27,8	580	36,3		

Таблица 10.17. Теплопроводность паров четырехфторнстого углерода в зависимости от давления и температуры

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м·К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	3,5	4	4,5	5	6
190	8,24	–	–	–	–	–	–	62,8	–
200	8,98	–	–	–	–	–	–	59,0	–
210	9,68	–	–	–	–	–	–	55,0	–
220	10,4	–	–	–	–	–	–	50,6	–
230	11,1	12,2	13,6	17,2	20,8	30,2	44,4	45,6	47,2
240	11,9	12,6	14,0	17,0	19,8	24,4	36,6	39,2	41,8
250	12,6	13,4	14,3	15,6	16,4	17,4	19,4	26,6	33,6
260	13,4	14,0	14,8	15,8	16,5	17,3	18,4	19,9	23,7
270	14,2	14,6	15,4	16,4	–	17,4	16,4	19,0	21,0
280	14,9	15,4	16,1	17,0	17,5	18,0	18,6	19,3	20,9
290	15,7	16,2	16,9	17,7	18,2	18,7	19,4	19,8	21,1
300	16,5	17,0	17,7	18,5	18,9	19,3	19,8	20,4	21,6
310	17,2	17,8	18,4	19,2	19,6	20,0	20,5	21,0	22,0
320	18,0	18,6	19,2	20,0	20,4	20,7	21,2	21,6	22,5
330	18,8	19,4	20,0	20,7	20,0	21,4	21,8	29,3	23,3
340	19,6	20,1	20,7	21,4	21,8	22,1	22,6	23,0	23,8
350	20,4	20,9	21,5	22,2	22,5	22,8	23,4	23,7	24,5
360	21,1	21,6	22,2	22,9	23,2	23,5	23,9	24,3	25,1
370	21,9	22,4	23,0	23,6	23,9	24,2	24,6	25,0	25,8
380	22,6	23,1	23,7	24,3	24,6	24,9	25,2	25,6	26,4
390	23,4	23,9	24,5	25,0	25,4	25,7	26,0	26,3	27,1
400	24,2	24,6	25,2	25,7	26,0	26,4	26,7	27,0	27,8
410	24,8	25,3	25,9	26,4	26,7	27,0	27,3	27,6	28,4
420	25,6	26,0	26,6	27,1	27,4	27,7	28,0	28,3	29,0
430	26,4	26,8	27,3	27,8	28,1	28,4	28,7	29,0	29,7

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м·К), при p, МПа								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
190	–	–	–	66,0	–	–	–	–	69,6
200	–	–	–	62,2	–	–	–	–	65,3
210	–	–	–	58,1	–	–	–	–	61,2
220	–	–	–	–	54,4	–	–	–	57,5
230	48,2	49,2	50,0	50,9	51,6	52,4	53,2	53,8	54,4
240	43,4	44,8	45,8	46,9	48,0	48,8	49,8	50,6	51,4
250	36,6	38,9	41,0	42,8	44,2	45,4	46,6	47,6	48,5
260	28,2	32,7	36,2	38,9	40,9	42,4	43,8	44,9	45,9
270	23,8	27,4	32,0	35,9	38,2	39,9	41,3	42,6	43,7
280	23,1	25,7	29,3	32,9	35,4	37,3	38,8	40,1	41,3
290	22,9	25,0	27,8	30,7	33,1	35,0	36,7	38,0	39,3
300	22,9	24,5	26,4	29,0	31,5	33,5	35,1	36,6	37,9
310	23,2	24,4	26,0	28,2	30,6	32,6	34,2	35,6	37,0
320	23,6	24,7	26,1	27,8	29,6	31,4	33,0	34,4	35,8
330	24,2	25,2	26,3	27,6	29,3	31,0	32,5	33,9	35,2
340	24,8	25,8	26,8	27,9	29,2	30,8	32,2	33,6	34,8
350	25,4	26,4	23,7	28,4	29,5	30,8	32,2	33,6	34,7

Продолжение табл. 10.17

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
360	25,9	27,0	27,7	28,8	29,8	30,9	32,1	33,4	34,5
370	26,6	27,5	28,2	29,2	30.1	31,2	32,3	33,5	34,7
380	27,2	28,0	28,7	29,6	30,6	31,6	32,6	33,8	34,9
390	27,9	28,6	29,3	30,2	31,1	32,1	33,1	34,2	35,2
400	28,6	29,2	30,0	30,9	31,8	32,7	33,7	34,7	35,8
410	29,2	29,8	30,6	31,4	32,3	33,2	34,2	35,2	36,3
420	29,8	30,4	31,2	32,0	32,9	33,8	34,8	35,8	36,8
430	30,5	31,1	31,9	32,7	33,5	34,5	35,5	36,4	37,4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
190	72,8	76,2	79,6	83,0	86,4	89,8	93,0	96,6	100
200	68,5	71,6	74,8	78,0	81,2	84,4	87,6	90,8	93,9
210	64,5	67,4	70,5	73,6	76,7	79,8	83,0	86,1	89,2
220	60,6	63,6	66,8	69,8	72,8	75,8	78,9	82,0	85,1
230	57,5	60,5	63,4	66,4	69,4	72,4	75,5	78,4	81,4
240	54,8	57,8	60,6	63,6	66,6	69,6	72,5	75,4	78,4
250	52,6	55,4	58,2	61,2	64,2	67,0	70,0	72,8	75,7
260	50,2	53,0	56,0	58,8	61,8	64,7	67,6	70,4	73,4
270	48,2	51,4	54,4	57,2	60,0	63,0	65,8	68,6	71,6
280	46,3	50,0	52,9	55,7	58,5	61,4	64,3	67,1	69,9
290	44,7	48,6	51,9	54,6	57,4	60,1	62,9	65,8	68,6
300	43,4	47,7	51,0	53,9	56,6	59,3	62,0	64,8	67,5
310	42,2	46,4	50,0	53,0	55,8	58,4	61,1	63,8	66,5
320	41,4	45,0	49,4	52,6	55,3	57,9	60,6	63,2	65,9
330	40,8	44,3	49,2	52,3	55,0	57,6	60,2	62,8	65,4
340	40,4	44,8	48,6	51,8	54,6	57,2	59,8	62,4	65,0
350	40,2	44,6	48,3	51,6	54,5	57,0	59,6	62,2	64,8
360	40,0	44,3	48,1	51,5	54,4	56,9	59,5	62,1	64,6
370	40,0	44,3	48,1	51,4	54,4	56,9	59,5	62,1	64,6
380	40,1	44,4	48,2	51,5	54,5	57,0	59,6	62,2	64,7
390	40,4	44,6	48,3	51,6	54,6	57,1	59,7	62,3	64,8
400	40,6	44,9	48,5	51,8	54,8	57,3	59,9	62,4	65,0
410	41,0	45,3	48,9	52,5	55,1	57,7	60,1	62,7	65,2
420	41,5	45,7	49,3	52,5	55,4	58,0	60,5	63,0	65,5
430	42,1	45,5	49,9	53,0	55,8	58,3	60,8	63,4	65,9

Бромоформ. Значения теплопроводности жидкого бромоформа приведены в табл. 10.18.

Погрешность табличных данных равна 2%.

Значения теплопроводности паров бромоформа при давлении p = 0,1 МПа даны в табл. 10.19.

Таблица 10.18. **Теплопроводиость жидкого бромоформа вблизи линии насыщения [127, 128], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	101	320	98	360	94,5
290	100	330	97,5		
300	100	340	96,5		
310	99	350	95,5		

Таблица 10.19. **Теплопроводность паров бромоформа при давлении $p = 0{,}1$ МПа [129], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	6,09	350	10,8	420	15,0	540	22,1
280	6,69	360	11,4	440	16,2	560	23,3
290	7,28	370	12,0	460	17,4	580	24,5
300	7,87	380	12,6	480	18,6	600	25,7
320	9,06	400	13,8	500	19,8	620	26,9
340	10,2			520	21,0	640	28,1

Погрешность табличных данных составляет 3%.

Формула для расчета теплопроводности паров бромоформа при давлении 0,1 МПа, Вт (м·К),

$$\lambda \cdot 10^3 = -9{,}96 + 5{,}94 \cdot 10^{-2} T. \qquad (10.8)$$

Хлороформ. Значения теплопроводности жидкого хлороформа (табл. 10.20) составлены по данным [130–133].

Погрешность табличных значений равна 2%.

Значения теплопроводности паров хлороформа представлены в табл. 10.21.

Формула для расчета теплопроводности паров хлороформа при давлении $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К),

$$\lambda \cdot 10^3 = 68{,}8 - 0{,}527 T + 1{,}44 \cdot 10^{-3} T^2 - 1{,}2 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (10.9)$$

Погрешность табличных значений составляет 3%.

Хладон-21. Значения теплопроводности жидкого хладона-21 и паров хладона-21 приведены в табл. 10.22 и 10.23 [112, 114, 120, 121, 134–136].

Таблица 10.20. **Теплопроводность жидкого хлороформа вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	121	300	116	330	111
280	119	310	114	340	109
290	118	320	112		

Таблица 10.21. **Теплопроводность паров хлороформа при давлении $p = 0{,}1$ МПа [129], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	7,78	370	9,96	430	12,8
310	7,93	380	10,4	440	13,2
320	8,15	390	10,9	450	13,6
340	8,76	400	11,4	460	13,9
350	9,12	410	11,8	470	14,3
360	9,53	420	12,3	480	14,6

Таблица 10.22. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-21**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	p_{s_1}	5	10	20	40	60
203	134	136	137	139	145	149
213	130	132	134	136	141	146
223	127	128	130	133	138	143
233	123	124	126	129	134	140
243	120	121	123	126	131	137
253	116	117	119	123	128	134
263	112	114	116	120	126	131
273	108	110	112	117	122	128
293	101	103	105	110	117	123
313	94,0	96,2	98,5	104	111	118
333	88,0	90,5	93,0	98,0	106	113
353	81,0	83,0	86,0	92,0	101	108
373	74,5	77,2	80,0	85,5	96,0	104
393	68,5	71,2	74,0	79,5	91,5	99,0
413	65,2	65,3	68,5	73,5	86,5	95,0
433	57,3	60,3	63,2	68,5	81,8	91,5

Таблица 10.23. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-21**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	0,5	1,0	2,0	3,0	3,5	4,0
300	8,6	–	–	–	–	–	–
310	9,2	–	–	–	–	–	–
320	9,7	–	–	–	–	–	–
330	10,3	–	–	–	–	–	–
340	10,7	–	–	–	–	–	–
350	11,3	12,0	–	–	–	–	–
360	11,8	12,5	13,3	–	–	–	–
370	12,3	13,0	13,7	–	–	–	–
380	12,8	13,5	14,2	–	–	–	–

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	0,5	1,0	2,0	3,0	3,5	4,0
390	13,3	14,0	14,6	–	–	–	–
400	13,9	14,4	15,1	16,6	–	–	–
410	14,4	14,9	15,5	16,7	–	–	–
420	14,9	15,1	16,0	16,9	19,8	–	–
430	15,4	15,9	16,3	17,2	19,5	21,7	–
440	16,0	16,3	16,7	17,4	19,4	21,0	–
450	16,4	16,8	17,2	17,6	19,4	20,6	22,2
460	16,8	17,2	17,6	18,0	19,5	20,5	21,7

Дифторхлорметан (хладон-22). Характеристика работ, в которых исследована теплопроводность хладона-22, приведена в [1, 108]. Значения теплопроводности жидкого хладона-22 при различных температурах и давлениях, приведенные в табл. 10.24, основаны на данных этих работ. Погрешность значений λ при p_S – давлении насыщения и диапазоне температур 110–300 К составляет 2%, при $T >$ $>$ 300 К 4%. При давлениях $p > p_S$ погрешность для указанных диапазонов температур соответственно равна 3 и 5%.

Значения теплопроводности газовой фазы при p = 0,1 МПа (табл. 10.25) определены по усредняющей кривой, построенной по данным [1]. Погрешность λ оценивается в 4%, при больших давлениях – в 5%.

Таблица 10.24. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-22**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_S	10	20	40	60
113	165	167	169	172	176
123	163	165	167	170	174
133	161	162	164	168	172
143	157	159	162	166	170
153	152	155	157	162	167
163	148	150	153	158	163
173	143	146	149	154	159
183	139	141	144	150	156
193	134	137	141	146	153
203	129	133	136	142	150
213	124	128	132	139	147
223	119	124	127	135	142
233	114	119	123	131	139
243	110	115	119	127	134
253	105	110	115	123	131
263	100	107	112	119	127
273	96,0	103	107	116	124
283	91,0	99,1	104	112	120
293	86,8	95,2	99,2	109	117
303	82,4	91,1	96,2	107	115
313	78,0	85,7	92,1	103	112

Продолжение табл. 10.24

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	10	20	40	60
323	73,0	83,1	89,2	101	109
333	68,4	79,1	85,6	96,5	107
343	64,6	75,2	82,6	94,4	104
353	61,0	71,2	79,6	92,3	102
363	–	67,2	76,1	89,9	100
373	–	63,1	74,6	87,4	97,4
383	–	58,6	71,7	85,1	95,4
393	–	54,1	68,8	82,9	93,5
403	–	50,2	66,3	80,8	91,2
413	–	46,2	63,9	78,7	88,9
423	–	43,6	61,6	76,7	87,7
433	–	40,0	59,3	74,8	86,6

Таблица 10.25. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-22**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	1	2	3	4
243	8,72	–	–	–	–
253	9,08	–	–	–	–
263	9,45	–	–	–	–
273	9,88	–	–	–	–
283	10,3	–	–	–	–
293	10,7	–	–	–	–
313	12,0	–	–	–	–
333	13,2	14,1	16,1	–	–
353	14,5	15,4	16,9	19,1	–
373	15,7	16,7	17,8	19,3	23,6
393	17,0	17,9	18,8	19,9	22,7
413	18,3	19,2	20,0	20,9	22,7
433	19,7	20,6	21,5	22,3	23,3

Трифторметан (хладон-23). Теплопроводность хладона-23 в жидкой фазе исследована в [137] в диапазоне температур 119–435 К и при давлениях 0,1–58,9 МПа. Измерения теплопроводности в газовой фазе проведены при температурах от 283 до 434 К и давлениях 0,1; 2,0; 5,0 и 7,5 МПа. Для жидкой фазы вблизи линий насыщения получены также опытные данные в [121] при T = 148 ÷ 268 К, которые отклоняются от опытных данных [137] на 1–2%. Для газовой фазы опытные данные [137] являются единственными.

Значения теплопроводности для жидкого хладона-23 определены нами по экспериментальным данным [121, 137], для газовой фазы – по данным [137]. Погрешность значений теплопроводности в табл. 10.26 и 10.27 оценивается в 3%.

Таблица 10.26. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-23**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	5	20	40	60
123	180	182	186	191	197
133	175	177	181	186	192
143	168	171	176	181	187
153	162	165	170	175	183
163	155	159	163	169	177
173	148	151	157	164	172
183	140	144	150	158	166
193	132	137	144	152	160
203	125	130	136	145	154
213	118	124	130	139	148
223	111	116	123	133	143
233	104	109	116	128	137
243	97,4	103	110	122	132
253	90,8	96,2	106	118	128
263	83,6	89,2	101	113	124
273	76,5	84,2	96,1	109	120
283	–	–	92,2	105	117
293	–	–	87,2	102	112
303	–	–	84,2	99,0	108
313	–	–	80,2	95,1	105
323	–	–	76,8	91,2	102
333	–	–	72,0	88,1	99,2
343	–	–	68,3	84,2	97,5
353	–	–	64,9	82,3	95,5
363	–	–	61,9	79,2	93,5
373	–	–	59,0	77,2	91,5
383	–	–	56,9	73,8	89,5
393	–	–	55,1	72,5	88,0
403	–	–	53,5	71,2	87,0
413	–	–	52,2	70,5	85,0
423	–	–	51,3	69,9	85,0
433	–	–	50,1	69,5	84,0

Таблица 10.27. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-23**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа			
	0,1	2,0	5,0	7,5
283	12,4	14,4	–	–
293	13,0	14,9	–	–
303	13,6	15,4	–	–
313	14,2	15,9	29,2	–
323	14,7	16,4	26,2	–
333	15,2	16,9	23,6	–
343	15,8	17,4	21,8	32,6
353	16,4	17,8	20,9	30,6

Продолжение табл. 10.27

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа			
	0,1	2,0	5,0	7,5
363	16,9	18,3	20,4	28,9
373	17,4	18,7	20,0	27,7
383	17,9	19,2	20,1	26,9
393	18,4	19,7	20,3	26,4
403	19,0	20,2	20,7	26,1
413	19,6	20,7	21,3	–
423	20,2	21,2	21,7	–
433	20,8	21,7	22,3	–

Дибромметан (бромистый метилен). Значения теплопроводности жидкого дибромметана приведены в табл. 10.28.

Погрешность табличных значений равна 2%.

Теплопроводность паров дибромметана [139] составляет $\lambda \cdot 10^3 = 7{,}75$ Вт/(м · К) при температуре 383,3 К и давлении 0,1 МПа.

Погрешность экспериментального значения равна 3%.

Таблица 10.28. **Теплопроводность жидкого дибромметана вблизи линии насыщения [138], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	112	300	108	320	104	340	99,0
290	110	310	106	330	101	350	96,5

Дихлорметан (хлористый метилен) (хладон-30). Теплопроводность жидкого хладона-30 измерена в [140] вблизи линий насыщения, в диапазоне температур 186–306 К, а при T = 300 и 340 К при давлениях от 24 до 147 МПа. В работе [141] получены экспериментальные данные для жидкой фазы вблизи линий насыщения при $T = 168 \div 323$ К. Опыты этих авторов, а также полученное в [130] значение теплопроводности при 293 К и p = 0,1 МПа согласуются между собой в пределах 2%. На основе этих работ определены значения теплопроводности жидкого хладона-30 при различных температурах и давлениях (табл. 10.29 и 10.30). По-

Таблица 10.29. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-30 вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
190	175	240	160	290	142
200	173	250	157	300	139
210	170	260	153	310	136
220	167	270	149		
230	164	280	146		

Таблица 10.30. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-30**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	25	50	75	100	125	150
298	147,6	154,5	162,7	169,9	176,0	180,6
303	146,2	152,9	160,4	167,9	174,3	178,2
313	143,6	149,9	157,4	164,4	170,9	174,8
323	140,8	146,9	154,4	160,0	167,5	171,4
333	137,9	143,9	151,4	157,6	164,1	167,0
343	135,2	140,9	148,4	154,2	160,7	164,6

грешность теплопроводности в состоянии насыщения равна 2%, при высоких давлениях 3%. Теплопроводность паров исследована [71, 142] в интервале температур 273–673 К при давлениях $p \approx 0{,}1$ МПа. Рекомендуемые значения теплопроводности для паров при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 10.31) составлены по данным этих двух работ. Погрешность их равна 4%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого хладона-30, Вт/(м · К),

$$\lambda \cdot 10^3 = 55{,}0 + 1{,}865T - 8{,}55 \cdot 10^{-3} T^2 + 1{,}09 \cdot 10^{-5} T^3. \qquad (10.10)$$

Расчетная формула для паров хладона-30

$$\lambda \cdot 10^3 = -4{,}84 + 5{,}05 \cdot 10^{-2} T - 5{,}374 \cdot 10^{-5} T^2 + 8{,}25 \cdot 10^{-8} T^3. \qquad (10.11)$$

Таблица 10.31. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-30 при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	6,50	380	11,1	490	16,7	600	23,9
280	6,90	390	11,6	500	17,3	610	24,7
290	7,30	400	12,0	510	17,9	620	25,5
300	7,70	410	12,5	520	18,5	630	26,3
310	8,11	420	13,0	530	19,1	640	27,1
320	8,52	430	13,5	540	19,7	650	27,9
330	8,94	440	14,0	550	20,4	660	28,8
340	8,36	450	14,5	560	21,1	670	29,7
350	9,79	460	15,0	570	21,8	680	30,6
360	10,2	470	15,6	580	22,5	–	–
370	10,7	480	16,1	590	23,2	–	–

Фторхлорметан (хладон-31). Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [143] составляет

T, К	170	190	210	230	250	270	290
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К) ...	203	192	181	170	159	148	137

Расчетная формула теплопроводности, Вт/(м · К),

$$\lambda \cdot 10^3 = 297 - 0{,}552T. \qquad (10.12)$$

Погрешность данных равна 2%.

Фтористый метилен (хладон-32). Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения, по данным работы [143], составляет:

T, К	150	170	190	210	230	250	270	290
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	246	230	214	198	182	166	150	134

Расчетная формула теплопроводности, Вт/(м · К),

$$\lambda \cdot 10^3 = 366 - 0{,}802\,T. \qquad (10.13)$$

Погрешность данных равна 2,5%.

Динодметан (нодистый метилен). Значения теплопроводности жидкого дииодметана приведены в табл. 10.32.

Расчетная формула теплопроводности

$$\lambda \cdot 10^3 = 183 - 0{,}358\,T + 2{,}447 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (10.14)$$

Погрешность составляет 2%.

Таблица 10.32. **Теплопроводность жидкого дииодметана вблизи линии насыщения [138], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	100	320	94	350	88	380	83
300	98	330	92	360	86	390	81
310	96	340	90	370	84		

Муравьиная кислота. Теплопроводность жидкости исследована в [144–146]. С использованием данных этих работ составлена табл. 10.33. В табл. 10.34 представлены значения теплопроводности паров муравьиной кислоты.

Таблица 10.33. **Теплопроводность жидкой муравьиной кислоты**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
300	267	272	274	278	283	287	292
310	266	270	273	277	282	286	290
320	265	269	272	276	280	285	289
330	264	268	270	275	279	284	288
340	264	267	269	274	278	282	287
350	263	266	268	272	277	282	286
360	262	265	267	271	276	280	284
370	261	264	266	270	274	279	283
380	–	262	264	269	274	278	282
390	–	261	263	268	272	277	281
400	–	260	262	267	271	276	280
410	–	259	261	266	270	274	279
420	–	258	260	264	269	274	278
430	–	256	258	253	268	272	276

Погрешность табличных значений при p = 0,1 МПа составляет 3%, при более высоких давлениях 10%.

Таблица 10.34. Теплопроводность паров муравьиной кислоты [147]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, кПа							
	1	2	3	4	5	6	7	P_s
300	9,75	8,21	7,31	6,70	6,25	5,91	–	5,86
325	10,4	11,1	11,0	10,6	10,3	9,92	9,62	7,52
350	6,22	8,14	9,28	9,99	10,4	10,7	10,9	8,99
375	4,12	5,01	5,77	6,42	6,98	7,46	7,88	10,1
400	3,72	4,02	4,31	4,58	4,83	5,08	5,31	10,7

T, К	8	9	10	20	30	40	50	60
300	–							
325	9,34	9,09	8,86	–	–	–	–	–
350	11,0	11,1	11,1	10,6	9,91	9,35	–	–
375	8,26	8,58	8,87	10,4	10,9	11,0	11,0	10,9
400	5,53	5,74	8,95	7,35	8,62	9,34	9,86	10,2

T, К	70	80	90	100	150	200
375	10,7	10,6	10,4	10,2	–	–
400	10,5	10,7	10,8	10,9	11,0	11,8

Погрешность табличных данных равна 5%.

Бромистый метил (метилбромид). Таблица 10.35 теплопроводности паров метилбромида составлена по данным [129, 146].

Теплопроводность, Вт/(м · К), описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -5{,}57 + 3{,}96 \cdot 10^{-2}\, T + 2{,}15 \cdot 10^{-5}\, T^2. \qquad (10.15)$$

Погрешность составляет 3%.

Таблица 10.35. Теплопроводность паров метилбромида при давлении p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	7,20	400	13,6	540	22,1
290	7,72	410	14,3	550	22,7
300	8,25	420	14,9	560	23,3
310	8,77	430	15,4	570	24,0
320	9,30	440	16,0	580	24,6
330	9,84	450	16,6	590	25,3
340	10,4	460	17,2	600	25,9
350	10,9	470	17,8	610	26,6
360	11,5	480	18,4	620	27,2
370	12,0	490	19,0	630	27,9
380	12,6	500	19,6	640	28,6
390	13,2	510	20,2		
		520	28,8		
		530	21,5		

Хлористый метил. Таблица 10.36 теплопроводности паров хлористого метила составлена по данным [129, 146, 148]. Экспериментальные значения описываются выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = -4{,}43 + 3{,}72 \cdot 10^{-2} T + 4{,}6 \cdot 10^{-5} T^2. \quad (10.16)$$

Погрешность табличных значений равна 3%.

Таблица 10.36. **Теплопроводность паров хлористого метила при давлении p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	8,97	400	17,8	520	27,4
280	9,60	420	19,3	540	29,1
300	10,9	440	20,8	560	30,8
320	12,2	460	22,4	580	32,6
340	13,5	480	24,0	600	34,5
360	14,9	500	25,7	620	36,3
380	16,4				

Фтористый метил. Теплопроводность паров $\lambda \cdot 10^3$ [149] при давлении $(1-3) \cdot 10^{-3}$ МПа и температуре 300 К составляет 15,5 Вт/(м · К). Погрешность равна 5%.

Иодистый метил. Теплопроводность жидкости $\lambda \cdot 10^3$ [127] при температуре 293 К составляет 92 Вт/(м · К). Погрешность равна 3%.

Формамид. Теплопроводность жидкости $\lambda \cdot 10^3$ [150] при температуре 313 К составляет 352 Вт/(м · К). Погрешность равна 3%.

Нитрометан. Таблица 10.37 теплопроводности жидкого нитрометана вблизи линии насыщения составлена на основании данных [151].

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 337 - 0{,}446T. \quad (10.17)$$

Погрешность табличных данных равна 2%.

Таблица 10.37. **Теплопроводность жидкого нитрометана вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	203	320	194	340	185
310	199	330	190	350	181

Таблица 10.38 теплопроводности паров нитрометана при давлении p = 0,1 МПа составлена по данным [139, 149, 152].

Экспериментальные данные описываются выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = 6{,}45 - 3{,}1 \cdot 10^{-2} T + 1{,}34 \cdot 10^{-4} T^3. \quad (10.18)$$

Погрешность расчетных значений составляет 3%.

Таблица 10.38. Теплопроводность паров нитрометана при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	8,76	340	11,4	390	14,8
300	9,24	350	12,0	400	15,5
310	9,75	360	12,7	410	16,3
320	10,3	370	13,4	420	17,1
330	10,8	380	14,1		

Метан. Теплопроводность метана исследована подробно, опыты проведены в диапазоне температур 99–1000 К при давлениях до 110 МПа. При этом были применены как стационарные, так и нестационарные методы. Обзор работ, опубликованных до 1976 г., приведен в [1]. Краткий анализ данных, полученных в последние годы, дан в [105].

В 1986 г. Госстандартом СССР утверждены таблицы стандартных справочных данных по теплопроводности метана [105], охватывающие область температур 91–1000 К и давлений от соответствующих разреженному состоянию (РС) газа до 100 МПа, за исключением области в непосредственной близости к критической точке: 185–196,5 К и плотности $120 < \rho < 205$ кг/м^3. Основой для составления таблиц явились экспериментальные работы, перечисленные в табл. П2 приложения [105]. Таблицы рассчитаны по уравнениям, отображающим зависимость коэффициента теплопроводности от приведенных температуры и плотности. Для аппроксимации экспериментальных данных о теплопроводности разреженного метана применено теоретическое уравнение с использованием модельного потенциала межмолекулярного взаимодействия "сферическая оболочка".

В табл. 10.39 и 10.40 даются значения теплопроводности метана в состоянии насыщения и в однофазной области в зависимости от температуры и давления, которые взяты из [105], при этом в табл. 10.39 и 10.40 не приводятся сведения о теплопроводности метана в тех областях параметров состояния, где нет экспериментальных данных (в частности, это касается области $T \geqslant 800$ К при повышенных давлениях). В табл. 10.41 указана погрешность стандартных данных по теплопроводности метана [105].

Таблица 10.39. Стандартные справочные значения теплопроводности метана в состоянии насыщения, Вт/(м · К)

T, К	λ'	λ''	T, К	λ'	λ''
100	203,4		145	135,3	16,96
105	195,0		150	128,0	17,99
110	187,2	11,73	155	120,6	19,15
115	179,6	12,37	160	113,3	20,50
120	172,1	13,03	165	105,9	22,10
125	164,7	13,71	170	98,7	24,09
130	157,3	14,44	175	91,6	26,71
135	150,0	15,21	180	85,1	30,60
140	142,6	16,04	185	80,9	37,95

Таблица 10.40. **Стандартные справочные значения теплопроводности метана в зависимости от температуры и давления**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	Разреженное состояние*	1	2	3	5
120	12,7	173,1	147,4	175,6	177,9
130	13,9	158,2	159,6	161,0	163,7
140	15,0	143,2	144,9	146,5	149,5
150	16,2	17,9	129,9	131,8	135,4
160	17,3	18,7	114,3	116,7	121,2
170	18,4	19,7	22,4	100,9	106,7
180	19,5	20,7	23,0	27,7	92,2
200	21,8	22,9	24,5	27,0	40,5
220	24,0	25,0	26,2	27,9	33,1
240	26,4	27,3	28,4	29,7	33,2
260	28,8	29,7	30,7	31,8	34,5
280	31,4	32,2	33,1	34,1	36,4
300	34,1	34,8	35,7	36,6	38,6
320	36,9	37,6	38,4	39,2	41,1
340	39,8	40,5	41,2	42,0	43,7
360	42,8	43,5	44,2	44,9	46,5
400	49,2	49,8	50,5	51,1	52,5
450	57,7	58,3	58,9	59,5	60,7
500	66,8	67,3	67,9	68,4	69,5
550	76,3	76,8	77,3	77,8	78,8
600	86,2	86,6	87,1	87,5	88,5
700	106,5	107,0	107,4	107,8	108,6
800	127,4				
900	148,2				
1000	168,6				

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	10	15	20	25	30
100	212,9	217,4	221,7	225,9	229,9
110	197,6	202,5	207,1	211,5	215,9
120	183,5	188,8	193,7	198,5	203,1
130	169,9	175,6	181,0	186,1	190,9
140	156,5	162,8	168,7	174,1	179,3
150	143,4	150,4	156,8	162,7	168,2
160	130,5	138,4	145,4	151,8	157,6
170	117,9	126,8	134,5	141,3	147,6
180	105,8	115,8	124,2	131,5	138,1
200	84,4	96,2	105,6	113,8	121,0
220	64,1	79,0	89,6	98,5	106,2
240	50,5	67,2	77,9	86,8	94,5
260	45,5	59,6	70,0	78,4	85,9
280	44,5	55,2	64,8	72,8	79,9
300	45,1	53,3	61,8	69,1	75,7

100

Продолжение табл. 10.40

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	10	15	20	25	30
320	46,6	53,2	60,2	66,9	73,0
340	48,5	54,1	60,0	65,8	71,4
360	50,8	55,6	60,6	65,7	70,7
400	56,3	60,3	64,4	68,5	72,7
450	64,0	67,3	70,8	74,2	77,6
500	72,4	75,4	78,3	81,3	84,2
550	81,4	84,0	86,7	89,3	91,9
600	90,9	93,2	95,6	98,0	100,3
700	110,6	112,6	114,6	116,6	118,5

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	40	50	60	80	100
110	224,1	232,0	239,6	–	–
120	211,7	219,9	227,7	–	–
130	200,0	208,5	216,5	–	–
140	188,9	197,7	206,0	–	–
150	178,3	187,6	196,1	–	–
160	168,3	177,9	186,8	–	–
170	158,8	168,8	178,0	–	–
180	149,9	160,3	169,7	–	–
200	133,6	144,6	154,4	–	–
220	119,5	130,9	141,1	–	–
240	108,0	119,5	129,7	–	–
260	99,0	110,3	120,3	–	–
280	92,3	103,1	112,9	–	–
300	87,4	97,7	107,1	123,5	137,9
320	84,0	93,8	102,7	118,5	132,4
340	81,7	91,0	99,5	114,7	128,0
360	80,3	89,1	97,2	111,8	124,6
400	80,8	88,4	95,6	108,7	120,5
450	84,4	90,8	97,0	108,6	119,1
500	90,0	95,6	101,0	111,2	120,6
550	97,0	101,9	106,7	115,8	124,3
600	104,8	109,2	113,5	121,7	129,4
700	122,3	126,0	129,6	136,4	142,9

* Разреженное состояние газа практически соответствует p =0,1 МПа.

Таблица 10.41. **Погрешность значений теплопроводности метана, %**

T, К	δ_λ, %, при p, МПа					
	Разреженное состояние	1	5	10	50	100
100	3,7	2,6	2,5	2,4		
150	2,0	2,4	1,2	1,2	1,0	1,8
200	1,6	1,7	3,4	2,4	0,9	1,3
300	1,1	1,2	1,2	1,3	1,0	1,2
500	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
700	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4
1000	1,6					

В 1987 г. опубликованы новые данные по теплопроводности жидкого метана в диапазоне T = 110 ÷ 180 К при давлениях до 10 МПа, которые подтверждают ГСССД 94-86 (расхождения не превышают 1–2%).

Метиловый спирт. По теплопроводности метилового спирта в жидкой фазе вблизи линии насыщения имеется значительное количество экспериментальных данных, полученных различными методами. При высоких температурах и давлениях до 40 МПа исследования проведены в [154], при давлениях до 245 МПа – в [155]. Основная масса экспериментальных точек для жидкого метилового спирта на линии насыщения отклоняются от усредняющей кривой в пределах 2%.

Различие в эффекте влияния давления по результатам [155 и 162] не превосходит 1%. В табл. 10.42 приведены значения теплопроводности для линии насыщения, погрешность их оценивается в 3%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 328 - 0{,}543T + 4{,}094 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (10.19)$$

Таблица 10.42. **Рекомендуемые значения теплопроводности метилового спирта вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	243	260	215	340	191	420	172
200	236	280	208	360	186	440	168
220	229	300	202	380	180	460	165
240	222	320	196	400	176	480	162

В табл. 10.43 при давлениях до 40 МПа погрешность составляет 3%.

Значения теплопроводности паров основаны на экспериментальных данных и обобщениях, сделанных в [156]. Погрешность данных для паров составляет 2% при p = 0,1 МПа и 3% для высоких давлений. Список использованных работ приводится в [1].

Теплопроводность жидкого метилового спирта при высоких давлениях дана в табл. 10.44.

Таблица 10.43. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразиого метилового спирта**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	40
290	205	205	206	206	207	208	211	216	226
300	202	202	203	204	204	205	207	214	224
320	196	196	197	198	199	199	202	208	218
340	–	191	192	193	193	194	197	203	213
360	–	186	187	188	188	189	192	198	208
380	23,8	180	181	182	182	183	186	191	202
400	26,1	176	176	177	178	178	182	187	198
420	28,2	–	173	173	174	175	178	184	195
440	30,4	–	–	170	171	172	175	181	192
460	32,7	–	–	–	–	168	172	178	190
480	35,1	38,7	43,2	–	–	163	–	175	187
500	37,5	40,3	44,0	–	–	–	–	171	185
520	40,1	42,2	45,1	48,7	53,1	58,4	–	166	182
540	42,7	44,3	46,7	49,4	52,5	55,9	–	159	179
560	45,4	46,8	48,5	50,5	52,7	55,3	–	148	177
570	46,8	47,9	49,3	51,2	53,2	55,5	–	–	–

Таблица 10.44. **Теплопроводность жидкого метилового спирта при высоких давлениях**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	1	25	50	100	147	172	196	220	245
298	202	217	229	253	271	278	285	292	298
323	195	210	223	247	265	273	281	287	294
348	–	204	217	241	260	268	276	283	–
373	–	198	211	236	255	264	272	279	–
398	–	193	205	230	250	259	268	276	–
423	–	188	200	225	246	255	264	272	–
448	–	183	196	220	242	251	261	269	–

Метиламии. **Значения** теплопроводности жидкого метиламина приведены в табл. 10.45.

Расчетная формула, Вт/(м · К),

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p, \qquad (10.20)$$

где

$$A_0 = 1316 - 5{,}692 \cdot T + 6{,}83 \cdot 10^{-3} T^2; \; A_1 = -8{,}89 \cdot 10^{-2} +$$

$$+ 4{,}76 \cdot 10^{-4} T - 5{,}68 \cdot 10^{-7} T^2; \; p - \text{в МПа}.$$

Погрешность составляет 3%.

Таблица 10.45. **Теплопроводность жидкого метиламиина [157]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	2	5	10	20	30	40	50
290	240	241	243	246	249	252	256
300	224	226	229	235	241	248	254
310	210	212	216	225	233	241	250
320	196	199	204	214	224	234	244
330	184	187	193	204	216	227	238
340	173	176	183	195	207	220	232
350	163	167	174	186	199	212	225
360	–	159	166	179	192	206	219
370	–	152	159	172	186	200	213
380	–	145	153	167	181	194	208
390	–	142	149	163	177	191	204
400	–	–	146	160	174	188	202

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_2

Хладон-114В$_2$. Значения теплопроводности жидкого хладона-114В$_2$ представлены в табл. 11.1.

Таблица 11.1. **Теплопроводность жидкого хладона-114В$_2$ вблизи линии насыщения** [108], Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
282,8	64,0	325,2	56,5	366,6	49,9
304,7	60,3	345,9	53,3	387,7	47,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 132{,}7 - 0{,}3T + 2{,}042 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (11.1)$$

Погрешность составляет 2%.

Дифтортетрахлорэтан (хладон-112). Теплопроводность жидкого хладона-112 по данным [143] вблизи линии насыщения описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 131 - 0{,}165\,T. \qquad (11.2)$$

T, К	300	310	320	330	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	82	80	78	77	75	73	72	70

Трифторхлорэтан (хладон-113). Теплопроводность хладона-113 в жидкой фазе исследована рядом авторов при давлениях, близких к линии насыщения [108, 121, 123, 134, 158–160]. Теплопроводность жидкого хладона-113 в состоянии насыщения принята по значениям на усредняющей кривой. Погрешность этих данных (табл. 11.2) оценивается в 3%.

Значения теплопроводности при $p > p_s$ приведены в табл. 11.2 по данным, полученным в [160, 161]. Погрешность этих данных составляет 4%. Значения теплопроводности, приведенные в табл. 11.3, для паров хладона-113 определены по данным [109, 159]. Погрешность их оценивается в 4%.

Таблица 11.2. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-113**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	p_s	10	20	30	40	50	60
243	85,0	88,2	90,2	91,7	93,2	95,2	97,2
253	83,0	86,3	88,2	89,9	91,6	93,5	95,3
273	78,5	83,1	85,2	87,0	88,8	90,9	92,9
293	74,4	79,6	81,8	83,9	85,7	88,1	90,2
313	70,6	76,1	78,5	80,7	82,7	85,2	87,4
333	67,0	72,7	75,3	77,6	79,8	82,4	84,8
353	63,4	68,9	71,7	74,3	76,8	79,3	81,9
373	59,5	65,8	68,6	71,2	73,7	76,6	79,5
393	56,7	62,6	65,6	68,3	71,0	74,0	76,8
413	52,2	59,0	62,1	65,1	68,0	71,0	74,0
433	48,5	55,7	59,0	62,0	65,0	68,2	71,3
435	45,0	52,4	55,7	59,0	62,1	65,5	68,7

Таблица 11.3. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-113 при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	8,3	330	9,7	360	11,1	390	12,5
310	8,8	340	10,2	370	11,6		
320	9,2	350	10,7	380	12,0		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -7{,}46 + 5{,}706 \cdot 10^{-2} T - 1{,}52 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (11.3)$$

Тетрафтордихлорэтан (хладон-114). Значения теплопроводности для жидкой фазы в состоянии насыщения (табл. 11.4) определены по результатам, полученным в работах [108, 121, 134, 158, 167]. Погрешность этих данных оценивается в 4%. Теплопроводность паров мало исследована. Значения теплопроводности, приведенные в табл. 11.5, для паров определены по результатам, полученным в [158, 168]. Погрешность этих данных оценивается в 5%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 118 - 9{,}284 \cdot 10^{-3} T - 9{,}207 \cdot 10^{-4} T^2 + 1{,}12 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (11.4)$$

Формула для расчета теплопроводности паров хладона-114

$$\lambda \cdot 10^3 = -5{,}629 + 5{,}304 \cdot 10^{-2} T + 4{,}81 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (11.5)$$

Таблица 11.4. **Рекомендуемые звачения теплопроводности жидкого хладона-114 вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
193	90,0	253	75,0	313	59,0	373	44,6
213	85,0	273	69,5	333	54,5	383	42,3
233	80,0	293	64,5	353	49,0	387	41,4

Таблица 11.5. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-114 при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	10,7	350	13,5	400	16,3
310	11,3	360	14,1	410	16,9
320	11,8	370	14,7	420	17,5
330	12,4	380	15,2	430	18,1
340	13,0	390	15,8		

Пентафторхлорэтан (хладои-115). Теплопроводность жидкого хладона-115 исследована в [108] при T = 234 ÷ 320 К вблизи линии насыщения, в [162, 163] при T = 171 ÷ 316 К и p = 0,1 ÷ 20 МПа и в [164] при T = 173 ÷ 303 К и p = 0,1 ÷ 60 МПа. Значения теплопроводности при различных температурах и давлениях (табл. 11.6) составлены на основе обобщения экспериментальных данных, полученных в этих работах. Погрешность их равна 2%. В газовой фазе экспериментальные даниые при p = 0,1 МПа и T = 200 ÷ 500 К получены в [162, 163, 165, 166]. По этим данным составлена табл. 11.7 значений теплопроводности для паров хладона-115. Следует указать, что в [166] приведены экспериментальные данные до 3 МПа.

Таблица 11.6. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-115**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа			
	p_s	20	40	60
170	92,0	97,4	102,0	106,8
180	89,0	94,5	99,4	104,8
200	82,2	89,0	94,4	100,0
220	75,5	83,4	89,6	95,1
240	69,3	79,4	84,7	91,1
260	62,4	73,5	79,1	86,2
280	56,2	68,2	75,8	82,7
300	50,3	63,6	71,8	79,6
320	44,5	–	–	–

Таблица 11.7. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-115 при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	5,95	280	10,4	360	15,5	440	20,8
220	7,00	300	11,7	380	16,8	460	22,0
240	8,10	320	12,9	400	18,1	480	23,3
260	9,25	340	14,2	420	19,4	500	24,6

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -0{,}3 + 6{,}366 \cdot 10^{-3} T + 1{,}494 \cdot 10^{-4} T^2 - 1{,}254 \cdot 10^{-7} T^3. \quad (11.6)$$

Тетрахлорэтилен. Значения теплопроводности жидкости вблизи линии насыщения (табл. 11.8) составлены на основании данных [127, 132]. Погрешность данных составляет 3%.

Таблица 11.8. **Теплопроводность жидкого тетрахлорэтилена нблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	115	320	104	350	97
290	112	330	102	360	95
300	109	340	99	370	93
310	106				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 250 - 0{,}661T + 6{,}44 \cdot 10^{-4} T^2. \quad (11.7)$$

Пентафтортрихлорпропан (хладон-215). Теплопроводность жидкого хладона-215 вблизи линии насыщения по данным [143] составляет:

T, К	200	220	240	260	280	300	320	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	87	83	80	76	73	69	66	63

Расчетиая формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 121 - 0{,}172T. \quad (11.8)$$

Перфторэтан (хладон-116). Теплопроводность жидкого хладона-116 вблизи линии насыщения по данным [143] составляет:

T, К	180	200	220	240	260	280
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	84	76	68	60	51	43

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 159 - 0{,}414\,T. \quad (11.9)$$

Хладон-124. Значения теплопроводности жидкого хладона-124 приведены в табл. 11.9

Таблица 11.9. **Теплопроводность жидкого хладона-124 вблизи линии насыщения [108], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
230	91,6	273,15	77,39	330	59,9
250	84,9	290	72,0	350	54,0
270	78,4	310	65,9	370	48,4

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 180{,}9 - 0{,}437T + 2{,}142 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (11.10)$$

Погрешность табличных значений составляет 2%.

Трихлорэтилен. Таблица 11.10 значений теплопроводности трихлорэтилена в жидком состоянии составлена с использованием данных [132, 169, 170, 171]. Погрешность данных равна 1,5%.

Таблица 11.10. **Теплопроводность жидкого трихлорэтилена вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
220	136	270	122	310	110
230	133	280	119	320	107
240	131	290	116	330	107
250	128	300	113	340	101
260	125				

Теплопроводность паров $\lambda \cdot 10^3$ трихлорэтилена при температуре 298 К [71] составляет $7{,}75 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность экспериментального значения по оценкам авторов 1%.

Расчетная формула для теплопроводности жидкости

$$\lambda \cdot 10^3 = 188{,}5 - 0{,}202\,T - 1{,}648 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (11.11)$$

Ацетилен. Теплопроводность газообразного ацетилена при $p = 0{,}1$ МПа измерена в [52] при $T = 198 \div 373$ К, в [172] при $T = 373 \div 573$ К, в [70] при $T = 298 \div 473$ К, в [173] при $T = 270 \div 470$ К. С учетом этих данных составлена табл. 11.11. Погрешность их равна 2–3%.

Таблица 11.11. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного ацетилена при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К),**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	11,8	300	22,3	400	33,6	500	45,5
220	13,9	320	24,5	420	36,0	520	47,8
240	16,0	340	26,7	440	38,4	540	50,1
260	18,1	360	28,9	460	40,8	560	52,4
280	20,2	380	31,2	480	43,1	580	54,7

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -3{,}86 + 5{,}622 \cdot 10^{-2} T + 1{,}311 \cdot 10^{-4} T^2 - 9{,}3 \cdot 10^{-8} T^3. \quad (11.12)$$

Тетрабромэтан. Теплопроводность $\lambda \cdot 10^3$ жидкости при температуре 300 К по данным [127, 133] составляет $87 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К)

Трифтормонохлорэтан (хладон-133А). Теплопроводность жидкого хладона вблизи линии насыщения по данным работы [143] составляет:

T, К	170	190	210	230	250	270	290	310
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	135	128	120	113	106	99	92	84

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 196 - 0{,}36T. \quad (11.13)$$

Дихлорэтан. Теплопроводность $\lambda \cdot 10^3$ жидкости при температуре 293 К [127] составляет $125 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 2,5%. Теплопроводность паров дихлорэтилена представлена в табл. 11.12.

Таблица 11.12. **Теплопроводность паров дихлорэтилена при давлении p = 0,1 МПа [71], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	6,80	340	10,1	420	14,2	560	22,2
280	7,96	350	10,6	440	15,3	580	23,4
290	7,72	360	11,1	460	16,4	600	24,7
300	8,19	370	11,6	480	17,5	620	26,0
310	8,66	380	12,1	500	18,7	640	27,3
320	9,14	390	12,6	520	19,8	660	28,6
330	9,63	400	13,2	540	21,0	680	29,9

Погрешность табличных значений составляет 5%.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -3{,}49 + 3{,}084 \cdot 10^{-2} T + 2{,}69 \cdot 10^{-5} T^2. \quad (11.14)$$

Тетрахлорэтан. На основе данных [127, 132] составлена табл. 11.13 теплопроводности жидкости. Погрешность равна 3%.

Таблица 11.13. **Теплопроводность жидкого тетрахлорэтаиа вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	116	310	108	340	100	360	94,5
290	113	320	105	350	97	370	92
300	111	330	102,5				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 0{,}268T. \quad (11.15)$$

Дифтордихлорэтан (хладон-132В). Теплопроводность жидкого хладона-132В вблизи линии насыщения по данным [143] составляет:

T, К	270	280	290	300	310	320
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	100	98	97	95	93	92

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 143 - 0{,}16\,T. \qquad (11.16)$$

Трифтормонобромэтан (хладон-133В$_1$). Теплопроводность жидкого хладона-133В$_1$ вблизи линии насыщения по данным [143] составляет:

T, К	180	200	220	240	260	280	300	320
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	112	107	102	97	91	86	81	76

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 159 - 0{,}26\,T. \qquad (11.17)$$

Винилхлорид. Значения теплопроводности паров представлены в табл. 11.14.

Таблица 11.14. **Теплопроводность паров винилхлорида при давлении 0,1 МПа [71], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	9,05	340	13,9	420	20,6	560	35,2
280	9,70	350	14,7	440	22,5	580	37,6
290	10,4	360	15,5	460	24,4	600	40,1
300	11,0	370	16,3	480	26,4	620	42,6
310	11,7	380	17,2	500	28,5	640	45,3
320	12,5	390	18,0	520	30,7	660	48,0
330	13,2	400	18,8	640	32,9	680	50,8

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -1{,}95 + 1{,}89 \cdot 10^{-2}\,T + 1{,}75 \cdot 10^{-5}\,T^2 + 1{,}3 \cdot 10^{-8}\,T^3. \qquad (11.18)$$

Погрешность табличных значений составляет 2%.

Дифторхлорэтан (хладон-142). Таблица 11.15, в которой приведены значения теплопроводности жидкого хладона-142 в состоянии насыщения, составлена по данным работы [123]. Эти данные получены в диапазоне температур 193–363 К и оцениваются автором с погрешностью в 3%. В [158] получено одно экспериментальное значение теплопроводности при T = 293 К, которое на 7% выше, чем по данным [123]. Погрешность значений теплопроводности в табл. 11.15 составляет 5%.

Теплопроводность паров измерена в работе [135] в диапазоне температур от 300 до 450 К при давлениях 0,1–2,4 МПа. На этих данных основана табл. 11.16 значений теплопроводности при различных температурах и давлениях. Авторы оценивают погрешность своих данных в 3%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 226 - 0{,}71T + 1{,}36 \cdot 10^{-2}\,T^2 - 1{,}9 \cdot 10^{-6}\,T^3. \qquad (11.19)$$

Таблица 11.15. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-142, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
193	126	253	103	313	79,0
203	122	263	98,8	323	75,0
213	118	273	94,8	333	71,1
223	115	283	90,9	343	67,0
233	111	293	86,9	353	61,8
243	107	303	83,0	363	56,4

Таблица 11.16. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров хладона-142**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа			
	0,1	0,8	1,6	2,4
300	11,7	–	–	–
310	12,4	–	–	–
320	13,1	–	–	–
330	13,8	15,0	–	–
340	14,6	15,7	–	–
350	15,2	16,4	17,7	–
360	16,1	17,0	18,3	–
370	16,8	17,7	18,9	–
380	17,5	18,4	19,5	–
390	18,2	19,1	20,1	–
400	18,9	19,8	20,7	22,1
410	19,7	20,4	21,3	22,6
420	20,4	21,1	22,0	23,1
430	21,1	21,8	22,6	23,6
440	21,8	22,5	23,2	24,1
450	22,6	23,2	23,8	24,6

Дифторхлорэтан (хладон-142в). Экспериментальные данные по теплопроводности жидкого хладона-142в приведены в [174]. Они являются единственными, относятся к состоянию насыщения и к диапазону температур от 200 до 405 К. Эти значения теплопроводности приведены в табл. 11.17. Теплопроводность газовой фазы исследована в [175] при p = 0,1 МПа в днапазоне температур от 280 до 490 К. Эти данные приведены в табл. 11.18. По оценке авторов погрешность теплопроводности составляет 5% при низких температурах (до 300 К) и 2% при повышенных температурах.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -108{,}5 + 4{,}23\,T - 2{,}548 \cdot 10^{-2}\,T^2 + 6{,}149 \cdot 10^{-5}\,T^3 - 5{,}49 \cdot 10^{-8}\,T^4. \qquad (11.20)$$

Таблица 11.17. **Теплопроводность жидкого хладона-142в вблизи состояния насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	123,0	266,6	96,3	332,6	70,6	394,3	41,2
211	118,3	277,5	92,2	344,0	66,1	400,0	38,1
222	114,0	288,7	87,9	355,4	61,2	405,4	32,8
233	109,7	300,0	83,6	366,5	56,4	–	–
245,7	105,4	310,8	78,8	377,6	51,9	–	–
255,0	101,0	322,0	74,9	388,7	44,2	–	–
						–	–

Таблица 11.18. **Теплопроводность паров хладона-142в при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	11,6	340	15,9	400	20,2	460	24,7
300	13,0	360	17,3	420	21,7	480	26,3
320	14,4	380	18,8	440	23,2	490	27,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -6{,}73 + 6{,}093 \cdot 10^{-2}\, T + 1{,}63 \cdot 10^{-5}\, T^2. \qquad (11.21)$$

Ацетонитрил. Теплопроводность паров ацетонитрила [152] (табл. 11.19) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -2{,}56 + 2{,}13T - 5{,}71 \cdot 10^{-3}\, T^2 + 5{,}2 \cdot 10^{-6}\, T^3. \qquad (11.22)$$

Погрешность составляет 3%.

Таблица 11.19. **Теплопроводность паров ацетонитрила при давлении 0,1 МПа**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
380	15,7	400	16,8	420	18,4	440	20,4
390	16,2	410	17,5	430	19,4		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 197{,}6 - 1{,}238T + 2{,}633 \cdot 10^{-3}\, T^2 - 1{,}667 \cdot 10^{-6}\, T^3. \qquad (11.23)$$

2,2,2-Трифторэтанол. По данным [127] теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К равна $127 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность составляет 2%.

Этилен. Теплопроводность этилена исследована в широком диапазоне температур при давлениях до 200 МПа. Обзор работ, опубликованных до 1974 г., дан в книге [1]. Перечень новых работ приводится в табл. 11.20.

Таблица 11.20. **Новые работы по теплопроводности этилена**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1974	Васильковская, Голубев	[176]	273–561	20–100
1979	Аггарвал, Шпрингер	[102]	380–800	0,1–2,6
1981	Флитер, Кестин, Вакехам	[51]	300	0,6–5
1981	Прасад, Венарт	[177]	298–342	1,4–55,3
1984	Ерохин	[178]	283–320	3–10

Данные [176] в большинстве случаев расположены несколько ниже (до 3–5%) рекомендуемых значений [1], а результаты опытов [177] – выше (до 2–4%). Имеет место вполне удовлетворительное согласие с новыми данными [51]. Завнсимость теплопроводности этилена от температуры по [102] значительно сильнее, чем по результатам других исследователей. В [178] приведены результаты опытов в критической области, полученные оптическим методом.

Экспериментальные данные о теплопроводности газообразного этилена прн p = 0,1 МПа в днапазоне T =273 ÷ 620 К хорошо (отклонения 1–2%) описываются уравнением [179]

$$\lambda \cdot 10^3 = 5{,}2 + 0{,}015T - 0{,}556 \cdot 10^{-4} T^2 + 0{,}843 \cdot 10^{-6} T^3 - 0{,}852 \cdot 10^{-9} T^4, \qquad (11.24)$$

где λ – в Вт/(м · К); T – в К.

Таблица 11.21 в интервале T = 273 ÷ 620 К составлена по уравнению (11.24), а для T = 273 К приняты значения, рекомендованные [180] на основе тщательного анализа всех имеющихся опытных данных.

Таблица 11.21. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного этилена прн p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	9,7	280	18,3	380	31,2	480	47,6
190	10,3	290	19,4	390	32,7	490	49,3
200	11,0	300	20,6	400	34,2	500	51,0
210	11,7	310	21,8	410	35,8	520	54,4
220	12,5	320	23,0	420	37,5	540	57,8
230	13,3	330	24,3	430	39,0	560	61,0
240	14,2	340	25,5	440	40,8	580	63,7
250	15,2	350	27,0	450	42,4	600	66,2
260	16,2	360	28,6	460	44,1	620	68,4
270	17,2	370	29,6	470	46,0		

В [179] для описания опытных данных по теплопроводности сжатого газообразного этилена и при низкнх температурах жидкого этилена (за исключением критической области) предлагается уравнение

$$\Delta\lambda \cdot 10^3 = 0{,}064\rho + 0{,}523 \cdot 10^{-3}\rho^2 - 0{,}165 \cdot 10^{-5} \rho^3 + 0{,}274 \cdot 10^{-8} \rho^4, \qquad (11.25)$$

где λ – в Вт/(м · К); ρ – в кг/м^3.

Это уравнение справедливо в интервале $\rho = 0 \div 600$ кг/м^3, за исключением области $\tau < 1{,}3$ (или $T < 368$ К) при приведенных значениях плотности $\varphi < 1{,}8$ (или $\rho < 410$ кг/м^3). Отклонения основной массы опытных данных от уравнения (11.25) не превышают 2–3%.

По значениям теплопроводности при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 11.21) и уравнению (11.25) рассчитаны значения теплопроводности этилена при давлениях до 200 МПа в интервале $T = 110 \div 470$ К (табл. 11.22). Для жидкого этилена при $T < 180$ К из-за отсутствия данных о плотности при высоких давлениях, а также для области, близкой к критической ($\tau < 1{,}3$), табличные значения теплопроводности получены по опытным данным, представленным на графиках.

Вероятная погрешность рекомендуемых табличных данных этилена составляет в газовой фазе при $p = 0{,}1$ МПа 1,5% в интервале $T = 273 \div 473$ К, при других температурах 2%, в жидкой фазе 2% при $p = 0{,}1$ МПа, при повышенных давлениях 3–4%.

Таблица 11.22. **Рекомендуемые значения теплопроводности этилена**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2,5	5	7	10	12,5	15
110	252	255	258	259	262	263	264
120	243	247	250	251	252	253	254
140	222	226	230	231	234	235	236
160	200	203	208	209	211	213	215
180	9,67	181	185	187	191	194	196
200	11,0	163	163	164	166	169	172
210	11,7	152	152	153	154	158	162
220	12,5	140	140	141	143	147	151
230	13,3	128	129	131	133	137	141
240	14,2	112	118	120	123	127	131
250	15,2	–	106	110	113	117	121
260	16,2	–	95,0	99,0	105	109	113
270	17,2	20,4	–	86,8	96,0	100	104
280	18,3	21,4	–	–	87,0	93,0	98,0
290	19,4	22,2	–	–	–	86,0	91,8
300	20,6	23,2	32,3	–	–	–	84,6
310	21,8	24,2	31,1	42,2	64,5	–	78,1
320	23,0	25,3	30,3	38,0	57,8	–	72,5
330	24,3	26,5	30,3	36,2	50,8	59,5	67,6
340	25,5	27,7	31,2	35,6	46,6	55,0	63,6
350	27,0	29,0	32,2	36,0	44,2	52,0	60,6
360	28,6	30,5	33,5	36,6	43,4	50,9	58,0
370	29,6	31,4	34,2	37,4	43,0	50,0	56,1
380	31,2	32,9	35,6	38,3	43,5	49,3	54,8
390	32,7	34,4	36,9	39,6	44,1	49,0	54,2
400	34,2	35,8	38,3	40,9	45,0	49,1	53,8
410	35,8	37,4	39,6	42,2	45,9	49,5	53,9
420	37,5	39,0	41,2	43,6	46,9	50,2	54,2
430	39,0	40,5	42,5	45,0	48,0	51,0	54,6
440	40,8	42,2	44,2	46,5	49,3	52,0	55,5
450	42,4	43,8	45,7	47,7	50,5	53,1	56,4
460	44,1	45,4	47,2	49,1	51,9	54,3	57,4
470	46,0	47,3	49,1	50,5	53,6	55,6	58,6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	20	25	30	35	40	45	50
110	266	268	270				
120	256	259	261				
130	248	250	252	255	257	259	261
140	238	240	242	245	248	250	252
150	228	231	233	236	239	242	244
160	219	222	224	228	231	233	235
170	210	213	215	219	223	225	227
180	201	204	206	211	215	218	220
190	190	194	197	202	206	210	213
200	178	183	188	203	198	202	205
210	169	174	178	183	188	192	196
220	158	163	168	173	178	182	186
230	149	154	158	164	169	174	178
240	140	145	149	155	160	165	169
250	130	136	141	147	152	157	161
260	121	127	133	139	144	149	153
270	113	120	126	132	137	142	146
280	106	113	120	126	131	136	140
290	99,0	106	113	119	125	130	134
300	93,1	100	107	113	119	124	129
310	86,8	94,5	102	108	114	119	124
320	82,8	91,0	97,9	104	110	115	119
330	78,0	86,8	93,7	99,8	106	111	116
340	74,6	83,3	90,1	96,2	102	107	112
350	71,3	80,1	87,0	93,0	99,0	104	109
360	68,6	77,3	84,0	90,0	96,0	101	106
370	66,5	75,1	81,8	87,6	93,5	98,3	103
380	64,5	73,0	79,6	85,3	91,1	95,9	101
390	63,8	70,8	78,0	83,5	89,0	93,6	98,1
400	62,8	70,3	77,1	82,7	88,1	91,9	97,3
410	62,3	69,8	76,3	81,8	87,0	91,6	96,2
420	62,2	69,4	75,7	81,0	86,0	90,5	95,0
430	62,3	69,2	75,3	80,4	85,4	89,8	94,2
440	62,6	69,2	75,0	80,1	85,0	89,3	93,6
450	63,0	69,5	75,0	79,9	84,5	88,8	93,0
460	69,7	69,9	75,2	79,8	84,5	88,4	92,7
470	64,5	70,6	75,5	80,0	84,5	88,4	92,4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	60	80	100	120	140	160	180	200
300	138	153	168	180	193	204	216	228
310	133	148	163	175	188	199	211	222
320	128	144	158	171	184	195	206	217
330	124	140	153	167	179	190	202	212
340	121	137	149	163	175	186	197	208
350	117	133	146	159	171	183	194	203
360	114	130	143	156	168	179	190	200

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	60	80	100	120	140	160	180	200
370	112	128	140	153	165	176	187	196
380	110	125	138	150	162	173	184	193
390	108	123	135	148	159	170	181	190
400	106	121	133	146	157	167	178	187
410	104	118	132	144	155	165	176	184
420	103	117	130	142	152	163	173	182
430	102	116	128	140	150	161	171	180
440	102	115	127	139	149	159	168	178
450	101	114	126	137	147	158	167	176
460	100	113	125	136	146	157	166	174
470	100	112	124	134	144	155	164	172

1,2-Дибромэтан. Теплопроводность жидкости исследована в работах [127, 131, 138], использованиых для составления табл. 11.23.

Таблица 11.23. **Теплопроводность жидкого 1,2-дибромэтана вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	103	300	100	320	97	340	94
290	102	310	98	330	95	350	92
						360	90
						370	89

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 148 - 0{,}16T. \qquad (11.26)$$

Погрешность составляет 3%.

1,2-Дихлорэтан. Таблица 11.24 теплопроводности жидкости составлена по данным работ [122, 128, 131, 132].

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 198{,}9 - 0{,}22\,T. \qquad (11.27)$$

Погрешность табличных значений равна 1,5%.

Таблица 11.24. **Теплопроводность жидкого 1,2-дихлорэтана вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
250	144	280	137	310	131	340	124
260	142	290	135	320	128	350	122
270	139	300	133	330	126		

Таблица 11.25 теплопроводности паров 1,2-дихлорэтана составлена на основании [139, 152]. Экспериментальные значения описываются формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -14{,}6 + 7{,}41 \cdot 10^{-2}\, T. \qquad (11.28)$$

Таблица 11.25. Теплопроводность паров 1,2-дихлорэтана при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
370	12,8	390	14,3	410	15,8
380	13,5	400	15,1		

Дифторэтан (хладон-152А). При низких температурах (T = 163 ÷ 298 К), при $p = p_S$ по данным [181] теплопроводность, Вт/(м · К), жидкого хладона-152А описывается формулой $\lambda \cdot 10^3 = 116{,}5 - 0{,}5\ (T - 273)$.

В [182] теплопроводность в жидкой фазе исследована при давлениях 1,08–4,02 МПа в диапазоне температур 305–380 К. Значения теплопроводности в табл. 11.26 основаны на результатах этой работы.

Теплопроводность паров при p = 0,1 МПа исследована в [165, 175, 182].

Усредненные значения теплопроводности по данным указанных трех работ приведены в табл. 11.27. Погрешность значений теплопроводности при температурах до 300 К оценивается в 4%, при больших температурах – в 3%.

Таблица 11.26. Теплопроводность жидкого хладона-152А, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа			
	1,08	2,06	3,04	4,02
305	99,5	102,4	–	–
310	98,2	99,7	100	101,5
315	96,1	97,1	99,2	–
320	93,2	94,6	96,0	96,5
325	–	92,1	93,8	–
330	–	89,7	91,4	92,5
335	–	87,1	89,2	–
340	–	84,7	86,2	87,5
345	–	82,3	83,0	–
350	–	–	80,7	83,0
355	–	–	78,4	–
360	–	–	75,8	78,0
365	–	–	73,0	–
370	–	–	–	73,8
380	–	–	–	70,0

Таблица 11.27. Теплопроводность паров хладона-152А при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
265	10,6	320	15,6	380	21,5	440	27,6	500	34,0
280	11,9	340	17,5	400	23,5	460	29,7	–	–
300	13,8	360	19,5	420	25,5	480	31,9	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -10{,}46 + 6{,}84 \cdot 10^{-2} T + 4{,}12 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (11.29)$$

Уксусный альдегид. Теплопроводность $\lambda \cdot 10^3$ жидкости вблизи линии насыщения при 290 К по данным [131, 183, 184] составляет 186 Вт/(м · К). Погрешность равна 2%.

Теплопроводность паров уксусного альдегида при давлении 0,1 МПа (табл. 11.28) по данным [71, 139, 152] описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = 4{,}51 - 3{,}68 \cdot 10^{-2} T + 2{,}06 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (11.30)$$

Погрешность данных составляет 4%.

Таблица 11.28. **Теплопроводность паров ацетальдегида при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	9,61	340	15,8	420	25,4	560	48,6
280	10,4	350	16,9	440	28,3	580	52,6
290	11,2	360	18,0	460	31,2	600	56,7
300	12,0	370	19,1	480	34,4	620	61,0
310	12,9	380	20,3	500	37,9	640	65,6
320	13,8	390	21,5	520	41,2	660	70,1
330	14,8	400	22,8	540	44,8	680	74,9

Уксусная кислота. Теплопроводность жидкой уксусной кислоты (табл. 11.29) получена по данным [128, 144, 146, 185, 186], а паров уксусной кислоты приведена в табл. 11.30.

Таблица 11.29. **Теплопроводность жидкой уксусной кислоты вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	165	310	162	330	159	350	156
300	164	320	160	340	158	360	156

Таблица 11.30. **Теплопроводность паров уксусной кислоты**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при T, К						
	273,15	300	325	350	375	400	425
$1 \cdot 10^{-4}$	56,9	79,2	45,6	22,3	17,7	18,6	21,8
$2 \cdot 10^{-4}$	44,1	77,6	62,1	31,1	20,6	19,4	22,1
$3 \cdot 10^{-4}$	37,5	72,8	70,3	38,3	23,3	20,2	22,5
$4 \cdot 10^{-4}$	34,3	68,4	74,6	44,2	25,9	21,0	22,8
$5 \cdot 10^{-4}$	–	64,6	76,8	49,2	28,3	21,7	23,1
$1 \cdot 10^{-3}$	–	52,1	76,9	64,6	38,7	25,4	24,7
$2 \cdot 10^{-3}$	–	40,4	69,2	75,2	52,7	31,9	27,8
$3 \cdot 10^{-3}$	–	–	62,7	77,4	61,5	37,4	30,6
$4 \cdot 10^{-3}$	–	–	57,8	76,9	67,1	42,2	33,3

Продолжение табл. 11.30

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при T, К						
	273,15	300	325	350	375	400	425
$5 \cdot 10^{-3}$	–	–	54,0	75,6	70,9	46,4	35,8
$6 \cdot 10^{-3}$	–	–	50,9	73,9	73,4	50,0	38,1
$7 \cdot 10^{-3}$	–	–	48,3	72,2	75,1	53,2	40,3
$8 \cdot 10^{-3}$	–	–	46,2	70,6	76,2	56,0	42,3
$9 \cdot 10^{-3}$	–	–	–	68,9	76,9	58,4	44,2
$1 \cdot 10^{-2}$	–	–	–	67,4	77,3	60,6	46,0
$2 \cdot 10^{-2}$	–	–	–	56,4	74,9	72,9	59,0
$3 \cdot 10^{-2}$	–	–	–	–	70,4	77,0	66,5
$4 \cdot 10^{-2}$	–	–	–	–	66,3	78,0	71,0
$5 \cdot 10^{-2}$	–	–	–	–	63,0	77,8	73,8
0,1	–	–	–	–	–	72,4	77,2
0,15	–	–	–	–	–	–	75,5
0,2	–	–	–	–	–	–	73,0
0,25	–	–	–	–	–	–	70,5
Линия насыщения	31,7	38,0	45,4	53,1	60,0	68,8	70,0

Погрешность табличных значений составляет 2,5%.

Метилформиат. Теплопроводность жидкого метилформиата вблизи линии насыщения по данным [131, 187] составляет:

T, К	280	290	300	310
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	192	189	186	183

Погрешность данных до 1,5%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 276 - 0{,}3\,T. \qquad (11.31)$$

Этилбромид. Таблица 11.31 теплопроводности жидкости составлена по данным [128, 144, 183, 184, 188, 189].

Таблица 11.31. **Теплопроводность жидкого этилбромида вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	112	230	109	260	106	290	102
210	111	240	108	270	104	300	101
220	110	250	107	280	103	310	100

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 134 - 0{,}103\,T - 2{,}5 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (11.32)$$

Погрешность составляет 2%.

Этилхлорид. Теплопроводность $\lambda \cdot 10^3$ жидкости вблизи линии насыщения по данным [183, 189, 190] при температуре 290 К составляет 126 Вт/(м · К). Погрешность равна 3%.

Таблица 11.32 теплопроводности паров этилхлорида при давлении 0,1 МПа составлена по данным [149, 191–193]. Экспериментальные значения описываются формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -3{,}05 + 2{,}684 \cdot 10^{-2} T + 0{,}73 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (11.33)$$

Погрешность равна 3%.

Таблица 11.32. **Теплопроводность паров этилхлорида при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	8,85	340	14,5	420	21,1	500	28,6
280	10,2	360	16,0	440	22,9	520	30,6
300	11,6	380	17,7	460	24,7	540	32,7
320	13,0	400	19,4	480	26,7		

Этилнодид. Таблица 11.33 теплопроводности жидкости составлена по данным [144, 171, 184, 190]. Погрешность равна 1,5%.

Таблица 11.33. **Теплопроводность жидкого этилиодида вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	90	300	86	320	84	340	80
290	88	310	85	330	82		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 133{,}7 - 0{,}157 T. \qquad (11.34)$$

Нитроэтан. Значения теплопроводности жидкого нитроэтана представлены в табл. 11.34.

Таблица 11.34. **Теплопроводность жидкого нитроэтана вблизи линии насыщения [194], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
310	167	330	157	340	153	350	148
320	162						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 316 - 0{,}48 T. \qquad (11.35)$$

Погрешность данных равна 3%.

Этилнитрат. Значения теплопроводности паров этилнитрата приведены в табл. 11.35.

Таблица 11.35. **Теплопроводность паров этилнитрата при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
370	15,2	390	17,7	410	20,2	430	22,7
380	16,5	400	19,0	420	21,5		

Формула для расчета теплопроводности этилнитрата, Вт/(м · К),

$$\lambda \cdot 10^3 = -31{,}1 + 0{,}125\,T. \qquad (11.36)$$

Погрешность равна 2%.

Ацетамид. Теплопроводность жидкости по данным [144] в интервале температур 338–373 К практически постоянна и составляет $250 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность равна 2%.

Этан. В [1] дан обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности этана. Новые результаты опытов опубликованы в [180] при p = 0,1 МПа и T = 295 ÷ 475 К, в [101] при p = 0,1 МПа и T = 320 ÷ 590 К, в [51] при p = 0,1 ÷ 0,36 МПа и T = 300 К, в [177] при T = 295 ÷ 600 К и p = 0,1 ÷ 70 МПа (в виде графиков). В [195] методом коаксиальных цилиндров подробно исследована критическая область (изотермы 308,8; 311,3; 315,1; 322,6; 335,3; 364,5 К в интервале p = 1 ÷ 28 МПа).

Таблица 11.36 при $T < 280$ К составлена по данным [195–198], а при $T > 280$ К – по данным [199]. Значения теплопроводности газообразного этана при p = 0,1 МПа вычислены по уравнению (9.1). Погрешность табличных значений при p = 0,1 МПа равна 2–3%, а при повышенных давлениях в области $T > 280$ К 4%, в области $T < 280$ К 6%.

Таблица 11.36. **Рекомендуемые значения теплопроводности этана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	2,5	5	10	20	30	40	50
200	11,4	163	166	171	179	186	191	198
220	12,9	141	144	149	159	165	172	180
240	14,7	121	125	129	140	147	156	164
250	15,6	111	116	120	132	139	149	157
260	16,7		106	111	125	132	142	151
270	17,7			103	118	126	135	145
280	18,8			95,4	112	120	130	140
290	20,0	23,7		88,4	106	115	126	135
300	21,4	24,8			101	111	121	130
310	22,8	25,8			96,4	107	117	127
320	24,1	26,9			92,0	103	113	123
330	25,8	28,0			88,3	99,7	110	120
340	27,0	29,5	33,3		84,4	96,3	107	117
350	28,5	30,8	34,2		80,5	93,6	104	114
360	29,9	32,3	35,4	49,0	76,8	90,7	102	111
370	31,6	33,7	36,6	47,7	73,1	88,0	99,0	109

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	2,5	5	10	20	30	40	50
380	32,9	34,9	37,8	47,5	70,5	85,5	96,7	106
390	34,6	36,4	39,0	47,7	68,6	83,5	94,7	104
400	36,1	37,8	40,4	48,3	67,4	81,8	92,9	102
420	39,3	40,8	43,2	49,8	66,0	79,3	89,8	98,4
440	42,6	44,0	46,0	52,1	65,7	77,9	88,0	96,0
460	46,1	47,0	48,9	54,4	66,2	77,4	87,0	94,7
480	49,5	50,4	52,0	56,9	67,5	77,8	86,7	94,1
500	53,0	53,8	55,3	59,6	69,5	78,7	86,8	94,2
520	56,6	57,4	58,6	62,6	71,6	80,0	87,5	94,7
540	60,2	60,9	62,0	65,6	74,0	81,6	88,7	95,5
560	63,9	64,7	65,6	68,6	76,4	83,4	90,1	96,5
580	67,7	68,4	69,2	71,9	79,0	85,5	91,8	98,1
600	71,5	72,2	73,0	75,3	81,8	87,7	93,7	99,7
620	75,4	76,0	76,7	78,7	84,6	90,2	95,8	102
640	79,2	79,7	80,4	82,2	87,5	92,8	98,1	103
660	83,0	83,5	84,2	85,8	90,6	95,5	101	106
680	87,0	87,5	88,1	89,4	93,8	98,4	103	108
700	90,7	91,2	91,8	93,2	97,2	102	106	110
720	94,4	94,9	95,5	96,8	101	105	109	114

T, К	60	70	80	90	100
310	134	142	148	154	159
320	131	139	145	151	156
340	124	132	138	145	149
360	119	126	132	139	144
380	114	120	127	134	139
400	110	116	123	129	135
420	106	113	120	126	131
440	103	110	117	123	128
460	102	108	115	121	126
480	101	107	114	119	125
500	101	107	113	119	124
520	101	107	113	118	123
540	102	107	113	118	123
560	102	108	113	118	123
580	104	109	114	119	123
600	105	110	115	120	124
620	106	111	116	120	125
640	108	113	117	122	126
660	110	115	119	123	127
680	112	117	121	125	128
700	115	119	123	127	130
720	117	121	125	128	132
740		123	127	130	134
760		126	129	133	136
780		128	132	135	139
800		131	134	137	141

Теплопроводность этана представлена в табл. 11.37.

Таблица 11.37. **Теплопроводность этана при T = 348 К по данным [197]**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)
0,1	27,6	75	131
25	80,6	100	146
30	90,7	200	193
50	113	300	229

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 27{,}2 + 2{,}888\,p - 3{,}320 \cdot 10^{-2}\,p^2 + 2{,}28 \cdot 10^{-4}\,p^3 + -7{,}552 \cdot 10^{-7}\,p^4 + 9{,}41 \cdot 10^{-10}\,p^5. \quad (11.37)$$

Этиловый спирт. Наибольшее количество опытных данных относится к жидкой фазе при низких температурах при атмосферном давлении до 350 К. В [154, 200] исследования проведены до 570 К при давлениях до 30 и 40 МПа соответственно. В [155] значения получены при давлениях 1–245 МПа. В [1] дан перечень всех этих работ; значения теплопроводности для линии насыщения, приведенные в табл. 11.38, определены по усредняющей кривой. Погрешность их оценивается до 300 К 2%, при более высоких температурах 3%. При высоких давлениях погрешность равна 4%. В табл. 11.39 приведены данные при высоких давлениях по данным [155].

Значения теплопроводности паров этилового спирта основаны на экспериментальных данных [154, 156] для p = 0,1 МПа. Погрешность значений теплопроводности для паров оценивается 1,5% для p = 0,1 МПа и 3% для высоких давлений.

В таблицах 11.40–11.42 представлены значения теплопроводности этилового спирта массовой концентрации 95,6% (азеотропной смеси), определенные на основании значений 100%-ного спирта с учетом поправки на содержание воды. Погрешность этих значений может быть принята такой же, как и для 100%-ного спирта.

Таблица 11.38. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого этилового спирта на линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
160	207	240	183	320	160	400	143
180	202	260	178	340	155	420	140
200	196	280	173	360	151	–	–
220	189	300	166	380	147	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 235{,}6 - 3{,}721 \cdot 10^{-2}\,T - 1{,}139 \cdot 10^{-3}\,T^2 + 1{,}632 \cdot 10^{-6}\,T^3. \quad (11.38)$$

Таблица 11.39. **Рекомендуемые значения жидкого этилового спирта [155]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа									
	0,1	5	25	50	75	100	147	196	220	245
298	167	170	180	192	203	213	228	242	248	253
323	161	163	174	187	197	208	224	238	244	250
348	–	157	169	181	192	203	219	234	241	–
373	–	152	164	176	187	198	215	230	237	–
398	–	147	159	172	183	194	211	220	234	–
423	–	142	155	168	179	190	208	223	231	–

Таблица 11.40. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразного этилового спирта**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа									
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	30	40
290	169	169	170	170	171	171	173	177	182	185
300	166	166	167	167	168	168	170	175	179	183
320	160	161	161	162	162	162	165	170	174	178
340	155	155	156	156	157	158	161	166	170	174
360	–	151	152	153	153	154	157	162	166	170
380	–	148	148	149	150	150	153	159	163	167
400	25,8	143	144	145	146	146	150	155	160	165
420	28,2	141	142	142	143	144	147	153	158	163
440	30,4	–	139	–	–	–	145	151	156	162
460	32,8	35,6	–	–	–	–	142	148	154	160
480	35,2	37,7	41,4	–	–	–	136	145	152	158
500	37,8	40,0	43,5	–	–	–	133	142	149	156
520	40,4	42,5	45,4	49,1	53,7	59,9	–	140	147	154
540	43,0	44,9	47,3	50,0	53,2	57,1	–	136	144	152
560	45,8	47,3	49,2	51,4	54,0	56,8	–	132	141	149
570	47,2	48,5	50,3	52,4	54,7	57,3	–	129	139	148

Таблица 11.41. **Рекомендуемые значеиия теплопроводности этилового спирта массовой концентрации 95,6% (азеотропная смесь) вблизи линии иасыщеиия, Вт/ (м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	203	260	186	340	165	420	151
210	200	270	183	360	161	430	149
220	197	280	180	380	157	440	148
230	194	290	178	390	155	450	146
240	191	300	176	400	153	–	–
250	189	320	170	410	152	–	–

Таблица 11.42. **Рекомендуемые значения теплопроводности этилового спирта массовой концентрации 95,6% (азеотропная смесь)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
290	179	179	179	180	180	180	180	180
300	176	176	176	177	177	177	177	177
320	170	170	170	171	171	172	172	172
340	165	165	165	166	166	166	166	167
360	22,0	161	161	162	162	162	163	163
380	24,0	157	158	158	158	158	159	159
390	25,2	155	156	156	156	157	157	157
400	26,4	–	153	154	154	154	155	155
410	27,4	–	152	153	153	154	154	154
420	28,5	29,7	151	151	152	152	152	153
430	29,6	30,9	–	150	151	151	152	152
440	30,7	31,9	–	149	149	–	–	–
450	32,0	32,9	–	–	148	–	–	–
460	33,2	34,0	35,2	36,7	38,7	–	–	–
470	34,3	35,1	36,4	37,9	39,7	41,8	–	–
480	35,6	36,4	37,5	38,9	40,6	42,5	–	–
490	36,9	37,6	38,9	40,0	41,5	43,3	–	–
500	38,1	38,8	39,9	41,2	42,7	44,6	–	–
510	39,5	40,1	41,2	42,3	43,8	45,5	47,4	49,8
520	40,7	41,4	42,4	43,6	44,7	46,5	47,8	49,9
530	42,1	42,6	43,7	44,7	45,7	47,0	48,2	50,1
540	43,6	44,0	45,0	46,0	47,0	48,3	49,1	50,7
550	44,8	45,4	46,3	47,3	48,0	49,0	50,2	51,5
560	46,3	46,9	47,5	48,3	49,3	50,2	51,2	52,5
570	47,7	48,4	48,9	49,8	50,7	51,7	52,8	53,9

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	4,0	4,5	5	10	15	20	30	40
290	181	181	181	183	185	187	192	195
300	178	178	178	180	182	185	189	193
320	172	172	172	175	177	180	184	188
340	167	167	168	171	173	176	180	184
360	163	163	164	167	169	172	176	180
380	160	160	160	163	166	169	173	177
390	158	158	158	161	164	167	172	176
400	156	156	156	160	163	165	170	175
410	154	154	155	158	161	164	169	174
420	153	153	154	157	160	163	168	173
430	152	153	153	156	159	162	167	173
440	–	–	–	155	158	161	166	172
450	–	–	–	153	157	160	165	171
460	–	–	–	152	155	158	164	170
470	–	–	–	150	153	157	163	169
480	–	–	–	148	152	155	162	168
490	–	–	–	147	151	154	161	167
500	53,4	–	–	145	149	152	159	166

Продолжение табл. 11.42

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	4,0	4,5	5	10	15	20	30	40
510	52,5	56,0	60,0	143	147	151	158	165
520	51,2	54,8	58,4	–	146	150	157	164
530	51,9	53,9	56,9	–	143	148	155	163
540	52,4	53,9	56,1	–	141	146	154	162
550	53,2	54,3	56,3	–	138	144	153	161
560	54,2	55,3	56,9	–	134	142	151	159
570	55,2	56,4	57,9	–	131	139	149	158

Диметиловый эфир. Теплопроводность диметилового эфира представлена в табл. 11.43.

Таблица 11.43. **Теплопроводность паров диметилового эфира при давлении 0,1 МПа [201], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
320	8,9	340	11,4	360	13,8	380	16,2
330	10,2	350	12,6	370	15,0		

Формула для расчета теплопроводности паров диметилового эфира

$$\lambda \cdot 10^3 = -30{,}8 + 0{,}124\,T. \qquad (11.39)$$

Погрешность данных составляет 2%.

Этилеигликоль. Перечень использованных работ для составления рекомендаций (табл. 11.44, 11.45) приведен в [1].

Таблица 11.44. **Рекомендуемые зиачения теплопроводности жидкого этиленгликоля вблизи лиии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Погрешность, %	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Погрешность, %
280	250	1	380	261	1,5
290	252	1	390	261	1,5
300	255	1	400	260	1,5
310	256	0,8	410	259	1,5
320	258	0,5	420	258	1,5
330	259	0,5	430	257	2
340	260	0,5	440	256	2
350	261	0,5	450	255	2
360	261	0,8	460	253	2
370	261	1			

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -23 \cdot 8 + 1{,}864\,T - 3{,}829 \cdot 10^{-3}\,T^2 + 2{,}357 \cdot 10^{-6}\,T^3. \qquad (11.40)$$

Таблица 11.45. **Теплопроводность жидкого этиленгликоля в зависимости от давления при температуре 310 К [202]**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)
24,5	264	98	284
49,0	273	122,5	289
73,5	279	147	294
		171,5	300

Погрешность равна 3%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 257{,}6 + 0{,}311\,p - 3{,}97 \cdot 10^{-4}\,p^2. \qquad (11.41)$$

Моноэтаноламин. Значения теплопроводности жидкого моноэтаноламина приведены в табл. 11.46.

Таблица 11.46. **Теплопроводность жидкого моноэтаноламина вблизи линии насыщения [203], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	240	320	238	340	237
310	239	330	238	350	236

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 262 - 7{,}428 \cdot 10^{-2}\,T. \qquad (11.42)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Гексилформиат. Значения теплопроводности гексилформиата приведены в табл. 11.47.

Таблица 11.47. **Теплопроводность жидкого гексилформиата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	140	141	142	144	149	153	157
320	134	135	136	139	144	148	153
340	128	129	131	134	139	144	149
360	123	123	125	128	134	139	145
380	117	118	120	123	129	135	141
400	112	113	115	118	125	131	137
420	–	108	111	114	120	127	133
440	–	103	106	110	116	123	129
460	–	–	102	105	112	119	126
480	–	–	97,8	102	109	116	122
500	–	–	94,0	97,8	105	112	119
520	–	–	90,4	94,2	102	109	116
540	–	–	–	91,0	98,4	106	113
560	–	–	–	87,8	95,4	103	110
580	–	–	–	–	92,5	99,7	107
600	–	–	–	–	89,7	97,0	104

Продолжение табл. 11.47

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	60	80	100	120	140	150
300	166	174	183	191	199	204
320	162	171	180	188	196	200
340	158	168	176	185	193	197
360	155	164	174	182	190	194
380	151	161	171	179	187	191
400	148	158	168	176	184	188
420	144	155	165	174	182	185
440	141	152	162	171	179	183
460	138	149	159	169	177	181
480	135	146	157	166	175	178
500	132	144	154	164	172	176
520	129	141	152	162	170	174
540	126	138	149	159	168	173
560	123	135	147	157	167	171
580	120	133	144	155	164	170
600	118	130	142	154	163	169

Погрешность табличных значений равна 5%.

Расчетная формула для теплопроводности жидкого гексилформиата, Вт/(м · К)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0(T) + A_1(T)p + A_2(T)p^2, \qquad (11.43)$$

где

$$A_0(T) = 262{,}8 - 0{,}5034\,T + 3{,}17 \cdot 10^{-4}\,T^2;$$

$$A_1(T) = -0{,}941 + 6{,}264 \cdot 10^{-3}\,T - 5{,}68 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_2(T) = 6{,}7 \cdot 10^{-3} - 3{,}2 \cdot 10^{-5}\,T + 3{,}2 \cdot 10^{-8}\,T^2;$$

p – в МПа, T – в К.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_3

Трифторбромметан (хладон-13В$_1$). Теплопроводность хладона-13В$_1$ в жидкой фазе исследована в [108] при p = 0,1 МПа в области температур 204–320 К и в [137] при температурах 105–435 К и давлениях 0,1–59 МПа. В газовой фазе исследования проведены в [119] при p = 0,1 МПа и температурах 278–408 К и в [137] при p = 0,1 ÷ 6 МПа в области температур 305–435 К. Таблицы значений теплопроводности для жидкой фазы (табл. 12.1) и для газовой фазы (табл. 12.2) составлены на основании экспериментальных данных указаниых выше работ. Погрешность рекомендуемых значений теплопроводности оценивается в 4% для жидкой фазы в состоянии насыщения и для газовой фазы при p = 0,1 МПа, а для высоких давлеиий в 5%.

Таблица 12.1. **Рекомендуемые значеиия теплопроводности жидкого хладоиа-13В$_1$**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_S	10	20	40	60
113	112	113	115	–	–
123	109	111	113	117	–
133	106	108	110	114	–
143	102,5	105	107	112	–
153	98,2	101	104	108	113
163	95,1	97,5	100	105	110
173	90,4	93,7	97,0	102	107
183	87,1	90,3	93,5	98,5	104
193	82,9	86,4	90,0	96,0	101
203	79,2	83,0	86,8	93,0	98,1
213	75,6	79,5	83,5	89,5	95,2
223	72,7	76,5	80,2	86,0	92,1
233	68,6	72,8	77,0	83,0	90,0
243	66,2	70,1	74,0	80,5	87,3
253	62,1	66,7	71,3	78,0	85,0
263	60,1	64,3	68,5	75,5	82,7
273	56,0	60,9	66,4	73,0	81,2
283	53,5	59,1	64,4	71,5	79,5
293	50,4	56,3	62,0	70,0	73,0
303	48,0	54,2	60,0	68,5	76,5
313	45,3	52,1	58,3	67,0	74,5
323	42,5	50,0	56,5	65,5	73,2
333	40,0	48,0	55,0	64,5	72,0
343	–	43,2	53,5	63,2	71,4
353	–	42,4	52,0	62,3	70,3
363	–	41,8	50,5	61,4	69,0
373	–	41,0	49,0	60,7	68,5
383	–	40,5	48,0	59,3	67,2
393	–	39,8	47,0	58,5	66,6
403	–	38,5	46,5	57,7	66,0
413	–	37,5	45,2	57,1	65,6
423	–	36,5	44,0	56,0	65,2
433	–	36,8	43,5	55,7	65,0

Таблица 12.2. **Рекомендуемые значения теплопроводиости паров хладона-13В$_1$**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	3	4	5	6
293	9,6	10,2	–	–	–	–	–
303	10,1	10,7	–	–	–	–	–
313	10,6	11,2	13,4	–	–	–	–
323	11,1	11,7	13,0	–	–	–	–
333	11,5	12,1	13,1	18,0	–	–	–
343	12,1	12,6	13,3	16,1	–	–	–
353	12,5	13,1	13,7	15,5	21,9	–	–

Продолжение табл. 12.2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	3	4	5	6
363	13,1	13,6	14,2	15,6	18,8	30,7	–
373	13,6	14,0	14,6	16,0	17,9	23,0	–
383	14,1	14,5	15,1	16,3	17,5	21,1	26,2
393	14,6	15,0	15,5	16,6	17,3	20,3	24,0
403	15,1	15,5	15,9	17,0	17,3	20,1	23,1
413	15,6	15,9	16,3	17,3	17,6	–	–
423	16,1	16,1	16,8	17,6	18,2	–	–
433	16,6	16,7	17,2	17,9	18,7	–	–

Тетрафтортетрахлорпропан (хладон-214). Теплопроводность жидкого хладона 214 вблизи линии насыщения по данным [143] составляет:

T, К	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	91	88	86	83	80	77	74	71	68	66	63

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 117 - 0{,}143\,T. \qquad (12.1)$$

Гексафтордихлорпропан (хладон-216). Теплопроводность жидкого хладона-216 вблизи линии насыщения по данным [143] составляет:

T, К	150	170	190	210	230	253	270	290
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	92	88	84	80	76	72	68	64

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 122 - 0{,}2\,T. \qquad (12.2)$$

Октафторпропан (хладон-218). Теплопроводность хладона-218 в жидкой и газовой фазах исследована в [205, 206] при температурах 113–430 К и давлениях 0,1–60 МПа. На основе результатов этих опытов составлено расчетное уравнение, которое приводится в [205]. Уравнение использовано для расчета теплопроводности в состоянии насыщения и в однофазной области (табл. 12.3, 12.4). Погрешность значений теплопроводности составляет 3% в однофазной области и 4% вблизи кривой насыщения.

Таблица 12.3. **Теплопроводность хладона-218 вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
130	100	1,47	240	64,2	9,32
140	98,8	2,18	250	61,3	10,1
150	95,4	2,89	260	58,4	10,9
160	91,4	3,60	270	55,6	11,7
170	88,1	4,32	280	52,9	12,6
180	84,4	5,03	290	50,2	13,5
190	80,8	5,74	300	47,7	14,6
200	77,2	6,45	310	45,2	15,8
210	73,8	7,16	320	42,7	17,5
220	70,5	7,87	330	40,2	19,7
230	67,3	8,60	340	37,3	23,1

Таблица 12.4. **Теплопроводность хладона-218**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	0,5	1	2	3	4	5
130	102	102	102	102	102	102	102
140	98,8	98,8	98,9	99,0	99,1	99,3	99,4
160	91,8	91,9	92,0	92,2	92,4	92,6	92,8
180	84,4	84,5	84,7	85,0	85,2	85,5	85,8
200	77,2	77,4	77,6	77,9	78,3	78,6	79,0
220	70,5	70,7	70,9	71,4	71,8	72,2	72,6
240	9,43	64,4	64,7	65,2	65,7	66,2	66,7
260	10,8	58,5	58,8	59,4	60,0	60,6	61,1
280	12,2	12,6	53,2	54,0	54,7	55,3	56,0
300	13,6	13,9	47,7	48,7	49,6	50,4	51,2
320	15,0	15,25	15,88	43,4	44,6	45,7	46,7
340	16,43	16,63	17,13	19,77	39,3	41,1	42,4
360	17,85	18,03	18,45	20,2	24,9	–	–
380	19,27	19,44	19,80	21,2	23,8	28,4	–
400	20,7	20,9	21,2	22,3	24,2	27,0	–
420	22,1	22,3	22,6	23,5	25,1	27,1	29,6
430	22,8	23,0	24,2	25,6	27,4	29,6	31,9

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	6	8	10	12	14	16	18
130	102	102	102	102	103	103	103
140	99,5	99,8	100	100	101	101	101
160	93,0	93,5	93,9	94,3	94,7	95,2	95,6
180	86,1	86,7	87,2	87,8	88,3	88,9	89,4
200	79,3	80,0	80,7	81,4	82,0	82,7	83,3
220	73,0	73,8	74,6	75,4	76,2	76,9	77,7
240	67,1	68,1	69,0	69,9	70,7	71,6	72,4
260	61,7	62,8	63,8	64,8	65,8	66,8	67,7
280	56,6	57,9	59,1	60,2	61,3	62,3	63,4
300	51,9	53,4	54,7	56,0	57,2	58,3	59,5
320	47,6	49,2	50,7	52,2	53,5	54,8	56,0
340	43,6	45,6	47,3	48,8	50,3	51,6	52,9
360	40,1	42,6	44,5	46,2	47,7	49,1	50,4
380	–	40,0	42,2	44,0	45,6	47,1	48,4
400	–	–	40,4	42,3	44,0	45,5	46,9
420	32,3	36,5	39,2	41,2	42,9	44,4	45,8
430	31,9	36,0	38,8	40,9	42,5	44,1	45,4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	20	25	30	35	40	45	50	60
130	103	104	104	104	105	105	106	107
140	101	102	103	103	104	105	105	106
160	96,0	97,0	98,0	99,1	100	101	102	104
180	89,9	91,3	92,6	93,9	95,1	96,4	97,6	100,1
200	84,0	85,6	87,1	88,6	90,1	91,6	93,0	95,8

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	20	25	30	35	40	45	50	60
220	78,4	80,2	81,9	83,7	85,3	86,9	88,5	91,6
240	73,3	75,3	77,2	79,1	80,9	82,7	84,4	87,8
260	68,6	70,8	72,9	75,0	76,9	78,8	80,7	84,2
280	64,4	66,8	69,1	71,2	73,3	75,4	77,3	81,1
300	60,6	63,1	65,6	67,9	70,1	72,3	74,3	78,2
320	57,1	59,9	62,5	64,9	67,3	69,5	71,6	75,7
340	54,2	57,1	59,8	62,3	64,8	67,1	69,3	73,5
360	51,7	54,6	57,2	59,7	62,1	64,3	66,5	70,6
380	49,7	52,7	55,5	58,1	60,5	62,8	65,1	69,3
400	48,2	51,3	54,1	56,7	59,2	61,6	64,0	68,4
420	47,1	50,2	53,0	55,7	58,2	60,7	63,1	67,7
430	47,7	49,8	52,6	55,3	57,8	60,3	62,7	67,4

Акрилонитрил. Теплопроводность жидкого акрилонитрила представлена в табл. 12.5.

Таблица 12.5. **Теплопроводность жидкого акрилонитрила вблизи линии насыщения [207], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	165	320	157	340	149
310	161	330	153		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 285 - 0{,}4\,T. \qquad (12.3)$$

Погрешность данных равна 3%.

Теплопроводность паров акрилонитрила при температуре 298 К и давлении p = 0,1 МПа [71] составляет $9{,}67 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность по оценкам автора равна 1%.

Акриловая кислота. Теплопроводность жидкой акриловой кислоты представлена в табл. 12.6.

Таблица 12.6. **Теплопроводиость жидкой акриловой кислоты вблизи линии насыщения [192], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	158	320	154	340	148
310	156	330	151	350	146

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 233 - 0{,}249\,T. \qquad (12.4)$$

Погрешность табличных данных составляет 3%.

Бромистый аллил. По данным [127] теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при температуре 293 К составляет $108 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 3%.

Этилизоцианат. Теплопроводность паров этилизоцианата приведена в табл. 12.7.

Таблица 12.7. **Теплопроводность паров этилизоцианата при давлении 0,1 МПа [152], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
390	14,9	410	16,5	430	18,1
400	15,7	420	17,3		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -16 \cdot 3 + 8 \cdot 10^{-2} T. \qquad (12.5)$$

Погрешность равна 2%.

Пропилен. В справочнике [1] дан обзор работ, выполненных до 1976 г. по исследованию теплопроводности пропилена. В последнее время опубликована статья [208] с результатами измерений жидкого пропилена ($p = 0{,}8 \div 9{,}2$ МПа и $T = 280 \div 340$ К).

Таблица 12.8 составлена на основе обобщения, выполненного в [1] с учетом новых данных [208], при этом зависимость теплопроводности от давления при $T < 340$ К принята по [199, 208], а при более высоких температурах – по [209]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа равна 2–3%, а при повышенных давлениях 4–6% (табл. 12.9).

Таблица 12.8. **Теплопроводность пропилена**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	2	5	10	15	20	30	40	50
180	177	179	181	184	186	188	192	194	198
200	161	163	166	170	173	176	180	185	189
220	146	148	152	157	162	166	170	176	180
240	11,7	135	139	145	151	156	161	166	171
260	13,5	123	128	134	141	147	153	158	162
280	15,5	112	117	124	132	137	145	149	155
300	17,6	100	106	114	122	129	137	142	147
310	18,8	95,0	100	108	118	125	134	138	144
320	20,0	89,4	95,0	–	113	120	130	135	141
330	21,1	25,4	90,0	–	109	117	126	132	137
340	22,2	26,2	85,0	–	–	113	123	129	134
350	23,5	27,0	–	–	–	109	120	126	132
360	24,8	28,0	–	–	–	106	116	123	129
370	26,0	29,0	–	–	–	102	114	121	126
380	27,3	30,1	–	–	90,0	98,9	111	118	124
390	28,6	31,2	–	–	86,7	95,8	108	116	122
400	30,0	32,3	38,4	69,4	83,5	92,8	105	114	120
410	31,4	33,4	38,5	65,6	80,4	90,0	103	111	118
420	32,7	34,5	39,0	62,5	77,6	87,2	100	110	116
430	34,0	35,7	40,0	60,0	75,0	84,6	98,0	108	114

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	2	5	10	15	20	30	40	50
440	35,3	36,9	40,8	58,0	72,4	82,4	96,0	106	113
450	36,7	38,0	41,8	56,4	70,4	80,4	94,0	104	111
460	38,0	39,3	42,9	55,0	68,4	78,6	92,2	103	110
480	40,7	41,8	45,1	54,0	65,7	75,8	89,0	99,9	108
500	43,5	44,4	47,5	54,5	64,1	73,8	86,3	97,4	106
520	46,3	47,1	50,1	55,8	64,0	72,5	84,5	95,0	104
540	49,1	50,0	52,7	57,7	64,4	72,4	83,5	93,5	102
560	52,0	53,0	55,5	60,4	65,6	72,6	82,8	92,4	101
580	55,0	55,9	58,4	62,8	67,4	73,3	82,6	91,8	101
600	57,9	58,9	61,3	65,5	69,5	74,5	83,2	91,8	101
620	60,9	61,9	64,2	67,4	72,6	76,7	85,0	93,0	101

Таблица 12.9. **Теплопроводность жидкого пропилена при p = 0,1 МПа [210], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
100	219	140	208	180	177
120	216	160	193	200	161
				220	146

Циклопропан. По данным [211] теплопроводность паров циклопропана равна 182 при $T = 323$ К и $245 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К) при $T = 373$ К.

Аллиловый спирт. По данным [133] теплопроводность жидкой фазы на линии насыщения при температуре 298 К составляет $162 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность равна 3 %.

Ацетон. Таблица 12.10 теплопроводности ацетона составлена на основании [1, 212, 213].

Теплопроводность жидкого ацетона вблизи линии насыщения [1], Вт/(м · К), приведена ниже.

T, К	200	220	240	260	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	197	190	182	174	167	160	152	144	137
T, К	380	400	420	440	460	480	500	510	
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	129	122	114	107	100	92	84	80	

Теплопроводность жидкости описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (12.6)$$

где

$$A_0 = 338{,}9 - 0{,}7433\,T + 4{,}69 \cdot 10^{-4}\,T^2;$$

$$A_1 = -7{,}8 + 5{,}64 \cdot 10^{-2}\,T - 1{,}24 \cdot 10^{-4}\,T^2 + 9{,}3 \cdot 10^{-8}\,T^3;$$

$$A_2 = 2{,}38 \cdot 10^{-2} - 1{,}08 \cdot 10^{-4}\,T + 7{,}7 \cdot 10^{-8}\,T^2;$$

p – в МПа.

Таблица 12.10. **Теплопроводность жидкого ацетона**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	1	5	10	15	20
280	168	168	169	171	173	174
300	158	158	161	163	165	168
320	12,6	150	152	155	158	161
340	14,4	141	144	148	151	154
360	16,3	133	136	140	144	147
380	18,2	125	128	133	136	140
400	20,1	118	121	126	130	133
420	22,1	110	114	119	123	126
440	24,2	104	108	112	116	120
460	26,3	97,2	101	106	110	114
480	28,4	91,2	95,5	100	105	109
500	30,6	85,6	90,0	95,2	99,1	104
520	32,8	80,3	85,1	90,5	95,3	99,6
540	35,1	75,5	80,5	86,3	91,5	96,1
560	37,4	71,0	76,5	82,8	88,4	93,5
580	39,8	67,0	73,0	79,9	86,2	91,8
600	42,2	63,4	70,0	77,7	84,7	91,1

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
280	176	178	179	181	183	184
300	170	172	174	176	178	180
320	164	166	168	174	173	175
340	157	160	162	164	166	168
360	150	153	155	158	160	162
380	143	146	149	154	153	155
400	136	139	142	144	146	147
420	130	133	135	137	139	140
440	123	126	129	131	132	133
460	117	120	123	124	125	127
480	112	115	117	119	120	121
500	107	110	113	114	116	116
520	103	106	109	111	112	113
540	100	103	106	108	110	111
560	97,8	102	105	107	109	110
580	96,7	101	105	108	110	112
600	96,8	102	106	110	113	115

Теплопроводность паров описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = -10{,}12 + 5{,}29 \cdot 10^{-2}\, T + 5{,}78 \cdot 10^{-5}\, T^2. \qquad (12.7)$$

Пропилеиоксид. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным работы [214] составляет:

T, К	270	280	290	300
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К) . . .	183	178	174	170

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 302 - 0{,}44\,T. \qquad (12.8)$$

Метилацетат. Таблица 12.11 теплопроводности жидкого метилацетата основана на [144, 183, 204].

Формула для расчета теплопроводности метилацетата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (12.9)$$

где

$$A_0 = 329 - 0{,}711\,T + 4{,}711 \cdot 10^{-4}\,T^2;$$

$$A_1 = -0{,}128 + 3{,}33 \cdot 10^{-3}\,T - 2{,}6 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_2 = -6{,}26 \cdot 10^{-3} + 2{,}0 \cdot 10^{-5}\,T - 2{,}1 \cdot 10^{-8}\,T^2;\ p - \text{в МПа}.$$

Теплопроводность паров метилацетата по данным [152, 139] составляет при p = 0,1 МПа:

T, К	270	280	290	300	310	320	330
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	166	162	159	156	152	149	145

Погрешность данных равна 4 %.

Таблица 12.11. Теплопроводность жидкого метилацетата

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа									
	0,1	1	2	5	10	20	30	40	50	60
300	158	159	159	161	164	170	175	180	185	189
320	150	150	151	153	156	162	168	173	178	182
340	142	142	143	145	149	155	161	167	172	177
360	–	135	136	138	141	148	154	161	166	172
380	–	–	128	131	134	142	148	154	161	167
400	–	–	125	124	128	135	142	149	156	162
420	–	–	–	118	122	129	137	144	150	157
440	–	–	–	–	116	124	131	138	145	152
460	–	–	–	–	110	118	126	134	141	148
480	–	–	–	–	–	113	122	129	136	143
500	–	–	–	–	–	109	117	124	132	139
520	–	–	–	–	–	104	112	120	128	135
540	–	–	–	–	–	100	109	117	124	132
560	–	–	–	–	–	96,0	105	113	121	128
580	–	–	–	–	–	93,8	102	110	118	125
600	–	–	–	–	–	90,4	98,6	107	114	122

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	70	80	90	100	110	120	130	140	150
300	192	195	198	200	202	204	205	205	205
320	187	191	194	197	199	201	203	204	205
340	182	186	189	193	196	199	201	203	205
360	177	182	186	190	193	197	200	202	204

Продолжение табл. 12.11

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	70	80	90	100	110	120	130	140	150
380	172	177	182	186	190	194	197	200	203
400	167	173	178	183	187	191	195	190	202
420	163	169	174	179	184	188	193	197	200
440	158	164	170	176	181	186	190	194	198
460	154	160	166	172	178	182	187	192	196
480	150	157	163	169	174	179	184	189	193
500	146	153	159	165	171	176	181	186	190
520	143	149	155	162	167	172	178	182	187
540	139	145	152	158	164	169	174	179	184
560	135	142	148	154	160	166	171	175	180
580	132	139	145	151	157	162	167	171	175
600	129	135	142	147	153	158	163	167	171

Пропионовая кислота. Значения теплопроводности жидкой пропионовой кислоты, паров пропионовой кислоты при давлении 0,1 МПа и паров пропионовой кислоты приведены соответственно в табл. 12.12 – 12.14.

Таблица 12.12. **Теплопроводность жидкой пропионовой кислоты вблизи линии насыщения [146, 187], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	146	320	142	360	138	400	133
290	145	330	141	370	136		
300	144	340	140	380	135		
310	143	350	138	390	134		

Погрешность табличных значений равна 2 %.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 177 - 0{,}11\,T. \qquad (12.10)$$

Таблица 12.13. **Теплопроводность паров пропионовой кислоты при давлении 0,1 МПа [215], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
437,3	59,8	558,9	40,7	661,6	51,6
493,8	43,8	616,2	46,6	708,6	59,8

Погрешность экспериментальных значений составляет 2 %.

Таблица 12.14. **Теплопроводность паров пропионовой кислоты [147]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, кПа								
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,20	0,30	0,4	0,5
273,15	75,5	64,6	57,4	52,4	–	–	–	–	–
300	54,5	66,1	69,7	70,5	70,1	64,5	59,3	55,1	51,9
325	24,8	33,0	44,3	48,1	58,8	62,6	63,8	63,8	63,9
350	18,8	20,8	22,8	24,6	26,4	33,7	39,3	43,7	47,2
375	19,9	20,4	20,9	21,3	21,8	24,0	26,1	28,1	29,9
400	22,4	22,5	22,6	22,8	22,9	23,7	24,4	25,1	25,8
425	25,1	25,1	25,2	25,2	25,3	25,5	25,7	26,0	26,2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, кПа									
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	10	50	100	150	P_s
273,15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	49,7
300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	49,0
325	60,1	52,4	–	–	–	–	–	–	–	49,1
350	56,6	61,0	60,7	59,2	57,6	–	–	–	–	51,6
375	37,3	46,9	52,4	55,7	57,7	60,2	–	–	–	54,6
400	28,9	34,3	38,6	42,2	45,2	54,2	59,3	–	–	57,1
425	27,3	29,5	31,5	33,4	35,1	42,1	60,5	62,3	60,9	60,5

Погрешность данных равна 5 %.

Этилформиат. Таблица 12.15 теплопроводностн этилформиата составлена по данным [139, 144, 152, 276].

Таблица 12.15. **Теплопроводность этилформиата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
270	172	174	176	180	184	187	192
280	168	170	172	176	180	185	188
290	164	166	168	172	177	181	185
300	159	161	163	168	172	177	181
310	155	158	160	164	169	174	178
320	151	153	156	160	165	170	174
330	146	148	151	155	161	168	170
340	15,8	143	145	152	157	161	166
360	18,0	134	137	143	148	153	157
380	20,4	126	128	134	140	144	150
400	22,7	118	120	126	132	137	142
420	25,2	110	114	119	126	130	134
440	28,0	104	107	113	119	124	128

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
460	30,0	98	101	107	113	118	123
480	33,7	93	96,7	103	109	115	120
500	36,8	85,8	91,8	98	105	111	117
520	39,8	76,8	87,8	84,8	101	107	114
540	43,0	69,5	84,8	92	98	104	112
560	47,0	66	83	90	96	103	111
580	52,0	67	83	90	96	103	111
600	58	68	84	91	97	105	113

н-Пропилбромид. Таблица 12.16 теплопроводности бромистого н-пропила составлена на основании [127, 194, 183, 184, 188].

Таблица 12.16. **Теплопроводность бромистого н-пропила вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
230	112	260	106	290	101	320	96
240	110	270	105	300	99	330	94
250	108	280	103	310	98		

Погрешность данных при температуре свыше 290 К составляет 1 %, при 260 К 2 %, при 230 К 3 %.

Изопропилбромид. По данным [127] теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К составляет $95 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К).

Погрешность данных равна 3 %.

н-Пропилхлорид. Таблица теплопроводности жидкости вблизи линии насыщения составлена по данным работ [183, 184]. Расчетная формула имеет вид

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 0{,}25\,T. \qquad (12.11)$$

Теплопроводность жидкого н-пропилхлорида вблизи линии насыщения приведена ниже:

T, К	280	290	300	310
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	121	118	116	114

н-Пропилиодид. Таблица 12.17 составлена с использованием работ [183, 184, 194]. Формула для расчета теплопроводности жидкости имеет вид

$$\lambda \cdot 10^3 = 140 - 0{,}177\,T. \qquad (12.12)$$

Таблица 12.17. **Теплопроводность жидкого и-пропилиодида вблизи линии насыщения [194], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	91	300	87	320	83	340	80
290	89	310	85	330	82	350	78

Погрешность данных равна 1,5 %.

Изопропилиодид. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [138] составляет:

T, К	280	290	300	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	84,4	83,0	81,5	80,1	78,6	77,2	75,6

Погрешность данных равна 1,5 %.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 124{,}9 - 0{,}145\,T. \qquad (12.13)$$

1-Нитропропан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [194] составляет

T, К	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	145	142	140	137

Погрешность данных равна 3 %.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 238 - 0{,}29\,T. \qquad (12.14)$$

***N, N*-Диметилформамид.** Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [150, 207] составляет

T, К	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	182	179	176	173	170	166	163

Погрешность данных равна 3 %.
Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 277 - 0{,}315\,T. \qquad (12.15)$$

Пропан. В [1] дан обзор работ, выполненных до 1976 г. по исследованию теплопроводности пропана. В последние годы измерения проведены в [102] при $p = 0{,}1 \div 0{,}6$ МПа и $T = 372 \div 729$ К, в [216] при $p = 1 \div 70$ МПа и $T = 111 \div 300$ К, в [217] при $p = 1 \div 70$ МПа и $T = 298 \div 579$ К. Результаты опытов [102] существенно отличаются от данных других исследователей. Таблица 12.18 составлена на основе обобщения, выполненного в [1] с учетом результатов новых исследований [216, 217]. Погрешность табличных значений при повышенных давлениях равна 4 %.

Теплопроводность газообразного пропана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 12.19) вычислена по уравнению (9.1).

Таблица 12.18. **Рекомендуемые значения теплопронодности газообразного пропана при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/ (м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	13,5	400	31,1	540	52,4	680	77,5
280	15,8	420	33,9	560	55,7	700	81,3
300	18,2	440	36,9	580	59,1	720	85,1
320	20,6	460	39,9	600	62,6	740	89,0
340	23,1	480	42,9	620	66,3	760	93,0
360	25,7	500	45,9	640	69,9	780	97,1
380	28,4	520	49,0	660	73,6	800	101,4
						820	105,8

Погрешность составляет 2 – 3 %.

Таблица 12.19. **Рекомендуемые значения теплопроводности пропана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	5	10	20	30	40	50	70
120	199	199	200	201	204	207	210	213	219
140	188	188	189	190	194	198	201	204	210
160	176	176	177	179	183	187	191	195	202
180	165	165	167	169	174	178	182	186	193
200	152	152	154	156	161	166	171	176	184
220	139	139	141	144	149	154	160	166	176
240	–	127	129	132	138	144	150	156	167
260	13,5	114	117	121	128	134	141	147	158
280	15,8	102	106	111	118	124	131	138	149
300	18,2	–	95,8	101	110	116	123	129	140
320	20,6	–	86,4	92,0	102	109	116	122	133
340	23,1	24,2	77,5	84,2	95,3	103	110	116	127
360	25,7	26,6	–	76,9	89,4	97,4	105	111	123
380	28,4	29,2	–	70,4	84,3	92,5	100	107	119
400	31,1	31,9	–	–	79,8	88,3	96,8	104	116
420	33,9	34,8	41,7	–	76,0	84,6	93,1	101	113
440	36,9	37,7	43,2	57,4	73,0	81,5	91,2	98,4	110
460	39,9	40,3	44,3	56,3	72,4	81,9	88,8	96,6	108
480	42,9	43,4	46,5	55,5	71,9	81,5	88,0	95,2	107
500	45,9	46,4	49,2	56,5	71,3	81,0	87,1	94,3	106
520	49,0	49,8	52,2	58,0	71,2	81,7	87,6	93,8	106
540	52,4	53,0	55,2	61,5	72,0	82,4	88,1	94,0	106
560	55,7	56,4	58,3	65,0	73,0	83,4	89,4	95,2	106
580	59,1	59,7	61,6	69,2	76,3	84,4	90,6	96,4	106

Следует отметить, что в [217] приведены результаты подробных измерений теплопроводности пропана в критической области на изотермах 373,8; 375,7; 379,9; 382,1; 388,0; 432,6 К.

Теплопроводность жидкого пропана при $p = 0{,}1$ МПа приведена ниже:

T, К	100	120	140	160	180	200	220
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	205	199	188	176	165	152	139

Погрешность составляет 2–3 %.

н-Пропиловый спирт. Теплопроводность жидкого н-пропилового спирта представлена в табл. 12.10, жидкого и газообразного – в табл. 12.21.

Таблица 12.20. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-пропилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
160	182	240	168	320	150	400	136
180	180	260	163	340	146	420	132
200	176	280	158	360	142	440	129
220	172	300	154	380	139	480	124

Погрешность равна 2 %.

Таблица 12.21. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразного н-пропилового спирта [154]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	40
300	154	154	155	155	155	156	158	162	168
320	150	150	151	151	152	152	154	158	165
340	146	146	147	147	148	148	150	155	162
360	142	142	143	143	144	145	147	151	160
370	141	142	142	143	143	144	146	150	159
380	–	138	139	139	141	141	144	149	157
400	–	136	137	138	138	139	141	146	155
420	26,2	132	133	134	134	135	138	143	152
440	28,4	129	130	130	131	132	136	141	150
460	30,9	–	127	127	128	129	132	138	148
480	33,5	36,2	124	125	126	126	130	136	146
500	36,1	38,3	–	–	–	123	127	134	144
520	38,8	40,5	43,3	47,8	–	117	123	132	142
540	41,4	42,9	45,2	48,6	54,5	–	119	129	140
560	44,1	45,4	47,4	50,1	54,0	59,9	112	125	137
570	45,8	46,9	48,7	51,1	54,2	58,6	108	123	136

Изопропиловый спирт (пропанол-2). Теплопроводность жидкого изопропилового спирта представлена в табл. 12.22, жидкого и газообразного – в табл. 12.23.

Таблица 12.22. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого изопропилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
190	161	260	146	340	131	420	119
200	159	280	142	360	128	440	116
220	155	300	138	380	125	460	113
240	150	320	134	400	122	470	112

Погрешность равна 1,5 %.

Таблица 12.23. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразного изопропилового спирта [154]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	40
300	138	138	138	139	140	140	142	146	154
320	134	134	135	135	136	136	138	142	151
340	131	131	132	132	133	133	135	140	148
350	129	129	130	130	131	131	134	138	146
360	–	128	129	129	130	130	133	137	145
380	–	125	126	126	127	127	130	135	144
400	25,4	122	123	123	124	124	126	132	141
420	27,7	119	120	120	121	122	125	130	139
440	29,9	–	116	117	118	119	122	128	137
460	32,3	–	–	113	115	116	119	126	135
480	34,7	37,3	42,1	–	–	113	117	124	134
500	37,3	39,4	42,7	–	–	108	114	122	133
520	40,0	41,5	43,8	47,3	53,2	64,8	110	119	131
540	42,6	43,8	45,5	47,7	51,7	57,8	105	116	129
560	45,4	46,2	47,4	49,0	51,0	54,0	97,0	113	127

Погрешность равна 3 %.

1,2-Пропиленгликоль. Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого 1,2-пропиленгликоля вблизи линии насыщения приведены ниже:

T, К	260	270	280	290	300	310	320	330
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) .	200	200	200	200	200	200	200	200
δ_λ	2	1,5	1	1	1	1	1	1
T, К	340	350	360	370	380	390	400	410
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	200	199	199	198	197	196	194	193
δ_λ	1	1	1,5	1,5	2	3	3	3

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 144{,}2 + 0{,}372\,T - 6{,}162 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (12.16)$$

Монометиловый эфир этиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [186] составляет:

T, К	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	185	181	177	173	169

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 309 - 0{,}4\,T. \qquad (12.17)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Глицерин. Теплопроводность жидкого глицерина приведена в табл. 12.24.

Таблица 12.24. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого глицерина, Вт/(м·К) [1]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	282	340	291	400	300	460	309
300	285	360	294	420	303	–	–
320	288	380	297	440	306	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 240 + 0{,}15\,T. \qquad (12.18)$$

Погрешность равна 2 %.

н-Пропиламин. Теплопроводность паров н-пропиламина, измеренная в интервале давлений $9{,}5 \cdot 10^{-4} - 1{,}8 \cdot 10^{-2}$ МПа при температуре 300 К, по данным [149] составляет $15{,}8 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 5 %.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_4

Октафторциклобутан (хладон-С-318). Теплопроводность жидкого хладона-С-318 вблизи линии насыщения измерена в [220] в диапазоне температур 273–363 К, в [141] 233–298 К и в [221] при 293 К. Значения теплопроводности, приведенные в табл. 13.1, составлены на основании этих экспериментальных данных. Погрешность оценивается в 3 %.

Таблица 13.1. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого хладона-С-318 вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
233	87,3	273	72,2	313	57,2	353	42,0
243	83,5	283	68,5	323	53,4	363	38,2
253	79,8	293	64,8	333	49,6	–	–
263	76,0	303	61,0	343	45,8	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 172{,}7 - 0{,}36\,T - 2{,}953 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (13.1)$$

Тиофен. Теплопроводность паров тиофена [139] при давлении 0,1 МПа и температуре 383 К составляет $15{,}7 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 3%.

Метакрилонитрил. Теплопроводность жидкого метакрилонитрила приведена в табл. 13.2.

Таблица 13.2. **Теплопроводность жидкого метакрилонитрила [222]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2	5	10	15	20	30
310	147	148	149	152	155	159	166
320	144	145	146	149	152	156	163
330	141	142	144	147	149	153	160
340	138	139	141	144	147	150	157
350	135	136	138	141	144	147	154
360	132	134	135	138	141	145	151
370	130	131	133	136	139	142	148
380	127	129	130	133	136	140	145
390	125	126	128	131	134	137	143
400	123	124	126	129	132	135	142
410	121	122	124	127	129	133	138
420	119	120	121	124	127	130	136

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (13.2)$$

где

$$A_0 = 292{,}1 - 0{,}627T + 5{,}09 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1 = -1{,}765 + 1{,}256 \cdot 10^{-2} T - 1{,}66 \cdot 10^{-5} T^2,$$

$$A_2 = 6{,}1 \cdot 10^{-2} - 3{,}02 \cdot 10^{-4} T + 3{,}72 \cdot 10^{-7} T^2; \quad p - \text{в МПа}.$$

Погрешность равна 2,5 %.

Аллилизотноцианат. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [223] равна $170 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность оценивается в 5 %.

1,3-Бутадиен (дивинил). Теплопроводность жидкого 1,3-бутадиена (дивинила) при $p = 0{,}1$ МПа по данным [210] приведена ниже:

T, К	170	180	200	220	240	260
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	188	183	172	162	152	141

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 276{,}4 - 0{,}52T. \qquad (13.3)$$

Погрешность составляет 2–3 %.

В [224] приведена теплопроводность $\lambda \cdot 10^3 = 158$ Вт/(м·К) при $T = 297$ К для газообразного бутадиена, но не указана 1,2- или 1-3-форма.

Диацетил. Теплопроводность паров диацетила [139] при температуре 383 К и давлении 0,1 МПа равна $18{,}3 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность равна 3%.

Винилацетат. Теплопроводность жидкого винилацетата вблизи линии насыщения по данным [207] приведена ниже:

T, К	300	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	151	146	142	138	134

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 275 - 0{,}415\,T. \qquad (13.4)$$

Погрешность равна 3 %.

Уксусный ангидрид. Теплопроводность жидкого уксусного ангидрида вблизи линии насыщения по данным [131, 186, 225] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	166	166	164	161	159	156	154	152	149

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 237 - 0{,}244\,T. \qquad (13.5)$$

Погрешность оценивается в 2 %.

1-Бутен. Теплопроводность 1-бутена приведена в табл. 13.3.

Таблица 13.3. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров 1-бутена при p = 0,1 МПа [180, 211, 224], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	15,6	350	21,0	400	27,0	450	33,9
310	16,6	360	22,1	410	27,3	460	35,3
320	17,7	370	23,3	420	27,9	470	36,8
330	18,7	380	24,5	430	31,0	480	38,3
340	19,8	390	25,8	440	32,4		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 186 + 0{,}381T - 3{,}92 \cdot 10^{-3}\,T^2 + 5{,}76 \cdot 10^{-6}\,T^3. \qquad (13.6)$$

Погрешность равна 2 %.

Транс-2-бутен. Теплопроводность газообразного транс-2-бутена по данным [211] составляет $178 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К) при T = 323 К и 232 Вт/(м·К) при T = 373 К. Кроме того, в [226] приведено $\lambda \cdot 10^3$ = 152 Вт/(м·К) при T = 297 К для 2-бутена, но не указана транс- или цис-форма.

2-Метилпропен (изобутилен). Теплопроводность газообразного изобутилена $\lambda \cdot 10^3$ = 162 Вт/(м·К) при T = 297 К [224].

Метилэтилкетон. Таблица 13.4 теплопроводности метилэтилкетона составлена с использованием данных [183, 184, 194, 212, 227].

Погрешность табличных значений составляет 3 %.

Таблица 13.4. **Теплопроводность жидкого метилэтилкетона**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	1	5	10	15	20
280	159	160	161	164	166	168
300	150	150	152	154	156	158
320	141	142	143	145	148	150
340	133	133	135	137	139	142
360	125	126	127	130	132	134

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	1	5	10	15	20
380	–	118	120	122	125	127
400	–	112	114	116	118	121
420	–	106	108	110	112	115
440	–	100	102	104	107	110
460	–	95,0	97,0	99,6	102	105
480	–	90,5	92,6	95,3	98,1	101
500	–	86,5	88,7	91,6	94,5	97,5
520	–	83,0	85,4	88,4	91,4	94,6
540	–	80,1	82,6	85,8	89,0	92,2
560	–	77,7	80,4	83,7	87,1	90,5
580	–	75,8	78,7	82,3	85,8	89,3
620	–	73,6	76,9	81,0	84,9	88,7
660	–	73,5	77,4	82,0	86,3	90,3

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
280	169	171	173	174	176	177
300	160	162	164	166	168	169
320	152	154	156	158	160	162
340	144	146	148	150	153	155
360	136	139	141	144	146	149
380	130	132	135	137	140	143
400	123	126	129	132	135	138
420	118	120	123	126	129	133
440	112	115	118	122	125	128
460	108	111	114	117	121	124
480	104	107	109	111	117	120
500	101	104	107	110	114	117
520	97,8	101	104	108	111	115
540	95,5	98,8	102	106	109	112
560	93,8	97,2	100	104	107	111
580	92,7	96,1	99,5	103	106	109
620	92,2	95,7	99,0	102	105	108
660	94,1	97,5	102	104	106	108

Масляный альдегид (бутаиоль). Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	153	150	147	144	140	137

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 240 - 0{,}311\,T. \qquad (13.7)$$

Погрешность равна 2 %.

Теплопроводность масляного альдегида представлена в табл. 13.5.

Таблица 13.5. **Теплопроводность масляного альдегида**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	1	5	10	15	20
300	147	147	149	151	153	155
320	140	140	142	144	146	148
340	134	134	136	137	139	141
360	128	128	129	131	133	135
380	–	124	123	125	127	129
400	31,6	118	118	120	122	124
420	34,7	112	113	115	117	119
440	37,7	106	108	110	112	114
460	40,5	101	103	105	108	110
480	43,2	97	98,8	101	103	106
500	45,6	92,9	94,8	97,2	99,6	102
520	47,9	89,0	91,0	93,5	96,1	98,6
540	50,0	85,4	87,5	90,0	92,5	95,0
560	52,0	–	84,7	86,8	89,3	91,9
580	53,7	–	81,2	83,8	86,3	88,8
600	55,3	–	–	80,9	83,4	85,8
620	56,8	–	–	78,2	80,6	83,0
640	–	–	–	75,7	77,9	80,1

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
300	157	159	161	163	165	167
320	150	152	153	155	157	159
340	143	145	147	148	150	152
360	137	138	140	142	144	145
380	131	133	134	136	138	140
400	125	127	129	131	133	134
420	121	122	124	126	128	130
440	116	118	120	122	124	126
460	112	114	116	118	120	122
480	108	110	112	114	116	119
500	104	107	109	111	113	115
520	101	104	106	109	111	114
540	97,5	99,9	102	105	107	109
560	94,4	96,8	99,3	102	104	106
580	91,3	93,8	96,2	98,7	101	103
600	88,3	90,7	93,1	95,5	97,8	100
620	85,3	87,7	90,0	92,3	94,5	96,8
640	82,3	84,5	86,6	88,7	90,9	92,9

Теплопроводность паров масляного альдегида, Вт/(м·К), описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -67{,}6 + 0{,}334\,T - 2{,}15 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (13.8)$$

Изомасляный альдегид. Теплопроводность изомасляного альдегида представлена в табл. 13.6.

Таблица 13.6. **Теплопроводность изомасляного альдегида [228]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	9,9	19,7	29,5	39,3	50
305	136	139	140	144	148	152	155
334	129	131	133	137	140	144	148
366	28	123	125	129	133	137	141
420	31	114	116	120	124	127	132
436	34	105	107	111	116	120	124
472	37	97	98	103	107	111	116
506	40	89	91	95	99	104	108
554	43	82	84	89	94	98	103
574	47	74	77	82	86	91	95
625	51	65	70	74	78	84	88

Погрешность данных по оценке авторов составляет 3 %.

1,4-Диоксан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [127, 229] составляет $155 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 3 %.

Теплопроводность паров диоксана при давлении 0,1 МПа [152] составляет:

T, К	370	380	390	400	410	420
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	16,9	18,0	19,1	20,2	21,3	22,6

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -23{,}9 + 11{,}04 \cdot 10^{-2}\,T. \qquad (13.9)$$

Погрешность оценивается в 2 %.

Масляная кислота. Значения теплопроводности жидкой масляной кислоты вблизи линии насыщения (табл. 13.7) получены с использованием данных [128, 144, 183, 184], а паров масляной кислоты [147] приведены в табл. 13.8.

Таблица 13.7. **Теплопроводность жидкой масляной кислоты вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	148	320	142	360	136	400	131
290	147	330	140	370	135	410	129
300	146	340	140	380	134	420	128
310	144	350	138	390	132	430	126

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Таблица 13.8. Теплопроводность паров масляной кислоты [147]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	$2 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
273	39,8	–	–	–	–	–	–
300	39,0	42,6	42,6	41,6	40,5	–	–
325	21,6	27,4	31,3	34,0	35,8	39,7	40,1
350	17,6	19,3	20,8	22,2	23,4	28,5	32,0
375	19,5	19,8	20,2	20,5	20,8	22,3	23,6
400	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,4	23,9
425	25,8	25,9	25,9	25,9	26,0	26,1	26,2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$
273	–	–	–	–	–	–	–
300	–	–	–	–	–	–	–
325	39,6	38,8	–	–	–	–	–
350	34,4	36,3	40,2	40,7	39,4	–	–
375	24,9	26,1	30,9	36,9	40,3	42,3	43,5
400	24,9	24,8	26,8	30,4	33,5	36,1	38,3
425	26,4	26,5	27,2	28,6	29,9	31,1	32,2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	Линия насыщения
273	–	–	–	–	–	–
300	–	–	–	–	–	–
325	–	–	–	–	–	36,6
350	–	–	–	–	–	39,4
375	–	–	–	–	–	44,6
400	45,6	51,3	–	–	–	52,7
425	37,0	43,7	47,9	50,6	52,4	58,3

Теплопроводность паров масляной кислоты при повышенных температурах исследована в [156]. Экспериментальные значения из [156] приведены ниже:

T, К	455,7	522,6	577,8	630,3	673,5	707,0
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	46,5	38,0	40,5	46,0	51,4	56,7

Полученные значения относятся к давлению 0,1 МПа. Погрешность данных составляет 2 %.

Изомасляная кислота. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при температуре 300 К по данным [223, 230] составляет $142 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность равна 4 %.

Метилпропионат (метиловый эфир пропионовой кислоты). Формула для расчета теплопроводности жидкого метилпропионата (табл. 13.9) составлена по данным [231]:

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (13.10)$$

где

$A_0 = 182{,}3 - 8{,}614 \cdot 10^{-2} T - 1{,}703 \cdot 10^{-4} T^2$;

$A_1 = 1{,}534 - 6{,}321 \cdot 10^{-3} T + 8{,}38 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = -2{,}644 \cdot 10^{-2} + 1{,}244 \cdot 10^{-4} T - 1{,}55 \cdot 10^{-7} T^2$; p – в МПа.

Формула для расчета теплопроводности паров (табл. 13.10) основана на данных работы [231]:

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 T, \qquad (13.11)$$

где

$A_0 = -29{,}8 + 0{,}475 p + 3{,}06 \cdot 10^{-3} p^2$;

$A_1 = 0{,}121 - 5{,}38 \cdot 10^{-4} p - 7{,}5 \cdot 10^{-6} p^2$; p – в МПа.

Таблица 13.9. Теплопроводность жидкого метилпропионата

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
280	144	145	146	147	149	151	152
300	141	144	142	143	145	147	149
320	137	138	138	139	141	143	145
340	–	134	134	135	137	139	141
360	–	129	130	131	133	135	136
380	–	125	126	127	126	130	132
400	–	–	121	122	124	127	128
420	–	–	117	118	120	121	124
440	–	–	112	113	115	117	119
460	–	–	–	109	111	113	115
480	–	–	–	104	106	108	110
500	–	–	–	98,9	101	104	106

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
280	154	156	158	159	160	162
300	150	152	154	156	157	159
320	146	148	150	152	153	155
340	142	144	146	148	150	152
360	138	140	142	144	146	148
380	134	136	138	140	142	145
400	130	132	134	136	138	141
420	126	127	130	132	134	137
440	122	124	126	128	130	132
460	117	119	121	124	126	129
480	113	115	117	120	122	124
500	108	111	113	115	118	120

Таблица 13.10. **Теплопроводиость паров метилпропионата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
380	16	18	–	–	–	–
400	19	20	–	–	–	–
420	21	22	–	–	–	–
440	24	25	–	–	–	–
460	26	27	–	–	–	–
480	28	29	–	–	–	–
500	31	32	33	34	–	–
520	33	34	35	36	37	38
540	35	36	37	38	39	40
560	38	39	40	40	41	42
580	–	–	42	43	43	44
600	–	–	44	45	45	46
620	–	–	46	47	47	48

Погрешность табличных данных составляет 3 %.

Этилацетат. Таблица 13.11 теплопроводности этилацетата составлена на основании данных [132, 139, 144, 152, 194, 232], теплопроводность жидкого этилацетата вблизи линии насыщения приведена в табл. 13.12.

Погрешность табличных значений теплопроводности пара при давлении p = = 0,1 МПа во всем интервале температур составляет 6 %, для жидкости в интервале температур 270–350 К 3 %, при более высоких давлениях и температурах – до 10 %.

Таблица 13.11. **Теплопроводность этилацетата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
270	152	153	154	156	157	159	160
280	149	150	152	154	155	157	158
300	143	144	146	148	150	151	153
320	137	139	141	143	146	148	150
340	15,0	133	134	137	140	142	144
360	17,3	124	126	129	132	135	137
380	19,6	115	117	121	123	127	130
400	22,0	108	111	115	117	121	123
420	24,4	98	101	104	108	110	114
440	26,7	93	96	99	103	106	110
460	29,0	88	91	94	98	102	106
480	31,4	83	87	91	95	99	103
500	–	78	84	88	92	97	101
520	–	–	81	86	91	95	99,5
540	–	–	79,5	84,5	89	94,2	98,5
550	–	–	79	84	88,5	94	98

Таблица 13.12. **Теплопроводность жидкого этилацетата вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	152	300	143	330	134	360	124
280	149	310	140	340	131		
290	146	320	137	350	128		

Пропилформиат. Теплопроводность жидкого пропилформиата при давлении 0,1 МПа по данным [144, 233, 234] составляет:

T, К	270	290	310	330	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	152	146	141	135	129

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 78{,}3 - 1{,}9 \cdot 10^{-3} T. \qquad (13.12)$$

Погрешность данных примерно равна 3 %.

Теплопроводность паров пропилформиата при давлении 0,1 МПа по данным [234] составляет:

T, К	360	400	440	480	520	560	580
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	17,6	22,6	27,6	32,6	37,6	42,6	45,1

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -27{,}4 + 0{,}125\ T. \qquad (13.13)$$

Погрешность данных примерно равна 5 %.

Теплопроводность жидкого пропилформиата представлена в табл. 13.13.

Таблица 13.13. **Теплопроводность жидкого пропилформиата [234]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	2	5	10	20	30	40
300	148	149	151	154	159	165	170
320	140	141	143	146	152	158	164
340	–	134	136	139	146	152	158
360	–	127	129	132	139	146	150
380	–	120	122	126	133	140	146
400	–	–	116	120	128	135	141
420	–	–	111	115	122	130	137
440	–	–	106	110	118	125	132
460	–	–	102	106	113	121	128
480	–	–	–	101	109	117	124
500	–	–	–	97,8	106	113	120
520	–	–	–	94,6	102	110	117
540	–	–	–	91,9	99,3	107	114
560	–	–	–	–	96,8	104	111
580	–	–	–	–	94,7	102	108
600	–	–	–	–	92,9	99,5	106
620	–	–	–	–	–	–	104

Продолжение табл. 13.13

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	60	80	100	120	140	150
300	179	188	195	202	207	209
320	174	183	191	198	204	207
340	169	178	187	195	201	204
360	164	174	183	191	198	201
380	159	170	179	188	195	198
400	154	165	176	184	192	196
420	150	161	172	181	189	193
440	145	157	168	178	186	190
460	141	153	164	174	183	187
480	137	150	161	170	180	184
500	134	146	157	167	176	180
520	130	142	154	164	173	177
540	127	139	150	160	170	174
560	124	136	147	157	166	171
580	121	132	144	154	163	167
600	118	130	140	150	159	164
620	116	127	137	147	156	160

Формула для расчета теплопроводности жидкого пропилформиата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (13.14)$$

где

$A_0 = 326 - 0{,}778T + 6{,}13 \cdot 10^{-4} T^2$;

$A_1 = -0{,}775 + 6{,}74 \cdot 10^{-3} T - 7{,}14 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = 1{,}39 \cdot 10^{-3} - 1{,}41 \cdot 10^{-5} T + 1{,}71 \cdot 10^{-8} T^2$; p – в МПа.

Погрешность табличных значений равна 5 %.

Бутилбромид. Теплопроводность жидкого бутилбромида вблизи линии насыщения по данным [183, 184, 188, 194] приведена ниже:

T, К	210	220	230	240	250	260	270	280
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	119	117	115	113	111	110	108	106
T, К	290	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	104	102	100	98,2	96,3	94,4	92,5	90,7

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 159 - 0{,}189T. \qquad (13.15)$$

Погрешность табличных данных до 3 %.

Изобутилбромид. Теплопроводность жидкого изобутилбромида вблизи линии насыщения по данным [138] составляет:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	96,5	94,8	93,2	91,5	89,9	88,2	86,5	84,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 143 - 0{,}166\,T. \qquad (13.16)$$

Погрешность табличных данных равна 1,5 %.

Изобутилхлорид. Теплопроводность жидкого изобутилхлорида по данным [223] при температуре 285 К составляет $116 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность оценивается в 5 %.

Бутилиодид. Теплопроводность бутилиодида представлена в табл. 13.14.

Таблица 13.14. **Теплопроводность жидкого бутилиодида вблизи линии насыщенин [183, 184], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	92,1	310	87,1	340	82,2	370	77,2
290	90,5	320	85,5	350	80,5	380	75,5
300	88,8	330	83,8	360	78,8		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 139 - 0{,}166\,T. \qquad (13.17)$$

Погрешность табличных значений равна 1,5 %.

Изобутилиодид. Теплопроводность жидкого изобутилиодида представлена в табл. 13.15.

Таблица 13.15. **Теплопроводность жидкого изобутилиоднда [138], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	85,9	310	81,5	340	77,1	370	72,7
290	84,5	300	80,0	350	75,6		
300	83,0	330	78,6	360	74,1		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 127 - 0{,}147\,T. \qquad (13.18)$$

Погрешность табличных данных равна 1,5 %.

N, N-Диметилацетамид. Теплопроводность жидкого *N, N*-диметилацетамида вблизи линии насыщения по данным [207] составляет:

T, К	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	175	174	172	170	169	168

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 220 - 0{,}15\,T. \qquad (13.19)$$

Погрешность данных равна 3 %.

и-Бутан. В [1] дан обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности н-бутана. В последнее время опубликована статья [103] с результатами опытов при $p = 0{,}2 \div 70$ МПа и $T = 298 \div 602$ К, проведенным методом коаксиальных цилиндров. При этом подробно исследована критическая область (изотермы 428,8; 431.4; 436,0; 454,2; 480,0; 518,2 К).

Таблица 13.16 при повышенных давлениях составлена по данным [103]. Результаты опытов [199] существенно отличаются от данных других исследователей и поэтому нами не учитывались. Значения теплопроводности газообразного н-бутана при p = 0,1 МПа (табл. 13.16) вычислены по уравнению (9.1). Погрешность табличных значений при p = 0,1 МПа равна 2–3 %, а при повышенных давлениях 4 %.

Таблица 13.16. **Рекомендуемые значения теплопроводности н-бутана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	2	5	10	20	30	50	70
280	13,8	115	117	121	126	132	142	–
300	16,1	106	108	113	118	124	135	–
320	18,4	98,3	100	105	111	118	129	–
340	20,8	91,1	93,0	98,8	105	112	123	–
360	23,3	84,2	86,2	92,3	98,8	107	119	129
370	24,5	81,2	83,2	89,4	96,0	104	116	126
380	25,7	78,0	80,1	86,2	93,7	102	114	124
390	27,1	–	77,5	83,3	91,6	99,5	112	122
400	28,4	–	74,8	80,7	89,5	97,5	110	120
410	29,7	–	72,6	78,8	87,5	95,8	108	118
420	31,0	–	–	–	86,5	94,6	106	116
430	32,4	–	–	–	86,0	93,5	105	115
440	33,8	38,3	–	–	85,3	92,5	104	114
450	35,2	39,4	–	72,8	84,6	91,4	103	112
460	36,6	40,3	51,4	71,0	82,8	89,8	102	110
480	39,5	42,2	51,1	68,2	80,1	87,5	100	108
500	42,4	45,0	51,6	65,2	77,6	85,4	99,0	107
520	45,5	47,8	52,1	64,3	76,6	84,0	98,6	106
540	48,6	50,7	53,9	64,4	76,1	83,5	98,2	106
560	51,7	53,5	56,0	65,2	76,5	83,5	97,8	106
580	54,9	56,5	58,7	66,5	77,3	83,9	97,5	106
600	58,0	59,7	61,5	68,0	78,7	84,3	97,2	106

Таблица 13.17. **Теплопроводность жидкого н-бутана при p =0,1 МПа [235], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
140	178	180	161	200	151	240	131
160	172	200	151	220	141	260	121
						270	116

Изобутан (2-метилпропан). Теплопроводность паров изобутана представлена в табл. 13.18, жидкого изобутана при p =0,1 МПа [210] приведена ниже:

T, К	120	140	160	180	200	220	240	250
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	164	153	150	143	135	126	117	113

Погрешность примерно равна 3 %.

Таблица 13.18. Теплопроводность паров изобутана при $p = 0{,}1$ МПа [71, 236, 237], Вт/(м·К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	16,1	380	25,8	460	36,6	540	47,8
320	18,4	400	28,5	480	39,3	560	50,8
340	20,8	420	31,2	500	42,1	580	53,8
360	23,2	440	33,9	520	44,9	600	56,8
						630	61,4

Погрешность равна примерно 3 %.

Теплопроводность изобутана при высоких двавлениях измерена в двух работах – в [199] при $p = 0{,}1 \div 50$ МПа и $T = 193 \div 569$ К, в [237] при $p = 0{,}1 \div 100$ МПа и $T = 298 \div 630$ К. Между результатами этих работ имеются расхождения до 10–12 %. Таблица 13.19 составлена по данным [237]. Погрешность при повышенных давлениях равна 4 %. Так как в [237] в интервале $T = 300 \div 400$ К нет экспериментальных данных, то мы не сочли возможным дать в этой области табличные значения теплопроводности.

Следует отметить, что в [237] приведены результаты подробных измерений теплопроводности изобутана в критической области из изотермах 410,1; 412,4; 416,1; 426,5; 447,3 К.

н-Бутиловый спирт. Теплопроводности жидкого и газообразиого н-бутилового спирта, жидкого н-бутилового спирта и вблизи линии насыщения приведены соответственно в табл. 13.20–13.22.

Таблица 13.19. Теплопроводность изобутаиа [237]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	2,5	5	10	20	50	80	100
300	16,1	92,7	94,4	97,2	103	122	136	144
400	28,5	–	–	71,0	80,0	98,2	112	121
420	31,2	–	–	67,5	77,5	95,4	109	118
440	33,9	37,3	–	–	74,7	93,0	107	116
460	36,6	39,2	46,0	62,4	72,8	91,2	105	114
480	39,3	42,0	46,6	61,0	71,5	90,2	104	113
500	42,1	44,4	47,0	60,2	70,7	89,2	103	112
520	44,9	47,0	49,5	60,4	70,4	88,5	103	111
540	47,8	50,0	52,6	60,5	71,0	88,4	102	110
560	50,8	52,8	55,0	62,4	72,1	88,4	–	–
580	53,8	55,5	57,7	64,3	73,4	89,5	–	–
600	56,8	58,5	60,4	66,6	75,0	90,9	–	–
630	61,4	63,1	65,0	70,0	78,0	94,3	–	–

Таблица 13.20. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразного и-бутилового спирта [154]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	40
290	153	153	154	154	154	154	156	159	166
300	151	151	152	152	152	152	154	157	164
320	147	147	148	148	149	149	151	154	161
340	143	144	144	145	145	146	148	151	159
360	139	139	140	140	141	141	143	147	156
380	136	136	137	138	138	139	141	145	154
400	–	133	134	134	135	135	138	142	150
420	–	130	131	131	132	132	135	140	149
440	27,3	127	128	129	129	129	133	138	147
460	29,8	124	125	125	126	126	130	135	145
480	32,4	–	122	123	124	124	127	133	143
500	34,9	–	117	118	119	120	125	131	141
520	37,4	39,9	–	112	113	115	121	128	139
540	39,9	41,7	44,6	–	–	–	117	125	137
560	42,5	43,6	45,6	49,4	–	–	113	122	134
580	45,0	45,4	46,2	47,6	50,0	54,0	108	118	131

Погрешность составляет 3 %.

Таблица 13.21. **Теплопроводность жидкого и-бутилового спирта [155]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	25	50	100	147	172	196	220
298	153	163	172	188	201	207	212	218
323	147	158	168	184	198	204	210	216
348	142	153	163	181	195	201	207	213
373	137	148	159	177	192	199	204	211
398	–	144	155	173	189	196	202	209
423	–	140	151	170	187	194	200	207
448	–	137	148	167	184	191	198	205

Погрешность составляет 3 %.

Таблица 13.22. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-бутилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	172	280	155	360	140	440	127
220	168	300	151	380	136	460	124
240	163	320	147	400	133	480	121
260	159	340	143	420	130	–	–

Погрешность составляет 2 %

Изобутиловый спирт (бутанол-2). Значения теплопроводности жидкого изобутилового спирта вблизи линии насыщения и жидкого и газообразного изобутилового спирта приведены в табл. 13.23 и 13.24.

Таблица 13.23. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого изобутилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	152	260	140	340	128	420	118
200	149	280	137	360	125	440	115
220	146	300	134	380	122	460	113
240	143	320	130	400	120	470	112

Погрешность равна 2 %.

Таблица 13.24. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразного изобутилового спирта [154]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	40
290	135	135	136	136	136	137	138	141	147
300	134	134	135	135	135	136	137	140	145
320	130	130	131	131	132	132	134	137	143
340	128	128	129	129	130	130	132	133	141
360	125	125	126	126	127	128	131	133	141
380	122	123	123	124	124	125	127	132	140
400	23,5	121	121	122	122	123	125	130	138
420	26,0	119	119	120	120	121	124	129	137
440	28,6	116	117	117	118	119	122	127	136
460	31,2	–	114	115	116	117	120	126	135
480	33,8	37,9	111	112	113	114	118	124	134
500	36,5	40,1	–	–	–	112	116	122	132
520	39,2	42,3	–	–	–	–	114	120	131
540	42,0	44,5	48,2	53,4	–	–	110	118	129
560	44,8	46,8	49,7	53,9	–	–	106	115	127
580	47,4	49,2	51,3	54,6	–	–	100	112	124

Погрешность составляет 3 %.

Третичный бутиловый спирт. Теплопроводность жидкого третичного бутилового спирта вблизи линии насыщения [194, 238, 239] приведена ниже:

T, К	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	112	111	110	110	109	108	108	107	106	106
T, К	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	105	104	104	102	102	102	100	100	100	

Погрешность равна 5 %.

Диэтиловый эфир. Теплопроводность жидкого диэтилового эфира вблизи линии насыщения, приведенная в табл. 13.25, получена с использованием данных [1] и более поздних исследований [240, 241].

Таблица 13.25. **Теплопроводность жидкого диэтилового эфира вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	168	240	153	270	141	300	130
210	164	250	149	280	138	310	125
220	160	260	146	290	134	320	119
230	157						

Погрешность данных составляет 3 %.

Теплопроводность жидкого диэтилового эфира в зависимости от температуры и давления (табл. 13.26) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (13.20)$$

где

$$A_0 = 369{,}8 - 1{,}075\,T + 9{,}499 \cdot 10^{-4}\,T^2;$$

$$A_1 = -1{,}909 + 1{,}200 \cdot 10^{-2}\,T - 1{,}24 \cdot 10^{-5}\,T^2;$$

$$A_2 = 1{,}35 \cdot 10^{-2} - 7{,}66 \cdot 10^{-5}\,T + 7{,}458 \cdot 10^{-8}\,T^2; \quad p \text{ – в МПа.}$$

Расчетная формула для пара диэтилового эфира

$$\lambda \cdot 10^3 = -15{,}7 + 8{,}9 \cdot 10^{-2}\,T + 3{,}51 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (13.21)$$

Погрешность теплопроводности жидкости под давлением составляет до 4 %, теплопроводности пара при давлении 0,1 МПа – около 3 %.

Таблица 13.26. **Теплопроводность диэтилового эфира [240]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
280	143	145	148	152	156	159	162
300	133	136	139	144	148	152	155
320	123	127	130	135	140	144	148
340	18,6	118	122	128	133	138	141
360	20,9	110	114	120	126	131	135
380	23,2	103	107	114	120	125	130
400	25,5	96,4	101	108	114	120	124
420	27,9	90,6	94,9	103	109	115	119
440	30,2	85,5	90,0	97,9	105	110	115
460	32,7	81,2	85,7	93,8	101	106	111
480	35,1	77,6	82,1	90,2	97,1	103	107
500	37,6	74,7	79,2	87,2	94,0	99,6	104
520	–	72,5	76,9	84,8	91,5	96,9	101
540	–	71,1	75,4	83,0	89,4	94,7	98,8
560	–	70,4	74,4	81,8	87,9	92,9	96,8

Моноэтиловый эфир этиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [194, 242] приведена ниже:

T, К	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	190	187	183	180	177	173	170

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 290 - 0{,}334\,T. \qquad (13.22)$$

Погрешность равна 2 %.

Диэтиленгликоль. Таблица 13.27 теплопроводности жидкости составлена на основании данных [229, 242–244].

Таблица 13.27. **Теплопроводность жидкого диэтиленгликоля вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	203	340	210	400	210	460	203
290	204	350	210	410	209	470	202
300	206	360	211	420	208	480	200
310	207	370	211	430	207	490	198
320	208	380	210	440	206	500	196
330	209	390	210	450	205	510	194

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 85{,}7 + 0{,}672\,T - 9{,}045 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (13.23)$$

Погрешность равна 2 %.

Диэтилсульфид. Теплопроводность жидкого диэтилсульфида по данным [233] при 285 К равна $137 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность составляет 4%.

Диэтиламин. Теплопроводность жидкого диэтиламина при 293 К по данным [127] равна $175 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность составляет 3%.

Теплопроводность паров диэтиламина исследована в [139, 243] (табл. 13.28).

Таблица 13.28. **Теплопроводность паров диэтиламина при давлении 0,1 МПа, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
340	18,6	370	22,1	400	25,9	430	30,2
350	19,7	380	23,3	410	27,3	440	31,7
360	20,9	390	24,6	420	28,7		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 7{,}51 - 4{,}32 \cdot 10^{-2}\,T + 2{,}23 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (13.24)$$

Погрешность теплопроводности паров равна 2 %.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_5

Перфтор-н-пентан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при температуре 290 К по данным [214] составляет $65{,}7 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К).

Пиридин. Теплопроводность жидкого пиридина вблизи линии насыщения [128, 144, 245] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	170	168	167	165	163	161	159	157	156

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 202 - 6{,}57 \cdot 10^{-2} T - 1{,}79 \cdot 10^{-4} T^2. \quad (14.1)$$

Погрешность равна 1,5 %.

Фурфуриловый спирт. Теплопроводность жидкого фурфурилового спирта по данным [128] в интервале температур 280–360 К вблизи линии насыщения остается практически постоянной и равной $179 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 3 %.

Пентин-1 (н-пропилацетилен). Теплопроводность жидкого пентина-1 при p = = 0,1 МПа [183] приведена ниже:

T, К	180	200	220	240	260	280	300	320
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	167	160	153	147	140	133	126	119

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 225 - 0{,}31 T - 6{,}02 \cdot 10^{-5} T^2. \quad (14.2)$$

Погрешность равна 2 %.

2-Метилбутадиен-1,3 (изопрен). Теплопроводность жидкости при p = 0,1 МПа [235] приведена ниже:

T, К	160	180	200	220	240	260	280	300
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	172	166	159	152	144	136	127	118

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 205 - 0{,}107 T - 6{,}1 \cdot 10^{-4} T^2. \quad (14.3)$$

Погрешность равна 2 %.

Метилметакрилат. Теплопроводность жидкого метилметакрилата [206, 207] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	153	146	138	130	122

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 247 - 0{,}291 T - 1{,}54 \cdot 10^{-4} T^2. \quad (14.4)$$

Погрешность равна 3 %.

Ацетилацетон (пентадион-2,4). Теплопроводность жидкого ацетилацетона [128, 144] приведена ниже:

T, К	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	153	151	148	144

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 197 - 0{,}14\,T - 1{,}57 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (14.5)$$

Погрешность равна 2 %.

Метилпирролидон. Теплопроводность жидкого метилпирролидона вблизи линии насыщения [203] приведена ниже:

T, К	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	166	164	162	160	158	156

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 226 - 0{,}199\,T. \qquad (14.6)$$

Погрешность равна 3 %

Циклопентан. Теплопроводность жидкого циклопентана приведена в табл. 14.1.

Таблица 14.1. **Теплопроводность жидкого циклопентана [246, 247]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	126	134	142	150	156	162	167	176
320	120	128	137	144	151	157	162	171
340		121	130	138	145	151	158	166
360		115	124	133	140	147	153	162
380		109	119	128	135	142	149	158
400			115	124	131	138	145	155
420			111	120	128	135	142	152
440			107	116	124	132	139	149
450				114	122	130	137	147

Погрешность составляет 4 %.

1,5-Дихлорпентан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [214] приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	107	106	104	102	101

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 154 - 0{,}152\,T. \qquad (14.7)$$

Валериановый альдегид. Таблица 14.2 теплопроводности жидкого валерианового альдегида составлена по данным [183, 184, 228], табл. 14.3 – по данным [228].

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 214 - 0{,}25\,T. \qquad (14.8)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Таблица 14.2. Теплопроводность жидкого налерианового альдегида, Вт/(м·К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	144	310	137	340	129	370	122
290	142	320	134	350	126	380	119
300	139	330	132	360	124		

Таблица 14.3. Теплопроводность валерианового альдегида [228]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	9,9	19,7	29,5	39,3	50
303	138	140	142	145	149	152	156
340	129	131	132	136	140	143	148
375	119	121	123	127	132	136	140
414	36	112	114	118	122	126	136
443	40	106	109	113	117	121	125
470	44	100	103	108	112	116	121
500	49	93	98	101	106	110	114
552	57	88	90	95	100	105	109
584	63	84	87	91	97	102	105
623	70	78	83	87	92	96	101

Погрешность табличных значений составляет 3 %.

Изовалериановый альдегид. Теплопроводность жидкости по данным [228, 248, 249] при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 14.4) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 206 - 0{,}25\,T. \qquad (14.9)$$

Погрешность экспериментальных данных равна 3 %.

Таблица 14.4. Теплопроводность жидкого изовалерианового альдегида при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м·К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	134	310	129	330	124	350	119
300	132	320	126	340	121	360	116

Теплопроводность паров изовалерианового альдегида исследована в [228, 248]. Здесь же приведены значения теплопроводности жидкости (табл. 14.5).

Таблица 14.5. **Теплопроводность изовалерианового альдегида**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	9,9	19,7	29,5	39,3	50
301	131	132	134	138	142	146	149
335	122	124	125	129	133	137	141
362	115	117	119	123	127	131	135
398	27	108	111	115	119	124	128
427	31	101	103	108	112	116	121
455	35	94,5	98,0	102	106	111	116
491	41	89,0	91,0	96,0	100	105	109
525	49	83,0	86,0	91,0	96,0	100	104
558	59	78,0	81,0	85,0	90,0	94,0	99,0

Метил-н-пропилкетон. Теплопроводность жидкого метил-н-пропилкетона вблизи линии насыщения [183, 184, 207] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	147	144	141	138	136	133	130	127	124

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 227 - 0{,}285\,T. \qquad (14.10)$$

Погрешность равна 2 %.

Диэтилкетон. Теплопроводность жидкого диэтилкетона под давлением (табл. 14.6) исследована в интервале давлений 0,1–196 МПа при температуре 303 К [205]. Значения теплопроводности диэтилкетона описываются выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = 142{,}5 + 4{,}465 \cdot 10^{-2}\,p - 1{,}204 \cdot 10^{-5}\,p^2 + 2{,}4 \cdot 10^{-9}\,p^3. \qquad (14.11)$$

Таблица 14.6. **Теплопроводность жидкого диэтилкетона при $T = 303$ К, Вт/(м·К)**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	143	20	151	60	165	100	178
10	147	40	159	80	172	150	190
						200	203

Теплопроводность жидкого диэтилкетона при давлении 0,1 МПа [194, 251] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	149	146	143	140	137	134	131	128	126	123

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 231 - 0{,}292\,T. \qquad (14.12)$$

Погрешность табличных значений равна 3 %.

Метилбутират. Теплопроводность жидкого метилбутирата [223, 230] при температуре 300 К равна 140 Вт/(м·К). Погрешность составляет 4 %.

Этилпропионат. Теплопроводность жидкого этилпропионата вблизи линии насыщения [194] приведена ниже:

T, К	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	134	129	125	120

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 283 - 0{,}465\,T. \qquad (14.13)$$

Погрешность равна 3 %.

Бутилформиат. Таблица 14.7 теплопроводности жидкого бутилформиата основана на данных [204, 252].

Формула для расчета теплопроводности жидкости имеет вид

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (14.14)$$

где

$$A_0 = 229 - 0{,}361\,T + 1{,}67 \cdot 10^{-4}\,T^2;$$

$$A_1 = 0{,}443 + 5{,}092 \cdot 10^{-2}\,T;$$

$$A_2 = -1{,}09 \cdot 10^{-3} + 6{,}8 \cdot 10^{-7}\,T; \quad p \text{ — в МПа.}$$

Погрешность табличных данных равна 3 %.

Таблица 14.7. **Теплопроводность жидкого бутилформиата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа									
	0,1	2	4	6	8	10	20	30	40	50
300	136	137	138	139	140	142	147	153	158	163
320	131	132	133	134	135	137	142	148	153	159
340	126	127	128	129	130	132	138	143	149	154
360	121	122	123	124	126	127	133	139	144	150
380	–	–	118	120	121	122	128	134	140	146
400	–	–	114	115	116	118	124	130	136	142
420	–	–	–	–	–	113	120	126	132	138
440	–	–	–	–	–	109	116	122	128	134
460	–	–	–	–	–	105	112	118	124	130
480	–	–	–	–	–	101	108	114	120	127
500	–	–	–	–	–	97,1	104	110	117	123
520	–	–	–	–	–	–	100	107	114	120
540	–	–	–	–	–	–	96,8	104	110	117
560	–	–	–	–	–	–	93,5	100	107	114
580	–	–	–	–	–	–	90,3	97,3	104	111
600	–	–	–	–	–	–	87,2	94,4	101	108
620	–	–	–	–	–	–	84,3	91,5	98,6	106

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа									
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
300	168	173	178	182	186	190	194	198	202	205
320	164	169	174	178	182	187	191	195	198	202
340	159	164	169	174	178	183	187	191	195	199
360	155	160	165	170	175	179	184	188	192	196
380	151	156	162	166	171	176	180	185	189	193
400	147	153	158	163	168	172	177	182	186	190
420	143	149	154	159	164	169	174	179	183	187
440	139	145	151	156	161	166	171	176	180	185
460	136	142	148	153	158	164	168	173	178	182
480	133	139	144	150	155	161	166	171	176	180
500	129	135	141	147	152	158	163	168	173	178
520	126	132	138	144	150	155	161	166	171	176
540	123	130	136	142	147	153	158	164	169	174
560	120	127	133	139	145	151	156	162	167	172
580	118	124	130	137	143	149	154	160	166	171
600	115	122	128	134	140	147	152	158	164	169
620	112	119	126	132	138	145	151	157	162	168

Пропилацетат. Теплопроводность жидкого пропилацетата вблизи линии насыщения [144] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	144	142	140	138	135	133	131	129	127	125

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 202 - 1{,}5 \cdot 10^{-3} T. \qquad (14.15)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Валериановая кислота. Теплопроводность жидкой валериановой кислоты вблизи линии насыщения представлена в табл. 14.8.

Таблица 14.8. **Теплопроводность жидкой валериановой кислоты вблизи линии насыщения [184, 201], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	140	340	134	380	129	420	124
300	139	350	133	390	128	430	123
310	138	360	132	400	127	440	122
320	137	370	130	410	125	450	120
330	135						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 177 - 0{,}125 T. \qquad (14.16)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Изовалериановая кислота. Теплопроводность жидкой изовалериановой кислоты по данным [223] равна $130 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К). Погрешность составляет 4%.

Пентан-1,5-диол. Теплопроводность жидкости в интервале 270–370 К по данным [214] описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 210 + 0{,}04\,T. \qquad (14.17)$$

н-Амилбромид. Теплопроводность н-амилбромида вблизи линии насыщения (табл. 14.9) основана на данных [183, 184, 188, 194].

Таблица 14.9. **Теплопроводность бромистого жидкого н-амила вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
220	118	270	110	310	103	350	96
230	116	280	108	320	101	360	95
240	114	290	106	330	100	370	93
250	113	300	105	340	98	380	91
260	111						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 152{,}2 - 0{,}1529\,T - 1{,}88 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (14.18)$$

Погрешность табличных значений составляет от 1 % при температурах 300–350 К до 3 % при остальных значениях.

н-Амилхлорид. Теплопроводность жидкого н-амилхлорида [183, 184] приведена ниже:

T, К	270	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	126	124	122	119	117	115	113	111	109

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 188 - 0{,}242\,T + 4{,}62 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (14.19)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

н-Амилиодид. Теплопроводность н-амилиодида представлена в табл. 14.10.

Таблица 14.10. **Теплопроводность жидкого-н-амилиодида вблизи линии насыщения [183, 184], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	94,6	320	88,3	360	82,1	390	77,5
290	93,0	330	86,8	370	80,6	400	76,0
300	91,5	340	85,2	380	79,0	410	74,5
310	89,9	350	83,6				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 142 - 0{,}176\,T + 3{,}01 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (14.20)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Иодистый изоамил. Теплопроводность жидкого иодистого изоамила вблизи линии насыщения (табл. 14.11) составлена по данным [183, 184].

Таблица 14.11. **Теплопроводность жидкого иодистого изоамила вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	88,4	310	84,1	340	80,0	370	76,1
290	87,0	320	82,7	350	78,7	380	74,9
300	85,5	330	81,4	360	77,4	390	73,7

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 138 - 0{,}208\,T + 1{,}1 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (14.21)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Изоамилнитрит. Теплопроводность жидкого изоамилнитрита вблизи линии насыщения [144] приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	118	116	114	112	110	109

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 260 - 0{,}748\,T + 8{,}929 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (14.21а)$$

Погрешность данных составляет 2 %.

н-Пентан. В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1976 г. по исследованию теплопроводности н-пентана. Позднее были выполнены измерения в работах [253] при $T = 174 \div 287$ К и $p = 0{,}1 \div 50$ МПа, в [9] при $T = 293 \div 423$ К и $p = p_s$, в [254] при $T = 252 \div 389$ К и $p = 0{,}1 \div 1038$ МПа.

Таблица 14.12 составлена на основе обобщения, выполненного в [1], при этом зависимость теплопроводности от давления в области $T < 300$ К принята по данным [253]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3 %, а при повышенных давлениях 4–5 %.

Значения теплопроводности газообразного н-пентана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 14.12) определены по уравнению (9.1).

В [9, 254] применен метод периодического нагрева и получены сведения о молекулярной теплопроводности (табл. 14.13).

Таблица 14.12. **Теплопроводность н-пентана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	0,1	5	10	20	30	40	50	60
160	165	166	167	170	173	175	177	
180	158	159	161	164	167	170	172	
200	150	152	154	157	160	163	166	
220	143	145	147	151	154	157	161	
240	136	138	140	145	149	152	156	
260	128	131	133	138	143	146	151	
280	120	123	126	132	137	141	145	

Продолжение табл. 14.12

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	0,1	5	10	20	30	40	50	60
300	112	116	120	126	131	135	139	144
320	16,6	109	113	118	124	128	132	138
340	18,8	103	106	112	118	122	126	132
360	21,1	97,2	101	107	112	117	121	127
380	23,5	92,0	95,6	102	107	112	117	123
400	26,0	87,3	91,0	97,6	103	108	113	119
420	28,5	82,9	86,9	94,0	99,5	105	110	115
440	31,1	78,9	83,0	90,3	96,4	101	106	112
460	33,8	75,2	79,7	87,5	93,7	98,6	104	109
T, К	80	100	120	140	160	180	200	220
300	152	160	168	174	180	186	192	197
320	147	155	162	168	175	180	186	192
340	142	150	156	163	169	175	181	187
360	137	145	152	158	164	170	177	183
380	132	140	147	154	160	166	172	179
400	128	136	143	150	155	162	168	175
420	124	132	139	146	152	158	164	171
440	121	129	136	142	148	154	161	168
460	118	126	133	139	145	151	158	164

Таблица 14.13. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-пентана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
		50	100	150	200	300	400
260	126	148	166	180	193	214	231
280	118	141	160	176	189	211	229
300	110	134	154	171	184	207	226
320	102	126	149	166	180	204	224
340	94,5	118	143	161	176	201	221
360	87,7	110	137	156	172	198	219
380	81,4	101	131	152	168	195	216
400	75,7	91,2	125	147	164	191	213
420	70,5						
T, К	500	600	700	800	900	950	
260	246	260	272	283			
280	245	259	271	283	294	299	
300	243	258	271	283	295	301	
320	241	256	270	283	295	301	
340	239	255	269	283	295	301	
360	237	253	268	282	294	300	
380	235	251	266	280	293	299	
400	232	249	264	278	291	298	

Погрешность табличных данных при p = 0,1 МПа равна 1–2 %, а при повышенных давлениях 3 %.

Теплопроводность жидкого н-пентана с заходом в область метастабильных состояний [225] представлена в табл. 14.14.

Изопентан (2-метилбутан). По данным [224, 249] теплопроводность жидкого изопентана равна 0,117 Вт/(м·К) при T = 280 К и 0,111 Вт/(м·К) при 300 К.

Теплопроводность газообразного изопентана при $p \leqslant 0{,}1$ МПа исследована в [71, 236, 256].

В [256] использован относительный метод нагретой проволоки и установка градуирована по воздуху. При составлении табл. 14.15 для корректировки данных [256] нами принята теплопроводность воздуха 0,241 Вт/(м·К) при T = 273 К.

Таблица 14.14. **Теплопроводность жидкого н-пентана с заходом в область метастабильных состояний [255]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа	
	0,1	0,04
303	114	114
313	111	111
323	108	108
333	105	105

Таблица 14.15. **Теплопроводность газообразного изопентана при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	12,6	360	20,9	420	27,8
300	14,6	380	23,1	440	30,3
320	16,7	400	25,4	460	33,0
340	18,8				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -26{,}8 + 0{,}212\,T - 3{,}741 \cdot 10^{-4}\,T^2 + 4{,}25 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (14.22)$$

2,2-диметилпропан (неопентан). Теплопроводность газообразного неопентана измерена [236] при двух температурах: 0,183 Вт/(м·К) при T = 323 К и 0,236 Вт/(м·К) при 473 К.

н-Амиловый спирт (пентанол-1). Значения теплопроводности жидкого н-амилового спирта на линии насыщения и жидкого и газообразного н-амилового спирта представлены в табл. 14.16 и 14.17.

Таблица 14.16. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-амилового спирта на линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	168	220	165	240	162	260	158
280	154	340	142	400	131	460	122
300	150	360	135	420	128	480	118
320	146	380	135	440	125	500	115

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 211 - 0{,}223\,T + 6{,}11\,T^2. \qquad (14.23)$$

Погрешность равна 3 %.

Таблица 14.17. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого и газообразного н-амилового спирта [154]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	1	2	3	4	5	10	20	40
290	152	152	153	153	153	154	156	158	164
300	150	150	151	151	151	152	154	156	162
320	146	146	147	147	147	147	149	152	158
340	142	142	143	143	143	143	145	148	155
360	138	138	139	139	139	139	141	144	151
380	135	135	136	136	136	136	138	141	148
400	131	131	132	132	132	132	135	138	145
420	23,6	128	128	129	129	129	131	135	142
440	25,7	125	125	126	126	126	128	132	140
460	27,8	122	123	123	123	124	126	129	137
480	30,2	119	120	120	120	121	123	127	135
500	32,6	115	116	117	117	118	120	124	132
520	35,2	–	113	113	114	114	117	122	130
540	38,0	–	–	–	110	110	114	119	128
560	40,8	–	–	–	105	106	110	116	125
580	44,0	46,3	49,7	–	–	–	106	113	123
600	47,2	49,5	52,5	56,1	61,1	–	102	109	120
610	48,8	51,2	54,0	57,1	61,0	–	99	107	119

Погрешность равна 3,5 %.

Изоамиловый спирт. Значения теплопроводности жидкого изоамилового спирта вблизи линии насыщения и жидкого изоамилового спирта приведены в табл. 14.18 и 14.19.

Таблица 14.18. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого изоамилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
160	152	260	140	360	126	460	108
180	150	280	137	380	122	480	104
200	148	300	134	400	118	500	100
220	146	320	132	420	115	520	97
240	143	340	128	440	111	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 166{,}7 - 7{,}013 \cdot 10^{-2}\,T - 1{,}255 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (14.24)$$

Погрешность равна 2 %.

Таблица 14.19. **Теплопроводность жидкого изоамилового спирта [257]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	10	20	30	40
300	134	137	140	143	145
350	127	130	133	136	140
400	118	122	126	130	134
450	109	115	119	124	128
500	100	107	112	117	122
525	96	103	109	114	119

Погрешность составляет 3 %.

Третичный амиловый спирт. Значения теплопроводности жидкого третичного амилового спирта на линии насыщения приведены в табл. 14.20.

Таблица 14.20. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого третичного амилового спирта на линии насыщения [1], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	118	320	113	350	110
320	116	340	111	360	108

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 153 - 0{,}125\,T. \qquad (14.25)$$

Погрешность рекомендуемых значений теплопроводности составляет 2 %.

Монометиловый эфир диэтиленгликоля. Теплопроводность жидкого монометилового эфира диэтиленгликоля вблизи линии насыщения по данным [242] составляет:

T, К	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	190	188	186	184	182	180	178

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 250 - 0{,}2\,T. \qquad (14.26)$$

Погрешность данных равна 3 %.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_6

Перфторбензол (гексафторбензол). Теплопроводность жидкого перфторбензола при $T = 323$ К по данным [206] равна 0,083 Вт/(м · К).

Перфторциклогексан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [242] в интервале температур 250–320 К описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 67{,}5 - 0{,}016\,T. \qquad (15.1)$$

Перфтор-н-гексан. Теплопроводность жидкости в интервале $T = 273 \div 318$ К по данным [214] описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 84{,}5 - 0{,}064\,T. \qquad (15.2)$$

Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	183	193	213	233	253	273	293	313	328
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	77,9	76,2	72,8	69,5	66,1	62,7	59,3	55,9	53,4

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 109 - 0{,}169\,T. \qquad (15.3)$$

1, 2, 3, 4-Тетрахлорбензол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [259] приведена ниже:

T, К	320	340	360	380	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	104	102	100	98,8	97,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 132 - 0{,}088\,T. \qquad (15.4)$$

Погрешность равна 2 %.

1,2,4,5-Тетрахлорбензол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [259] приведена ниже:

T, К	410	420	430	440	450	460
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	102	101	99,2	97,8	96,4	95,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 159 - 0{,}14\,T. \qquad (15.5)$$

Погрешность данных равна 2 %.

1,2,3-Трихлорбензол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [259] приведена ниже:

T, К	210	250	290	330	370	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	119	116	113	110	107	105

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 134 - 0{,}075\,T. \qquad (15.6)$$

1,2,4-Трихлорбензол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [127, 259, 260] приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	113	112	110	109	108	106	105

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 152 - 0{,}133\,T. \qquad (15.7)$$

1,2,5-Трихлорбензол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [259] приведена ниже:

T, К	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	111	110	108	106

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 171 - 0{,}175\,T. \qquad (15.8)$$

Трифторбензол. По данным [260] теплопроводность жидкости вблизи линии асыщения при 293 К составляет 0,103 Вт/(м·К). Погрешность равна 3 %.

1,4-Дибромбензол. По данным [128] теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 360 К составляет $124 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К). Погрешность равна 2%.

1,3-Дихлорбензол. Теплопроводность жидкого 1,3-дихлорбензола [127, 259] приведена ниже:

T, К	250	270	290	310	330	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	124	121	118	114	111	108

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 161 - 0{,}151\,T. \qquad (15.9)$$

1,2-Дихлорбензол. Теплопроводность жидкого 1,2-дихлорбензола [127, 259] приведена ниже:

T, К	260	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	127	124	120	117	114	110

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 170 - 0{,}164\,T. \qquad (15.10)$$

1,4-Дихлорбензол. Теплопроводность жидкого 1,4-дихлорбензола [259] приведена ниже:

T, К	210	230	250	270	290	310	330	350	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	126	123	120	118	115	112	109	107	104

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 155 - 0{,}137\,T. \qquad (15.11)$$

Бромбензол. Таблица 15.1 составлена на основании данных [144, 169, 183, 261, 262].

Таблица 15.1. **Теплопроводность жидкого бромбензола вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	118	300	111	340	105	380	98,0
270	116	310	109	350	103	390	96,4
280	114	320	108	360	101	400	94,8
290	113	330	106	370	100	410	93,1
						420	91,5

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 158 - 0{,}153\,T - 1{,}36 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (15.12)$$

Погрешность табличных значений равна 2 %.

Хлорбензол. Значения теплопроводности хлорбензола (табл. 15.2) получены с использованием данных [131, 144, 169, 183, 262] табл. 15.3 – с использованием [263].

Таблица 15.2. **Теплопроводность жидкого хлорбензола вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
240	138	290	129	330	121	370	113
250	136	300	127	340	119	380	111
260	134	310	125	350	117	390	109
270	133	320	123	360	115	400	108
280	131						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 181 - 0{,}171\,T - 3{,}1 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (15.13)$$

Погрешность равна 1 %.

Таблица 15.3. **Теплопроводность хлорбензола [263]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	4,9	9,8	19,6	29,4	39,2	50
289	130	134	137	142	145	148	150
333	122	126	129	132	136	139	141
374	113	117	120	124	127	131	134
413	105	108	111	115	120	124	128
458	27	102	104	109	114	118	121
498	34	96	99	105	109	113	117
549	42	92	95	102	106	110	114
602	48	91	93	99	105	109	112

Погрешность при повышенных давлениях составляет 2,5 %.

Фторбензол. Теплопроводность жидкого фторбензола вблизи линии насыщения [131, 144] приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	137	135	133	131	129	127

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 199 - 0{,}211\,T. \qquad (15.14)$$

Погрешность равна 2 %.

Иодбензол. Теплопроводность приведена в табл. 15.4.

Таблица 15.4. **Теплопроводность жидкого нодбензола вблизи линии насыщения [131, 144, 169], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	105	300	100	340	95,6
270	104	310	99,0	350	94,4
280	103	320	97,9	360	93,2
290	101	330	96,7		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 135{,}1 - 0{,}116\,T. \qquad (15.15)$$

Погрешность составляет 1,5 %.

Нитробензол. Таблица 15.5 теплопроводности жидкого нитробензола составлена на основании данных работ [131, 133, 144, 185, 264].

Таблица 15.5. **Теплопроводность жидкого нитробензола вблизи линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	151	310	147	340	143	370	139
290	150	320	146	350	142	380	138
300	149	330	145	360	141	390	137

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191{,}1 - 0{,}150\,T + 2{,}75 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (15.16)$$

Погрешность равна 1,5 %.

о-Хлорфенол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К по данным [27] равна 0,141 Вт/(м·К). Погрешность составляет около 4 %.

м-Хлоранилин. Теплопроводность жидкого м-хлоранилина вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [127] равна 0,49 Вт/(м·К). Погрешность составляет 3 %.

Бензол. В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1976 г. по исследованию теплопроводности бензола. Позднее измерения выполнены в трех работах: в [265] при p = 0,1÷100 МПа и T = 303÷673 К, в [6] при p = 0,1 МПа и T = 298÷348 К, в [266] при p = 1,6÷332 МПа и T = 310÷360 К.

Таблица 15.6 составлена на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных данных составляет 1 % при T = 290÷350 К и 2 % при 360–450 К.

Таблица 15.6. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого бензола на линии насыщения, Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	148	340	131,5	380	119,5	420	108
300	143	350	128,5	390	116,5	430	105
310	140,5	360	125,5	400	113,5	440	102
320	137,5	370	122,5	410	110,5	450	99
330	134,5						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 256 - 0{,}421T + 1{,}61 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.17$$

Зависимость теплопроводности жидкого бензола от давления исследовал в [265, 267–269]. Результаты их согласуются удовлетворительно (расхождени в большинстве случаев не превышают 2–4 %). Возможная погрешность рекоме дуемых значений (табл. 15.7) при давлениях до 30 МПа не превышает 3–4 %, а при более высоких давлениях 5 %.

Таблица 15.8 составлена по результатам обобщения [1], в которой при повышенных давлениях использованы данные [269, 270]. Погрешность табличных значений при p =0,1 МПа составляет 2 %, а при $p > 0{,}1$ МПа 3–4 %.

Молекулярная теплопроводность жидкого бензола (табл. 15.9) измерена методом нагреваемой проволоки [6, 266]. Погрешность табличных данных при p = 0,1 МПа равна 1–2 %, а при повышенных давлениях 3 %.

Таблица 15.7. Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого бензола

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	10	20	30	40	50	60
300	143	147	151	155	158	161	164
320	137	141	146	150	153	156	159
340	131	135	140	144	147	150	153
360	–	128	134	138	141	144	148
380	–	122	128	132	135	139	143
400	–	116	122	126	130	134	138
420	–	111	116	121	125	129	133
440	–	106	111	116	121	126	130
460	–	101	107	112	117	122	126
480	–	97	103	108	113	118	123
500	–	92	99	105	110	115	120
520	–	88	96	102	108	113	118
540	–	85	94	100	106	111	116
560	–	81	92	98	104	109	114
580	–	78	90	97	103	108	112
600	–	74	88	95	101	106	111
620	–	73	87	94	100	105	109
640	–	71	86	93	99	104	108
660	–	70	86	92	98	104	108
680	–	69	85	91	97	103	108

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	70	80	90	100	120	150
300	167	171	174	176	–	–
320	162	166	169	172	–	–
340	157	161	164	167	173	181
360	152	156	160	163	170	177
380	148	152	156	159	166	173
400	143	148	152	155	162	170

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	70	80	90	100	120	150
420	138	143	147	150	158	167
440	134	139	142	146	154	163
460	131	135	138	142	–	–
480	128	132	135	138	–	–
500	125	129	132	135	–	–
520	122	125	129	132	–	–
540	119	122	126	129	–	–
560	117	120	123	126	–	–
580	115	118	121	124	–	–
600	114	116	119	122	–	–
620	112	115	118	120	–	–
640	112	114	117	119	–	–
660	112	114	117	119	–	–
680	112	114	117	119	–	–

Таблица 15.8. **Теплопроводность паров бензола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	1	2	3	4
360	15,7	–	–	–	–
380	17,7	–	–	–	–
400	19,7	–	–	–	–
420	21,7	–	–	–	–
440	23,8	–	–	–	–
460	25,9	–	–	–	–
480	28,0	29,5	–	–	–
500	30,2	31,6	34,7	–	–
520	32,2	33,6	35,7	–	–
540	34,4	35,8	37,4	42,6	–
560	36,6	38,0	39,5	43,2	48,4
580	38,8	40,2	41,5	44,0	48,6
600	41,0	42,4	43,7	45,4	49,4
620	43,2	44,6	45,8	47,2	50,6
640	45,5	46,9	48,0	49,2	–
660	47,8	49,2	50,2	51,2	–

Таблица 15.9. **Молекулярная теплопроводность жидкого бензола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	10	20	30	40	50	60
300	139	143	147	151	154	157	160
320	133	137	141	145	149	152	155
340	126	131	135	139	143	147	150
360	–	125	129	133	137	141	145

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	80	100	150	200	250	300
300	165	170	–	–	–	–
320	160	166	178	–	–	–
340	156	162	174	185	195	205
360	151	157	170	181	191	200

о-Хлоранилин. Теплопроводность жидкого о-хлоранилина вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [126] равна 0,148 Вт/(м·К). Погрешность составляет 3 %.

Фенол. Теплопроводность жидкого фенола вблизи линии насыщения [144, 227] приведена ниже:

T, К	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	153	152	150	149	148

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 195 - 0{,}13\,T. \qquad (15.18)$$

Погрешность данных составляет 3 %.

Анилин. Теплопроводность жидкого анилина вблизи линии насыщения [131, 185, 261, 271] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	174	173	171	170	168	167	165

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 4{,}48 \cdot 10^{-2}\,T - 4{,}96 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (15.19)$$

Погрешность равна 1,5 %.

Адиподинитрил. Теплопроводность жидкого адиподинитрила вблизи линии насыщения по данным [207] составляет:

T, К	300	310	320	330
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	174	171	169	167

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 239 - 0{,}209\,T - 3{,}37 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (15.20)$$

Погрешность данных равна 3 %.

Гексин-1 (н-бутилацетилен). Теплопроводность жидкого гексина-1 при p = = 0,1 МПа [183] приведена ниже:

T, К	270	280	300	320	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	136	133	127	121	116

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 258 - 0{,}579\,T + 4{,}78 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (15.21)$$

Погрешность табличных данных составляет 2 –3 %.

Циклогексан. Теплопроводность жидкого циклогексана представлена в табл. 15.10.

Таблица 15.10. **Теплопроводность жидкого циклогексана [127, 246, 247]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	127	134	141	147	152	157	161	167
320	122	129	136	142	147	152	157	163
340	116	124	131	137	143	148	153	160
360		119	127	133	139	145	150	157
380		114	122	129	135	141	147	154
400		109	117	124	131	137	143	151
420		104	113	121	128	134	140	148
440		100	110	118	125	131	137	145
450		98	107	116	123	129	135	143

Погрешность равна 4%.

Диаллиловый эфир. Теплопроводность диаллилового эфира приведена в табл. 15.11.

Таблица 15.11. **Теплопроводность диаллилового эфира [272, 273]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	1	5	10	20	30	40	50
280	159	171	172	173	176	180	185	190
300	153	162	163	165	169	173	178	184
320	145	153	155	157	161	166	171	177
340	137	145	147	149	154	160	165	171
360	125	138	104	142	148	153	159	165
380	13,5	130	133	136	142	148	154	160
400	15,8	124	126	130	136	142	148	154
420	18,3	117	120	124	130	137	143	149
440	20,9	112	115	118	126	132	139	145
460	23,7	106	110	114	121	128	135	141
480	26,7	102	105	109	117	124	131	137
500	29,8	97,4	101	105	113	121	127	133
520	33,1	93,6	97,3	102	110	117	124	130
540	36,5	90,3	94,1	98,6	107	115	119	127

Продолжение табл. 15.11

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	1	5	10	20	30	40	50
560	–	–	91,4	96,0	104	112	117	125
580	–	–	89,1	93,8	102	110	115	123
600	–	–	–	92,0	1,1	108	114	121
620	–	–	–	90,7	99,4	107	113	119
640	–	–	–	89,9	98,6	106	112	118
660	–	–	–	89,5	98,1	106	112	117
680	–	–	–	89,5	98,1	105	112	116

Погрешность табличных значений составляет 4%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого диаллилового эфира (табл. 15.11)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (15.22)$$

где

$$A_0 = 353 - 0{,}822T + 6{,}18 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1 = -1{,}67 + 8{,}41 \cdot 10^{-3} T - 6{,}58 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = 2{,}15 \cdot 10^{-2} - 7{,}66 \cdot 10^{-5} T + 5{,}41 \cdot 10^{-8} T^2; \quad p - \text{в МПа}.$$

Формула для расчета теплопроводности паров диаллилового эфира при давлении 0,1 МПа для интервала температур 380–540 К

$$\lambda \cdot 10^3 = -1{,}67 - 0{,}334 \cdot 10^{-1} T + 1{,}93 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.23)$$

Циклогексанон. Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого циклогексанона вблизи линии насыщения (табл. 15.12) получены по данным [127, 144, 194].

Таблица 15.12. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого циклогексанона вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	139	310	136	330	133	350	130
300	138	320	135	340	131	360	128

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 186{,}7 - 0{,}1617T - 4 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (15.24)$$

Погрешность данных составляет до 1,5%.

Ацетоуксусный эфир. Теплопроводность жидкого ацетоуксусного эфира вблизи линии насыщения по данным [128, 144] составляет:

T, К	290	310	330	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	157	154	151	148	146

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 200 - 0{,}15T. \qquad (15.25)$$

Погрешность данных равна 2%.

Диэтилоксалат. Теплопроводность жидкого диэтилоксалата вблизи линии насыщения при $T = 293$ К по данным [127] составляет 0,157 Вт/(м · К). Погрешность данного значения равна 3 %.

Гексен-1. Теплопроводность жидкого гексена-1 приведена в табл. 15.13 и 15.14.

Таблица 15.13. **Теплопроводность жидкого гексена-1 при p = 0,1 МПа [183, 235, 274], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
160	165	220	147	280	127
180	161	240	140	300	121
200	154	260	134	320	114

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 167 + 0{,}326T - 2{,}681T^2 + 3{,}58 \cdot 10^{-6}T^3. \qquad (15.26)$$

Погрешность равна 2–3%.

Таблица 15.14. **Теплопроводность гексена-1 [274]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	01	2	5	10	15	20	30	40	50
280	127	128	129	130	132	134	136	140	142
300	121	122	123	124	126	128	130	134	137
320	114	116	117	118	120	122	125	129	132
340	–	110	111	113	115	117	121	125	128
360	18,4	105	107	109	111	113	117	121	124
380	20,8	100	102	104	107	100	114	118	121
400	23,0	95,4	97,5	100	104	106	110	115	118
420	25,2	90,5	93,1	96,4	100	103	107	112	116
440	27,5	86,0	88,7	92,8	97,2	100	105	110	113
460	30,0	81,1	84,2	89,4	94,2	98,0	102	107	111
480	32,2	–	80,0	86,0	91,4	95,3	100	105	109
500	34,6	–	–	82,6	88,6	92,8	97,7	103	107
520	37,0	40,0	–	79,2	86,0	90,4	95,5	101	105
540	39,5	42,0	59,4	76,4	83,6	88,0	93,4	99,0	103
560	42,1	44,4	55,5	71,5	80,9	85,5	91,3	97,0	102
580	44,8	46,7	55,1	70,8	78,5	83,2	89,2	95,0	100
600	47,6	49,3	55,6	68,0	76,0	80,8	87,2	93,0	98,1
620	50,4	52,1	57,2	65,4	73,6	78,4	85,2	91,4	96,5

Погрешность при p = 0,1 МПа равна 2–3%, а при повышенных давлениях 5%.

Гексен-2. По данным [194] теплопроводность жидкого гексена-2 λ = = 0,112 Вт/(м · К) при T = 310,9 К.

Циклогексан. В [1] дан обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности циклогексана. В табл. 15.15 приведен перечень новых работ.

Таблица 15.15. **Новые работы по теплопроводности циклогексана**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1976	Ильин, Салохин, Спирин	[4]	293–343	0,1
1980	Нефедов	[8]	300–620	4,8–30
1981	Шахвердиев	[275]	296–630	0,1–50
1981	Григорьев, Ишханов	[246]	298–455	0,1–145
1982	Кашиваги и др.	[6]	298–333	0,1
1984	Ли, Майтланд, Вакехам	[266]	309–361	5,3–145

Результаты измерений [8, 246, 266] хорошо согласуются между собой. Данные [275] для жидкого циклогексана существенно (до 10–16% при $T > 450$ К) отклоняются от этих данных, поэтому они не учитывались при подготовке табл. 15.17 и 15.18. Теплопроводность газообразного циклогексана при p = 0,1 МПа (табл. 15.16) измерена в [256, 275], причем единственная точка [256] при T = 375 К расположена на 4% ниже результатов [275].

Таблица 15.16. **Теплопроводность газообразного циклогексана при p = 0,1 МПа [275], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
380	19,0	460	29,7	540	41,0	620	52,5
400	21,6	480	32,5	560	43,9	630	53,9
420	24,2	500	35,3	580	46,8		
440	26,9	520	38,1	600	49,6		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -6{,}54 - 1{,}725T + 2{,}871 \cdot 10^{-4}T^2 - 0{,}17 \cdot 10^{-6}T^3. \qquad (15.27)$$

Погрешность равна 5%.

Таблица 15.17. **Молекулярная теплопроводность циклогексана [4, 8, 266]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	5	10	20	30
300	116	120	122	126	130
320	109	114	116	120	124
340	103	108,5	110,5	114,5	118
360		103,5	105,5	109,5	113,5

Продолжение табл. 15.17

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	5	10	20	30
380		99	101	104,5	108,5
400		94	96,5	100,5	104,5
420		89,5	92	97	101
440		85,5	88,5	93,5	98
460		82	85	90	95
480		78,5	82	87,5	92,5
500		76	79,5	84,5	91
520		74	77	83	89
540		72	75	81,5	87,5
560		–	74	80	86
580		–	73	79	85
600		–	–	78	84
620		60	–	78	83,5

Погрешность равна 5%.

Таблица 15.18. **Теплопроводность циклогексана при высоких давлениях [246]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	40	60	80	100	120	140
300	130	–	–	–	–	–
320	126	133	–	–	–	–
340	122	129	135	140	145	–
360	118	125	131	131	142	147
380	114	121	127	133	139	144
400	110	118	124	130	136	141
420	107	115	121	127	133	138
440	–	112	118	124	130	135
450	–	110	117	123	129	133

Погрешность равна 5%.

Метилциклопентан. По данным [247] теплопроводность жидкого метилциклопентана $\lambda = 0{,}105$ Вт/(м · К) при $T = 310$ К и 0,098 Вт/(м · К) при 330 К.

Метилбутилкетон. Теплопроводность жидкого метилбутилкетона (табл. 15.19) составлена на основании данных [212].

Расчетная формула для теплопроводности метилбутилкетона

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (15.28)$$

где

$$A_0 = 334 - 0{,}829T + 6{,}49 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1 = 1{,}551 - 5{,}65 \cdot 10^{-3} T + 7{,}24 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = -3{,}22 \cdot 10^{-2} + 1{,}511 \cdot 10^{-4} T - 1{,}68 \cdot 10^{-7} T^2;$$ p – в МПа.

Погрешность расчетных значений равна 3%.

Таблица 15.19. **Теплопроводность метилбутилкетона**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	1	5	10	15	20
280	153	153	155	158	160	162
300	144	144	146	148	151	153
320	135	136	137	140	142	144
340	127	127	129	132	134	136
360	120	120	122	124	126	129
380	113	113	115	117	120	122
400	106	107	108	111	113	116
420	100	101	102	105	107	110
440	94,8	95,2	97,1	99,6	102	105
460	26,8	90,4	92,3	94,9	97,5	100
480	28,9	86,0	88,1	90,7	93,5	96,3
500	31,0	82,2	84,4	87,1	90,0	92,9
520	33,1	78,9	81,2	84,1	87,1	90,1
540	35,3	76,1	78,6	81,6	84,7	87,9
560	37,4	73,9	76,5	79,7	83,0	86,2
580	39,6	72,1	74,9	78,4	81,8	85,2
600	41,8	70,9	73,9	77,6	81,2	84,7
620	44,0	70,2	73,5	77,4	81,2	84,8
640	46,2	70,1	73,6	77,8	81,7	85,5
660	48,5	70,5	74,2	78,7	82,9	86,7

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
280	164	166	168	169	170	172
300	155	157	159	161	162	164
320	146	149	151	153	155	157
340	138	141	143	145	148	150
360	131	134	136	138	141	143
380	124	127	130	132	135	137
400	118	121	124	126	129	132
420	113	115	118	121	124	127
440	108	110	113	116	119	122
460	103	106	109	112	115	118
480	99,2	102	105	108	112	115
500	95,9	98,9	102	105	108	112
520	93,2	96,3	99,4	103	106	109
540	91,0	94,2	97,4	101	104	107
560	89,5	92,7	95,9	99,0	102	105
580	88,5	91,7	94,9	98,1	101	104
600	88,1	91,3	94,5	97,6	101	104
620	88,2	91,5	94,7	97,7	100	103
640	89,0	92,3	95,4	98,3	101	103
660	90,3	93,7	96,7	99,5	102	104

Теплопроводность паров метилбутилкетона при давлении 0,1 МПа (табл. 15.20) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -17{,}0 + 8{,}6 \cdot 10^{-2} T + 2 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (15.29)$$

Таблица 15.20. **Теплопроводность паров метилбутилкетона при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
460	26,8	540	35,3	620	44,0	700	53,0
480	28,9	560	37,4	640	46,2	720	55,3
500	31,0	580	39,6	660	48,5		
520	33,1	600	41,8	680	50,7		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -16{,}9 + 8{,}58 \cdot 10^{-2} T + 2{,}02 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (15.30)$$

Циклогексанол. Теплопроводность жидкого циклогексанола вблизи линии насыщения по данным [127, 128, 144] составляет:

T, К	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	138	137	135	133	132	130	128

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 168 - 4{,}46 \cdot 10^{-2} T - 1{,}84 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.31)$$

Погрешность данных равна 2%.

Метилвалерат. Теплопроводность жидкого метилвалерата вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	142	139	137	135	133	131	129	126

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 184 - 0{,}1T. \qquad (15.32)$$

Погрешность данных равна 2%.

Бутилацетат. Таблица 15.21 теплопроводности бутилацетата основана на данных [144, 194].

Таблица 15.21. **Теплопроводность жидкого бутилацетата при давлении 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	143	300	135	320	130	340	124
280	140	310	132	330	127	350	122
290	138					360	119

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 216 - 0{,}267T. \qquad (15.33)$$

Погрешность равна 3%.

Теплопроводность жидкого бутилацетата при давлениях до 171,5 МПа (табл. 15.22) измерена в [278] на изотерме 303 К.

Результаты измерений описываются формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 135 + 3{,}93 \cdot 10^{-2} p - 1 \cdot 10^{-5} p^2 + 1{,}67 \cdot 10^{-9} p^3. \qquad (15.34)$$

Таблица 15.22. **Теплопроводность жидкого бутилацетата на изотерме 303 К, Вт/(м · К)**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	135	40	149	100	167
10	139	60	156	150	177
20	143	80	161	180	183

Изобутилацетат. Теплопроводности паров изобутилацетата и изобутилацетата приведены в табл. 15.23 и 15.24.

Таблица 15.23. **Теплопроводность паров изобутилацетата при давлении 0,1 МПа [234], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
390	22,8	430	24,3	470	27,5	510	32,3
400	23,0	440	24,9	480	28,6	520	33,8
410	23,3	450	25,7	490	29,7	530	35,4
420	23,8	460	26,5	500	31,0	540	37,1
550	38,8	570	42,7	590	47,0	610	51,6
560	40,7	580	44,8	600	49,3	620	54,1

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 94{,}0 - 0{,}383T + 5{,}15 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.35)$$

Погрешность табличных значений равна 3%.

Таблица 15.24. **Теплопроводность изобутилацетата [234]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
260	134	136	138	141	144	148	150
270	130	132	134	138	142	144	146
280	126	128	130	135	138	140	142
290	123	125	127	131	134	136	137
300	119	121	123	127	129	133	135

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
310	116	118	120	123	125	129	131
320	112	114	116	120	123	125	128
330	109	111	113	116	120	122	126
340	106	108	110	114	117	120	122
350	103	105	107	111	114	118	120
360	100	102	104	108	111	115	117
370	98	100	102	106	109	113	115
380	95	97	99	103	107	111	113
390	92	95	97	101	105	109	111
400	23,0	93	95	100	103	107	110
410	23,8	89	91	96	100	103	107
420	25,0	86	88	93	97	101	105
460	26,6	83	85	90	95	99	103
480	28,6	81	83	88	94	98	102
500	31,0	78	82	86	92	96	101
550	38,9	75	79	84	90	95	99
600	49,3	73	79	84	88	94	99

Амилформиат. Таблица 15.25 теплопроводности амилформиата составлена с использованием данных [277, 279].

Таблица 15.25. **Теплопроводность амилформиата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	5	10	15	20	25
300	134	136	138	140	142	144
320	130	132	134	136	138	140
340	127	129	131	133	135	136
360	123	125	127	129	131	132
380	120	122	124	126	127	129
400	21,3	118	121	122	124	126
420	22,7	114	118	119	120	122
440	24,4	111	114	116	117	119
460	26,4	108	110	112	114	116
480	28,6	104	107	109	110	112
500	31,2	100	103	104	106	108
520	34,1	97	100	102	103	105
540	37,3	93	96	98	100	102
560	40,8	90	93	96	98	100
580	44,5	88	91	93	94	96
600	48,6	86	89	91	93	94
620	52,9	83	86	88	90	92

Погрешность табличных данных равна 3%.

Капроновая кислота. Теплопроводность жидкой капроновой кислоты вблизи линии насыщения [146] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	145	143	141	139	137	134	132	130

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 208 - 0{,}221T. \qquad (15.36)$$

Погрешность равна 3%.

Теплопроводность паров капроновой кислоты при давлении $p = 0{,}099$ МПа [215] приведена ниже:

T, К	501,3	567,6	615,8
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	33,7	36,7	41,4

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -0{,}01 + 6{,}72 \cdot 10^{-2}T. \qquad (15.37)$$

Погрешность равна 2%.

Изокапроновая кислота. Теплопроводность жидкой изокапроновой кислоты вблизи линии насыщения при температуре 285 К по данным [223] равна 0,125 Вт/(м. · К). Погрешность составляет 4%.

Этилбутират. Теплопроводность жидкого этилбутирата вблизи линии насыщения [183, 277] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	141	138	136	134	132	129	128	125

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 204 - 0{,}225T. \qquad (15.38)$$

Погрешность равна 2%.

н-Пропилпропионат. Теплопроводность жидкого н-пропилпропионата вблизи линии насыщения [194] приведена ниже:

T, К	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	134	130	126

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 262 - 0{,}4T. \qquad (15.39)$$

Погрешность равна 3%.

Паральдегид. Теплопроводность жидкого паральдегида вблизи линии насыщения при температуре 300 К по данным [280] равна 0,130 Вт/(м · К). Погрешность составляет 4%.

н-Гексилбромид. Таблица 15.26 теплопроводности жидкого н-гексилбромида составлена на основании данных [183, 184, 188, 194].

Таблица 15.26. **Теплопроводность жидкого н-гексилбромида вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
240	117	290	110	330	102	370	96
250	115	300	108	340	101	380	94,5
260	114	310	106	350	99	390	93,0
270	113	320	104	360	97,6	400	91,0
280	111						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 150 - 0{,}164T. \qquad (15.40)$$

Погрешность равна 2%.

Теплопроводность жидкого н-гексилбромида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	125	122	118	114	110	108

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 149 - 8{,}085 \cdot 10^{-3}T - 2{,}82 \cdot 10^{-4}T^2. \qquad (15.41)$$

Погрешность равна 2%.

Изогексилхлорид. Теплопроводность изогексилхлорида вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [127] составляет 0,119 Вт/(м · К). Погрешность равна 3%.

н-Гексилиодид. Теплопроводность жидкого гексилиодида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	410
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	96,5	93,7	90,9	88,0	85,2	82,3	79,5	78,1

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 136 - 0{,}137T - 6{,}6 \cdot 10^{-6}T^2. \qquad (15.42)$$

Погрешность равна 2%.

н-Гексан. В [1] приведен обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности н-гексана. В табл. 15.27 дан перечень новых работ.

Таблица 15.27. **Новые работы по теплопроводности н-гексана**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1981	Назиев, Гумбатов, Ахмедов	[253]	196–473	0,1–50
1982	Кашиваги и др.	[6]	298–333	0,1
1983	Кравчун	[9]	282–576	0,1–30
1984	Ли, Майтланд, Вакехам	[281]	307–360	1,8–643

Назиев с сотрудниками [253, 282, 283], использовав установки по методу регулярного режима, трижды измеряли теплопроводность н-гексана при давлениях до 50–100 МПа и температурах до 473–633 К. Данные последней работы [253] расположены ниже (до 5–6%) результатов прежних измерений [282, 283] и лучше согласуются с данными других исследователей. Исходя из этого, данные [282, 283] не использованы для определения значений теплопроводности н-гексана (табл. 15.28) при $T > 473$ К, где они являются единственными. Желательно повторное проведение измерений при высоких давлениях в области $T > 473$ К.

Таблица 15.28 составлена на основе обобщения, выполненного в [1], с учетом результатов нового исследования [253]. Погрешность рекомендуемых данных при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях доходит до 5–6%.

Теплопроводность газообразного н-гексана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 15.29) вычислена по уравнению (9.1).

Таблица 15.28. **Теплопроводность н-гексана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2	5	10	20	30	40
200	152	154	155	158	161	163	165
220	146	148	150	153	156	159	161
240	140	142	144	148	151	154	157
260	133	136	138	142	145	149	154
280	127	129	131	135	139	143	147
300	120	123	125	130	134	139	143
320	114	116	119	124	129	133	138
340	–	110	114	119	124	129	133
360	19,1	105	108	114	119	124	129
380	21,3	100	103	110	115	120	125
400	23,6	95,6	99,1	105	111	116	122
420	25,9	91,6	95,1	102	108	113	118
440	28,3	87,6	91,6	98,4	104	110	115
460	30,7	83,9	88,4	95,2	102	107	113
470	32,0	82,2	86,7	93,8	100	106	112

Таблица 15.29. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного н-гексана при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
360	19,1	460	30,7	540	41,4	620	53,0
380	21,3	480	33,3	560	44,2	640	56,0
400	23,6	500	36,0	580	47,1	660	59,1
420	25,9	520	38,7	600	50,0	680	62,2
440	28,3						

В [6, 9, 281] применены методы периодического нагрева и нагреваемой проволоки, позволяющие измерять молекулярную теплопроводность. Таблица 15.30 составлена по данным [9, 281]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа равна 1–2%, а при повышенных давлениях 3%.

Расчетная формула (см. табл. 15.29)

$$\lambda \cdot 10^3 = -10{,}4 + 5{,}36 \cdot 10^{-2} T + 7{,}83 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (15.43)$$

Молекулярная теплопроводность жидкого н-гексана при сверхвысоких давлениях приведена в табл. 15.31, теплопроводность жидкого н-гексана с заходом в область метастабильных состояний – в табл. 15.32.

Таблица 15.30. **Молекулярная теплопроводность и-гексана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	1	5	10	20	30
290	121	123	125	130	134
300	117	119,5	122	127	131
320	110	113	116	121	126
340	104	107	110	115	120
360	97,9	101	104	110	115
380	92,3	95,9	99,2	105	111
400	87,0	90,9	94,5	101	107
420	82,2	86,2	90,3	97,3	103
440	77,7	82,0	86,4	93,8	99,7
460		78,0	83,0	90,7	96,8
480		74,4	80,0	88,0	94,4
500		71,2	77,3	85,7	92,3
520			75,1	83,9	90,6
540			73,3	82,4	89,4
560			71,8	81,3	88,5

Таблица 15.31. **Молекулярная теплопронодность жидкого н-гексана при снерхвысоких данлениях [281]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	50	100	150	200	300	400	500	600
307	140	157	171	183	205	223	240	253
321	135	152	167	180	203	221	238	251
345	129	147	162	175	198	217	234	248
360	126	144	159	172	195	214	231	245

Таблица 15.32. **Теплопронодность жидкого и-гексана с заходом в область метастабильных состояний [255]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа		T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа	
	0,1	0,04		0,1	0,04
303	120	120	343	106	106
313	117	117	353	102	102
323	113	113	363	99	99
333	109	109	370,5	96	96

2-Метилпентан. По данным [194] теплопроводность жидкого 2-метилпентана $\lambda = 0{,}109$ Вт/(м · К) при $T = 304$ К и 0,103 при 323 К. Молекулярная теплопроводность жидкого 2-метилпентана на линии насыщения приведена в табл. 15.33.

Таблица 15.33. **Молекулярная теплопроводность жидкого 2-метилпентана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	108	340	94,2	400	78,8	460	68,0
300	106	360	88,7	420	74,6	480	65,7
320	100	380	83,6	440	71,0	500	64,2

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 260 - 0{,}693T + 6{,}0 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.44)$$

Погрешность равна 2%.

3-Метилпентан. По данным [194] теплопроводность жидкого 3-метилпентана $\lambda \cdot 10^3 = 110$ Вт/(м · К) при $T = 305$ К и 103 Вт/(м · К) при 326 К.

Молекулярная теплопроводность жидкого 3-метилпентана на линии насыщения по данным [284] составляет:

T, К	293	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	107	105	98,5	93,1	87,8

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 257 - 0{,}693T + 6{,}2T^2. \qquad (15.45)$$

Погрешность равна 2%.

2,2-Диметилбутан. По данным [194] теплопроводность жидкого 2,2-диметилбутана $\lambda = 0{,}099$ Вт/(м · К) при $T = 303$ К и 0,095 Вт/(м · К) при 316 К.

2,3-Диметилбутан. По данным [194] теплопроводность жидкого 2,3-метилбутана $\lambda = 0{,}104$ Вт/(м · К) при $T = 303$ К и 0,099 Вт/(м · К) при 323 К. Молекулярные теплопроводности жидкого 2,3-диметилбутана на линии насыщения и при сверхвысоких давлениях приведены в табл. 15.34 и 15.35.

Таблица 15.34. **Молекулярная теплопроводиость жидкого 2,3-диметилбутана иа линии насыщеиия [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	102	340	88,4	400	74,8	460	65,5
300	100	360	83,4	420	71,3		
320	94,0	380	78,7	440	68,3		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 248 - 0{,}673T + 6{,}04 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.46)$$

Погрешность равна 2%.

Таблица 15.35. **Молекулярная теплопроводность жидкого 2,3-диметилбутана при сверхвысоких давлениях [285]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	50	100	150	200	300	400	500
309	119	135	146	158	177	192	–
321	117	133	144	157	175	191	205
345	115	132	143	155	173	188	202
361	–	131	142	153	172	188	200

Погрешность равна 3%.

н-Гексиловый спирт. На основе работ, перечисленных в [1], составлены рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-гексилового спирта на линии насыщения (табл. 15.36) с погрешностью 2% и при высоких давлениях (табл. 15.37) с погрешностью 3%.

В основу рекомендуемых значений теплопроводности газообразного гексилового спирта (табл. 15.38) положены результаты работ [156, 286]. Погрешность данных составляет 3%.

Таблица 15.36. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-гексилового спирта вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
240	162	340	144	440	122	540	98,5
260	158	360	140	460	118	560	93,5
280	156	380	136	480	113	570	91
300	152	400	132	500	108	–	–
320	148	420	127	520	103	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 196 - 0{,}106T - 1{,}377 \cdot 10^{-4} T^{-4}. \qquad (15.47)$$

Погрешность значений равна 3%.

Таблица 15.37. **Теплопроводность жидкого н-гексилового спирта**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	5	10	20	30	40
300	154	155	158	160	163
350	143	146	148	152	155
400	134	136	140	143	147
450	122	125	130	134	139
500	112	115	121	125	131
550	101	106	113	119	124

Таблица 15.38. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров н-гексилового спирта при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/ (м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
470	27,4	500	30,8	530	34,4	560	38,2
480	28,5	510	31,9	540	35,6	570	39,5
490	29,6	520	33,2	550	36,9		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 1{,}97 - 0{,}124 \cdot 10^{-2} T + 1{,}177 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (15.48)$$

Втор.-гексиловый спирт. Теплопроводность приведена в табл. 15.39.

Таблица 15.39. **Теплопроводность жидкого втор.-гексилового спирта [190], Вт/ (м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	152	260	145	320	134	360	127
220	150	280	141	340	130,5	370	125
240	148	300	137				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 116 + 0{,}552T - 2{,}337 \cdot 10^{-4} T^2 + 2{,}473 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (15.49)$$

Погрешность равна 2%.

Диизопропиловый эфир. Теплопроводность приведена в табл. 15.40.

Таблица 15.40. **Теплопроводность диизопропилового эфира [287]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
280	114	118	121	128	133	138	142
300	111	115	118	125	131	136	139
320	107	111	115	122	127	132	136
340	21,1	107	111	117	123	128	132
360	23,3	102	106	113	119	124	128
380	25,5	97,8	102	108	114	119	124
400	27,8	93,2	96,9	104	110	115	119
420	30,2	89,0	92,6	99,4	105	111	115
440	32,6	85,3	89,0	95,7	102	107	112
460	35,1	82,5	86,1	92,8	99,0	104	109
480	37,6	80,7	84,3	91,0	97,2	103	108
500	40,2	80,1	83,7	90,5	96,7	102	108
520	42,9	81,1	84,7	91,5	97,8	104	109
540	45,6	83,9	87,5	94,3	101	106	112
560	48,4	88,6	92,2	99,0	105	111	117
580	51,2	95,6	99,2	106	112	118	124

Погрешность табличных данных равна 5%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого диизопропилового эфира (табл. 15.40), Вт/(м · К)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2,$$

где

$$A_0 = -43{,}24 + 1{,}622T - 5{,}083 \cdot 10^{-3} T^2 + 4{,}636 \cdot 10^{-6} T^3;$$

$$A_1 = -1{,}754 + 1{,}79 \cdot 10^{-2} T - 3{,}982 \cdot 10^{-5} T^2 + 2{,}816 \cdot 10^{-8} T^3;$$

$$A_2 = 4{,}056 \cdot 10^{-2} - 3{,}263 \cdot 10^{-4} T + 7{,}48 \cdot 10^{-7} T^2 - 5{,}365 \cdot 10^{-10} T^3;$$

p – в МПа.

Формула для расчета теплопроводиости паров диизопропилового эфира [287] при давлении 0,1 МПа

$$\lambda \cdot 10^3 = -6{,}8 + 5{,}66 \cdot 10^{-2} T + 7{,}47 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (15.50)$$

Погрешность теплопроводности паров составляет 4%.

Дипропиловый эфир. Теплопроводность приведена в табл. 15.41.

Таблица 15.41. **Теплопроводность жидкого и парообразиого дипропилового эфира [288, 289, 132]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	10	20	30	40	45	50
280	136	148	152	155	158	159	161
300	131	140	145	148	152	153	155
320	125	134	138	142	146	148	149
340	118	127	132	136	140	142	144
360	110	121	126	131	135	137	139
380	20,6	115	120	126	130	133	135
400	22,7	110	115	121	126	128	131
420	24,9	104	111	116	122	124	127
440	27,0	100	106	112	118	121	123
460	29,2	96,0	103	109	115	118	120
480	31,4	92,0	99,0	106	112	115	117
500	33,5	88,6	95,9	103	109	112	115
520	35,7	85,6	93,2	100	107	110	113
540	37,9	83,1	90,9	98,1	105	108	111
560	40,1	80,9	88,9	96,4	103	106	109
580	42,2	79,2	87,4	95,0	102	105	108
600	44,4	77,8	86,2	94,0	101	104	108
620	46,6	76,9	85,5	93,4	101	104	107
640	48,8	76,3	85,1	93,1	100	104	107

Погрешность табличных значений равна 4%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого дипропилового эфира (табл. 15.41), Вт/(м · К)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2 + A_3 p^3, \qquad (15.51)$$

где

$$A_0 = 244{,}1 - 0{,}4869T + 3{,}5064 \cdot 10^{-4}T^2;$$

$$A_1 = 6{,}3574 - 2{,}3173T + 2{,}1138 \cdot 10^{-4}T^2;$$

$$A_2 = -0{,}2378 + 9{,}3864 \cdot 10^{-4}T - 8{,}4305 \cdot 10^{-7}T^2;$$

$$A_3 = 2{,}507 \cdot 10^{-3} - 1{,}001 \cdot 10^{-5}T + 9{,}082 \cdot 10^{-9}T^2; \quad p - \text{в МПа.}$$

Формула для расчета теплопроводности паров дипропилового эфира при давлении $p = 0{,}1$ МПа в интервале температур 380–640 К

$$\lambda \cdot 10^3 = -20{,}2 + 0{,}1065T + 1{,}98 \cdot 10^{-6}T^2. \qquad (15.52)$$

Этил-н-бутиловый эфир. Теплопроводность жидкого этил-н-бутилового эфира вблизи линии насыщения по данным [194] составляет:

T, К	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	126	122	118	114

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 250 - 0{,}4T. \qquad (15.53)$$

Погрешность равна 3%.

Диэтиловый эфир этиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [242] составляет:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	144	141	138	135	132	129

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 237 - 0{,}3T. \qquad (15.54)$$

Погрешность равна 5%.

Моно-н-бутилоный эфир этиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [194, 242] составляет:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	159	157	155	153	151	149

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 217 - 0{,}19T. \qquad (15.55)$$

Погрешность равна 3%.

Моноэтиловый эфир диэтиленгликоля. Теплопроводность жидкого моноэтилового эфира диэтиленгликоля вблизи линии насыщения по данным [194, 242] составляет:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	190	188	187	185	184	182

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 240 - 0{,}16T. \qquad (15.56)$$

Погрешность равна 3%.

Дипропиленгликоль. Теплопроводность приведена в табл. 15.42.

Таблица 15.42. **Теплопроводность жидкого дипропилеигликоля вблизи линии насыщения [194, 218], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	165	320	164	360	160	400	157
290	165	330	163	370	160		
300	165	340	162	380	158		
310	164	350	161	390	157		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 190 - 8{,}24 \cdot 10^{-2} T. \qquad (15.57)$$

Погрешность равна 2%.

Триэтиленгликоль. Теплопроводность приведена в табл. 15.43.

Таблица 15.43. **Теплопроводиость жидкого триэтиленгликоля вблизи линии иасыщеиия [1], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	194	340	196	400	195	460	189
290	195	350	196	410	194	470	188
300	196	360	196	420	193	480	187
310	196	370	196	430	193	490	185
320	196	380	196	440	192	500	183
330	196	390	195	450	190	510	182
						520	180

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 130 + 0{,}381T - 5{,}5 \cdot 10^{-4} T^2.$$

Погрешность равна 2%.

Триэтиламин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [219] составляет:

T, К	250	270	290	310	330	350	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	146	140	134	129	123	118	112

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 215 - 0{,}279T. \qquad (15.58)$$

Погрешность равна 2%.

Теплопроводность паров триэтиламина при давлении 0,1 МПа по данным [139, 152] составляет:

T, К	370	380	390	400	410	420
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	19,3	20,5	21,7	22,9	24,1	25,3

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -24{,}8 + 0{,}119T. \qquad (15.59)$$

Погрешность равна 2%.

2-Метилгексан. Теплопроводность приведена в табл. 15.44.

Таблица 15.44 **Молекулярная теплопроводность жидкого 2-метилгексана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	111	360	92,6	420	79,4	480	69,6
300	109	380	87,8	440	75,8	500	67,0
320	103	400	83,4	460	72,5	520	64,7
340	97,8						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 239 - 0{,}569T + 4{,}49 \cdot 10^{-4}T^2. \qquad (15.60)$$

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_7

Перфторметилциклогексан. Молекулярная теплопроводность жидкого перфторметилциклогексана [258] приведена ниже:

T, К	200	220	240	260	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	73,4	70,7	68,0	65,2	62,5	59,8	57,2	54,5	51,8

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 100{,}6 - 0{,}137T + 3{,}64 \cdot 10^{-6}T^2. \qquad (16.1)$$

н-Перфторгептан. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	223	233	253	273	293	313	333	353
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	71,1	69,5	66,5	63,5	60,5	57,5	54,4	51,4

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 104{,}8 - 0{,}151T. \qquad (16.2)$$

Бензонитрил. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [214] приведена ниже:

T, К	300	320	340	360	380
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	148	143	138	134	129

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 218 - 0{,}235T. \qquad (16.3)$$

Триинтротолуол (тротил). Теплопроводность жидкого тринитротолуола [290] при 360 К равна 0,155 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

Беизальдегид. Теплопроводность жидкого бензальдегида (табл. 16.1) исследована в [128, 144, 262, 278]. Данные этих работ использованы для составления табл. 16.1. Теплопроводность бензальдегида представлена в табл. 16.2.

Таблица 16.1. **Теплопроводиость жидкого бензальдегида вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	154	330	147	370	139	410	132
300	152	340	145	380	138	420	130
310	150	340	143	390	136	430	129
320	149	360	141	400	134		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 206{,}8 - 0{,}182T. \qquad (16.4)$$

Погрешность составляет около 2%.

Таблица 16.2. **Теплопроводность беизальдегида [228]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$ Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	9,9	19,7	29,5	39,3	50
318	150	151	154	158	161	164	167
356	142	143	145	148	152	155	158
396	135	137	138	142	146	149	153
423	129	132	134	138	141	145	149
449	124	126	129	133	136	140	144
489	34	119	121	125	129	133	137
512	37	114	116	120	123	128	132
541	41	110	112	116	119	123	128
570	45	104	109	112	116	120	124
595	48	100	104	109	112	117	120
625	53	96	102	106	109	113	117

м-Хлортолуол. По данным [127] теплопроводность жидкого м-хлортолуола вблизи линии насыщения при температуре 293 К равна 0,125 Вт/(м · К). Погрешиость составляет 4%.

п-Хлортолуол. Теплопроводность жидкого п-хлортолуола вблизи линии насыщения [127, 132] приведена ниже:

T, К	300	310	320	330	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) . . .	124	122	120	118	116	114	111	109

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 187 - 0{,}21T. \qquad (16.5)$$

Погрешность равна 3%.

о-Хлортолуол. Теплопроводность жидкого о-хлортолуола вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [127] равна 0,127 Вт/(м · К). Погрешность составляет 4%.

м-Нитротолуол. Теплопроводность жидкого м-нитротолуола вблизи линии насыщения по данным [127] при температуре 293 К равна 0,142 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

о-Нитротолуол. Теплопроводность жидкого о-нитротолуола вблизи линии насыщения по данным [127] равна 0,142 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

Толуол. Теплопроводность жидкого толуола изучена гораздо подробнее, чем любого другого органического вещества. Число публикаций приближается к ста. Такой большой интерес к теплопроводности толуола вызван в осиовиом двумя обстоятельствами. Во-первых, толуол играет роль образцового вещества. Во-вторых, толуол оказался одним из первых веществ, для которого теоретнчески и экспериментально изучали роль радиационного переноса теплоты [292].

В [1] дан подробный анализ работ, опубликованных до 1975 г. по исследованию теплопроводности толуола. В табл. 16.3 приведен перечень новых работ. Во всех этих работах, за исключением [265, 293, 294], применены современные методы.

Таблица 16.3. **Новые работы по теплопроводиости толуола**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1976	Ильин, Салохин, Спирин	[4]	293–363	0,1
1977	Нието де Кастро и др.	[291]	291–323	0,1
1977	Расторгуев и др.	[293]	293–413	0,1
1978	Габулов	[265]	306–673	0,1–100
1979	Ляйденфрост	[294]	273–473	0,6–2,6
1980	Нефедов	[8]	293–640	0,1–30
1981	Нагасака, Нагашима	[295]	274–355	0,1
1981	Китазава, Нагашима	[296]	213–353	0,1–24,6
1982	Кашиваги и др.	[297]	273–373	0,1–250
1985	Тарзиманов и др.	[11]	293–374	0,1
1985	Шульга	[254]	255–401	0,1–995

Таблица 16.4 принята по результатам обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений составляет при $T = 180 \div 400$ К не более 1%, при 400–500 К не более 1,5%, при $T > 500$ К не более 2–3%.

Таблица 16.5 составлена на основе обобщения, выполненного в [1], с учетом результатов новых измерений [265] при высоких давлениях и температурах. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа (пар) составляет 2–3%, а при повышенных давлениях (жидкость и пар) доходит до 3–4% при $0{,}1 < p \leqslant 50$ МПа и до 4–5% при $p > 50$ МПа.

Таблица 16.4. **Рекомендуемые зиачения теплопроводиости жидкого толуола иа линии иасыщения, Вт/ (м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	159	280	137	380	112	480	90
190	158	290	135	390	110	490	88
200	157	300	132	400	108	500	85
210	155	310	130	410	105	510	83
220	153	320	127	420	103	520	81
230	150	330	125	430	101	530	80
240	147	340	122	440	99	540	78
250	145	350	120	450	97	550	76
260	142	360	117	460	94		
270	140	370	115	470	92		

Таблица 16.5. **Рекомендуемые зиачеиия теплопроводности жидкого и газообразиого толуола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа					
	0,1	1	2	3	10	20
190	158,5	159	159	159	159	161
200	157	157	158	158	159	160
220	153	153	153	154	155	157
240	147,5	148	148	149	150	152
260	142,5	143	143	144	145	147
280	137,5	138	138	139	140	144
300	132,5	133	134	135	136	139
320	127,5	128	129	130	131	135
340	122,5	123	124	125	127	130
360	117,5	118	119	120	122	126
380	112,5	113	114	115	117	122
400	18,7	109	110	111	113	118
420	21,0	104	105	106	109	113
440	23,3	100	101	102	104	109
460	25,6	95,0	95,9	97,1	100	105
480	27,9	91,0	91,9	93,2	95,9	101
500	30,2	31,2	–	–	91,5	97,5
520	32,5	33,5	–	–	87,6	93,7
540	34,8	35,7	37,8	–	84,6	91,7
560	37,1	38,1	39,4	–	82,5	89,2
580	39,4	40,3	41,3	45,4	81,2	88,3
600	41,7	42,7	43,8	46,6	79,8	87,4
620	44,0	45,0	46,1	48,4	79,1	86,9
640	46,4	47,4	48,5	50,3	78,1	86,4
660	48,8	49,8	50,9	52,6	77,3	86,1
680	51,2	52,2	53,4	54,9	76,4	85,8

Продолжение табл. 16,5

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	30	40	50	60	80	100	150
190	163	166	168	170			
200	162	165	167	170			
220	159	162	164	167			
240	154	157	160	163			
260	150	153	157	159			
280	146	149	153	155			
300	142	146	148	152	157	162	174
320	138	142	145	148	153	159	170
340	134	137	140	144	149	155	167
360	130	133	136	139	145	151	163
380	125	129	132	136	141	147	160
400	122	125	128	132	137	143	157
420	118	122	125	128	133	139	
440	114	118	121	124	130	135	
460	111	115	118	121	126	132	
480	107	109	113	118	124	130	
500	103	106	110	115	121	127	
520	99,4	104	108	113	119	125	
540	96,7	103	107	111	117	123	
560	95,0	102	106	110	115	121	
580	94,0	101	105	108	113	119	
600	93,5	100	104	108	112	116	
620	93,0	100	103	107	111	115	
640	92,5	100	103	107	111	114	
660	92,2	101	104	107	110	114	
680	92,0	101	104	107	110	114	

При составлении табл. 16.6 и оценки погрешности Δ мы руководствовались процедурой обработки опытных данных, изложенной в 1-й части [1], при этом были использованы результаты измерений новых работ (см. табл. 16.3), за исключением [265, 293, 294].

Молекулярная теплопроводность толуола и молекулярная теплопроводность толуола при сверхвысоких давлениях приведены в табл. 16.7 и 16.8.

Таблица 16.6. **Рекомендуемые значения молекулярной теплопроводности жидкого толуола на линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Δ, %	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Δ, %	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Δ, %
220	152	2,5	370	109	1	490	81,5	1,5
240	146	2,5	380	106,5	1	500	80	1,5
260	140,5	1,8	390	104	1	510	78,5	2
270	137,5	1,8	400	101,5	1	520	76,5	2
280	134,5	1,8	410	99	1,5	530	74,5	2
290	131,5	0,9	420	96,5	1,5	540	73	2,5
300	129	0,8	430	94	1,5	550	71,5	2,5

Продолжение табл. 16.6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Δ, %	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Δ, %	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	Δ, %
310	126	0,8	440	92	1,5	560	70,5	2,5
320	123	0,8	450	90	1,5	570	69	3
330	120	0,8	460	88	1,5	580	67,5	3
340	117	0,8	470	85,5	1,5			
350	114	0,8	480	83,5	1,5			
360	111,5	0,8						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 215{,}8 - 0{,}2567T - 2{,}4 \cdot 10^{-4}T^2 + 4{,}184 \cdot 10^{-7}T^3. \qquad (16.6)$$

Таблица 16.7. **Молекулярная теплопроводность толуола [8, 296]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	2	5	10	20	30
220	152	152,2	153	154	155	157
240	146	146,5	147	148	150	152
260	140,5	141	142	143	144	147
280	134,5	135	136	137	139	142
300	129	130	130,5	131,5	133,5	137,5
320	123	124	124,5	126	128,5	132
340	117	118	118,5	120,5	123,5	127
360	111,5	112	113	115,5	119	122
380	106,5	107,5	108	110,5	114	117,5
400		102	103	105,5	110	113,5
420		97,5	98,5	101,5	105,5	110
440		93	94,5	97	101,5	106,5
460		89	90,5	93,5	98	103,5
480		85	87	90	94,5	101
500		–	83,5	86,5	91,5	98,5
520		–	80	83,5	88,5	96
540		–	77	80,5	86,5	94
560		37,7	74	78,5	84,5	92,5
580		40,0	71,5	76	83	91
600		42,2	67	74,5	81,5	90
620		44,3	57	73	81	89
640		46,7	55	72	80,5	88

Погрешность при повышенных давлениях равна 3%.

Таблица 16.8. **Молекулярная теплопроводиость толуола при сверхвысоких давлениях [254, 297]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	100	150	200	300	400
260	154	164	173	180	194	–
280	149	160	170	178	193	205
300	144	156	167	176	191	205
320	139	152	164	173	190	203
340	134	148	160	170	188	202
360	129	144	157	167	185	200
380	124	140	153	164	183	198
400	118	135	149	161	180	196

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	500	600	700	800	900	1000
280	216	226	–	–	–	–
300	216	226	235	243	251	–
320	215	226	235	244	252	259
340	214	226	235	245	253	260
360	213	225	235	245	254	262
380	212	224	235	245	254	263
400	210	223	234	245	254	264

Погрешность равна 3%.

Бензиловый спирт. Теплопроводность жидкого бензилового спирта вблизи линии насыщения (табл. 16.9) исследована в работах [144, 262, 278].

Таблица 16.9. **Теплопроводиость жидкого бензилового спирта вблизи линии насыщеиия, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	160	330	157	370	154	410	151
300	159	340	156	380	153	420	150
310	158	350	156	390	153		
320	158	360	155	400	152		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 181{,}2 - 7{,}31 \cdot 10^{-2} T. \qquad (16.7)$$

Погрешность равна 1,5%.

м-Крезол. Теплопроводность жидкого м-крезола вблизи линии насыщения по данным работ [128, 144, 169] составляет:

T, К	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	149	148	147	146	146	145

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 169{,}5 - 0{,}07T. \qquad (16.8)$$

Погрешность равна 1,5%.

о-Крезол. Теплопроводность жидкого о-крезола вблизи линии насыщения по данным [128, 144] в интервале температур 290–350 К равна 0,153 Вт/(м · К). Погрешность составляет 2%.

п-Крезол. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К по данным [128] равна 0,144 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

Анизол (метоксибензол, фенилметиловый эфир). Теплопроводность жидкого анизола вблизи линии насыщения по данным [128, 144] составляет:

T, К	290	310	330	350	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	146	144	141	139	137

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 180 - 0{,}118T. \qquad (16.9)$$

Погрешность равна 2%.

м-Толуидин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К по данным работы [127] равна 0,161 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

о-Толуидин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения в интервале температур 290–360 К составляет 0,162 Вт/(м · К). Погрешность равна 2%.

п-Толуидин. Теплопроводность жидкости по данным [128, 144] составляет:

T, К	330	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	162	161	159	158	156

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 212 - 0{,}15T. \qquad (16.10)$$

Погрешность данных равна 2%.

Перфторметил-циклогексан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [214] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	60,8	60,3	59,8	59,3	58,8	58,3	57,8

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 74{,}8 - 0{,}05T. \qquad (16.11)$$

Гептин-1. Теплопроводность жидкого гептина-1 при p = 0,1 МПа [183] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	134	129	124	119	114

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 404 - 0{,}25T. \qquad (16.12)$$

Погрешность составляет 2–3%.

Изогептин-1. Теплопроводность жидкого изогептина-1 при p = 0,1 МПа [183] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	107	103	98,2	93,6	91,3

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 171 - 0{,}226T. \qquad (16.13)$$

Погрешность равна 2–3%.

Метилциклогексан. Теплопроводность метилциклогексана приведена в табл. 16.10.

Таблица 16.10. **Теплопроводность метилциклогексана [275]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	5	10	20	30	50
300	110	112	114	117	120	127
320	106	108	109	113	116	123
340	101	103	105	109	112	119
360	107	99	101	104	108	115
380	17,6	94	96	100	104	110
400	19,0	90	92	96	100	106
420	20,5	86	88	92	95	102
440	22,3	82	83	87	91	98
460	24,3	77	79	83	87	94
480	26,4	73	75	79	83	90
500	28,7	68	71	75	79	86
520	31,1	64	67	71	75	83
540	33,7	59	62	67	71	79
560	36,6	55	58	63	67	75
580				60	64	72
600				57	61	69
620				55	59	67

Погрешность равна 6%.

Гептен-1. Теплопроводности жидкого гептена-1, паров гептена-1, гептена-1 приведены соответственно в табл. 16.11 – 16.13.

Таблица 16.11. **Теплопроиодность жидкого гептена-1 при p = 0,1 МПа [183, 235], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
170	160	220	148	280	130	340	113
180	159	240	142	300	125	350	110
200	154	260	136	320	119		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 210 - 0{,}285T. \qquad (16.14)$$

Погрешность равна 2–3%.

Таблица 16.12. **Теплопроводность паров гептена-1 при $p = 0{,}1$ МПа [274, 298], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
380	19,5	460	28,0	540	37,3	620	47,1
400	21,5	480	30,2	560	39,6	640	49,8
420	23,6	500	32,5	580	42,0	660	52,5
440	25,8	520	34,9	600	44,5	670	53,8

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -10{,}6 + 5{,}715 \cdot 10^{-2}T + 5{,}818 \cdot 10^{-5}T^2. \qquad (16.15)$$

Погрешность равна 2–3%.

Таблица 16.13. **Теплопроводность гептеиа-1 [274, 299]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	2	5	10	15	20	30	40	50
280	130	131	132	134	136	137	140	144	146
300	125	126	127	128	130	131	135	138	142
320	119	120	121	123	125	126	130	134	137
340	113	115	116	118	120	122	125	130	133
360	–	110	111	113	116	118	121	126	130
380	19,5	105	107	109	112	114	118	122	126
400	21,5	100	102	105	108	110	115	119	123
420	23,6	96,2	97,9	102	105	107	112	117	121
440	25,8	91,9	93,7	98,3	102	104	109	114	118
460	28,0	88,0	90,0	94,9	99,0	102	107	112	116
480	30,2	–	86,0	91,7	96,3	99,4	104	109	114
500	32,5	–	82,0	88,5	93,6	97,0	102	107	112
520	34,9	–	–	85,4	91,2	94,7	100	105	110
540	37,3	41,1	–	82,4	88,7	92,5	97,7	103	108
560	39,6	42,7	–	79,6	86,3	90,2	95,7	101	106
580	42,0	44,5	60,4	76,7	83,9	88,1	93,7	99,0	104
600	44,5	46,7	58,7	73,8	81,6	86,0	91,7	97,2	102
620	47,1	49,3	56,9	70,8	79,2	83,9	89,8	95,4	100

Погрешность при повышенных давлениях равна 5%.

Гептен-2. По данным [194] теплопроводность жидкого гептена-2 равна 0,128 Вт/(м · К) при $T = 310{,}9$ К.

Гептеи-3. По данным [247] теплопроводность жидкого гептена-3 равна 0,132 Вт/(м · К) при $T = 306$ К и 0,122 Вт/(м · К) при 332 К.

Циклогептан. Теплопроводность жидкого циклогептана при $p = 0{,}1$ МПа [183] приведена ниже:

T, К	290	300	320	340	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	125	122	118	114	110	108

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 220 - 0{,}422T + 3{,}25 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (16.16)$$

Погрешность равна 2–3%.

Дипропилкетон. Таблица 16.14 теплопроводности дипропилкетона составлена на основании данных [194, 276, 300].

Формула для расчета теплопроводности жидкости имеет вид

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (16.17)$$

где

$$A_0 = 218 - 0{,}33T + 1{,}835 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1 = 0{,}99 + 1{,}34 \cdot 10^{-4} T - 1{,}72 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = -1{,}44 \cdot 10^{-2} + 3{,}03 \cdot 10^{-5} T - 4{,}52 \cdot 10^{-9} T^2;$$ p – в МПа.

Погрешность равна 3%.

Таблица 16.14. **Теплопроводность дипропилкетона**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
300	136	136	137	140	144	147	151
320	131	132	133	135	139	143	146
340	127	128	129	131	135	138	142
360	123	124	125	127	131	134	138
380	119	120	121	123	127	130	134
400	115	116	117	119	123	126	130
420	19,5	112	113	115	119	122	126
440	21,7	109	110	112	115	119	122
460	23,8	106	106	108	112	115	118
480	26,0	102	103	105	108	111	115
500	28,2	99,5	100	102	105	108	111
520	30,4	96,6	97,2	99,0	102	105	108
540	32,6	93,8	94,4	96,1	99,0	102	105
560	34,8	91,3	91,8	93,4	96,1	98,9	102
580	37,0	88,8	89,3	90,8	93,4	96,0	98,7
600	39,3	86,5	87,0	88,4	90,8	93,3	95,9
620	41,5	84,3	84,8	86,0	88,3	90,7	93,2
640	43,7	82,3	82,7	83,9	86,0	88,2	90,6
660	46,0	80,5	80,8	81,8	83,8	85,8	88,1
680	48,2	78,7	79,0	80,0	81,7	83,6	85,8

Продолжение табл. 16.14

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
300	154	157	159	161	163	165
320	149	152	155	157	159	161
340	145	148	151	153	155	157
360	141	144	146	149	151	153
380	137	140	142	145	148	150
400	133	136	138	141	144	146
420	129	132	135	137	140	143
440	125	128	131	135	137	139
460	121	124	127	130	133	136
480	118	121	124	127	130	132
500	114	117	120	123	126	129
520	111	114	117	120	123	126
540	108	111	114	117	120	123
560	104	108	110	113	117	120
580	102	104	107	110	114	117
600	98,6	102	104	108	111	114
620	95,8	98,6	102	105	108	111
640	93,1	95,9	98,7	102	105	108
660	90,6	93,2	96,0	99,0	102	106
680	88,1	90,7	93,4	96,4	99,5	103

Теплопроводность паров дипропилкетона [276] при давлении 0,1 МПа описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -24{,}3 + 0{,}1T + 9{,}1 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (16.18)$$

Погрешность составляет 3%.

Этил-н-бутилкетон. Теплопроводность жидкого этил-н-бутилкетона вблизи линии насыщения [183, 184, 193] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	141	136	131	127	122	117	114

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 210 - 0{,}245T. \qquad (16.19)$$

Погрешность данных равна 2%.

Энантовый альдегид (гептиловый альдегид, гептаналь). Теплопроводность жидкого энантового альдегида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	143	139	135	131	127	123	118

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 201 - 0{,}206T. \qquad (16.20)$$

Погрешность данных равна 2%.

Метилкапронат. Теплопроводность жидкого метилкапроната приведена в табл. 16.15.

Таблица 16.15. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого метилкапроната [277], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	142	310	134	350	126	380	120
280	140	320	132	360	124	390	118
290	138	330	130	370	122	400	116
300	136						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 196{,}0 - 0{,}20T. \qquad (16.21)$$

Погрешность данных равна 1,5%.

н-Амилацетат. Теплопроводность жидкого н-амилацетата при давлении 0,1 МПа по данным [132, 144, 194, 251, 301] составляет:

T, К	270	290	310	330	350	370	380
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	141	136	130	125	119	114	111

Формула для расчета теплопроводности жидкого н-амилацетата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (16.22)$$

где

$$A_0 = 248 - 0{,}4695T + 2{,}889T^2;$$

$$A_1 = -0{,}669 + 4{,}879 \cdot 10^{-3} T - 4{,}86 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = 2{,}889 \cdot 10^{-3} - 1{,}852 \cdot 10^{-5} T + 2{,}263 \cdot 10^{-8} T^2;$$

p – в МПа.

Теплопроводность жидкого н-амилацетата приведена в табл. 16.16 и 16.17.

Таблица 16.16. **Теплопроводность жидкого н-амилацетата [251] при $T = 303$ К, Вт/(м · К)**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$
0,098	133	73,5	157	157,0	176
24,5	142	98,0	164	171,5	161
49,0	150	122,5	170	196,0	186

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 134 + 2{,}046p + 1{,}063p^2 - 1{,}06 \cdot 10^{-4} p^3 + 2{,}95 \cdot 10^{-7} p^4. \qquad (16.23)$$

Таблица 16.17. **Теплопроводность жидкого н-амилацетата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	5	10	20	30	40	50	60
300	133	135	136	140	143	146	149	152
320	127	129	131	135	138	141	145	148
340	122	124	126	130	134	137	141	144
360	116	118	121	125	129	133	137	141
380	111	113	116	120	125	129	133	137
400	–	109	111	116	120	125	129	133
420	–	104	107	112	116	121	125	130
440	–	99,7	102	107	112	117	122	126
460	–	95,5	98,2	103	108	113	118	123
480	–	96,1	94,3	99,6	105	110	115	119
500	–	87,9	90,6	96,0	101	106	111	116
520	–	84,4	87,1	92,4	97,7	103	108	113
540	–	–	83,8	89,1	94,4	99,5	104	110
560	–	–	80,6	85,9	91,1	96,3	101	106
580	–	–	77,7	82,9	88,1	93,2	98,2	103
600	–	–	75,0	80,0	85,1	90,2	95,2	100
620	–	–	72,4	77,3	82,3	87,3	92,3	97,3
640	–	–	70,1	74,8	79,6	84,5	89,4	94,4
660	–	–	67,9	72,4	77,0	81,8	86,6	91,5
680	–	–	65,9	70,2	74,6	79,2	83,9	88,8

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	70	80	90	100	120	140	150
300	155	158	160	162	167	171	172
320	151	154	157	159	164	168	170
340	148	151	154	156	161	166	168
360	144	147	150	153	159	164	166
380	141	144	147	151	156	162	164
400	137	141	144	148	154	159	162
420	134	138	141	144	151	157	160
440	130	134	138	142	149	155	158
460	127	131	135	139	146	153	156
480	124	128	132	136	144	151	154
500	121	125	129	134	142	149	153
520	117	122	126	131	139	147	151
540	114	119	124	128	137	145	149
560	111	116	121	126	135	143	148
580	108	113	118	123	132	142	146
600	105	110	115	120	130	140	145
620	102	107	112	118	128	138	143
640	99,4	104	110	115	126	136	142
660	96,6	102	107	112	123	135	141
680	93,8	99,0	104	110	121	133	140

Бутилпропионат. Теплопроводности жидкого бутилпропионата и его паров приведены в табл. 16.18 и 16.19.

Таблица 16.18. **Теплопроводность жидкого бутилпропионата [223, 231]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К) , при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
300	139	139	139	140	142	144	145
320	134	134	134	135	137	139	141
340	128	129	131	133	135	137	139
360	124	124	125	126	128	131	133
380	119	120	120	122	124	127	129
400	114	115	116	117	120	123	125
420	110	111	111	113	116	119	121
440	105	106	107	109	112	115	117
460	102	102	103	105	108	111	114
480	97,7	98,3	99,0	101	104	107	110
500	93,9	94,5	95,2	97,1	100	103	106
520	90,3	90,8	91,5	93,4	96,6	99,6	103
540	86,7	87,3	87,9	89,9	93,0	96,0	99,0
560	83,3	83,9	84,5	86,4	89,5	92,5	95,5
580	80,1	80,6	81,2	83,0	86,0	89,0	92,0
600	77,0	77,5	78,1	79,8	82,7	85,6	88,5
620	74,1	74,5	75,1	76,7	79,4	82,2	85,1
640	71,3	71,7	72,2	73,7	76,2	78,9	81,8
660	68,6	69,0	69,4	70,7	73,1	75,7	78,5
680	66,1	66,4	66,8	68,0	70,1	72,6	75,3

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К) , при p, МПа					
	25	30	35	40	45	50
300	147	149	150	152	154	156
320	143	145	147	148	150	152
340	139	141	143	145	146	148
360	135	137	139	141	143	145
380	131	133	136	137	139	141
400	128	130	132	134	136	137
420	124	126	128	130	132	134
440	120	122	125	127	129	131
460	116	119	121	123	125	127
480	113	115	118	120	122	124
500	109	112	114	117	119	121
520	105	108	111	113	116	118
540	102	105	107	110	113	115
560	98,4	101	104	107	110	112
580	94,9	97,9	101	104	107	110
600	91,5	94,5	97,6	101	104	107
620	88,1	91,2	94,4	97,6	101	104
640	84,8	87,9	91,2	94,6	98,2	102
660	81,5	84,7	88,1	91,7	95,5	99,5
680	78,2	81,5	85	88,8	92,8	97,2

Расчетная формула для теплопроводности жидкого бутилпропионата (табл. 16.18)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (16.24)$$

где

$A_0 = 232{,}9 - 0{,}369T + 1{,}82 \cdot 10^{-4} T^2$;

$A_1 = -1{,}552 + 8{,}97 \cdot 10^{-3} T - 9{,}08 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = 2{,}74 \cdot 10^{-2} - 1{,}35 \cdot 10^{-4} T + 1{,}51 \cdot 10^{-7} T^2$; p – в МПа.

Таблица 16.19. **Теплопроводность паров бутилпропионата [231]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа		
	0,1	1	2
420	17	–	–
454	22	–	–
498	26	–	–
583	–	36	–
590	–	–	38
603	–	38	–
617	–	–	41
629	–	40	–
642	–	–	43
656	–	43	–
675	–	44,5	46

Погрешность табличных значений теплопроводности жидкости и пара составляет 3%.

Этилвалерат. Теплопроводность жидкости при 293 К вблизи линии насыщения по данным [130, 223] равна 0,132 Вт/ (м · К). Погрешность данных составляет 3%.

Изоамилацетат. Теплопроводность жидкого изоамилацетата при давлении 0,1 МПа [131, 132, 144] приведена ниже:

T, К	270	290	310	330	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К)	136	131	127	122	118	115

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 198 - 0{,}228T. \qquad (16.25)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Энантовая кислота. Теплопроводность энантовой кислоты в жидкой фазе вблизи линии насыщения [146] приведена ниже:

T, К	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К)	143	142	140	139	137	136	135	133

Погрешность равна 3%.

Гексилформиат. Теплопроводность жидкого гексилформиата приведена в табл. 16.20.

Таблица 16.20. **Теплопроводность жидкого гексилформиата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	140	141	142	144	149	153	157
320	134	135	136	139	144	148	153
340	128	129	131	134	139	144	149
360	123	123	125	128	134	139	145
380	117	118	120	123	129	135	141
400	112	113	115	118	125	131	137
420	–	108	111	114	120	127	133
440	–	103	106	110	116	123	129
460	–	–	102	105	112	119	126
480	–	–	97,8	102	109	116	122
500	–	–	94,0	97,8	105	112	119
520	–	–	90,4	94,2	102	109	116
540	–	–	–	91,0	98,4	106	113
560	–	–	–	87,8	95,4	103	110
580	–	–	–	–	92,5	99,7	107
600	–	–	–	–	89,7	97,0	104

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа					
	60	80	100	120	140	150
300	166	174	183	191	199	204
320	162	171	180	188	196	200
340	158	168	176	185	193	197
360	155	164	174	182	190	194
380	151	161	171	179	187	191
400	148	158	168	176	184	188
420	144	155	165	174	182	185
440	141	152	162	171	179	183
460	138	149	159	169	177	181
480	135	146	157	166	175	178
500	132	144	154	164	172	176
520	129	141	152	162	170	174
540	126	138	149	159	168	173
560	123	135	147	157	167	171
580	120	133	144	155	164	170
600	118	130	142	154	163	168

Погрешность табличных значений равна 5%.

Расчетная формула для теплопроводности жидкого гексилформиата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0(T) + A_1(T)p + A_2(T)p^2, \qquad (16.26)$$

где

$$A_0(T) = 262{,}8 - 0{,}5034T + 3{,}17 \cdot 10^{-4}T^2;$$

$$A_1(T) = -0{,}941 + 6{,}264 \cdot 10^{-3}T - 5{,}684 \cdot 10^{-6}T^2;$$

$$A_2(T) = 6{,}7 \cdot 10^{-3} - 3{,}203 \cdot 10^{-5}T + 3{,}2 \cdot 10^{-8}T^2;\ p - \text{в МПа}.$$

н-Гептилбромид. Теплопроводность жидкого н-гептилбромида вблизи линии насыщения [188] приведена ниже:

T, К	260	280	300	320	340	360	380	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	114	112	109	106	103	101	97,9	96,5

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 150 - 0{,}138T. \qquad (16.27)$$

Погрешность равна 4%.

н-Гептилхлорид. Теплопроводность жидкого н-гептилхлорида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	410
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	127	123	120	116	113	110	106	105

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 174 - 0{,}169T. \qquad (16.28)$$

Погрешность равна 2%.

н-Гептилиодид. Теплопроводность жидкого н-гептилиодида вблизи линии насыщения [183, 184, 194] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420	440	450
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	103	99,3	96,1	93,0	89,8	86,6	83,4	80,3	77,1	75,5

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 147 - 0{,}159T. \qquad (16.29)$$

Погрешность равна 4%.

н-Гептан. В [1] приведен обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности н-гептана. В табл. 16.21 дан перечень новых работ.

Таблица 16.21. **Новые работы по теплопроводиости н-гептана**

Год	Автор	Литературный источник	Температура, К	Давление, МПа
1977	Расторгуев и др.	[293]	293–413	0,1
1977	Нието де Кастро и др.	[291]	279–303	0,1
1979	Нефедов, Филиппов	[302]	293–633	2–30
1981	Менаше, Вакехам	[303]	308–348	52–500
1981	Назиев и др.	[253]	201–473	0,1–50
1982	Кашиваги и др.	[6]	298–358	0,1
1985	Шульга	[254]	297–369	0,1–1015

Назиев с сотрудниками [183, 253, 282] на установках по методу регулярного режима трижды измеряли теплопроводность н-гептана при давлениях до 50–100 МПа и температурах до 473–633 К. Результаты последней работы [253] при T = 350 К, как и в случае н-гексана, систематически расположены ниже (до 6–8%) данных прежних измерений [282, 283] и значительно лучше согласуются с результатами других исследователей. Поэтому мы не использовали данные [282, 283] для составления таблиц рекомендуемых значений теплопроводности (табл. 16.22) при $T > 473$ К. Желательно проведение тщательных измерений теплопроводности н-гептана при высоких давлениях в области $T > 473$ К.

Таблица 16.22 составлена на основе обобщения, выполненного в [1], с учетом результатов новых исследований [253, 293]. Погрешность табличных данных при p = 0,1 МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях доходит до 5–6%.

Теплопроводность газообразного н-гептана при p = 0,1 МПа (табл. 16.23) вычислена по уравнению (9.1).

В [6, 254, 291, 302, 303] применены методы периодического нагрева и нагреваемой проволоки, которые при малых временах нагрева позволяют измерять молекулярную теплопроводность. Таблица 16.24 при p = 0,1 МПа составлена по данным [6, 291], а при повышенных давлениях – по [302]. Погрешность табличных значений не превышает 1–2% при p = 0,1 МПа и 2–3% при повышенных давлениях.

Таблица 16.22. **Теплопроводность н-гептана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
200	152	154	155	157	159	161	164
220	147	148	150	153	155	158	160
240	142	143	145	148	151	154	157
260	136	137	139	143	146	150	153
280	130	132	134	138	142	146	149
300	124	126	129	133	137	141	145
320	118	121	123	128	133	137	141
340	112	115	117	123	128	133	136
360	106	109	112	117	123	128	132
380	19,6	104	107	113	118	123	128
400	21,7	99,4	102	109	114	119	124
420	24,0	94,6	98,2	106	111	116	121
440	26,4	90,5	94,6	102	107	113	118
460	28,6	87,0	91,4	98,4	105	110	116
470	29,8	85,5	89,7	96,7	103	109	114

Таблица 16.23. **Рекомендуемые значения теплопроводности газообразного н-гептана при p = 0,1 МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
380	19,6	480	31,0	560	41,2	640	52,4
400	21,7	500	33,5	580	43,9	660	55,3
420	24,0	520	36,0	600	46,6	680	58,2
440	26,2	540	38,6	620	49,5	700	61,2
460	28,6						

Таблица 16.24. **Молекулярная теплопроводность н-гептана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	5	10	20	30
300	121	124	127	130	133
320	114	118	121	124	128
340	108	113	116	119	123
360	101	107	110	114	119
380		102	105	109	115
400		97,0	100	105	111
420		92,5	96,0	101	107
440		88,0	92,0	98,0	105
460		84,5	88,5	95,0	102
480		81,0	85,0	92,5	99,5
500		77,5	82,0	90,5	98,0
520		74,5	79,5	88,5	96,5
540		71,5	77,0	87,0	95,0
560		69,0	75,5	85,5	94,0
580		66,0	73,5	84,0	92,5
600		64,0	72,0	83,0	91,5
620		62,0	71,0	82,0	90,5

В [303] приводятся два значения теплопроводности: первое значение – непосредственно по результатам измерений, второе – после внесения поправки на радиационный теплоперенос. В более поздней работе [281] на основе тщательного анализа авторы приходят к выводу, что внесение этой поправки нецелесообразно. Правильными следует считать те значения теплопроводности, которые получены непосредственно по результатам измерений. Эти данные нами использованы при составлении табл. 16.25.

Таблица 16.25. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-гептана при сверхвысоких давлениях [254, 303]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	100	150	200	300	400
300	146	160	172	182	200	216
320	137	153	166	177	197	213
340	129	146	161	173	193	211
360	124	142	157	169	190	208
370	122	140	155	168	189	206
T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	500	600	700	800	900	1000
300	230	243	255	266	277	287
320	228	241	254	265	275	285
340	226	239	252	263	274	284
360	223	237	250	262	273	284
370	222	236	249	261	273	284

Погрешность равна 3%.

2,4-Диметилпентан. По данным [247] теплопроводность жидкого 2,4-диметилпентана $\lambda = 0{,}102$ Вт/(м · К) при $T = 310$ К и 0,093 при 340 К.

2,2,3-Триметилбутан (триптан). По данным [127] теплопроводность жидкого 2,2,3-триметилбутана $\lambda = 0{,}101$ Вт/(м · К) при $T = 293$ К.

3-Этилпентан. Молекулярная теплопроводность жидкого 3-этилпентана приведена в табл. 16.26.

Таблица 16.26. **Молекулярная теплопроводность жидкого 3-этилпентана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	114	340	99,4	400	84,3	460	73,3
300	112	360	94,0	420	80,2	480	70,5
320	105	380	88,9	440	76,5	500	68,2

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 262 - 0{,}67T + 5{,}66 \cdot 10^{-2} T^2. \qquad (16.30)$$

Погрешность равна 2%.

н-Гептиловый спирт. Теплопроводность паров н-гептилового спирта приведена в табл. 16.27, жидкого вблизи линии насыщения – в табл. 16.28, жидкого – в табл. 16.29.

Таблица 16.27. **Теплопроводность паров н-гептилового спирта при $p = 0{,}1$ МПа [283, 304], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
480	26,8	540	33,7	600	40,1	650	47,5
500	29,1	560	36,1	620	43,6	660	48,9
520	31,4	580	38,6	640	46,1	670	50,3

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -10{,}8 + 4{,}647 \cdot 10^{-2} T + 6{,}66 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (16.31)$$

Погрешность равна 3%.

Таблица 16.28. **Рекомендуемые значения теплопроводности н-гептилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
250	160	340	146	440	123,5	540	100,5
260	159	360	142	460	119,5	560	96
280	156,5	380	137	480	115	570	93,5
300	153	400	132,5	500	110,5		
320	150	420	128	520	105,5		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 7{,}588 + 1{,}754T - 6{,}789 \cdot 10^{-3}T^2 + 1{,}03 \cdot 10^{-5}T^3 - 5{,}82 \cdot 10^{-9}T^4. \quad (16.32)$$

Погрешность данных равна 3%.

Таблица 16.29. **Теплопроводность жидкого гептилового спирта [155], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	25	50	100	147	172	196	220
298	153	163	172	185	196	201	206	211
323	149	159	168	182	193	199	204	208
348	144	155	164	179	191	197	202	207
373	–	151	161	177	189	195	200	205
398	–	148	158	174	187	193	198	203
423	–	144	154	172	185	191	197	202
448	–	141	151	169	183	190	195	201

Погрешность равна 3%.

Изогептиловый спирт. Теплопроводность жидкого изогептилового спирта приведена в табл. 16.30.

Таблица 16.30. **Теплопроводность жидкого изогептилового спирта вблизи линии насыщения [190], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
230	148	290	140	340	133	390	125
240	147	300	139	350	131	400	124
250	146	310	137	360	130	410	122
260	144	320	136	370	128	420	120
270	143	330	134	380	127	430	119
280	142						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 173 - 8{,}38 \cdot 10^{-2}T - 9{,}69 \cdot 10^{-5}T^2. \quad (16.33)$$

Погрешность данных равна 2%.

Третичный гептиловый спирт. Теплопроводность жидкого третичного гептилового спирта вблизи линии насыщения по данным [194] составляет:

T, К	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	139	136	133	130

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 232 - 0{,}3T. \qquad (16.34)$$

Погрешность равна 3%.

2,3-Диметилпентан. Молекулярная теплопроводность 2,3-диметилпентана приведена в табл. 16.31.

Таблица 16.31. **Молекулярная теплопроводность жидкого 2,3-диметилпентана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	107	360	90,8	420	78,5	480	69,4
300	105	380	86,4	440	75,1	500	67,4
320	100	400	82,3	460	72,0	520	65,6
340	95,5						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 171 - 0{,}117T - 5{,}892 \cdot 10^{-2}T^2 + 8{,}154 \cdot 10^{-3}T^3. \qquad (16.35)$$

Погрешность равна 2%.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_8

Перфтор-1,3 диметилциклогексан. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	193	213	233	253	273
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	68,8	66,6	64,3	62,1	59,9
T, К	293	313	333	353	373
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	57,7	55,6	53,2	51,0	48,6

Расчетная формула теплопроводности

$$\lambda \cdot 10^3 = 90{,}4 - 0{,}112T. \qquad (17.1)$$

Перфтор-2 бутил-тетрагидрофуран. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	193	213	233	252	273
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	73,4	71,0	68,6	66,2	63,8
T, К	293	313	333	353	373
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	61,4	59,0	56,6	54,2	51,8

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 96{,}6 - 0{,}12T. \qquad (17.2)$$

Н-Перфтороктан. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [158] приведена ниже:

T, К	283	273	293	313	333	353	373
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	67,3	65,9	63,1	60,2	57,4	54,5	51,7

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 104{,}9 - 0{,}143T. \qquad (17.3)$$

Перфтор-4,7диокса-5метилнонан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [258] приведена ниже:

T, К	190	230	270	310	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	68,3	64,8	61,4	57,9	54,5	53,6

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 84{,}6 - 0{,}086T. \qquad (17.4)$$

Ацетофенон (метилфенилкетон). Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [128, 141] приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	148	147	147	146	145	144	144	143

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 168{,}7 - 7{,}143 \cdot 10^{-2}T. \qquad (17.5)$$

Погрешность составляет 2%.

Фенилацетат. Теплопроводность жидкого фенилацетата вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [127] равна 0,146 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

Метилбензоат. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при температуре 293 К по данным [127] равна 0,147 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

Этилбензол. В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1976 г. по исследованию теплопроводности этилбензола. Позднее были выполнены измерения в работах: в [265] при $T = 306 \div 672$ К и $p = 0{,}1 \div 100$ МПа, в [6] при $T = 298 \div 358$ К и $p = 0{,}1$ МПа. Эти данные вполне удовлетворительно (расхождения 1–2%) согласуются с рекомендуемыми значениями [1].

Таблицы 17.1 и 17.2 составлены на основании обобщения, выполненного в [1], с использованием новых данных [265] при давлениях до 100 МПа. Зависимость теплопроводности от давления при $p > 100$ МПа принята по результатам опытов [267]. Погрешность табличных данных при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 4–5%.

Теплопроводность этилбензола на линии насыщения приведена в табл. 17.3.

Таблица 17.1. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого этилбензола при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	153	240	145	300	129	360	113
200	151	260	140	320	124	380	109
220	149	280	135	340	119	400	104

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 82{,}8 + 0{,}97 \cdot T - 3{,}98 \cdot 10^{-2} T^2 + 4{,}22 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (17.6)$$

Таблица 17.2. **Теплопроводность этилбензола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	2,5	5	10	15	20	30	40
300	129	129	130	131	132	133	136	138
320	124	124	125	126	127	128	132	134
340	119	119	120	121	122	124	128	130
360	113	114	115	116	118	119	124	126
380	109	109	110	111	113	115	120	122
400	104	104	105	107	109	111	116	118
420	–	100	101	103	106	108	112	114
440	22,4	96,2	97,2	99,6	102	105	109	111
460	24,6	92,7	93,8	96,4	99,0	102	106	109
480	27,0	89,4	90,7	93,4	96,3	99,2	104	107
500	29,3	86,7	88,1	90,7	93,8	96,7	102	105
520	31,7	84,2	85,6	88,6	91,5	94,8	100	103
540	33,9	81,8	83,2	86,0	89,8	93,4	98,7	101
560	36,2	79,5	81,0	84,6	88,4	92,2	97,5	100
580	38,4	–	79,0	83,3	87,0	91,0	96,5	99,1
600	41,0	–	76,8	82,1	85,8	90,0	95,7	98,5
620	43,4	–	74,4	81,0	84,9	89,2	95,2	98,2
640	45,6	48,9	–	80,2	84,2	88,5	94,8	98,0
660	48,0	50,8	–	79,7	83,6	88,0	94,5	98,0
680	50,3	52,6	–	79,5	83,5	88,0	94,5	98,0

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	80	100	120	150
300	140	142	146	150	154	158
320	136	138	142	147	151	155
340	133	135	138	143	147	152
360	129	132	135	140	143	148
380	125	127	132	136	140	145
400	121	123	128	133	137	142
420	117	120	125	129	134	139

Продолжение табл. 17.2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	80	100	120	150
440	114	117	122	126	132	137
460	112	114	119	123		
480	109	111	116	121		
500	107	109	114	119		
520	105	107	112	117		
540	104	106	111	115		
560	103	105	110	114		
580	102	104	109	114		
600	101	103	108	113		
620	101	103	108	113		
640	101	103	108	113		
660	101	103	108	113		
680	101	103	108	113		

Таблица 17.3. **Теплопроводность этилбензола на линии насыщения [305], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
420	99,3	–	480	88,1	28,0	540	80,5	36,4
440	95,4	22,6	500	85,4	30,8	560	78,1	39,3
460	91,5	25,3	520	82,8	33,5	580	75,5	42,5

1,3-Диметилбензол (м-ксилол). В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1976 г. по исследованию теплопроводности м-ксилола. Позднее выполнены измерения в работах: в [265] при $T = 306 \div 672$ К и $p = 1 \div 100$ МПа, в [6] при $T = 298 \div 358$ К и $p = 0{,}1$ МПа, в [306] при $T = 248 \div 473$ К и $p = 0{,}1 \div 50$ МПа. Эти данные удовлетворительно (расхождения 1–3%) согласуются с рекомендуемыми значениями [1].

Таблица 17.4 составлена на основании обобщения, выполненного в [1], с учетом новых данных [265, 306] при давлениях до 100 МПа. Зависимость от давления при $p > 100$ МПа принята по результатам опытов [267]. Погрешность табличных значений при p = 0,1 МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 4–5%.

Теплопроводность м-ксилола на линии насыщения приведена в табл. 17.5.

Таблица 17.4. **Теплопроводиость м-ксилола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2,5	5	10	20	30	40
300	130	130	131	132	135	138	141
320	125	125	126	127	130	133	136
340	120	120	121	122	125	128	131
360	114	115	116	117	120	124	127

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2,5	5	10	20	30	40
380	110	110	111	113	117	120	123
400	105	106	107	108	112	116	119
420	–	101	102	104	108	112	115
440	–	97	98,3	100	104	108	111
460	–	93	94,6	96,8	101	105	108
480	–	89,8	91,5	94,0	98,3	102	105
500	29,5	87,0	88,5	91,0	95,8	99,0	102
520	32,0	84,2	85,6	88,5	93,8	97,0	100
540	34,5	81,8	83,4	86,2	92,0	95,0	98,0
560	36,7	79,2	81,0	84,2	90,6	94,0	97,1
580	39,3	77,5	79,1	82,5	89,5	93,4	96,6
600	41,7	–	77,0	81,1	88,6	93,2	96,0
620	44,0	–	74,0	80,0	87,6	92,5	95,4
640	46,5	49,5	–	79,0	87,0	92,5	95,4
660	49,0	51,9	–	78,2	87,0	92,5	95,4
680	51,5	54,0	–	77,9	87,0	92,5	

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	80	100	120	150
300	143	145	149	153	157	162
320	139	141	145	149	153	159
340	134	137	141	145	149	156
360	130	133	137	142	146	153
380	136	129	133	138	143	150
400	122	125	130	135	140	147
420	118	121	126	131	137	144
440	114	117	123	128	135	142
460	111	114	119	124		
480	108	111	116	121		
500	105	108	113	118		
520	103	106	111	116		
540	101	104	109	114		
560	100	103	108	113		
580	99,6	102	107	112		
600	99,4	102	106	111		
620	98,3	101	106	111		
640	98,3	101	106	111		
660	98,3	101	106	111		

Таблица 17.5. **Теплопроводиость м-ксилола иа лиии иасыщеиия [307], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
420	100	20,2	480	88,6	28,6	540	80,4	36,9
440	96,0	23,0	500	85,4	31,3	560	78,1	39,6
460	92,0	25,7	520	82,7	34,0	580	76,2	42,5

1,2-Диметилбензол (о-ксилол). В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1976 г., по исследованию теплопроводности о-ксилола. Позднее выполнены измерения в работах: в [265] при $T = 306 \div 672$ К и $p = 0{,}1 \div 100$ МПа, в [6] при $T = 298 \div 358$ К и $p = 0{,}1$ МПа. Эти данные хорошо (расхождения 1–2%) согласуются с рекомендуемыми значениями [1].

Таблица 17.6 составлена на основании обобщения, выполненного в [1], с учетом новых данных [265] при давлениях до 100 МПа. Зависимость теплопроводности от давления при $p > 100$ МПа принята по результатам опытов [267]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 4–5%.

Теплопроводность о-ксилола на линии насыщения приведена в табл. 17.7.

Таблица 17.6. **Теплопроводиость о-ксилола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2,5	5	10	20	30	40
300	131	131	132	133	137	140	143
320	125	126	127	128	132	135	138
340	120	121	121	123	127	131	134
360	115	116	117	118	122	126	130
380	110	111	112	113	118	122	125
400	105	106	107	109	113	117	121
420	–	102	103	105	109	113	117
440	–	98	98,8	101	106	110	114
460	28,3	94	95,0	97,2	103	107	111
480	30,0	90	91,4	93,7	99,2	104	108
500	31,9	86	88,0	90,6	96,5	101	105
520	33,6	83	85,0	88,0	93,8	99,0	103
540	35,5	80	82,5	85,7	91,7	97,0	101
560	37,4	78	80,0	83,7	90,0	95,0	99,0
580	39,4	76	77,7	82,2	88,5	92,9	96,8
600	41,2	–	75,8	81,0	87,5	91,9	95,7
620	43,2	–	73,3	80,0	86,8	91,6	95,5
640	45,0	–	–	79,5	86,5	91,1	95,0
660	47,0	50,3	–	79,0	86,5	91,1	95,0
680	49,0	52,0	–	78,6	86,6	91,2	–

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	80	100	120	150
300	146	148	152	155	160	166
320	141	144	148	151	156	163
340	137	140	144	147	153	160
360	133	135	140	144	150	157
380	128	131	136	141	147	154
400	124	127	133	138	144	151
420	120	123	130	135	141	148
440	117	120	126	132	138	146
460	114	116	123	129		
480	111	113	119	126		

Продолжение табл. 17.6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	80	100	120	150
500	108	111	116	122		
520	106	108	113	119		
540	104	106	111	117		
560	102	105	110	115		
580	100	103	109	113		
600	99,0	102	108	112		
620	98,8	102	107	112		
640	98,4	102	107	111		
660	98,4	102	107	111		

Таблица 17.7. **Теплопроводность о-ксилола на линии насыщения [307], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
420	101	24,0	500	85,0	32,7	560	76,4	39,4
440	96,4	26,2	520	81,8	34,8	580	74,0	41,5
460	92,4	28,4	540	79,0	37,0	600	72,1	43,8
480	88,5	30,5						

1,4-Диметилбензол (п-ксилол). В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1976 г. по исследованию п-ксилола. Позднее выполнены измерения в работах: в [265] при $T = 306 \div 672$ К и $p = 0{,}1 \div 100$ МПа, в [6] при $T = 298 \div 373$ К и $p = 0{,}1$ МПа. Эти данные вполне удовлетворительно (расхождения 1–2%) согласуются с рекомендуемыми значениями [1].

Таблица 17.8 составлена на основании обобщения, выполненного в [1], с учетом новых опытных данных [265] при давлениях до 100 МПа, зависимость теплопроводности от давления при $p > 100$ МПа принята по результатам [267]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 4–5%.

Теплопроводность п-ксилола на линии насыщения приведена в табл. 17.9.

Таблица 17.8. **Теплопроводность п-ксилола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	2,5	5	10	20	30
300	129	130	131	132	136	138
320	124	124	126	127	131	134
340	119	119	121	122	125	129
360	114	114	116	117	121	125
380	109	109	111	112	117	121
400	104	105	106	108	113	117
420	–	100	102	104	108	113
440	–	96,2	97,5	100	104	109

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	2,5	5	10	20	30
460	25,4	92,5	93,9	98,2	102	106
480	27,5	88,9	90,4	95,0	99,0	103
500	29,7	85,8	87,3	91,2	95,7	100
520	32,0	83,0	84,5	88,5	94,0	98,6
540	34,2	80,4	82,0	86,5	92,3	97,5
560	36,5	78,5	80,3	85,0	91,0	96,6
580	38,9	77,0	78,8	83,7	90,0	95,4
600	41,2	–	77,5	82,8	89,2	95,0
620	43,5	–	77,0	82,0	89,0	94,5
640	45,8	49,0	–	81,5	88,8	94,5
660	48,1	51,0	–	81,1	88,8	94,5
680	50,4	53,5	–	80,8	89,0	95,2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	50	60	80	100	120	150
300	142	145	147	151	155	–	–
320	137	140	143	148	152	–	–
340	133	136	139	144	148	153	–
360	129	132	135	140	145	150	156
380	124	128	131	136	142	147	154
400	120	124	127	132	138	143	150
420	116	120	123	129	135	140	148
440	112	116	119	125	131	137	145
460	108	112	115	122	128	–	–
480	106	110	113	118	124	–	–
500	103	107	110	116	121	–	–
520	102	105	108	114	119	–	–
540	100	104	107	112	118	–	–
560	99,3	103	106	112	117	–	–
580	98,6	102	105	111	116	–	–
600	98,5	102	105	111	116	–	–
620	98,2	101	104	110	115	–	–
640	98,2	101	104	110	115	–	–
660	98,2	101	104	110	115	–	–
680	98,2	101	104	110	115	–	–

Таблица 17.9. **Теплопроводиость п-ксилола на линии насыщеиия [307], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$	T, К	$\lambda' \cdot 10^3$	$\lambda'' \cdot 10^3$
420	99,4	20,7	480	87,5	28,7	540	79,5	36,7
440	95,4	23,4	500	84,5	31,5	560	77,5	39,5
460	91,5	26,0	520	82,0	34,1	580	76,0	42,2

Фенетол (феиэтиловый эфир). Теплопроводность жидкого фенетола вблизи лии ии насыщения [169] приведена ниже:

T, К	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	149	146	144	142	140	138	136	134	132	130

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 203 - 0{,}211T. \qquad (17.7)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Моиофениловый эфир этилеигликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [242] составляет:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	169	168	168	167	167	166

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 187 - 0{,}06T. \qquad (17.8)$$

Погрешность данных равна 5%.

м-Ксилидин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К по данным [127] равна 0,154 Вт/(м · К). Погрешность равна 3%.

N-Этиланилин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при 293 К по данным [127] равна 0,150 Вт/(м · К). Погрешность составляет 3%.

Диметиланилин. Теплопроводность жидкого диметиланилина вблизи линии насыщения по данным [169] составляет:

T, К	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	122	121	119	118	116	115

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 167 - 0{,}15\,T. \qquad (17.9)$$

Погрешность данных равна 2%.

Октен-1. Теплопроводность октена-1 приведена в табл. 17.10.

Таблица 17.10. **Теплопроводность жидкого октена-1 при $p = 0{,}1$ МПа [183, 194], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
200	151	260	136	300	126	360	110
220	146	280	131	320	121	380	106
240	141			340	116		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 200 - 0{,}241\,T - 1{,}89 \cdot 10^{-3}\,T^2. \qquad (17.10)$$

Погрешность равна 2–3%.

Таблица 17.11. **Теплопроводность паров октена-1 при $p = 0{,}1$ МПа [298, 308], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
420	21,7	480	27,7	540	34,7	600	42,0
440	23,5	500	30,0	560	37,2	620	44,5
460	25,5	520	32,3	580	39,6	640	47,0
						660	49,6

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 80{,}4 - 0{,}481\,T + 1{,}087 \cdot 10^{-3}\,T^2 - 6{,}532 \cdot 10^{-5}\,T^3. \qquad (17.11)$$

Погрешность равна 3%.

Теплопроводность октена-1 приведена в табл. 17.12.

Таблица 17.12. **Теплопроводность октена-1 [308]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	0,1	2	5	10	15	20	30	40	50
280	131	131	132	133	135	137	139	143	145
300	126	126	127	128	130	132	135	138	141
320	121	121	122	123	126	128	131	134	138
340	116	116	118	119	122	124	127	131	134
360	110	112	114	116	118	120	124	128	131
380	106	106	109	112	114	117	121	125	129
400	–	103	106	109	111	114	118	123	126
420	21,7	99,5	102	106	108	111	116	120	124
440	23,5	96,0	98,4	103	105	109	114	118	122
460	25,5	92,5	95,0	100	103	106	111	116	121
480	27,7	89,2	91,6	97,2	100	104	109	114	119
500	30,0	85,7	88,2	94,5	97,9	101	107	113	118
520	32,3	82,0	84,6	91,8	95,5	99,2	105	111	116
540	34,7	–	80,5	89,0	93,3	97,0	103	109	115
560	37,2	–	76,2	86,4	91,3	94,9	101	108	114
570	38,4	–	74,0	85,0	90,2	93,8	100	107	113

Погрешность при повышенных давлениях составляет 5%.

Октен-2. По данным [194] теплопроводность жидкого октена-2 $\lambda = 133 \times 10^{-3}$ Вт/(м·К) при $T = 310$ К и $\lambda = 116 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м·К) при $T = 350$ К.

Этилциклогексан. Теплопроводность этилциклогексана измерена в двух работах: в [275] при $p = 0{,}1 \div 50$ МПа и $T = 293 \div 621$ К, в [246] при $p = 0{,}1 \div 150$ МПа и $T = 297 \div 455$ К. Между результатами этих измерений имеются существенные расхождения (до 5–7%). При составлении табл. 17.13 предпочтение было отдано более надежным данным [246].

Таблица 17.13. **Теплопроводиость этилциклогексаиа**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	109	116	121	126	131	135	139	143
320	104	112	117	122	128	132	136	141
340	100	108	113	119	125	129	133	139
360	96	104	110	116	122	126	131	137
380	92	100	107	113	119	124	129	135
400	–	96	104	111	116	122	127	133
420	20,0	93	101	108	114	120	125	131
440	21,9	91	98	105	112	118	123	130
460	23,8	89	96	103	110	116	121	128

Погрешность равна 4%.

Метилгексилкетои. Теплопроводности жидкого метилгексилкетона и метилгексилкетона при $T = 303$ К приведены в табл. 17.14 и 17.15.

Таблица 17.14. **Теплюпроводность жидкого метилгексилкетона при давлении 0,1 МПа [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
270	141	310	132	350	123	390	114
280	139	320	130	360	121	400	112
290	137	330	128	370	119	410	110
300	135	340	125	380	116	420	107

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 203 - 0{,}228\,T. \qquad (17.12)$$

Погрешность данных равна 3%.

Теплопроводность жидкого метилгексилкетона под давлением измерена в [250] при температуре 303 К. Эти данные описываются формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 135 + 0{,}36\,p - 5{,}17 \cdot 10^{-4}\,p^2. \qquad (17.13)$$

Таблица 17.15. **Теплопроводность метилгексилкетона при температуре 303 К, Вт/(м . К)**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	134	40	148	80	160	150	176
20	141	60	154	100	165	200	186

Погрешность данных равна 4% при давлении более 20 МПа.

н-Амилпропиоиат. Теплопроводности жидкого н-амилпропионата и его паров приведены в табл. 17.16 и 17.17.

Таблица 17.16. **Теплопроводиость жидкого и-амилпропиоиата [309]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	4,9	9,9	19,7	29,5	39,3	50,1
300	138	140	142	145	147	150	158
326	132	135	137	139	142	145	148
359	126	128	130	134	136	140	143
404	116	118	121	125	128	132	135
449	–	108	112	115	119	124	127
483	–	102	105	109	113	117	121
517	–	95	99	102	106	110	115
551	–	91	94	98	102	106	110
583	–	86	89	95	97	102	107

Погрешность табличных значений равна 3%.

Таблица 17.17. **Теплопроводность паров амилпропиоиата [309]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа		
	0,1	1	2
440	20	–	–
490	26,5	–	–
510	29,0	–	–
592	–	–	42,5
593	–	40,0	–
603	–	–	44,0
604	–	42,0	–
628	–	–	46,5
637	–	45,0	–
651	–	–	49,0
662	–	48,0	–
680	–	50,0	51,5

н-Гексилацетат. Теплопроводность жидкого н-гексилацетата приведена в табл. 17.18.

Таблица 17.18. **Теплопроводиость жидкого и-гексилацетата [204]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
300	135	135	135	136	138	140	142
320	129	130	130	132	134	136	138
340	124	125	126	127	130	132	134
360	120	121	121	123	125	128	130
380	116	116	117	119	121	124	126
400	112	112	113	114	117	120	122

Продолжение табл. 17.18

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
420	108	108	109	110	113	116	119
440	–	104	105	107	110	112	115
460	–	100	101	103	106	109	112
480	–	96,5	97,1	99,0	102	105	108
500	–	92,8	93,4	95,4	98,6	102	105
520	–	89,2	89,8	91,8	95,1	98,4	102
540	–	85,6	86,3	88,4	91,8	95,2	98,5
560	–	82,2	82,9	85,0	88,5	92,0	95,4
580	–	78,9	79,6	81,8	85,4	89,0	92,5
600	–	75,6	76,4	78,6	82,3	86,0	89,6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	60	80	100	120	140	150
300	150	158	160	172	179	185	188
320	147	155	162	170	176	183	186
340	143	151	159	167	174	181	184
360	139	148	157	165	172	179	182
380	136	145	154	162	170	177	181
400	133	142	151	160	168	176	179
420	129	139	149	158	166	174	178
440	126	136	146	156	164	172	176
460	123	135	144	153	162	171	175
480	120	131	142	151	161	169	173
500	117	128	139	149	159	168	172
520	114	126	137	148	157	166	171
540	111	124	135	146	156	165	170
560	109	121	133	144	154	164	168
580	106	119	131	142	153	163	167
600	104	117	129	141	152	162	166

Формула для расчета теплопроводности жидкого гексилацетата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (17.14)$$

где

$$A_0 = 219{,}8 - 0{,}32766\,T + 1{,}4368 \cdot 10^{-4}\,T^2;$$

$$A_1 = -0{,}4446 + 3{,}4142 \cdot 10^{-3}\,T - 2{,}3632 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_2 = 3{,}2915 \cdot 10^{-3} - 1{,}5236 \cdot 10^{-5}\,T + 1{,}3575 \cdot 10^{-8}\,T^2;$$

p – в МПа.

н-Гептилформиат. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [204] приведена ниже:

T, К	270	290	310	330	350	370	390	410	430
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	142	139	135	132	128	124	121	117	114

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 190 - 0{,}179T. \qquad (17.15)$$

Погрешность равна 1,5%.

Изоамилпропионат. Теплопроводность жидкого изоамилпропионата приведена в табл. 17.19.

Таблица 17.19. **Теплопроводность жидкого изоамилпропионата** [309]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2	5	10	15	20	25
300	129	129	130	132	134	135	137
320	125	126	127	128	130	132	133
340	122	122	123	125	127	128	130
360	118	119	120	122	123	125	127
380	115	115	116	118	120	122	124
400	111	112	113	115	117	119	120
420	108	108	110	111	113	115	117
440	104	105	106	108	110	112	114
460	–	102	103	105	107	109	111
480	–	98,0	99,3	101	103	106	108
500	–	94,6	95,8	97,9	100	102	104
520	–	91,1	92,4	94,6	96,8	99,0	101
540	–	–	89,0	91,2	93,5	95,8	98,1
560	–	–	85,6	87,9	90,2	92,5	94,9
580	–	–	–	84,6	86,9	89,3	91,8
600	–	–	–	81,3	83,7	86,1	88,6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К) при p, МПа				
	30	35	40	45	50
300	138	140	141	143	144
320	135	137	138	140	142
340	132	134	135	137	139
360	129	130	132	134	136
380	126	127	129	131	133
400	122	124	126	128	130
420	119	121	123	125	127
440	116	118	120	122	124
460	113	115	117	119	121
480	110	112	114	116	118
500	107	109	111	113	116
520	104	105	108	110	113
540	100	103	105	108	110
560	97,3	99,8	102	105	107
580	94,2	96,7	99,3	102	104
600	91,1	93,7	96,6	99,0	102

Формула для расчета теплопроводности жидкости

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (17.16)$$

где

$$A_0 = 182{,}4 - 0{,}1804T + 5{,}5624 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_1 = -3{,}1572 \cdot 10^{-2} + 1{,}4805 \cdot 10^{-3} T - 1{,}119 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = 2{,}61 \cdot 10^{-3} - 1{,}508 \cdot 10^{-5} T + 2{,}056 \cdot 10^{-8} T^2; \quad p \text{ – в МПа.}$$

Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения в функции температуры описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 1514 - 8{,}32T + 1{,}66 \cdot 10^{-2} T^2 - 1{,}12 \cdot 10^{-5} T^3. \qquad (17.17)$$

Формула пригодна в интервале температур 440–600 К.

Теплопроводность паров вблизи линии насыщения в функции температуры описывается выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = -5202 + 29{,}3T - 5{,}48 \cdot 10^{-2} T^2 + 3{,}43 \cdot 10^{-5} T^3 \qquad (17.18)$$

в том же интервале температур.

Каприловая кислота. Теплопроводность жидкой каприловой кислоты вблизи линии насыщения [183] приведена ниже:

T, К	300	320	340	360	380	400	420	440	450
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	146	143	140	137	134	131	128	125	124

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 192 - 9{,}153T. \qquad (17.19)$$

Погрешность данных равна 2%.

Теплопроводность паров каприловой кислоты приведена в табл. 17.20.

Таблица 17.20. Теплопроводность паров каприловой кислоты при давлении 0,1 МПа [215], Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
530	31,0	560	33,3	590	36,1	620	39,4
540	31,7	570	34,2	600	37,2	630	40,7
550	32,5	580	35,1	610	38,3		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 28{,}9 - 2{,}62 - 10^{-3} T - 1{,}01 \cdot 10^{-4} T^2 + 2{,}14 \cdot 10^{-7} T^3. \qquad (17.20)$$

Погрешность данных равна 3%.

Этилкапронат. Теплопроводность жидкого этилкапроната при давлении 0,1 МПа [277] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	141	137	133	129	126	118

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 194{,}7 - 0{,}192T. \qquad (17.21)$$

Погрешность данных равна 1,5%.

1,2-Диметилциклогексан. Теплопроводность жидкого 1,2-диметилциклогексана приведена в табл. 17.21.

Таблица 17.21. **Теплопроводность жидкого 1,2-диметилциклогексана [246]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	105	112	117	122	127	131	135	140
320	101	108	113	119	124	128	132	138
340	97	104	110	116	121	125	130	136
360	93	101	107	113	119	123	128	134
380	–	97	104	110	116	121	126	132
400	–	94	101	107	114	119	124	130
420	–	–	99	105	111	117	122	129
430	–	–	97	104	110	116	121	128

Погрешность равна 4%.

1,3-Диметилциклогексан. Теплопроводность жидкого 1,3-диметилциклогексана приведена в табл. 17.22.

Таблица 17.22. **Теплопроводность жидкого 1,3-диметилциклогексана [246]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	103	109	115	120	125	129	133	138
320	98	105	111	117	122	126	130	136
340	–	102	108	114	119	124	128	134
360	–	99	105	111	116	122	126	132
380	–	96	102	108	114	120	124	130
400	–	93	99	106	112	118	122	128
420	–	–	97	104	110	116	120	127
440	–	–	95	102	108	114	119	126
450	–	–	–	101	107	113	118	125

Погрешность равна 4%.

1,4-Диметилциклогексан. Теплопроводность жидкого 1,4-диметилциклогексана приведена в табл. 17.23.

Таблица 17.23. **Теплопроводность жидкого 1,4-диметилциклогексана [246]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	103	110	116	121	126	130	134	140
320	99	106	112	118	123	127	132	138
340	95	102	109	115	120	125	130	136

Продолжение табл. 17.23

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
360	–	99	106	112	118	123	128	134
380	–	96	103	109	115	120	125	132
400	–	93	100	106	112	118	123	130
420	–	–	97	104	110	116	121	128
440	–	–	95	102	108	114	119	126
450	–	–	94	101	107	113	118	125

Погрешность равна 4%.

Октилбромид. Теплопроводность жидкого октилбромида вблизи линии насыщения [188]:

T, К	290	310	330	350	370	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	112	110	107	105	102	100

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 147 - 0{,}12T. \qquad (17.22)$$

Погрешность данных равна 5%.

Октилхлорид. Теплопроводность жидкого октилхлорида вблизи линии насыщения [183]:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	129	127	125	122	120	118	116	114

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 160 - 0{,}111T. \qquad (17.23)$$

Погрешность данных составляет 2%.

Октилиодид. Теплопроводность жидкого октилиодида вблизи линии насыщения [183, 184]:

T, К	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	102	99,3	96,6	93,9	91,2
T, К	380	400	420	440	450
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	88,5	85,8	83,1	80,7	79,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 140 - 0{,}135T. \qquad (17.24)$$

Погрешность данных равна 2%.

н-Октан. В [1] приведен обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности н-октана. В табл. 17.24 дан перечень новых работ.

Таблица 17.24. **Новые работы по теплопроводиости н-октана**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1982	Кашиваги и др.	[6]	298–348	0,1
1983	Каладо и др.	[310]	282–337	0,1
1983	Кравчун	[9]	297–570	0,1–30
1984	Ли, Майтланд, Вакехам	[281]	307–362	7–592
1985	Тарзиманов и др.	[11]	294–374	0,1
1985	Шульга	[254]	302–362	0,1–933

Таблицы 17.25 и 17.26 составлены на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений теплопроводности при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях доходит до 4–6%.

Назиев с сотрудниками [253, 282, 283] трижды измеряли теплопроводность н-гексана и н-гептана при давлениях до 50–100 МПа и температурах до 473–633 К. Результаты последних измерений [253] показали, что данные прежних работ [282, 283] при $T > 350$ К на 6–8% завышены. Так как в этих работах исследовалась также теплопроводность н-октана, то можно предположить, что для н-октана при высоких температурах получены также искаженные результаты. Исходя из этого, при составлении табл. 17.27 мы не использовали данные работ [282, 283] по н-октану при $T > 350$ К и не сочли возможным давать значения теплопроводности н-октана при температурах более 450 К, где нет других экспериментальных данных. По нашему мнению, целесообразно выполнение тщательных измерений теплопроводности н-октана при повышенных давлениях, включая газообразное состояние, в области $T > 350$ К.

Таблица 17.25. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-октана на линии насыщении, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
220	148	280	133	340	118
240	144	300	128	360	112
260	138	320	123	380	107
				390	105

Значения теплопроводности газообразного н-октана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 17.26) вычислены по уравнению (9.1).

Таблица 17.26. **Рекомендуемые значеиия теплопроводности газообразного н-октана при $p = 0{,}1$ МПа**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
420	22,2	520	33,6	600	43,7
440	24,3	540	36,0	620	46,3
460	26,5	560	38,6	640	49,0
480	28,8	580	41,1	660	51,8
500	31,1			680	54,8

Таблица 17.27. **Теплопроводность н-октаиа**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	5	10	15	20	30	40	50
280	133	135	137	139	141	144	147	151
300	128	130	132	133	135	138	142	146
320	123	125	127	128	130	133	137	141
340	118	120	122	124	125	129	133	138
360	112	115	117	119	121	126	130	134
380	107	110	113	116	118	123	127	131
400	–	106	110	113	115	120	124	129
420	22,2	103	107	110	113	117	122	127
440	24,3	99,3	105	108	111	116	120	125
450	25,4	97,9	103	107	110	115	120	124

Во всех новых работах (см. табл. 17.24) применены современные нестационарные методы, которые при малых временах нагрева обеспечивают измерение молекулярной теплопроводности: первое – непосредственно по результатам опытов и второе – с внесением расчетной поправки на радиационный теплоперенос (около 2–3%). В более поздней работе [281] указывается, что нецелесообразно вводить эту поправку и правильным значением теплопроводности следует считать первую величину.

Значения молекулярной теплопроводности на линии насыщения (табл. 17.28) соответствуют обобщающей линии на графике в координатах λ, T. При повышенных давлениях использованы результаты [9]. Погрешность табличных данных при p=0,1 МПа составляет 1–2%, а при повышенных давлениях 2–3%.

Значения молекулярной теплопроводности жидкого н-октана при сверхвысоких давлениях приведены в табл. 17.29.

Таблица 17.28. **Молекулярная теплопроводность н-октана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	5	10	20	30
290	128	130	132	136	140
300	125	127	130	133	137
320	118	121	124	128	132
340	112	115	118	123	127
360	106	109	112	118	122
380	101	104	107	113	118
400	95,9	99,1	102	108	114
420	91,0	94,5	97,7	104	110
440	86,5	90,2	93,5	100	106
460		86,2	89,8	96,6	103
480		82,7	86,5	93,5	99,5
500		79,7	83,7	90,9	96,9
520		77,2	81,5	88,8	94,8
540		75,2	79,8	87,3	93,2
560		73,8	78,8	86,3	92,1

Таблица 17.29. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-октана при сверхвысоких давлениях [254, 281]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	100	150	200	300	400
300	142	157	169	180	199	214
320	137	153	166	177	197	213
340	133	149	163	175	195	211
360	128	145	159	171	192	209

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	500	600	700	800	900	950
300	228					
320	227	240	252			
340	226	239	252	263		
360	225	238	251	263	274	280

Погрешность равна 3%.

2,2,4-Триметилпентан (изооктан). В [1] были выполнены обзор и обобщение имеющихся опытных данных по теплопроводности изооктана. В табл. 17.30 приводится перечень новых работ.

Таблица 17.30. **Новые работы по теплопроводности изооктана**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1983	Каладо и др.	[310]	292–359	0,1
1983	Кравчун	[9]	290–565	0,1–30
1984	Фарелейра и др.	[285]	313–351	15,2–592
1986	Шульга	[254]	293–403	0,1–1022

Таблицы 17.31 и 17.32 составлены на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений теплопроводности при $p = 0{,}1$ МПа составляет 1,5–2%, а при повышенных давлениях 3–4%.

Во всех новых работах (табл. 17.30) применены современные нестационарные методы нагретой проволоки и получены сведения о молекулярной теплопроводности. Таблица 17.33 составлена по результатам работ, приведенных в табл. 17.30. Погрешность табличных значений теплопроводности при $p = 0{,}1$ МПа составляет 1–2%, а при повышенных давлениях 2–3%.

В работах [254, 285] измерена теплопроводность изооктана при сверхвысоких давлениях (см. табл. 17.30). Наблюдается хорошее согласие между результатами этих работ (расхождения составляют 1–2%). В табл. 17.34 приводятся значения молекулярной теплопроводности изооктана при сверхвысоких давлениях по данным [254].

Таблица 17.31. **Рекомендуемые значеиия теплопроводности жидкого изооктана на линии насыщеиия, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
170	125	260	106,5	300	97,0
180	124	270	104	320	92,3
220	115,5	280	102	340	87,6
240	111	290	99,3	360	82,9

Таблица 17.32. **Рекомендуемые значеиия теплопроводности изооктана в зависимости от температуры и давления**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	1	2	3	5
290	99,3	99,6	99,9	100	101
330	89,9	90,4	90,9	91,4	92,4
350	85,3	85,8	86,4	87,0	88,1
370	–	81,1	81,7	82,4	83,7
380	21,0	78,6	79,3	80,0	81,3
390	22,0	76,4	77,0	77,7	79,0
400	23,0	74,3	74,9	75,7	76,9
410	24,1	72,9	73,5	74,1	75,4
420	25,2	71,4	72,0	72,7	74,0
430	26,3	70,0	70,7	71,4	72,7
440	27,4	68,7	69,4	70,2	71,5
450	28,4	67,5	68,3	69,0	70,4
460	29,5	66,3	67,1	67,9	69,3
470	30,6	65,2	66,0	66,8	68,3
480	31,7	–	65,1	65,9	67,4
490	32,9	–	64,2	65,1	66,7
500	34,0	–	63,6	64,5	66,1
510	35,1	–	63,0	63,9	65,5
520	36,3	–	62,3	63,2	65,0
530	37,5	39,2	–	62,7	64,5
540	38,7	40,0	–	62,2	63,9
550	40,0	40,9	43,6	–	63,2
560	41,4	42,2	44,1	–	62,1

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	10	15	20	30	40	50
290	102	104	106	109	112	115
310	98,6	100	102	106	109	112
330	94,7	96,8	98,8	103	106	110
350	90,9	93,3	95,5	99,7	104	102
370	86,9	89,5	92,0	96,5	101	104
380	84,5	87,3	89,9	94,6	98,7	102
390	82,3	85,1	87,9	92,7	96,8	101
400	80,1	83,1	85,9	90,9	95,0	98,9

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	10	15	20	30	40	50
410	78,6	81,5	84,4	89,5	93,7	97,6
420	77,1	80,1	83,0	88,2	92,4	96,3
430	75,9	78,9	81,7	87,0	91,2	95,1
440	74,7	77,7	80,6	85,8	90,0	94,0
450	73,6	76,6	79,5	84,6	88,9	93,0
460	72,6	75,7	78,5	83,6	87,9	92,0
470	71,7	74,8	77,6	82,7	87,0	91,2
480	71,0	74,0	76,8	81,9	86,3	90,4
490	70,3	73,4	76,2	81,2	85,7	89,8
500	69,7	72,8	75,6	80,6	85,1	89,2
510	69,1	72,3	75,1	80,2	84,7	88,7
520	68,7	71,9	74,8	79,8	84,3	88,3
530	68,3	71,5	74,4	79,5	83,9	88,0
540	67,8	71,1	74,1	79,2	83,6	87,8
550	67,2	70,6	73,7	78,9	83,3	87,4
560	66,3	69,9	72,9	78,1	82,6	86,8
570	65,2	68,8	71,9	77,1	81,8	85,8

Таблица 17.33. **Молекулярная теплопроводность изооктана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	5	10	20	30
290	96,3	98,8	101	104	108
300	94,2	96,3	98,2	102	106
320	90,1	91,7	94,0	98,1	102
340	86,0	87,4	90,0	94,4	98,6
360	82,2	83,6	86,5	91,1	95,5
380	78,6	80,2	83,3	88,2	92,8
400	75,1	77,0	80,4	85,5	90,2
420	71,7	74,3	77,8	83,1	87,9
440	68,5	72,0	75,6	81,0	85,8
460		69,8	73,5	79,1	83,9
480		67,8	71,5	77,3	82,0
500		66,2	69,9	75,7	80,3
520		64,8	68,5	74,4	78,9
540		63,8	67,4	73,3	77,7
560		63,1	66,6	72,6	76,7

Таблица 17.34. **Молекулярная теплопроводность изооктана при сверхвысоких давлениях по данным [254]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	100	150	200	300	400
300	114	127	137	147	163	176
310	112	125	136	146	162	176
320	110	124	135	145	162	176
330	108	122	134	144	162	176
340	105	121	133	144	161	176
350	103	119	132	143	161	176
360	101	118	131	142	160	176
370	98,3	116	130	141	160	176
380	95,8	114	129	140	160	175
390	93,3	113	127	139	159	175
400	90,7	111	126	139	159	175

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	500	600	700	800	900	1000
300	188	199	210			
310	188	200	210	220		
320	189	200	211	220		
330	189	200	211	221	230	239
340	189	201	211	221	231	239
350	189	201	212	222	231	240
360	189	201	212	222	232	241
370	189	201	212	223	232	241
380	189	202	213	223	233	242
390	189	202	213	224	234	243
400	189	202	213	224	234	244

2-Метилгептан. Молекулярная теплопроводность жидкого 2-метилгептана на линии насыщения [284] приведена ниже:

T, К	293	300	320	340	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К) . . .	115	113	107	102	97,4	92,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 187{,}2 - 0{,}219T - 9{,}51 \cdot 10^{-5} T^2 . \qquad (17.25)$$

Погрешность равна 2%.

3-Метилгептан. По данным [127] теплопроводность (табл. 17.35) жидкого 3-метилгептана $\lambda \cdot 10^3 = 122$ Вт/(м · К) при T=293 К.

Таблица 17.35. **Молекулярная теплопроводность жидкого 3-метилгептана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	118	360	101	420	87,2	480	76,5
300	117	380	95,9	440	83,3	500	73,5
320	111	400	91,4	460	79,7	520	70,9
340	106						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 192 - 0{,}169T - 4{,}776T^2 + 6{,}84 \cdot 10^{-7} T^3. \qquad (17.26)$$

Погрешность равна 2%.

и-Октиловый спирт. Таблица 17.36 теплопроводности октилового спирта составлена на основании [188, 286, 311, 194], табл. 17.37 – на основании [286].

Таблица 17.36. **Рекомендуемые звачения теплопроводности жидкого октилового спирта вблизи линин насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	160	360	145	440	128	520	110
300	157	380	141	460	124	540	105
320	153	400	137	480	119	560	100
340	149	420	133	500	114	570	97,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 204{,}9 - 0{,}125T - 1{,}12 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (17.27)$$

Погрешность равна 2% при температурах до 460 К, 3% при остальных температурах.

Таблица 17.37. **Теплопроводность жидкого октилового спирта [286]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	5	10	20	30	40
300	159	160	164	167	171
350	149	151	156	159	163
400	140	142	147	151	155
450	129	132	137	142	146
500	116	120	125	131	135
550	105	108	114	120	124

Значения теплопроводности паров октилового спирта приведены в табл. 17.38.

Таблица 17.38. **Рекомендуемые значения теплопроводности паров октилового спирта при давлении 0,1 МПа**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
480	25,7	510	29,0	540	32,2	570	35,6
490	26,8	520	30,1	550	33,4		
500	27,9	530	31,2	560	34,5		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -27{,}41 + 0{,}111T - 1{,}13 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (17.28)$$

Погрешность равна 3%.

Втор.-октиловый спирт. Теплопроводность жидкого вторичного октилового спирта при $p = 0{,}1$ МПа [261, 312] приведена ниже:

T, К	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	138	136	135	134	132	130	129

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 157 + 7{,}14 \cdot 10^{-3} T - 2{,}38 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (17.29)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Дибутиловый эфир. Теплопроводность жидкого дибутилового эфира приведена в табл. 17.39.

Таблица 17.39. **Теплопроводность жидкого дибутилового эфира при $T = 303$ К [183], Вт/(м · К)**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$	p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$
0,1	126	60	149	120	166	160	175
20	134	80	155	140	170	180	179
40	142	100	161				

Формула для расчета теплопроводности в зависимости от давления

$$\lambda \cdot 10^3 = 126 + 4{,}41 \cdot 10^{-2} p - 1{,}16 \cdot 10^{-5} p^2 + 2{,}03 \cdot 10^{-9} p^3. \qquad (17.30)$$

Погрешность данных равна 3%.

Теплопроводность жидкого дибутилового эфира в зависимости от давления и температуры измерена в [313]. Погрешность этих данных по оценкам авторов работы составляет 2,5%. Однако между [183] и [313] наблюдается расхождение до 7%, что превосходит суммарную погрешность экспериментальных данных.

Теплопроводность жидкого дибутилового эфира в табл. 17.40 рассчитана по формуле

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 \cdot p + A_2 \cdot p^2, \qquad (17.31)$$

где

$$A_0 = 244 - 0{,}465T + 3 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$A_1 = -0{,}264 + 4{,}13 \cdot 10^{-3} T - 2{,}7 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = -7{,}57 \cdot 10^{-3} + 1{,}02 \cdot 10^{-5} T - 1{,}7 \cdot 10^{-8} T^2$; p – в МПа.

Теплопроводность паров [313], приведенная в табл. 17.40, рассчитана по формуле

$$\lambda \cdot 10^3 = -18{,}8 + 0{,}0985T. \qquad (17.32)$$

Таблица 17.40. **Теплопроводность дибутилового эфира [313]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	2	10	20	30	40	50
280	137	138	143	148	152	155	156
300	131	133	138	144	148	151	153
320	126	127	133	139	144	147	150
340	120	122	128	134	140	144	147
360	115	117	123	130	136	140	144
380	110	112	119	126	132	137	141
400	20,6	108	115	123	129	134	138
420	22,6	103	111	119	126	131	136
440	24,6	99,3	107	115	123	128	133
460	26,6	94,5	103	112	120	126	131
480	28,5	91,9	100	109	117	123	128
500	30,5	88,6	97,0	106	114	121	126
620	32,5	85,5	94,1	104	112	119	124
540	34,4	–	91,4	101	110	116	122
560	36,4	–	88,9	98,8	107	114	120
580	38,4	–	86,7	96,7	105	113	118
600	40,3	–	84,6	94,8	101	111	117
620	42,3	–	82,8	93,1	102	109	115
640	44,3	–	81,2	91,6	100	108	113

Этилгексиловый эфир. Теплопроводность жидкого гексилэтилового эфира вблизи линии насыщения [183, 314] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	130	126	121	117	112	108	106

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 192 - 0{,}223T. \qquad (17.33)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Моно-2-этилбутиловый эфир этиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [242] приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	152	150	148	147	145	144

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 201 - 0{,}16T. \qquad (17.34)$$

Погрешность табличных данных равна 5%.

Моно-н-гексиловый эфир этилеигликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [242] приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	155	152	150	147	145	143

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 229 - 0{,}24T. \qquad (17.35)$$

Погрешность табличных данных равна 5%.

Моио-н-бутиловый эфир диэтиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [183, 194] приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	161	158	156	154	152	150

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 226 - 0{,}21T. \qquad (17.36)$$

Погрешность табличных данных равна 1,5%.

Диэтиловый эфир диэтиленгликоля. Теплопроводность жидкой фазы [183] вблизи линии насыщения приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	149	146	144	141	138	136

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 233 - 0{,}27T. \qquad (17.37)$$

Погрешность табличных данных равна 5%.

Диметиловый эфир триэтиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [194] составляет:

T, К	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	163	159	155	150

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 298 - 0{,}433T. \qquad (17.38)$$

Погрешность табличных данных равна 3%.

Тетраэтиленгликоль. Теплопроводность жидкого тетраэтиленгликоля вблизи линии насыщения [244] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	190	192	192	193	192	191	190

T, К	420	440	460	480	500	520
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	188	185	182	178	174	169

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 113 + 0{,}47T - 6{,}96 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (17.39)$$

Погрешность табличных данных равна 2%.

Хиолин. Теплопроводность жидкого хинолина вблизи линии насыщения [127, 131, 144] приведена ниже:

T, К	290	310	330	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	148	145	143	141	140

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 181 - 0{,}114T. \qquad (17.40)$$

Погрешность табличных данных равна 2%.

2,3-Диметилгексан. Молекулярная теплопроводность 2,3-диметилгексана приведена в табл. 17.41.

Таблица 17.41. **Молекулярная теплопроводность жидкого 2,3-диметилгексана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	111	340	98,7	400	84,4	460	71,4
300	109	360	93,8	420	79,9	480	67,3
320	104	380	89,0	440	75,6	500	63,5

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 206 - 0{,}38T + 1{,}9 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (17.41)$$

Погрешность равна 2%.

2,5-Диметилгексаи. Молекулярная теплопроводность жидкого 2,5-диметилгексана на линии насыщения по данным [284] составляет:

T, К	293	300	320	340	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	107	106	95,6	90,5	85,7	

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 70{,}1 + 0{,}443T - 1{,}08 \cdot 10^{-3} T^2. \qquad (17.42)$$

Погрешность равна 2%.

2-Метил-3-этилпентан. Молекулярная теплопроводность 2-метил-3-этилпентана приведена в табл. 17.42.

Таблица 17.42. **Молекулярная теплопроводиость жидкого 2-метил-3-этилпентана на линии насыщенния [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	112	360	93,7	420	81,1	480	71,5
300	110	380	89,2	440	77,6	500	69,0
320	104	400	85,0	460	74,4	520	66,8
340	98,5						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 260 - 0{,}736T + 8{,}857 \cdot 10^{-4} T^2 - 3{,}60 \cdot 10^{-7} T^3. \qquad (17.43)$$

Погрешность равна 2%.

2,3-Дигидроинден (индан). По данным [127] теплопроводность жидкого индана

$\lambda \cdot 10^3 = 135 \pm 5$ Вт/(м · К) при $T = 293$ К.

Этилбензоат. По данным [127] теплопроводность жидкого этилбензоата

$\lambda \cdot 10^3 = 141 \pm 5$ Вт/(м · К) при $T = 293$ К.

н-Пропилбензол.

Таблица 18.1. Теплопроводность жидкого пропилбензола при $p = 0{,}1$ МПа [183, 210], Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	142	260	133	340	116
200	141	280	129	360	111
220	139	300	125	380	107
240	136	320	120	400	102

Расчетная формула (табл. 18.1)

$$\lambda \cdot 10^3 = 96{,}9 + 0{,}615T - 2{,}442T^2 + 2{,}347 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (18.1)$$

Погрешность равна 2–3%.

Теплопроводность н-пропилбензола приведена в табл. 18.2.

Таблица 18.2. Теплопроводность н-пропилбензола [183, 210, 315]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
280	129	133	137	141	143	147	150
300	125	129	132	136	139	143	146
320	120	124	127	132	135	138	142
340	116	120	123	128	131	134	138
360	111	115	118	124	127	130	134
380	107	111	115	120	123	126	130
400	102	107	111	116	119	122	126
420	–	104	107	111	116	118	122
440	–	100	104	108	112	116	118
460	29,6	97,8	101	105	110	113	116
480	32,9	95,2	97,2	102	108	110	113
500	36,2	93,1	95,8	100	105	108	111
520	39,5	90,8	93,7	98,2	103	106	109
540	43,0	88,7	92,0	96,2	101	105	107
560	46,4	86,8	90,7	95,0	99,8	103	106
580	50,2	85,0	89,4	94,1	98,2	102	105
600	53,4	83,3	88,4	93,2	98,1	102	105
620	57,1	82,5	87,8	93,0	98,0	102	105

Погрешность при $p = 0{,}1$ МПа равна 2–3%, а при повышенных давлениях 4–5%.

Изопропилбензол (кумол). В [1] дан обзор работ, опубликованных до 1975 г. по исследованию теплопроводности изопропилбензола. Позднее выполнены измерения в [315] при $T = 289 \div 623$ К и $p = 0{,}1 \div 50$ МПа, в [265] при $T = 306 \div 673$ К и $p = 0{,}1 \div 100$ МПа, в [6] при $T = 298 \div 358$ К и $p = 0{,}1$ МПа. Данные [265, 315] при $p = 0{,}1$ МПа (жидкая фаза) удовлетворительно (расхождения 1–2%) согласуются с рекомендуемыми значениями [1]. Результаты опытов [6], полученные методом нагреваемой проволоки, имеют более сильную зависимость от температуры (при $T = 350$ К расположены ниже на 4%). Зависимость теплопроводности жидкого изопропилбензола от давления по данным [315] несколько больше (расхождения до 3–4%), чем по результатам измерений [265, 316].

Значения теплопроводности паров изопропилбензола при $p = 0{,}1$ МПа по данным [270] весьма существенно (на 30–35% в интервале $T = 440 \div 550$ К) отличаются от результатов более поздних измерений [265]. Исходя из этого, мы не сочли возможным дать в табл. 18.3 сведения о теплопроводности паров изопропилбензола. Желательно в будущем провести в этой области дополнительные исследования.

Таблица 18.4 основана на результатах обобщения, выполненного в [1]. При составлении табл. 18.3 учтены опытные данные [265, 315, 316]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 4–5%.

Таблица 18.3. **Теплопроводность изопропилбензола**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
280	126	128	129	132	134	136	138
300	122	123	125	128	131	133	135
320	118	120	121	124	126	128	131
340	114	115	117	120	123	125	127
360	110	112	113	116	119	122	124
380	106	107	109	112	115	118	121
400	102	104	106	109	112	115	118
420	–	100	102	105	109	113	115
440		97,0	98,5	102	106	110	113
460		93,7	95,6	99,4	103	107	110
480		91,0	93,3	97,1	101	105	108
500		88,8	91,2	95,0	99,0	103	106
520		87,1	89,5	93,5	97,3	101	104
540		86,0	88,4	92,2	95,9	99,5	103
560		85,2	87,6	91,6	95,1	98,5	102
580		84,7	86,9	90,7	94,2	97,8	102
600		84,6	86,2	90,0	93,8	97,6	101
620				90,0	93,8	97,6	101
640				90,5	94,1	97,6	101
660				91,0	94,3	97,6	101

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	60	80	100	120	150
300	136	140	142	145	149
320	133	137	139	143	146

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
	60	80	100	120	150
340	129	134	136	140	144
360	126	131	134	138	142
380	123	127	132	135	139
400	120	124	128	132	137
420	117	122	126	130	135
440	115	119	124	128	134
460	113	117	122		
480	111	115	120		
500	109	114	119		
520	107	112	118		
540	106	111	117		
560	105	110	116		
580	105	110	115		
600	104	109	114		
620	104	109	114		
640	104	109	114		
660	104	109	114		

Таблица 18.4. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого изопропиленбензола при $p = 0{,}1$ МПа, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
180	138	260	130	320	118	380	106
200	137	280	126	340	114	400	102
220	136	300	122	360	110	410	100
240	133						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 85{,}8 + 0{,}69T - 2{,}703 \cdot 10^{-3} T^2 + 2{,}7 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (18.2)$$

1,2,4-Триметилбензол (псевдокумол). Теплопроводность 1,2,4-триметилбензола приведена в табл. 18.5.

Таблица 18.5. **Теплопроводность 1,2,4-триметилбензола [183, 267]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	129	134	138	142	145	149	152	156
320	125	130	135	139	142	146	150	154
340	120	126	131	136	139	143	147	152
360	116	123	128	132	136	141	145	149
380	112	119	124	129	133	138	142	147

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
400	108	116	121	126	131	135	140	145
420	104	113	118	123	128	133	137	143
440		110	115	121	126	131	135	142
450		109	114	120	125	130	135	141

Погрешность при $p = 0{,}1$ МПа равна 2–3%, а при повышенных давлениях 5–6%.

1,3,5-Триметилбензол (мезитилен). Теплопроводность мезитилена приведена в табл. 18.6 и 18.7.

Таблица 18.6. Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого 1,3,5-триметилбеизола при $p = 0{,}1$ МПа [169, 183, 253, 267], Вт/(м · К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
240	145	300	134	360	121	420	108
260	142	320	130	380	116	430	105
280	138	340	126	400	112		

Погрешность равна 2–3%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 128 + 0{,}372T - 1{,}61 \cdot 10^{-3} T^2 + 1{,}44 \cdot 10^{-6} T^2. \qquad (18.3)$$

Таблица 18.7. **Теплопроводиость 1,3,5-триметилбензола [267]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	134	141	145	150	154	157	161	165
320	130	137	142	145	151	154	158	163
340	126	132	138	143	147	151	155	160
360	121	128	134	139	144	148	152	158
380	116	124	130	135	140	145	149	155
400	112	120	126	131	137	142	147	153
420	108	116	123	128	134	139	144	151
440		112	119	125	131	137	142	149
450		110	118	124	130	136	141	148

Погрешность равна 5–6%.

Гидриндан. Теплопроводность жидкого гидриндана при давлении $p = 0{,}1$ МПа по данным [316] составляет 0,116 Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,111 Вт/(м · К) при $T = 380$ К.

Нонен-1. Теплопроводность нонена-1 исследована в [298, 317] при $T = 308 \div 677$ К и $p = 0{,}1 \div 49$ МПа, в [253] при $T = 209 \div 283$ К и $p = 0{,}1 \div 50$ МПа. Расхождения между этими данными в жидкой фазе доходят до 4–8%. В табл. 18.8 приняты средние значения. Зависимость теплопроводности от давления при $T < 300$ К принята по результатам измерений [253], а при $T > 300$ К – по [298].

Значения теплопроводности газообразного нонена-1 при $p = 0{,}1$ МПа определены по данным [317].

Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 5%.

Таблица 18.8. **Теплопроводность нонена-1**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
220	143	144	146	148	151	154	156
240	138	140	141	144	147	150	152
260	133	135	137	140	143	146	149
280	128	130	132	136	139	142	145
300	122	125	128	132	135	138	142
320	117	120	123	128	131	135	138
340	112	115	118	123	127	131	135
360	107	110	113	118	123	128	132
380	102	105	108	114	119	124	128
400	–	101	105	110	115	120	124
420	–	96,5	100	106	111	116	120
440	–	92,2	96,8	103	108	113	117
460	24,0	88,7	93,7	100	105	110	115
480	26,3	85,8	90,9	97,6	103	108	113
500	28,6	83,5	88,5	95,5	101	106	111
520	30,9	81,7	86,3	93,7	99,2	105	110
540	33,3	–	84,4	92,0	98,0	104	109
560	35,6	–	83,0	90,8	97,0	103	109
580	37,9	–	82,0	89,5	96,6	103	108
600	40,2	–	81,2	89,0	96,4	103	108
620	42,4	–	81,0	89,0	96,4	103	108
640	44,7	–	81,0	89,2	96,6	104	109
660	47,0	–	81,2	89,6	96,8	104	109

н-Амилбутират. Теплопроводность жидкого амилбутирата вблизи линии насыщения [277] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	143	139	135	131	128	124	122

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 195 + 0{,}189T. \qquad (18.4)$$

Погрешность данных равна 2%.

и-Гексилпропионат. Теплопроводность жидкого гексилпропионата вблизи линии насыщения [277] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420	430
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	139	136	133	130	126	123	120	116	115

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 185 - 0{,}163T. \qquad (18.5)$$

Погрешность табличных данных равна 2%.

н-Октилформиат. Значения теплопроводности жидкого октилформиата по данным [204, 252] (табл. 18.9) описываются выражением

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (18.6)$$

где

$A_0 = 210 - 2{,}88 \cdot 10^{-1}\, T + 1{,}26 \cdot 10^{-4}\, T^2$;

$A_1 = -1{,}285 \cdot 10^{-4} + 2{,}26 \cdot 10^{-3}\, T - 1{,}42 \cdot 10^{-6}\, T^2$;

$A_2 = 1{,}5 \cdot 10^{-3} - 8{,}98 \cdot 10^{-6}\, T + 7{,}22 \cdot 10^{-9}\, T^2$; p – в МПа.

Таблица 18.9. **Теплопроводность жидкого н-октилформиата**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	15	20	25	30
300	135	137	139	141	143	145	147
320	131	133	135	137	139	141	144
340	126	129	131	133	136	138	140
360	122	125	127	130	132	134	137
380	119	121	124	126	129	131	134
400	115	118	120	123	125	128	130
420	–	114	117	119	122	125	127
440	–	110	113	116	119	122	124
460	–	107	110	113	116	119	121
480	–	104	107	110	113	116	118
500	–	100	104	107	110	113	116
520	–	97,4	101	104	107	110	113
540	–	94,4	97,7	101	104	107	110
560	–	91,5	94,8	98,2	101	105	108
580	–	88,6	92,1	95,4	98,8	102	105
600	–	85,9	89,4	92,8	96,2	99,5	103
620	–	–	86,8	90,3	93,7	97,1	100

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	50	60	70	80	90	100
300	151	155	158	162	165	168	171
320	148	152	155	159	163	166	169
340	144	148	152	156	160	164	167
360	141	146	150	154	158	161	165
380	138	143	147	151	155	159	163
400	135	140	144	149	153	157	160
420	132	137	142	146	150	154	158

Продолжение табл. 18.9

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	50	60	70	80	90	100
440	130	134	139	144	148	152	156
460	127	132	137	142	146	150	154
480	124	129	134	139	144	148	152
500	121	127	132	137	141	146	150
520	119	124	130	135	140	144	148
540	116	122	127	133	138	142	147
560	114	120	125	130	136	140	145
580	111	117	123	128	134	138	143
600	109	115	121	126	132	137	141
620	107	113	119	124	130	134	140

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	110	120	130	140	150
300	175	178	181	183	186
320	172	176	178	181	184
340	170	174	176	179	182
360	168	171	174	177	180
380	166	169	172	175	178
400	164	167	170	173	176
420	162	165	169	172	174
440	160	164	167	170	173
460	158	161	165	168	171
480	156	160	163	167	170
500	154	158	162	165	168
520	152	156	160	164	167
540	151	155	158	162	165
560	149	153	157	160	164
580	148	152	156	159	162
600	145	150	154	158	161
620	144	149	153	157	160

и-Гептилацетат. Теплопроводность жидкого н-гептилацетата приведена в табл. 18.10.

Таблица 18.10. **Теплопроводность жидкого н-гептилацетата [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
300	134	134	135	136	138	139	141
320	129	129	130	131	133	135	136
340	124	124	125	126	128	130	132
360	119	120	120	121	124	126	128

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	15	20
380	115	115	116	117	119	122	124
400	110	111	111	113	115	118	120
420	106	106	107	108	111	114	116
440	102	102	103	104	107	110	113
460	97,9	98,4	99,0	101	104	106	109
480	94,1	94,7	95,3	97,1	100	103	106
500	90,5	91,1	91,7	93,6	96,7	99,7	103
520	87,0	87,6	88,3	90,2	93,4	96,6	99,7
540	83,7	84,4	85,0	87,0	90,3	93,6	96,8
560	80,6	81,2	81,9	84,0	87,4	90,8	94,1
580	77,6	78,3	79,0	81,1	84,6	88,1	91,5
600	74,8	75,5	76,2	78,4	82,0	85,6	89,1

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	60	80	100	120	140	150
300	148	155	161	168	174	181	184
320	144	151	158	165	172	178	181
340	140	148	155	162	169	176	179
360	136	144	152	160	167	174	177
380	133	141	150	157	165	172	175
400	129	138	147	155	163	170	173
420	126	136	144	153	161	168	172
440	123	133	142	151	159	167	170
460	120	130	140	149	157	165	169
480	117	128	138	147	156	164	168
500	114	125	136	146	155	163	167
520	112	123	134	144	154	162	166
540	109	121	132	143	152	162	166
560	107	119	131	142	152	161	165
580	105	117	129	140	151	160	165
600	103	116	128	140	150	160	165

Погрешность табличных значений равна 5%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого гексилацетата (см. табл. 18.12)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (18.6а)$$

где

$A_0 = 230 - 0{,}38T + 2{,}02 \cdot 10^{-4} T^2$;

$A_1 = -0{,}229 + 2{,}26 \cdot 10^{-3} T - 1{,}1 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = 2{,}02 \cdot 10^{-3} - 9{,}3 \cdot 10^{-6} T + 7{,}5 \cdot 10^{-9} T^2$; p – в МПа.

Пеларгоновая (иоиановая) кислота. Теплопроводность жидкой пеларгоновой кислоты вблизи линии насыщения [184, 187] приведена ниже:

T, К	300	320	340	360	380	400	420	440
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	150	146	143	140	137	133	130	127

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 198 - 0{,}162T. \qquad (18.7)$$

Погрешность данных равна 2%.

н-Нонилбромид. Теплопроводность жидкого н-нонилбромида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420	440
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	115	113	110	108	105	103	100	97,5	95,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 150 - 0{,}126T. \qquad (18.8)$$

Погрешность данных равна 2%.

н-Нонилхлорид. Теплопроводность жидкого н-нонилхлорида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	130	127	124	120	117

T, К	380	400	420	440	450
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	114	110	107	103	102

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 178 - 0{,}168T. \qquad (18.9)$$

Погрешность данных равна 2%.

и-Нонилиодид. Теплопроводность жидкого н-нонилиодида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	105	102	99,4	96,7	94,0

T, К	380	400	420	440	450
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	91,3	88,7	86,0	83,3	82,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 142 - 0{,}134T. \qquad (18.10)$$

Погрешность данных равна 2%.

н-Нонан. В [1] приведен обзор работ, выполненных до 1976 г. по измерению теплопроводности н-нонана. В табл. 18.11 дан перечень новых работ.

Таблица 18.11. **Новые работы по теплопроводности н-нонана**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1982	Менаше, Вакехам	[319]	308–363	35–503
1983	Кравчун	[9]	290–560	0,1–30
1983	Каладо и др.	[310]	282–361	0,1
1987	Шульга	[254]	295–417	0,1–997

Таблицы 18.12 и 18.13 составлены на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях равна 4–5%.

Теплопроводность паров н-нонана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 18.13) вычислена по уравнению (9.1).

Во всех новых работах (табл. 18.11) применены современные нестационарные методы, позволяющие измерять молекулярную теплопроводность (расхождения между результатами опытов не превышают 1–3%). Погрешность данных табл. 18.14 при $p = p_s$ составляет 1–2%, а при повышенных давлениях 2–3%.

Таблица 18.12. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-нонана на линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
230	147	280	134	330	121	380	107
240	145	290	131	340	118	390	104
250	143	300	129	350	115	400	101
260	140	310	126	360	112	410	98,8
270	137	320	123	370	110	420	95,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 204{,}9 - 0{,}237T - 5{,}41 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (18.11)$$

Таблица 18.13. **Рекомендуемые значения теплопроводности н-нонана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
300	129	132	134	136	138	140	142	145	149
320	123	126	129	131	133	135	137	140	144
340	118	121	123	126	128	130	132	135	139
360	112	115	118	120	122	125	127	130	134
380	107	110	112	115	117	120	122	126	130
400	101	105	107	110	112	115	117	121	125
420	95,9	100	103	106	108	111	113	117	121
440	–	95,9	98,5	101	104	107	109	113	118
460	24,8	92,0	95,0	97,5	100	103	106	110	115
480	27,0	88,6	92,0	94,9	97,7	101	104	108	113

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
500	29,3	85,8	89,3	92,4	95,4	98,7	102	107	111
520	31,5	83,5	87,0	90,3	93,5	96,8	100	105	110
540	33,8		85,3	88,8	92,3	95,8	99,2	105	109
560	36,2		84,0	87,7	91,3	94,8	98,2	104	109
580	38,7		82,7	86,7	90,6	94,1	97,6	104	108
600	41,2		82,0	86,3	90,5	93,9	97,2	103	108
620	43,7		82,1	86,3	90,5	93,9	97,3	104	109
640	46,2		82,5	86,9	91,0	94,4	97,7	104	109
660	48,9		83,3	87,5	91,6	94,9	98,2	104	110
680	51,5		84,3	88,5	92,6	95,8	98,9	105	110

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	60	80	100	120	140	160	180	200	220
300	152	160	165	171	176	181	187	182	196
320	148	156	161	166	172	178	183	188	192
340	143	151	157	162	168	174	180	184	189
360	139	147	153	158	164	170	176	181	185
380	134	143	149	155	160	167	173	177	182
400	130	139	145	151	157	163	170	174	179
420	126	135	142	147	153	160	166	170	176
440	122	130	138	144	150	157	163	167	173
450	120	128	136	142	149	165	161	166	171

Таблица 18.14. **Молекулярная теплопроводность н-ноиана [9, 294]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	5	10	20	30
290	129	131	132	136	140
300	126	128	130	134	137
320	120	122	124	129	132
340	115	117	119	124	128
360	109	112	114	119	123
380	104	107	109	114	119
400	98,6	102	105	110	114
420	93,7	97,2	100	106	110
440	89,1	92,9	96,2	102	107
460		88,9	92,3	98,5	103
480		85,3	88,9	95,4	100
500		82,0	85,8	92,6	97,7
520		79,2	83,1	90,3	95,5
540		76,8	80,8	88,5	93,7
560			79,0	87,1	92,4

Молекулярная теплопроводность жидкого н-нонана приведена в табл. 18.15.

Таблица 18.15. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-нонана при сверхвысоких давлениях [254]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	100	150	200	300	400
300	144	158	169	180	198	
320	139	154	167	178	196	212
340	135	151	164	175	195	211
360	131	148	161	173	193	210
380	127	145	159	171	192	209
400	123	142	156	169	190	208
420	120	139	154	167	188	206

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	500	600	700	800	900	1000
320	226	238				
340	226	239	251	262		
360	225	239	251	262	273	
380	224	238	251	263	274	285
400	224	238	251	263	274	285
420	222	237	250	262	274	286

2,2,5-Триметилгексан. По данным [194] теплопроводность 2,2,5-триметилгексана $\lambda = 0{,}109$ Вт/(м · К) при $T = 307$ К и 0,091 Вт/(м · К) при 350 К.

2,3,5-Триметилгексан. Теплопроводность 2,3,5-триметилгексана приведена в табл. 18.16.

Таблица 18.16. **Теплопроводность 2,3,5-триметилгексана [320]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
290	106	110	113	116	119	122
300	104	108	111	114	117	120
320	99,6	104	107	111	114	117
340	95,2	99,6	104	107	111	114
360	91,0	95,7	99,9	104	108	111
380	86,8	91,9	96,4	101	104	108
400	–	80,4	93,1	97,5	102	105
420	–	85,3	90,2	94,7	98,8	103
440	–	82,6	87,6	92,3	96,5	100
460	–	80,3	85,5	90,2	94,4	98,4
470	–	79,4	84,6	89,3	93,5	97,5

Погрешность равна 5–6%.

2-Метил-4-этилгексан. Молекулярная теплопроводность жидкого 2-метил-4-этилгексана приведена в табл. 18.17.

Таблица 18.17. **Молекулярная теплопроводность жидкого 2-метил-4-этилгексана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	113	340	100	400	88,2	460	80,1
300	111	360	95,8	420	85,1	470	79,1
320	105	380	91,8	440	82,4		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 250 - 0{,}641T + 5{,}91 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (18.12)$$

Погрешность равна 2%.

н-Нонильный спирт. Значения теплопроводности жидкого н-нонилового спирта приведены в табл. 18.18 и 18.19.

Таблица 18.18. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-нонилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	162	360	147	440	130	520	110
300	159	380	143	460	125	540	105
320	155	400	139	480	120	560	99
340	151	420	135	500	116	570	96,5

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 194 - 5{,}625 \cdot 10^{-2} T - 2{,}01 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (18.13)$$

Погрешность равна 3%.

Таблица 18.19. **Теплопроводность жидкого н-нонилового спирта**

p, МПа	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при T, К					
	300	350	400	450	500	550
5	160	146	140	129	118	106
10	162	149	142	132	121	109
20	165	151	147	136	126	115
30	168	155	151	141	131	120
40	171	158	154	145	135	125

Теплопроводность паров нонилового спирта [286, 304] составляет:

T, К	530	540	550	560	570
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	29,5	30,6	31,6	32,7	33,7

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -26{,}1 + 0{,}105T. \qquad (18.14)$$

Погрешность равна 3%.

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{10}

Перфтордекалин. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведены ниже:

T, К	253	273	293	313	333	353	373	393	413
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	62,2	60,1	58,0	55,9	53,8	51,7	49,6	47,5	45,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 89 - 0{,}105T. \qquad (19.1)$$

Перфтор-4,7 днокса-5,6 диметилдекан. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	198	213	233	253	272	293
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	68,4	67,1	65,4	63,6	61,9	60,1

T, К	313	333	353	373	393
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	58,4	56,7	55,0	53,3	51,5

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 85 - 0{,}086T. \qquad (19.2)$$

α-Бромнафталин. Теплопроводность жидкости α-бромнафталина вблизи линии насыщения [127, 131, 144] приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	111	110	110	109	109	108	108	107

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 126 - 0{,}053T. \qquad (19.3)$$

Погрешность данных равна 2%.

α-Хлорнафталин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [127] при $T = 293$ К равна $\lambda \cdot 10^3 = 126$ Вт/(м · К).

Погрешность равна 4%.

Нафталин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [321] составляет:

T, К	370	380	390	400	410
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	132	131	130	129	128

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 169 - 0{,}1T. \qquad (19.4)$$

Погрешность данных равна 3%.

Диметилфталат. Теплопроводность диметилфталата приведена в табл. 19.1.

Таблица 19.1. **Теплопроводность жидкого диметилфталата [322]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	15	20	25
280	154	155	157	159	162	164	166
300	151	152	154	157	160	162	164
320	148	149	151	154	158	160	163
340	145	146	148	152	155	158	161
360	142	143	146	150	153	156	159
380	139	140	143	147	150	154	157
400	136	137	140	144	148	151	154
420	144	134	137	142	146	149	152
440	133	131	135	139	143	147	150
460	127	128	132	137	141	145	148
480	124	125	130	134	139	143	146
500	122	123	127	132	137	141	145
520	119	120	125	130	135	139	143
540	116	118	122	128	133	138	142
560	114	115	120	126	132	137	141
580	111	112	118	125	131	136	140
600	109	110	117	124	130	135	140

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	30	35	40	45	50
280	168	170	172	174	175
300	167	168	170	172	173
320	165	167	169	170	171
340	163	165	167	169	168
360	161	163	165	167	170
380	159	162	164	165	167
400	157	160	162	164	165
420	155	158	160	162	164
440	153	156	158	160	162
460	151	154	157	159	160
480	150	152	155	157	159
500	148	151	154	156	157
520	147	149	152	154	156
540	145	148	151	152	154
560	144	147	149	151	152
580	144	146	148	149	150
600	143	146	147	148	149

Погрешность табличных значений равна 4%.

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2,$$

где

$$A_0 = 203 - 0{,}187T + 5{,}04 \cdot 10^{-5} T^2;$$
$$A_1 = 0{,}508 - 6{,}7 \cdot 10^{-4} T + 4{,}01 \cdot 10^{-6} T^2; \qquad (19.5)$$
$$A_2 = -1{,}34 \cdot 10^{-2} + 6{,}21 \cdot 10^{-5} T - 1{,}08 \cdot 10^{-7} T^2; \quad p - \text{в МПа}.$$

1,2,3,4-Тетрагидронафталин (тетралин). Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [127, 321] составляет:

T, К	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	130	129	128	127

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 148 - 0{,}058T. \qquad (19.6)$$

Погрешность данных равна 3%.

н-Бутилбензол. Теплопроводность жидкого н-бутилбензола приведена в табл. 19.2.

Таблица 19.2. **Теплопроводность жидкого н-бутилбензола [183, 247, 267]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	126	129	133	137	140	143	146	150
320	122	125	130	134	137	141	143	147
340	118	121	127	131	135	138	141	145
360	114	118	123	128	132	135	139	143
380	109	114	120	125	129	133	137	141
400	105	111	117	122	127	131	135	139
420	101	108	114	119	124	129	133	138
440	–	105	111	117	122	127	131	136
450	–	104	110	116	121	126	131	136

Погрешность при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 5%.

Втор.-бутилбензол. Теплопроводность жидкого втор.-бутилбензола приведена в табл. 19.3.

Таблица 19.3. **Теплопроводность жидкого втор.-бутилбензола при $p = 0{,}1$ МПа [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	128	320	120	360	111	400	103
300	124	340	116	380	107	420	99

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 186{,}8 - 0{,}21T. \qquad (19.7)$$

Погрешность равна 3%.

Третичный бутилбензол. Теплопроводность третичного бутилбензола приведена в табл. 19.4.

Таблица 19.4. **Теплопроводность жидкого третичного бутилбензола [267]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	20	40	60	80	100	120	150
300	117	122	126	129	132	135	138	141
320	114	120	124	127	130	133	137	140
340	111	117	121	125	129	132	135	139
360	108	114	118	123	127	130	134	138
380	105	111	116	121	125	129	132	137
400	102	108	113	118	123	127	131	136
420		106	111	116	121	126	130	135
440		104	109	115	120	124	128	134
450		103	108	114	119	123	128	133

Погрешность равна 5%.

1,2-Диэтилбензол. Теплопроводность 1,2-диэтилбензола приведена в табл. 19.5.

Таблица 19.5. **Теплопроводиость жидкого 1,2-диэтилбензола при p = 0,1 МПа [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	132	340	119	380	110	420	100
300	128	360	115	400	106	440	97
320	124						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 0{,}21T - 1{,}23 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (19.8)$$

Погрешность равна 3%.

1-Метил-4-Изопропилбензол (*n*-цимол). По данным [127] теплопроводность жидкого *n*-цимола $\lambda \cdot 10^3 = 123$ Вт/(м · К) при $T = 293$ К.

1,2,4,5-Тетраметилбензол (дурол). По данным [321] теплопроводность жидкого дурола $\lambda = 0{,}124$ Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,116 Вт/(м · К) при 420 К.

Тимол. Теплопроводность жидкого тимола вблизи линии насыщения при T = = 286 К равна 0,131 Вт/(м · К) [223]. Погрешность данного значения равна 5%.

***n-n*-Диэтиланилин.** Теплопроводность жидкого *n-n*-диэтиланилина вблизи линии насыщения по данным [127, 131, 144] приведена ниже:

T, К	290	310	330	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	137	134	132	130	129

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 168 - 0{,}107T. \qquad (19.9)$$

Погрешность данных равна 2%.

Декагидронафталин (декалин). По данным [127, 321] теплопроводность жидкого декалина равна 0,114 Вт/(м · К) при $T = 290$ К и 0,109 Вт/(м · К) при 360 К.

Бицнклопентил. По данным [316] теплопроводность жидкого бициклопентила при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,118 Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,109 Вт/(м · К) при 380 К.

Пинаи. По данным [316] теплопроводность жидкого пинана при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,102 Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,099 Вт/(м · К) при 380 К.

Децен-1. Теплопроводность децена-1 исследована в [183] при $T = 279 \div 414$ К и $p = 0{,}1$ МПа, в [298] при $T = 308 \div 677$ К и $p = 1 \div 49$ МПа, в [323] при $T = 469 \div 654$ К и $p = 0{,}1$ МПа (пар), в [253] при $T = 218 \div 298$ К и $p = 0{,}2 \div 50$ МПа. Расхождения между данными [253, 298] в жидкой фазе доходят до 4–8%. В табл. 19.6 приняты средние значения. Зависимость теплопроводности от давления при $T < 300$ К принята по результатам измерений [253], а при $T > 300$ К – по [298]. Значения теплопроводности газообразного децена-1 при $p = 0{,}1$ МПа приняты по данным [323]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 5%.

Таблица 19.6. **Теплопроводность децена-1**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
220	145	146	147	150	152	154	156
240	140	141	143	146	148	151	153
260	135	137	138	141	144	147	150
280	130	132	134	137	140	144	147
300	126	127	129	132	136	140	144
320	121	123	125	129	133	136	140
340	116	119	121	125	129	133	137
360	112	114	116	121	126	130	134
380	107	109	111	117	122	127	131
400	102	106	108	114	119	123	128
420	97,8	101	104	110	116	120	125
440	–	96,7	100	107	112	117	122
460	–	92,5	96,7	104	110	115	120
480	24,8	88,6	93,6	101	107	112	118
500	26,5	85,0	90,7	98,3	104	110	116
520	28,5	81,6	88,0	95,8	102	108	114
540	30,6	–	85,6	93,6	100	106	112
560	33,1	–	83,3	91,6	98,1	104	110
580	35,5	–	81,3	89,7	96,5	103	109
600	37,9	–	79,6	88,0	95,0	102	108
620	40,2	–	78,0	86,4	93,5	101	107
640	42,5	–	76,6	84,8	92,3	99,4	106
660	–	–	75,5	83,5	91,1	98,5	105

Трет.-бутилциклогексан. По данным [316] теплопроводность жидкого третичного бутилциклогексана при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,097 Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,102 при 380 К.

Децниловый альдегид (деканаль). Теплопроводность жидкого децилового альдегида при температуре 303 К и давлениях до 180 МПа исследована в [250]. Результаты исследования описываются формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 143 + 0{,}37p - 6{,}48 \cdot 10^{-4} p^2 + 2 \cdot 10^{-7} p^3. \qquad (19.10)$$

Теплопроводность жидкого децилового альдегида при температуре 303 К [250] приведена ниже:

p, МПа	0,1	10	20	40	60	80
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	143	147	151	157	163	169
p, МПа	100	120	140	160	180	
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	174	179	183	187	190	

Теплопроводность жидкости (табл. 19.7) при давлении 0,1 МПа в зависимости от температуры [183] описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 204 - 0{,}2T. \qquad (19.11)$$

Таблица 19.7. **Теплопроводность жидкого децилового альдегида при давлении 0,1 МПа [183]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	152	300	142	340	136	380	128
270	150	310	142	350	134	390	126
280	148	320	140	360	132	400	124
290	146	330	138	370	130		

Погрешность табличных данных равна 2%.

н-Гексилбутират. Теплопроводность н-гексилбутирата приведена в табл. 19.8.

Таблица 19.8. **Теплопроводность жидкого н-гексилбутирата [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	2	5	10	20	30
300	137	138	138	139	140	144	147
320	133	134	134	135	136	140	143
340	129	129	129	130	132	136	140
360	124	124	125	126	128	132	136
380	120	120	121	122	124	128	132
400	116	116	116	118	120	124	128
420	111	112	112	114	116	120	125
440	107	107	108	109	112	116	121
460	103	103	104	105	108	112	117
480	98,5	99,0	99,5	101	104	109	114
500	94,4	94,8	95,4	96,9	99,6	105	110
520	90,2	90,7	91,2	92,9	95,6	101	106
540	86,1	86,6	87,1	88,8	91,6	97,1	103
560	82,0	82,5	83,0	84,7	87,6	93,3	99,1
580	77,9	78,4	79,0	80,7	83,7	89,5	95,5
600	73,8	74,3	74,9	76,7	79,7	85,6	91,9

Продолжение табл. 19.8

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	50	60	70	80	90	100
300	150	154	157	161	164	168	172
320	147	150	154	158	161	165	169
340	143	147	151	154	158	162	166
360	140	144	148	151	155	159	163
380	136	140	144	148	152	156	160
400	133	137	141	145	150	154	158
420	129	134	138	142	147	151	155
440	126	130	135	139	144	148	153
460	122	127	132	136	141	146	150
480	119	124	129	134	138	143	148
500	115	120	126	131	136	141	146
520	112	117	122	128	133	139	144
540	108	114	120	125	131	136	142
560	105	111	116	122	128	134	140
580	101	108	113	120	126	132	138
600	98,0	104	111	117	123	130	136

Погрешность табличных значений равна примерно 4%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого гексилбутирата (табл. 19.8)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (19.12)$$

где

$A_0 = 206 - 0{,}239T + 3{,}09 \cdot 10^{-5} T^2$;

$A_1 = -0{,}15 + 1{,}91 \cdot 10^{-3} T - 1{,}12 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = 3{,}42 \cdot 10^{-3} - 1{,}63 \cdot 10^{-5} T + 1{,}86 \cdot 10^{-8} T^2$; p – в МПа.

н-Гептилпропионат. Теплопроводность н-гептилпропионата приведена в табл. 19.9.

Таблица 19.9. **Теплопроводность жидкого н-гептилпропионата [324]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	15	20	25	30
300	137	139	141	143	145	147	149
320	133	135	137	139	141	143	145
340	128	131	133	135	137	140	142
360	124	127	129	131	134	136	138
380	120	123	125	128	130	133	135
400	117	119	122	124	127	129	132
420	–	116	118	121	123	126	128
440	–	112	115	117	120	123	125
460	–	108	111	114	117	120	122

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	15	20	25	30
480	–	105	108	111	114	117	120
500	–	102	105	108	111	114	117
520	–	98,8	102	105	108	111	114
540	–	95,8	98,9	102	105	108	111
560	–	92,9	96,1	99,2	102	106	108
580	–	90,0	93,3	96,5	99,7	103	106
600	–	87,3	90,6	93,9	97,2	100	104
620	–	84,7	88,0	91,4	94,7	98	101

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	40	50	60	70	80	90	100
300	152	156	160	163	166	170	173
320	149	153	157	160	164	167	171
340	146	150	154	158	162	165	169
360	143	147	151	155	159	163	166
380	140	144	148	152	157	161	164
400	136	141	146	150	154	158	162
420	134	138	143	148	152	156	160
440	131	136	140	145	150	154	158
460	128	133	138	143	148	152	156
480	123	130	135	140	145	150	155
500	122	128	133	138	143	148	153
520	120	125	130	136	141	146	151
540	117	123	128	134	139	144	149
560	114	120	126	132	137	142	147
580	112	118	124	130	135	140	146
600	110	116	122	128	133	139	144
620	108	114	120	126	131	137	142

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	110	120	130	140	150
300	176	179	182	184	187
320	174	177	180	183	187
340	172	175	178	182	184
360	170	174	177	180	183
380	168	172	175	179	182
400	166	170	174	177	180
420	164	168	172	176	179
440	163	167	170	174	178
460	161	165	169	173	177
480	159	163	168	172	175
500	157	162	166	170	174
520	156	160	164	169	173
540	154	159	163	167	172

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	110	120	130	140	150
560	152	157	162	166	170
580	151	156	160	165	169
600	149	154	159	164	168
620	147	152	157	162	167

Расчетная формула для теплопроводности жидкого гептилпропионата (табл. 19.9)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (19.13)$$

где

$$A_0 = 213{,}9 - 0{,}296T + 1{,}33 \cdot 10^{-4} T^2;$$

$$A_1 = -7{,}59 \cdot 10^{-2} + 1{,}99 \cdot 10^{-3} T - 1{,}23 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = 3{,}11 \cdot 10^{-4} - 3{,}61 \cdot 10^{-6} T + 2{,}98 \cdot 10^{-9} T^2; \quad p \text{ – в МПа.}$$

Погрешность равна 3%.

н-Октилацетат. Теплопроводность жидкого н-октилацетата вблизи линии насыщения по данным [194] составляет:

T, К	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	142	138	134	130	126

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 262 - 0{,}38T. \qquad (19.14)$$

Погрешность равна 3%.

Каприновая (декановая) кислота. Теплопроводность жидкой каприновой кислоты вблизи линии насыщения [187, 192] приведена ниже:

T, К	310	330	350	370	390	410	430	450	460
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	150	147	144	141	137	134	131	127	126

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 202 - 0{,}166T. \qquad (19.15)$$

Погрешность данных равна 2%.

Децилбромид. Теплопроводность жидкого децилбромида вблизи линии насыщения [188] приведена ниже:

T, К	310	330	350	370	390	410	420
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	114	112	110	107	105	102	101

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 152 - 0{,}128T. \qquad (19.16)$$

Погрешность данных равна 3%.

Изодецилбромид. Теплопроводность жидкого изодецилбромида вблизи линии насыщения по данным [194] равна:

T, К	310	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	116	112	108	104

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 235 - 0{,}383T. \qquad (19.17)$$

Погрешность равна 3%.

Изодецилхлорид. Теплопроводность жидкого изодецилхлорида вблизи линии насыщения по данным [194] составляет:

T, К	320	330	340
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	127	123	120

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 247 - 0{,}38T. \qquad (19.18)$$

Погрешность равна 3%.

н-Декан. В [1] приведен обзор работ, опубликованных до 1976 г. по измерению теплопроводности н-декана. В табл. *19.10.* дан перечень новых работ.

Таблица 19.10 **Новые работы по теплопроводности н-декана**

Год	Автор	Источник	Температура, К	Давление, МПа
1979	Кастро, Каладо, Вакехам	[325]	293–333	0,1
1982	Кашиваги и др.	[6]	298–373	0,1
1983	Кравчун	[9]	295–551	0,1–30
1985	Дрекслер	[326]	298–348	0,1
1987	Шульга	[254]	300–400	0,1–952

Таблицы 19.11 и 19.12 составлены на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений при p = 0,1 МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях равна 4–5%.

Теплопроводность паров н-декана при p = 0,1 МПа (табл. 19.14) вычислена по уравнению (9.1).

Расхождения между результатами [6, 9, 254, 325], где применены современные нестационарные методы, позволяющие измерять молекулярную теплопроводность, не превышают 1–3%. Эти данные использованы при составлении табл. 19.13. Погрешность при $p = p_s$ равна 1–2%, а при повышенных давлениях 2–3%.

Молекулярная теплопроводность жидкого н-декана приведена в табл. 19.14.

Таблица 19.11. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-декана на линии насыщенин, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
240	146	290	133	340	120	390	109
250	143	300	131	350	118	400	106
260	141	310	128	360	115	410	104
270	138	320	125	370	113	420	102
280	136	330	123	380	111	430	100

Таблица 19.12. **Рекомендуемые значенин теплопроводности н-декана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
290	133	135	138	140	142	145	147	150	153
300	131	133	135	137	139	141	143	147	150
320	125	127	130	132	134	136	138	142	145
340	120	122	124	127	129	131	133	137	140
360	115	117	119	122	124	126	128	132	136
380	111	113	115	118	120	122	124	128	131
400	106	109	111	114	116	118	120	124	128
420	102	104	106	109	112	114	116	120	124
440	–	100	103	106	108	110	113	117	121
460	–	97,0	99,6	103	105	108	110	114	118
480	25,4	93,6	96,4	100	102	105	108	111	
500	27,6	90,6	93,3	96,5	99,6	103	105	109	
520	29,7	87,9	90,7	93,4	97,2	100	103	107	
540	32,0	85,3	88,3	91,7	95,0	98,0	101	106	
560	34,3	83,0	86,2	89,7	93,2	96,4	99,6	104	
580	36,7	81,2	84,5	88,1	91,7	95,0	98,3	103	
600	39,0	79,5	83,1	86,8	90,5	93,8	97,1	102	
620	41,4	78,1	82,0	85,8	89,5	92,8	96,1	102	
640	43,9	77,1	81,5	85,3	89,0	92,3	95,5	101	
660	46,4		80,9	84,7	88,5	91,8	95,0	101	
680	48,9		80,7	84,5	88,3	91,5	94,6	100	

Таблица 19.13. **Молекулярная теплопроводность н-декана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	5	10	20	30
290	131	133	135	139	142
300	129	131	133	137	140
320	123	125	127	132	135
340	118	120	123	127	130
360	113	115	118	122	126
380	108	110	113	118	122
400	103	105	108	113	118
420	97,7	101	104	109	114
440	93,2	96,5	99,9	106	111
460	89,0	92,5	96,1	102	108
480	85,1	88,9	92,5	98,9	105

Продолжение табл. 19.13

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	p_s	5	10	20	30
500	–	85,7	89,4	96,1	102
520	–	82,8	86,6	93,8	100
540	–	80,4	84,2	91,9	98,0
560	–	78,5	82,2	90,4	96,3

Таблица 19.14. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-декана при сверхвысоких давлениях [254]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	100	150	200	300	400
300	146	159	170	181	–	–
320	141	156	168	179	198	213
340	137	153	166	177	196	213
360	134	150	163	175	195	212
380	130	147	161	173	193	211
400	126	144	158	171	192	210
T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	500	600	700	800	900	950
340	227	240	–	–	–	–
360	227	240	253	–	–	–
380	226	240	253	265	–	–
400	226	240	253	266	278	283

2,2,5,5-Тетраметилгексан. Его теплопроводность приведена в табл. 19.15.

Таблица 19.15. **Молекулярная теплопроводность жидкого 2,2,5,5-тетраметилгексана на линии насыщения [284], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
293	97,4	360	85,5	440	68,7
300	96,1	380	79,5	460	65,8
320	91,9	400	75,7	480	63,3
340	87,7	420	72,0		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 107{,}2 + 0{,}261T - 1{,}425 \cdot 10^{-3} T^2 + 1{,}442 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (19.19)$$

Погрешность равна 2%.

н-Децило́вый спирт. Теплопроводность жидкого н-децилового спирта приведена в табл. 19.16 и 19.17.

Таблица 19.16. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-децилового спирта вблизи линии насыщения [1], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	163	360	150	440	131	520	110
300	162	380	146	460	125	540	106
320	158	400	141	480	120	560	101
340	154	420	136	500	115	580	97

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 103 + 0{,}671T - 2{,}04 \cdot 10^{-3} T^2 + 1{,}482 \cdot 10^{-6} T^3. \qquad (19.20)$$

Погрешность данных равна 3%.

Таблица 19.17. **Рекомендуемые значения теплопроводности жидкого н-децилового спирта [155]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	0,1	25	50	75	100
298	162	172	180	–	–
323	159	169	177	184	190
348	155	165	173	181	187
373	151	161	170	178	184
398	147	158	167	175	182
423	141	155	165	173	179

Погрешность данных равна 3%.

Диамиловый эфир. Теплопроводность (табл. 19.18) жидкого диамилового эфира измерена в [127, 314, 327].

Таблица 19.18. **Теплопроводность диамилового эфира [327]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,098	9,8	19,6	29,4	39,2	49,0
293	132	137	141	145	149	152
313	127	134	138	143	147	150
333	123	132	135	141	145	149
353	120	128	133	138	143	147
373	116	125	130	135	141	145
393	112	122	127	134	138	143
413	109	120	125	130	136	142
433	104	117	122	128	134	141

Продолжение табл. 19.18

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,098	9;8	19,6	29,4	39,2	49,0
453	101	113	120	125	131	137
473	–	110	116	123	129	135
493	28,2	109	114	121	127	134
513	30,0	104	112	118	125	133
533	31,9	102	109	116	124	132
553	33,9	99	105	114	121	130
573	35,9	97	104	112	119	128
593	37,9	94	101	109	117	126
613	40,0	90	98	107	114	124
633	42,1	87	95	104	113	122
653	44,3	85	93	102	110	120
673	46,5	82	90	98	107	118

Формула для расчета теплопроводности паров диамилового эфира в интервале температур 480–750 К

$$\lambda \cdot 10^3 = -3{,}45 + 3{,}63 \cdot 10^{-2}\, T + 5{,}63 \cdot 10^{-5}\, T^2. \qquad (19.21)$$

Погрешность табличных значений равна 3%.

Этилоктилоный эфир. Теплопроводность жидкого этилоктилового эфира вблизи линии насыщения [314] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	134	130	126	122	118	114	110	106

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 0{,}203T. \qquad (19.22)$$

Погрешность данных равна 2%.

Дибутиловый эфир этиленгликоля. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [242] приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	138	135	132	129	127	124

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 221 - 0{,}27T. \qquad (19.23)$$

Погрешность данных равна 5%.

Пентаэтиленгликоль. Теплопроводность жидкого пентаэтиленгликоля вблизи линии насыщения [247], приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	189	190	190	190	190	189	189

T, К	420	440	460	480	500	520
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	185	182	179	176	172	167

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 121 + 0{,}422T - 6{,}42 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (19.24)$$

Погрешность данных равна 2,5%.

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{11}

Перфтор-2 метилдекалин. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы по данным [258] приведена ниже:

T, К	223	233	253	273	293	313
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	65,3	64,5	62,8	61,2	59,6	57,9
T, К	333	353	373	393	413	423
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	56,3	54,6	53,0	51,3	49,3	48,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 83{,}6 - 0{,}082T. \qquad (20.1)$$

1-Метилнафталин. По данным [321] теплопроводность жидкого 1-метилнафталина $\lambda = 0{,}133$ Вт/(м · К) при $T = 330$ К и 0,128 Вт/(м · К) при 360 К.

2-Метилнафталин. По данным [321] теплопроводность жидкого 2-метилнафталина $\lambda = 0{,}132$ Вт/(м · К) при $T = 330$ К и 0,128 Вт/(м · К) при 390 К.

н-Амилбензол. Теплопроводность амилбензола приведена в табл. 20.1.

Таблица 20.1. **Теплопроводность жидкого амилбензола при $p = 0{,}1$ МПа [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	134	340	122	400	110
300	130	360	118	420	106
320	126	380	114	430	104

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 190 - 0{,}2T. \qquad (20.2)$$

Погрешность равна 2–3%.

Изоамилбензол. Теплопроводность изоамилбензола приведена в табл. 20.2.

Таблица 20.2. **Теплопроводность жидкого изоамилбензола при $p = 0{,}1$ МПа [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	126	340	114	400	103
300	122	360	111	420	99
320	118	380	107	430	97

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 177 - 0{,}178T - 1{,}91 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (20.3)$$

Погрешность равна 2–3%.

1-Метилдекалин. По данным [316] теплопроводность жидкого 1-метилдекалина при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,097 Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,107 Вт/(м · К) при 380 К.

2-Метилдекалин. По данным [316] теплопроводность жидкого 2-метилдекалина при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,097 Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,101 Вт/(м · К) при 380 К.

5-Ундецин.

Таблица 20.3. **Теплопроводность жидкого 5-ундецина при p = 0,1 МПа [210], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
230	153	280	143	340	128	400	114
240	151	300	138	360	123	420	109
260	147	320	133	380	119	440	104

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 199 - 0{,}178T - 8{,}56 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (20.4)$$

Погрешность равна 3%.

Ундецен-1. Теплопроводность ундецена-1 приведена в табл. 20.4.

Таблица 20.4. **Теплопроводность ундецена-1 [298, 328]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
310	122	125	127	129	130	133	135	139	143
320	119	123	125	126	128	131	133	137	141
340	115	118	120	122	124	127	130	134	137
360	111	113	116	118	120	123	126	131	134
380	106	109	112	115	117	120	123	128	131
400	103	105	108	111	114	117	120	125	129
420	99	101	106	107	110	113	116	122	126
440	95	98	101	104	107	111	114	120	124
460	–	94,2	97,3	101	105	108	111	117	122
480	–	91,2	94,2	98,1	102	106	109	115	121
500	25,4	89,0	91,8	95,8	100	103	107	113	119
520	27,4	86,4	89,7	93,7	97,6	101	105	112	118
540	29,6	84,4	88,0	91,9	95,8	99,4	103	110	117

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
560	31,8	82,6	86,4	90,3	94,2	98,1	102	109	116
580	33,9	81,0	85,1	89,0	92,9	97,0	101	108	115
600	36,0	79,6	84,0	87,9	91,8	95,9	100	107	114
620	38,0	78,4	83,0	86,9	90,8	94,9	99,0	106	113
640	–	77,3	82,0	86,0	90,0	94,1	98,1	105	112
660	–	76,6	81,0	85,2	89,4	93,5	97,5	104	112
680	–	76,0	80,2	84,7	89,1	93,1	97,1	103	111

Погрешность при p = 0,1 МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

Диамилкетон. Теплопроводность жидкого диамилкетона вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	139	137	135	133	131	129	127

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 200 - 0{,}208T. \qquad (20.5)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

и-Октилпропионат. Теплопроводность н-октилпропионата приведена в табл. 20.5.

Таблица 20.5. **Теплопроводность жидкого и-октилпропионата** [327]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	1	5	10	20	30	40	50
300	135	135	137	139	143	147	151	154
320	130	131	133	135	139	143	148	151
340	126	127	129	131	136	140	144	148
360	122	123	125	127	132	137	141	146
380	118	119	121	124	128	134	138	143
400	115	115	117	120	125	130	135	140
420	111	112	114	116	122	127	132	137
440	–	108	110	113	119	124	130	134
460	–	104	107	110	116	121	127	132
480	–	101	104	107	113	118	124	129
500	–	97,7	100	103	110	116	121	127
520	–	94,5	97,1	100	107	113	119	124
540	–	91,3	94,1	97,4	104	110	116	122
560	–	88,3	91,1	94,5	101	108	114	120
580	–	85,4	88,2	91,7	98,4	105	111	117
600	–	–	–	90,0	95,9	102	109	115
620	–	–	–	–	93,3	100	106	113

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	60	70	80	90	100	110
300	158	162	165	168	172	175
320	155	159	162	166	169	172
340	152	156	160	164	167	170
360	150	154	158	161	165	168
380	147	151	155	159	163	166
400	144	149	153	157	160	164
420	142	146	150	155	158	162
440	139	144	148	154	156	160
460	137	142	146	150	154	158
480	134	139	144	148	152	156
500	132	137	142	146	150	154

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	60	70	80	90	100	110
520	130	135	140	144	148	152
540	127	132	137	142	146	151
560	125	130	135	140	145	149
580	123	128	133	138	143	147
600	121	126	131	136	141	146
620	119	124	130	135	139	144

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа			
	120	130	140	150
300	178	180	183	186
320	176	178	181	184
340	173	176	179	182
360	171	174	177	180
380	169	172	175	178
400	167	171	174	176
420	166	169	172	174
440	164	167	170	173
460	162	165	168	171
480	160	163	166	169
500	158	162	165	168
520	156	160	163	166
540	155	158	162	165
560	153	157	160	163
580	151	155	158	162
600	150	154	157	160
620	148	152	156	159

Погрешность табличных значений равна 3%.

Расчетная формула для теплопроводности жидкого октилпропионата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (20.6)$$

где

$A_0 = 209 - 0{,}285T + 1{,}23 \cdot 10^{-4} T^2$;

$A_1 = -0{,}134 + 2{,}28 \cdot 10^{-3} T - 1{,}39 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = 1{,}425 \cdot 10^{-3} - 8{,}44 \cdot 10^{-6} T + 6{,}25 \cdot 10^{-9} T^2$; p – в МПа.

н-Гептилбутират. Теплопроводность н-гептилбутирата приведена в табл. 20.6.

Таблица 20.6. Теплопроводность жидкого н-гептилбутирата [318]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	139	139	141	144	148	153	157
320	135	135	137	139	144	148	152
340	130	131	133	135	140	144	149
360	126	127	128	131	136	140	144
380	122	122	124	127	131	136	141
400	118	118	120	122	127	132	137
420	113	114	116	118	123	128	133
440	109	109	112	114	120	125	130
460	105	105	107	110	117	121	126
480	100	101	103	106	112	118	123
500	96,1	96,7	99,1	102	108	114	120
520	–	–	95,0	98,3	105	111	117
560	–	–	–	90,6	97,7	105	111
580	–	–	–	–	94,3	102	108

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
300	160	164	–	–	–	–
320	156	160	163	166	169	172
340	152	156	160	164	167	170
360	149	153	157	160	164	168
380	145	150	154	158	162	166
400	142	146	151	155	160	164
420	138	143	148	153	157	162
440	135	140	145	150	155	160
460	132	137	142	148	153	158
480	129	134	140	145	150	156

Продолжение табл. 20.6

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
500	126	132	137	142	148	153
520	123	129	134	140	146	151
560	118	124	130	135	141	146
580	115	121	127	134	138	143

Погрешность табличных значений равна 4%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого гептилбутирата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (20.7)$$

где

$A_0 = 203{,}5 - 0{,}216T + 2{,}59 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_1 = 1{,}25 - 4{,}28 \cdot 10^{-3} T + 6{,}03 \cdot 10^{-6} T^2$;

$A_2 = -1{,}36 \cdot 10^{-2} + 6{,}03 \cdot 10^{-5} T - 6{,}82 \cdot 10^{-8} T^2$; p – в МПа.

Метилкапронат. Теплопроводность жидкого метилкапроната вблизи линии насыщения [277] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	139	135	131	127	123	119

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 195 - 0{,}2T. \qquad (20.8)$$

Погрешность табличных данных равна 2%.

Ундекановая кислота. Теплопроводность жидкой ундекановой кислоты вблизи линии насыщения по данным [146] составляет:

T, К	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	155	154	152	150	149

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 210 - 0{,}175T. \qquad (20.9)$$

Погрешность табличных значений равна 3%.

Теплопроводность паров измерена в [215] в интервале температур 298–345 К при давлении 0,099 МПа.

Экспериментальные значения теплопроводности паров ундекановой кислоты при давлении p = 0,099 МПа [215] составляют:

T, К	298,1	345,0
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	31,7	32,5

Погрешность данных равна 3%.

н-Ундекан. После выхода справочной книги [1] опубликованы следующие работы по теплопроводности н-ундекана: [319] при $T = 308 \div 348$ К и $p = 47 \div$

403 МПа, [310] при $T = 384 \div 373$ К и $p = 0{,}1$ МПа, [329] при $T = 292 \div 363$ К и $p = 0{,}1$ МПа, [326] при $T = 298 \div 348$ К и $p = 0{,}1$ МПа.

Таблица 20.7 составлена на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях равна 4–5%.

Теплопроводность паров н-ундекана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 20.7) вычислена по уравнению (9.1).

Молекулярная теплопроводность н-ундекана приведена в табл. 20.8.

Таблица 20.7. **Рекомендуемые значения теплопроводности н-ундекана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
300	135	136	138	140	142	144	146	148	152
320	129	131	133	135	137	139	141	144	147
340	124	126	129	131	132	134	136	139	143
360	119	121	124	126	127	129	131	135	139
380	114	116	119	121	123	125	127	131	135
400	110	112	115	117	119	121	123	127	131
420	106	108	111	113	115	118	120	124	128
440	102	104	107	110	112	115	117	121	125
460	98,2	100	103	106	109	112	114	119	123
480	–	97,0	100	103	106	109	111	116	121
500	26,3	94,0	97,4	101	104	107	109	114	118
520	28,4	91,3	94,9	98,5	102	105	107	112	117
540	30,6	89,0	92,7	96,2	99,7	102	105	111	116

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
560	32,8	87,2	90,7	94,5	98,0	101	104	110	114
580	35,0	85,7	93,2	93,2	96,9	100	103	109	113
600	37,3	84,3	88,5	92,3	96,0	99,0	102	108	113
620	39,7	83,0	87,5	91,3	95,1	98,1	101	107	112
640	42,0	81,9	86,8	90,7	94,5	97,7	101	107	112
660	44,4	–	86,0	90,0	93,9	97,0	100	106	112
680	46,9	–	85,3	89,3	93,3	96,3	99,3	106	111

Таблица 20.8. **Молекулярная теплопроводность н-ундекана при сверхвысоких давлениях [319]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	50	100	150	200	250	300	350	400
308	148	161	174	185	194	202	210	218
323	146	160	172	183	193	201	209	217
348	141	157	169	180	190	199	208	216

н-Ундециловый спирт. Теплопроводность жидкого н-ундецилового спирта вблизи линии насыщения приведена ниже:

T, К	300	320	340	360	380	400	420	440
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	169	166	163	160	157	154	151	148

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 215 - 0{,}154T. \qquad (20.10)$$

Погрешность данных равна 5%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{12}

Перфтор-*N*-4 метилциклогексан. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	263	273	293	313	333	363
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	60,8	60,1	58,8	57,4	56,1	54,7

T, К	373	393	413	433	453
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	53,4	52,1	50,7	49,4	48,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 78{,}4 - 0{,}067T. \qquad (21.1)$$

Перфтор-2,6,9,13-тетраокса-7,8 диметилтетрадекан. Его теплопроводность приведена в табл. 21.1.

Таблица 21.1. **Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
193	71,3	273	66,5	353	61,7	433	56,9
213	70,1	293	65,3	373	60,5	–	–
233	68,9	313	64,1	393	59,3	–	–
253	67,7	333	62,9	413	58,1	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 81{,}9 - 0{,}06T. \qquad (21.2)$$

Перфтортрибутиламин. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	233	253	273	293	313	333
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	68,2	66,9	65,6	64,3	63,0	61,6

T, К	353	373	393	413	433
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	60,6	69,0	57,7	56,3	55,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 83{,}7 - 0{,}66T. \qquad (21.3)$$

Дифенил. Значения теплопроводности жидкого дифенила и его паров приведены в табл. 21.2 и 21.3.

Таблица 21.2. **Теплопроводность жидкого дифенила на линии насыщения [321, 331, 332], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
350	137	430	126	510	115
360	135	440	124	520	113
380	133	460	122	540	110
400	130	480	119	560	108
420	127	500	116	580	105

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 0{,}162T + 2{,}49 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (21.4)$$

Погрешность равна 2%.

Таблица 21.3. **Теплопроводность паров дифеиила при p = 0,1 МПа [333], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
450	18,4	525	23,2	600	29,4
475	19,8	550	25,2	625	31,8
500	21,4	575	27,2	650	34,6

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 18{,}1 - 5{,}43 \cdot 10^{-2} T + 1{,}22 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (21.5)$$

Погрешность равна 3%.

2-Гидроксидифеиил. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения по данным [334] составляет:

T, К	340	350	360	370	380
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	151	147	143	139	136

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 280 - 0{,}38T. \qquad (21.6)$$

Диэтилфталат. Теплопроводность жидкого диэтилфталата вблизи линии насыщения [335] равна:

T, К	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	174	172	171	170	169	168	166

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 208 - 0{,}12T. \qquad (21.7)$$

Погрешность данных равна 2%.

Фенилциклогексан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [253] равна:

T, К	280	300	320	340	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	123	121	120	118	116

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 146 - 0{,}083T. \qquad (21.8)$$

Погрешность данных равна 3%.

н-Гексилбензол. Теплопроводность жидкого н-гексилбензола вблизи линии насыщения в интервале температур 278–432 К по данным [259] описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 186 - 0{,}166T. \qquad (21.9)$$

Теплопроводность жидкого н-гексилбензола составляет:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420	440
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	140	136	133	130	126	123	120	116	113

Гексаметилбеизол. Теплопроводность жидкого гексаметилбензола [259] вблизи линии насыщения равна:

T, К	440	460	480	500	520
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	108	108	107	107	107

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 114 - 0{,}014T. \qquad (21.10)$$

Дициклогексил. По данным [316] теплопроводность жидкого дициклогексила при $p = 0{,}1$ МПа $\lambda = 0{,}106$ Вт/(м · К) в интервале $T = 340 \div 380$ К.

1-Этилдекалин. По данным [316] теплопроводность жидкого 1-этилдекалина при $p = 0{,}1$ МПа $\lambda = 0{,}100$ Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,109 Вт/(м · К) при 380 К.

2-Этилдекалин. По данным [316] теплопроводность жидкого 2-этилдекалина при $p = 0{,}1$ МПа $\lambda = 0{,}099$ Вт/(м · К) при $T = 340$ К и 0,102 Вт/(м · К) при 380 К.

9-Этилдекалин. По данным [316] теплопроводность жидкого 9-этилдекалина при $p = 0{,}1$ МПа $\lambda = 0{,}102$ Вт/(м · К) при $T = 340$ К.

Додецин-6. Теплопроводность додецина-6 приведена в табл. 21.4.

Таблица 21.4. **Теплопроводность жидкого додецина-6 при $p = 0{,}1$ МПа [210], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
260	147	320	135	360	126	420	112
280	145	340	131	380	121	440	107
300	140			400	116	450	104

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 192 - 0{,}133T - 1{,}383 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (21.11)$$

Погрешность равна 3%.

Додецен-1. Теплопроводность додецена-1 приведеиа в табл. 21.5.

Таблица 21.5. **Теплопроводность додецена-1 [183, 298]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	5	10	15	20	30	40	50
300	131	133	135	138	140	144	147	150
320	127	129	131	134	136	140	143	146
340	123	125	127	130	132	136	139	143
360	118	121	123	126	128	132	136	139
380	114	116	119	122	124	128	132	136
400	110	112	115	118	120	124	128	132
420	106	108	111	114	116	120	124	129
440	102	104	107	110	112	117	121	126
460	97,7	101	103	106	109	114	119	124
480		97,2	100	103	106	112	117	122
500		94,3	97,6	101	104	109	115	120
520		91,5	95,0	99,0	102	108	113	118
540		89,1	93,0	97,0	100	106	112	117
560		86,9	91,0	94,9	98,8	105	110	116
580		84,9	89,3	93,4	97,5	104	109	115
600		83,0	87,8	92,1	96,3	103	108	114
620		81,4	86,5	90,8	95,0	102	108	114
640		80,1	85,4	89,7	94,0	101	107	113
660		78,9	84,5	88,8	93,0	100	107	112
670		78,3	84,1	88,3	92,5	99,7	106	112

Погрешность при $p = 0{,}1$ МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

Лауриновый альдегид. Теплопроводность лауринового альдегида вблизи линии насыщения [183, 184] приведена ниже:

T, К	330	350	370	390	410	430	450	460
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К) ...	146	142	139	135	131	128	124	122

Расчетная формупа

$$\lambda \cdot 10^3 = 207 - 0{,}185T. \qquad (21.12)$$

Погрешность табличных данных равна 2%.

Лауриновая кислота. Теплопроводность жидкой лауриновой кислоты вблизи линии насыщения по данным [192] составляет:

T, К	320	330
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	162	159

Погрешность данных равна 3%.

н-Децилацетат. Теплопроводность жидкого н-децилацетата вблизи линии насыщения по данным [194] составляет:

T, К	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	142	138	134	130	126

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 262 - 0{,}39T. \qquad (21.13)$$

Погрешность данных равна 3%.

н-Октилбутират. Теплопроводность жидкого н-октилбутирата приведена в табл. 21.6.

Таблица 21.6. **Теплопроводиость жидкого н-октилбутирата [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	139	139	141	144	149	153	157
320	135	136	138	140	145	150	154
340	131	132	134	136	142	146	151
360	127	128	130	133	138	143	148
380	124	124	126	129	135	140	145
400	120	120	123	126	131	136	142
420	116	117	119	122	128	133	138
440	112	113	116	119	124	130	135
460	109	109	112	115	121	127	132
480	105	106	108	112	118	124	129
500	102	102	105	108	114	120	126
520	98,0	98,6	101	104	111	117	123
540	94,4	95,0	97,7	101	108	114	120
560	90,8	91,4	94,2	97,6	104	111	117
580	87,3	87,9	90,7	94,2	101	108	114

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
300	161	165	168	171	174	176
320	158	162	165	168	171	174
340	155	159	163	166	169	172
360	152	156	160	164	167	170
380	149	154	158	161	165	168
400	146	151	155	159	163	166
420	143	148	152	157	161	164
440	140	145	150	154	159	162
460	138	143	148	152	157	161
480	135	140	145	150	155	159
500	132	138	143	148	153	158
520	129	135	141	146	151	156

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
540	126	132	138	144	150	155
560	124	130	136	142	148	154
580	121	128	134	140	146	152

Погрешность табличных значений равна 4%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого октилбутирата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (21.14)$$

где

$A_0 = 198{,}6 - 0{,}208T + 2{,}71 \cdot 10^{-5} T^2$;

$A_1 = 0{,}239 + 1{,}1 \cdot 10^{-3} T - 5{,}04 \cdot 10^{-7} T^2$;

$A_2 = -7{,}36 \cdot 10^{-4} - 5{,}63 \cdot 10^{-6} T + 1{,}03 \cdot 10^{-8} T^2$; p – в МПа.

н-Додекан. После выхода справочной книги [1] опубликованы две статьи с результатами измерения теплопроводности жидкого н-додекана при $p = 0{,}1$ МПа в интервале $T = 298 \div 373$ К [6] и $T = 298 \div 348$ К [326].

Таблица 21.7 составлена на основе обобщения, выполненного в [1]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2–3%, а при повышенных давлениях 5%.

Теплопроводность паров н-додекана при $p = 0{,}1$ МПа (табл. 21.7) вычислена по уравнению (9.1).

Таблица 21.7. **Рекомендуемые значения теплопроводности н-додекана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), p, МПа							
	0,1	5	10	15	20	30	40	50
300	135	137	140	141	143	147	151	155
320	131	133	135	136	138	143	147	151
340	126	128	131	132	134	138	142	146
360	122	124	126	128	130	134	138	142
380	118	119	122	123	125	130	134	138
400	113	115	117	119	121	126	130	134
420	109	111	113	115	117	122	126	131
440	105	107	109	111	114	119	123	128
460	101	104	106	108	111	116	120	125
480	–	100	103	106	109	114	118	123
500	–	97,5	101	104	107	112	116	121
520	26,5	94,9	98,8	102	105	110	115	119
540	28,7	92,8	97,0	100	103	108	113	118
560	30,8	91,0	95,4	98,2	101	107	112	117
580	33,0	89,5	94,0	97,0	100	106	111	116
600	35,2	88,3	92,8	96,1	99,3	105	110	115
620	37,6	87,2	92,0	95,4	98,7	105	110	115
640	40,0	86,7	91,2	94,7	98,2	104	110	114
660	42,7	86,4	90,8	94,4	97,9	104	109	–
680	45,6	–	90,6	94,2	97,7	104	109	–

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	60	80	100	120	140	160	180	200
300	159	164	170	174				
320	154	160	166	170				
340	150	156	162	167	173			
350	148	154	160	165	171	175	180	185
360	146	152	158	164	169	174	179	184
380	142	148	155	161	166	171	176	182
400	138	145	152	158	163	169	174	179
420	135	142	149	155	161	166	172	177
440	132	139	146	152	158	164	170	175
450	130	137	144	150	157	163	168	173

Ди-н-гексиловый эфир. Теплопроводность жидкого ди-н-гексилового эфира вблизи линии насыщения [134, 194] приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400	420	440	450
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	138	134	131	127	123	120	116	113	109	107

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 189 - 0{,}182\,T. \qquad (21.15)$$

Погрешность данных равна 2%.

н-Додециловый спирт. Теплопроводность жидкого н-додецилового спирта вблизи линии насыщения [188] приведена ниже:

T, К	310	330	350	370	390	410	430	440
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	166	165	162	159	156	152	149	148

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 219 - 0{,}162\,T. \qquad (21.16)$$

Погрешность данных равна 2%.

Дибутиловый эфир диэтиленгликоля. Теплопроводность жидкого дибутилового эфира диэтиленгликоля вблизи линии насыщения [242] приведена ниже:

T, К	310	320	330	340	350	360	370
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	145	143	142	140	139	137	136

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 191 - 0{,}15\,T. \qquad (21.17)$$

Погрешность данных равна 5%.

Гексаэтиленгликоль. Теплопроводность жидкого гексаэтиленгликоля вблизи линии насыщения [187], приведена ниже:

T, К	280	300	320	340	360	380	400
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	188	189	189	189	188	187	185
T, К	420	440	460	480	500	520	
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	183	181	178	174	171	166	

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 135 + 0{,}342\,T - 5{,}43 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (21.18)$$

Погрешность данных равна 2%.

Трибутиламин. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения при $T = 293$ К по данным [127] составляет 0,129 Вт/(м·К).

Погрешность данных равна 4%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{13}

Перфтор-4, 7, 10 триокса-5,8 этриметилтридекан. Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258] приведена ниже:

T, К	263	273	293	313	333	353
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	67,7	67,0	65,6	64,2	62,9	51,5
T, К	373	393	413	433	443	
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	50,1	50,7	57,4	56,0	55,5	

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 85{,}8 - 0{,}069\,T. \qquad (22.1)$$

Дифенилметан. Теплопроводность дифенилметана приведена в табл. 22.1.

Таблица 22.1. **Теплопроводность дифенилметана [268]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
330	132	136	137	139	141	143
340	131	134	136	138	140	142
360	129	132	134	136	138	140
380	127	130	132	134	136	139
400	124	128	130	132	134	137
420	121	125	127	130	132	135
440	119	122	125	128	130	133
460	116	120	123	126	128	132
470	115	118	122	125	127	131

Погрешность равна 6 %.

Дициклогексилметан, пропилдекалины. Теплопроводность приведена в табл. 22.2.

Таблица 22.2. **Теплопроводность жидких органических соединений при $p = 0{,}1$ МПа [316]**

Химическая формула	Соединение	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при T, К		
		340	380	430
$C_{13}H_{24}$	Дициклогексилметан	112	109	106
$C_{13}H_{24}$	1-Пропилдекалин	99	107	–
$C_{13}H_{24}$	1-Изопропилдекалин	102	102	–
$C_{13}H_{24}$	9-Изопропилдекалин	103	101	98

Тридецен-1. Теплопроводность приведена в табл. 22.3.

Таблица 22.3. **Теплопроводность жидкого тридецена-1 [298]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
300	130	132	134	137	140	143	146
320	126	128	130	133	136	139	142
340	122	124	126	129	133	136	139
360	118	120	122	126	130	133	136
380	114	116	118	122	126	130	134
400	110	112	115	119	123	127	131
420	106	109	111	116	121	125	129
440	102	105	108	113	118	123	127
460	98,7	102	105	111	116	121	125
480	95,4	99,2	102	109	114	119	123
500	92,2	96,6	100	107	112	117	121
520	–	94,2	97,8	105	110	115	120
540	–	92,0	96,0	103	109	114	119
560	–	90,0	94,2	102	108	113	118
580	–	88,0	92,6	101	107	112	117
600	–	86,6	91,3	99,5	106	111	116
620	–	85,4	90,0	98,5	105	110	115
640	–	84,5	89,3	97,6	104	109	115
660	–	83,8	88,8	93,8	103	109	114
680	–	83,3	88,5	96,2	103	108	114

Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 3%, при повышенных значениях 5%.

Ди-н-гексилкетон. Теплопроводность приведена в табл. 22.4.

Таблица 22.4. **Теплопроводность жидкого ди-н-гексилкетона вблизи линии насыщения [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
320	138	360	130	400	122	440	144
330	136	370	128	410	120	450	112
340	134	380	126	420	118	460	110
350	132	390	124	430	116	470	108

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 202 - 0{,}2T. \qquad (22.2)$$

Погрешность табличных данных по оценкам авторов равна 2%.

н-Тридекан. Теплопроводность н-тридекана приведена в табл. 22.5–22.7.

Таблица 22.5. **Теплопроводность н-тридекана [225, 320, 336]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
300	136	138	140	142	143	145	146	150	153
320	132	134	136	138	139	141	143	146	149
340	128	130	132	134	135	137	139	142	145
360	123	125	128	130	131	133	135	138	142
380	119	121	124	126	127	130	132	135	138
400	115	117	120	122	123	126	128	131	135
420	111	113	116	118	120	122	125	128	132
440	108	110	113	115	117	120	122	126	129
460	104	106	110	112	114	117	120	123	127
480	101	103	106	109	112	115	117	121	125
500	98,5	100	104	106	109	112	115	119	123
520	–	97,4	102	104	107	110	113	118	121
540	27,8*	95,2	99,5	105	106	109	112	116	120
560	29,9	93,1	97,7	101	104	107	110	115	119
580	32,0	91,5	96,2	100	103	106	109	114	118
600	34,2	90,2	95,0	98,5	102	105	108	113	118
620	36,4	89,0	93,9	97,5	101	104	107	113	117
640	38,6	88,2	93,2	97,1	101	104	106	112	117
660	40,8	87,7	92,6	96,3	100	103	106	111	117
680	43,1	87,6	92,3	95,9	99,5	102	105	111	117

*Теплопроводность паров н-тридекана при p = 0,1 МПа вычислена по уравнению (9.1).

Погрешность табличных значений при p = 0,1 МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

Таблица 22.6. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-тридекана на линии насыщения [337], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	141	340	126	400	111	460	97,5
300	136	360	121	420	106	480	93,0
320	131	380	116	440	102	500	88,7

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 200 - 0{,}135T - 3{,}9 \cdot 10^{-4} T^2 + 4{,}31 \cdot 10^{-7} T^3. \quad (22.3)$$

Погрешность равна 2%.

Таблица 22.7. **Молекулярная теплопроводность жидкого н-тридекана при сверхвысоких давлениях [338]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	50	100	150	200	250	300	400
308	151	166	177	186			
321	148	162	173	183	193		
346	144	158	170	180	189	197	213

Погрешность равна 3–4%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ТРЕТЬЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{14}

Антрацен. По данным [259] теплопроводность жидкого антрацена в интервале температур 380–480 К описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 187 - 0{,}08T. \quad (23.1)$$

Теплопроводность антрацена приведена в табл. 23.1.

Таблица 23.1. **Теплопроводность жидкого антрацена, Вт (м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
380	157	420	153	460	150
390	156	430	153	470	149
400	155	440	152	480	149
410	154	450	151		

Феантрен. Теплопроводность жидкости [321] вблизи линии насыщения в интервале температур 380–480 К описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 140 - 0{,}03T. \quad (23.2)$$

Теплопроводность жидкого фенатрена приведена в табл. 23.2.

Таблица 23.2. **Теплопроводность жидкого феантрена, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
380	129	420	127	460	126
390	128	430	127	470	126
400	128	440	127	180	126
410	128	450	127		

Динзопропилфталат. Теплопроводность жидкого диизопропилфталата приведена в табл. 23.3.

Таблица 23.3. **Теплопроводность жидкого диизопропилфталата вблизи линии насыщения [335], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
290	123	320	126	340	124
300	128	330	125	350	123
310	127				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 161 - 0{,}108T. \qquad (23.3)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

9-Метилпергидрофлуорен. Теплопроводность жидкости [139] при давлении $p = 0{,}1$ МПа приведена ниже:

T, К	340	360	380	400	420	440
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	106	104	103	101	99,8	98,2

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 132 - 0{,}078T. \qquad (23.4)$$

Пергидрофенантрен. Теплопроводность жидкости [139] при давлении $p = 0{,}1$ МПа составляет:

T, К	340	360	380
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	104	104	104

Бутилдекалины, дициклогексилэтаны, 2-этилбициклогексил. Таблица 23.4 составлена по данным [339].

Таблица 23.4. **Теплопроводность ряда органических соединений при p = 0,1 МПа**

Соединение	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при T, К		
	340	380	430
1-Бутилдекалин	106	106	–
1-втор-Бутилдекалин	99	102	–
2-Изобутилдекалин	104	104	–
9-трет-Бутилдекалин	98	98	98
1,1-Дициклогексилэтан	111	107	104
1,2-Дициклогексилэтан	113	113	113
2-Этилбициклогексил	109	–	–

Тетрадецен-1. Значения теплопроводности тетрадецена-1 приведены в табл. 23.5 и 23.6.

Таблица 23.5. **Теплопроводность тетрадецена-1 [183, 328]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа							
	0,1	5	10	15	20	30	40	50
310	134	136	138	140	142	145	148	161
320	132	134	136	138	140	143	146	149
340	128	130	132	134	136	140	143	146
360	124	126	129	131	132	136	140	143
380	120	122	125	127	129	133	137	140
400	117	119	121	123	125	130	134	137
420	113	115	118	120	122	127	131	135
440	109	111	114	117	119	124	129	132
460	105	108	111	114	117	122	126	130
480	101	105	108	111	114	120	124	128
500	97,7	102	106	109	112	117	122	126
520	–	99,1	103	106	110	116	121	125
540	–	97,0	101	104	108	114	119	124
560	28,4	94,9	99,4	103	106	113	118	122
580	30,3	93,1	97,7	101	105	111	117	121
600	32,3	91,5	96,3	99,7	103	110	115	120
620	34,4	90,1	95,1	98,6	102	109	114	119
640	36,5	88,9	94,0	97,5	101	108	114	119
660	38,7	87,8	93,1	96,6	100	107	113	118
680	40,9	86,9	92,4	95,9	99,4	106	112	117

Погрешность при p = 0,1 МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

Таблица 23.6. **Теплопроводность жидкого тетрадецена-1 вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	139	340	128	400	117	460	105
290	137	350	126	410	115	470	103
300	135	360	124	420	113	480	101
310	134	370	122	430	111	490	99,5
320	132	380	120	440	109	500	97,7
330	130	390	118	450	107		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 188 - 0{,}169T - 2{,}59 \cdot 10^{-5} T^2. \qquad (23.5)$$

Миристиновая кислота. Теплопроводность жидкой миристиновой кислоты вблизи линии насыщения (табл. 23.7) описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = 227 - 0{,}205\,T. \qquad (23.6)$$

Погрешность по данным авторов равна 3%.

Таблица 23.7. **Теплопроводность жидкой миристиновой кислоты вблизи линии насыщения [183], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
330	160	370	152	410	143	450	136
340	158	380	150	420	142	460	134
350	156	390	148	430	140		
360	154	400	146	440	138		

н-Тетрадекан. Теплопроводность приведена в табл. 23.8.

Таблица 23.8. **Теплопроводность н-тетрадекана [7, 225, 310, 320, 340]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
300	139	142	144	146	147	149	150	153	
320	135	138	140	142	143	145	146	149	152
340	131	133	135	137	139	141	142	145	148
360	127	129	131	133	135	137	138	142	145
380	123	125	127	129	131	133	134	138	141
400	118	120	123	125	127	129	130	134	138
420	114	115	118	121	123	125	127	131	135
440	110	111	115	118	120	122	124	128	132
460	106	108	111	114	116	119	121	126	130
480	102	105	108	111	114	117	119	124	128

Продолжение табл. 23.8

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
500	98,1	102	106	109	111	114	117	122	126
520	–	99,2	104	107	109	112	115	120	125
540	–	97,2	102	105	108	110	113	119	123
560	28,7*	95,5	100	103	106	109	112	118	122
580	30,7	94,1	99,0	102	105	108	111	117	121
600	32,8	93,0	97,8	101	104	107	110	116	120
620	34,9	92,2	96,9	100	103	106	109	115	120
640	37,0	91,5	96,3	99,2	102	105	108	114	119
660	39,2	90,9	95,6	98,8	102	105	108	114	119
680	41,4	90,4	95,0	98,0	101	104	107	114	119

*Теплопроводность паров н-тетрадекана при $p = 0{,}1$ МПа вычислена по уравнению (9.1)

Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5 %.

н-Тетрадециловый спирт. Теплопроводность приведена в табл. 23.9.

Таблица 23.9. **Теплопроводность жидкого н-тетрадецилового спирта вблизи линии насыщения [155, 341], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
340	166	370	161	400	156	430	151
350	164	380	160	410	154	440	150
360	163	390	158	420	153	450	148

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 222 - 0{,}164T. \qquad (23.7)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

Ди-н-гептиловый эфир. Теплопроводность жидкости исследована в [341, 342], данные которых положены в основу табл. 23.10.

Формула для расчета теплопроводности жидкости имеет вид

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 T, \qquad (23.8)$$

где

$$A_0 = 189 - 0{,}12p - 5{,}1 \cdot 10^{-3} p^2 + 1{,}44 \cdot 10^{-4} p^3;$$

$$A_1 = 0{,}174 + 1{,}92 \cdot 10^{-3} p - 1{,}03 \cdot 10^{-5} p^2 - 1{,}7 \cdot 10^{-7} p^3; \quad p \text{ – в МПа.}$$

Погрешность значений теплопроводности при $p = 0{,}1$ МПа составляет 2%, при повышенных давлениях 3%.

Таблица 23.10. **Теплопроводность ди-н-гептилового эфира**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
290	139	141	142	145	147	149	152
300	137	139	141	143	146	148	151
320	134	136	138	141	143	146	148
340	131	132	134	138	140	143	146
360	127	129	131	135	138	140	143
380	124	126	128	132	135	138	141
400	120	122	125	129	133	135	138
420	117	119	122	126	130	133	136
440	113	116	119	124	127	130	133
460	110	112	116	121	125	128	131
480	106	109	112	118	122	125	128
500	102	106	109	115	120	123	126
520	–	103	106	112	117	120	123
540	–	99	103	109	114	118	121
560	–	96	100	107	112	115	118
580	–	93	97	104	109	113	116
600	–	89	94	101	106	110	113
620	–	86	91	98	104	108	111
640	–	83	88	95	101	105	108
660	–	80	84	92	99	103	106
680	–	–	81	90	96	100	103
700	–	–	78	87	93	98	101

Гептаэтиленгликоль. Теплопроводность жидкого гептаэтиленгликоля вблизи линии насыщения получена по данным работы [244] (табл. 23.11).

Таблица 23.11. **Теплопроводность жидкого гептаэтилеигликоли вблизи лиинии насыщеиия [244], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	189	350	187	420	182	490	171
290	188	360	187	430	181	500	170
300	188	370	186	440	180	510	168
310	188	380	186	450	178	520	166
320	188	390	185	460	177		
330	188	400	184	470	175		
340	188	410	183	480	173		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 167 + 0{,}115\,T - 3{,}206 \cdot 10^{-5}\,T^2 - 3{,}73 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (23.9)$$

Погрешность табличных данных равна 2 %.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{15}

Дитолилметан. Теплопроводность дитолилметана приведена в табл. 24.1.

Таблица 24.1. **Теплопроводиость дитолилметана [268, 344]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
290	130	132	134	135	137	139
300	129	131	133	134	136	138
320	127	129	131	133	135	137
340	125	127	130	132	134	136
360	123	126	128	131	133	134
380	121	124	127	129	131	133
400	118	122	125	128	130	132
420	116	120	123	126	129	131
440	113	118	121	125	127	129
460	111	116	119	123	126	128
470	110	115	118	122	125	127

Погрешность равна 6%.

Моионзопропилдифенил. Теплопроводность жидкого моноизопропилдифенила приведена в табл. 24.2.

Таблица 24.2. **Теплопроводность жидкого моноизопропилдифеиила [343], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	125	360	117	420	110	480	102
320	122	380	115	440	108	500	100
340	120	400	113	460	105		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 157 - 9{,}84 \cdot 10^{-2} T - 3{,}2 \cdot 10^{-4} T^2. \qquad (24.1)$$

Погрешность равна 3%.

1,3-Дициклопентилциклопентан. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа составляет 0,117 Вт/(м·К) в интервале $T = 340 \div 380$ К.

1,2-Дициклогексилпропан. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа составляет 0,113 Вт/(м·К) при $T = 340$ К.

Пентадецен-1. Теплопроводность пентадецена-1 прнведена в табл. 24.3.

Таблица 24.3. **Теплопроводность пентадецена-1 [328]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
300	135	137	138	141	144	147	151
320	131	133	134	138	141	144	148
340	127	129	130	134	137	141	145
360	123	125	127	131	134	138	142
380	119	121	123	127	131	135	139
400	115	117	120	125	129	133	137
420	111	114	117	122	126	130	135
440	108	110	114	119	124	128	133
460	104	107	111	117	121	126	131
480	101	104	108	114	119	124	129
500	97,6	102	107	112	118	122	127
520	94,5	99,2	104	110	116	121	126
540		97,2	103	109	115	119	124
560		95,4	101	107	113	118	123
580		93,8	99,6	106	112	117	122
600		92,7	98,4	105	111	116	121
620		91,7	97,2	103	110	115	121
640		91,0	96,2	102	109	115	120
660		90,5	95,2	101	108	114	119
680		90,0	94,4	100	108	114	119

Погрешность при p = 0,1 МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

н-Пентадекан. Теплопроводность н-пентадекана приведена в табл. 24.4.

Таблица 24.4. **Теплопроводиость н-пентадекана [7, 320, 345, 346]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
300	142	144	146	147	148	150	151	154	157
320	137	139	141	143	144	146	147	150	154
340	133	135	137	139	140	142	143	147	150
360	128	131	133	135	136	138	139	143	146
380	124	126	128	130	132	134	136	139	143
400	120	122	124	126	128	130	132	136	139
420	116	118	121	123	125	127	129	133	136
440	113	114	117	119	121	123	125	130	133
460	109	111	113	116	118	121	123	127	131
480	105	108	110	113	115	118	121	125	129
500	102	105	108	110	113	115	118	124	127
520	98,4	102	106	108	111	113	117	122	
540	–	99,6	104	107	110	112	115	120	
560	27,5*	97,4	102	105	108	111	114	120	
580	29,4	95,6	101	104	108	111	114	119	
600	31,4	–	100	104	107	110	113	119	

Продолжение табл. 24.4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
620	33,4	–	99,2	102	105	108	112	118	
640	35,5	–	98,3	102	105	108	111	117	
660	37,7	–	97,8	101	104	107	111	116	
680	39,8	–	97,3	101	104	107	110	116	

*Теплопроводность паров н-пентадекана при $p = 0{,}1$ МПа вычислена по уравнению (9.1).

Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{16}

Перфтор-4, 7, 10, 13 тетраокса-5, 8, 9, 12 тетраметилгексадекан. Теплопроводность приведена в табл. 25.1.

Таблица 25.1. **Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [258], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
213	68,0	293	63,9	373	59,8	453	55,6
233	67,0	313	62,8	393	58,7	473	54,6
253	65,9	333	61,8	413	57,7	–	–
273	64,9	353	60,8	433	56,7	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 64{,}9 - 0{,}0514\ (T - 273). \qquad (25.1)$$

Диизобутилфталат. Теплопроводность, Вт/(м · К), жидкого диизобутилфталата вблизи линии насыщения приведена ниже:

T, К	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К)	127	126	124	123	122	121	120

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 158 - 0{,}108T. \qquad (25.2)$$

Погрешность табличных значений равна 1,5%.

Ди-н-бутилфталат. Рекомендуемые значения теплопроводности жидкости (табл. 25.2) составлены на основании данных работ, помещенных в [1].

Таблица 25.2. **Рекомендуемые значения теплопроводности дибутилфталата вблизи линии насыщении, Вт/ (м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	138	320	134	360	130	400	126
290	138	330	133	370	129	410	125
300	136	340	132	380	128	420	124
310	136	350	131	390	127		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 166 - 0{,}1T. \qquad (25.3)$$

1-Циклогексил-3-метилгидриидан. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,107 Вт/ (м · К) при $T = 340$ К и 0,104 Вт/ (м · К) при 380 К.

2-Этилпергидрофенантрен. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,106 Вт/м · К) при $T = 340$ К н 0,102 Вт/ (м · К) при 380 К.

1,3-Дициклогексилбутаи. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,114 Вт/ (м · К) при $T = 340$ К и 0,109 Вт/ (м · К) при 380 К.

Гексадецен-1. Теплопроводность гексадецена-1 приведена в табл. 25.3.

Таблица 25.3. **Теплопроводность гексадецеиа-1 [328]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/ (м · К), при p, МПа						
	0,1	5	10	20	30	40	50
300	137	139	142	145	148	151	153
320	133	135	138	141	145	148	150
340	129	131	134	137	141	144	147
360	125	127	130	133	137	141	144
380	121	123	126	130	134	138	141
400	117	119	122	127	131	135	138
420	112	116	119	123	128	132	136
440	110	113	116	121	126	130	133
460	106	110	113	118	123	128	131
480	103	107	110	116	121	126	130
500	100	104	108	114	119	124	128
520	97,0	102	106	112	118	122	127
540		100	104	110	116	121	126
560		98,5	103	109	115	120	125
580		97,0	102	108	114	119	124
600		95,6	100	107	113	118	123
620		94,5	99,2	106	112	118	123
640		93,6	98,4	105	111	117	122
660		92,7	97,7	105	111	117	122
680		92,1	97,2	105	110	116	122

Погрешность при $p = 0{,}1$ МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

Пальмитиновая кислота. Таблица 25.4 теплопроводности пальмитиновой кислоты составлена по данным [183, 184].

Таблица 25.4. **Теплопроводность жидкой пальмитиновой кислоты вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
350	164	400	152	450	142
360	162	410	150	460	140
370	160	420	148	470	138
380	157	430	146		
390	155	440	144		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 240 - 0{,}218T. \qquad (25.4)$$

Погрешность табличных данных равна 2 %.

н-Гексадекан. Значения теплопроводности н-гексадекана приведены в табл. 25.5 и 25.6.

Таблица 25.5. **Теплопроводность н-гексадекана [320, 340, 347]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
310	142	144	146	148	150	152	153	155	158
320	140	142	144	146	148	150	151	153	156
340	136	138	140	142	144	146	147	149	152
360	132	134	136	138	140	142	143	145	148
380	128	130	132	134	136	138	139	142	145
400	124	127	129	131	132	134	136	139	142
420	120	123	125	127	129	131	133	139	139
440	116	119	122	124	126	128	130	133	137
460	113	116	118	121	123	125	127	131	134
480	110	113	115	118	120	123	125	129	132
500	106	110	113	116	118	121	123	127	131
520	103	108	110	113	116	119	121	125	129
540	–	–	108	111	114	117	120	124	128
560	–	–	106	109	112	115	118	123	127
580	28,2*	–	105	108	111	114	117	122	126
600	30,2	–	104	107	110	113	116	121	125
620	32,2	–	102	106	109	112	115	120	125
640	34,1	–	101	105	108	111	114	119	124
660	36,2	–	101	105	108	111	113	119	124
680	38,2	–	99,7	104	107	110	113	118	123
690	39,2	–	99,3	103	107	110	112	118	123

*Теплопроводность паров н-гексадекана при p = 0,1 МПа вычислена по уравнению (9.1).

Погрешность прн p = 0,1 МПа составляет 2–3%, а прн повышенных давлениях 5 %.

Таблица 25.6. **Молекулярная теплопроводность н-гексадекана [7, 9, 348]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа				
		5	10	20	30
300	142	144	146	149	152
320	137	139	141	145	148
340	133	135	137	141	144
360	128	130	133	137	140
380	124	126	129	133	136
400	119	121	124	129	133
420	115	117	120	125	129
440	110	113	116	121	125
460	106	109	112	118	122
480	102	105	108	114	118
500		101	105	111	115
520		97,4	101	107	112
540		94,2	98,4	104	110
560		91,5	95,9	102	108

Погрешность при $p = p_s$ равна 2%, а при повышенных давлениях 3%.

Ди-н-октиловый эфир. Таблица 25.7 теплопроводности ди-н-октилового эфира составлена по данным работ [349, 314]. Погрешность табличных значений при давлении 0,1 МПа составляет 3%, при повышенных давлениях 4%.

Теплопроводность паров описывается формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = -29{,}2 + 0{,}106T. \qquad (25.5)$$

Теплопроводность жидкости представлена формулой

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (25.6)$$

где

$$A_0 = 199{,}7 - 0{,}2002T + 2{,}652 \cdot 10^{-5} T^2;$$

$$A_1 = 1{,}055 - 3{,}445 \cdot 10^{-3} T + 2{,}7611 \cdot 10^{-6} T^2;$$

$$A_2 = -1{,}724 \cdot 10^{-2} + 5{,}944 \cdot 10^{-7} T - 2{,}0394 \cdot 10^{-8} T^2;$$ p – в МПа.

Таблица 25.7. **Теплопроводность жидкого ди-н-октилового эфира**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	15	20	25
300	142	142	143	145	146	147	149
320	138	138	139	141	142	143	144
340	134	135	136	137	138	139	141
360	131	131	132	133	134	135	137
380	127	128	128	129	130	131	133
400	124	124	124	125	126	128	129
420	120	120	121	122	123	124	125

Продолжение табл. 25.7

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	15	20	25
440	117	117	118	118	119	120	122
460	113	113	114	114	115	117	118
480	110	110	110	111	112	113	115
500	106	106	106	107	108	110	112
520	103	103	103	104	105	106	108
540	28,8	99,3	99,5	100	101	103	105
560	30,4	95,8	96,1	96,8	98,0	99,7	102
580	32,5	–	92,7	93,4	94,7	96,5	98,8
600	34,6	–	89,3	90,1	91,4	93,3	95,8
620	36,8	–	86,0	86,8	88,3	90,3	92,9
640	38,9	–	82,6	83,6	85,1	87,3	90,0
660	41,0	–	–	80,4	82,0	84,3	87,3
680	43,1	–	–	77,2	79,0	81,5	84,6
700	45,3	–	–	74,1	76,0	78,6	82,0
720	47,4	–	–	70,8	73,1	75,9	79,4

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа				
	30	35	40	45	50
300	150	151	152	154	155
320	146	147	149	150	151
340	142	143	145	146	148
360	138	140	141	143	145
380	134	136	138	140	142
400	131	132	134	137	139
420	127	129	131	134	136
440	124	126	128	131	134
460	120	122	125	128	131
480	117	119	122	125	129
500	114	116	119	122	126
520	110	113	116	120	124
540	108	110	114	118	122
560	104	108	111	115	120
580	102	105	109	113	118
600	98,8	102	106	111	116
620	96,0	99,8	104	109	114
640	93,4	97,4	102	107	113
660	90,8	95,1	99,9	105	112
680	88,4	92,8	97,9	104	110
700	86,0	90,7	96,1	102	109
720	83,7	88,6	94,3	101	108

Октаэтиленгликоль. Теплопроводность октаэтиленгликоля приведена в табл. 25.8.

Таблица 25.8. **Теплопроводность жидкого октаэтиленгликоля вблизи линии насыщеиия [244], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
280	188	350	188	420	182	490	172
300	189	370	186	440	180	510	168
320	189	390	185	460	177		
340	188	410	184	480	174		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 141 + 0{,}31\,T - 5{,}035 \cdot 10^{-4}\,T^2. \qquad (25.7)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ШЕСТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{17}

Бис-(этилциклогексил)-метан. Теплопроводность жидкости при $p = 0{,}1$ МПа при температуре 340 К по данным [316] составляет 0,109 Вт/(м · К).

Маргариновая (гептадекановая) кислота. Теплопроводность жидкости [146] вблизи линии насыщения составляет:

T, К	340	350	360
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К) . .	162	160	159

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 213 - 0{,}15\,T. \qquad (26.1)$$

Погрешность равна 3%.

н-Гептадекан. Теплопроводность приведена в табл. 26.1.

Таблица 26.1. **Теплопроводность н-гептадекана [320, 340, 347, 350]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
310	145	147	150	152	153	154	155	158	161
320	143	145	147	149	151	152	154	156	159
340	139	141	143	145	147	149	150	153	155
360	135	137	139	141	143	145	146	149	152
380	131	133	136	138	139	141	142	146	149
400	127	129	132	134	135	137	139	142	146
420	123	126	128	130	132	134	136	140	143
440	120	122	125	127	129	131	133	137	140
460	116	119	122	124	126	128	130	134	138
480	112	116	119	121	123	125	128	132	135
500	109	113	116	118	121	123	125	130	133
520	106	110	113	116	118	121	123	128	132
540	103	108	111	114	117	119	122	126	130

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
560	–	106	109	112	115	117	120	125	129
580	–	104	108	111	114	116	119	124	128
600	29,3*	102	106	109	112	115	118	123	127
620	31,3	101	105	108	111	114	117	122	127
640	33,3	99,2	104	108	111	114	116	121	126
660	35,3	98,2	103	107	110	113	116	121	126
680	37,3	97,4	102	106	109	112	115	121	125
690	38,3	97,0	102	106	109	112	115	120	125

*Теплопроводность паров н-гептадекана при $p = 0{,}1$ МПа вычислена по уравнению (9.1).

Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа 3%, а при повышенных давлениях 5%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ СЕДЬМАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{18}

1,2-Дифенил бензол (о-терфеиил). Рекомендуемые значения теплопроводности о-терфенила вблизи линии насыщения (табл. 27.1) основаны на данных [331, 332].

Таблица 27.1. **Рекомендуемые значеиия теплопроиодности жидкого о-терфенила вблизи лиии иасыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
320	131	360	129	400	127	440	125
330	130	370	128	410	126	450	124
340	130	380	128	420	126	460	123
350	129	390	127	430	125	470	123

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 148 - 0{,}0546T. \qquad (27.1)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

1,3-Днфенилбензол (м-терфенил). Таблица теплопроводности (табл. 27.2) жидкого м-терфенила основана на данных [331, 332].

Таблица 27.2. **Теплопроводность жидкого м-терфенила вблизи линии иасыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
350	136	390	134	430	131	470	129
370	135	410	133	450	130	490	127

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 159 - 0{,}064T. \qquad (27.2)$$

Погрешность табличных значений равна 3%.

1,4-Дифенил бензол (п-терфенил). Теплопроводность жидкого н-терфенила по данным [331, 332] вблизи линии насыщения составляет:

T, К	490	500	510	520
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	131	130	129	128

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 180 - 0{,}1T. \qquad (27.3)$$

Погрешность табличных значений равна 4%.

1,2-Дициклогексилциклогексан (о-терциклогексил). По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,108 Вт/(м·К) в интервале $T = 340 \div 380$ К.

1-Циклогексил-1,3,3-триметилгидриндан. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,099 Вт/(м·К) в интервале $T = 340 \div 430$ К.

Ди-н-гексиладипинат. Теплопроводность приведена в табл. 27.3.

Таблица 27.3. **Теплопроводность жидкого ди-н-гексиладипината [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	151	151	153	155	159	163	167
320	148	149	150	152	156	160	164
340	144	145	146	149	153	157	161
360	141	141	143	146	150	154	158
380	138	138	140	142	147	151	156
400	134	135	137	139	144	148	153
420	131	131	133	136	141	145	150
440	127	128	130	132	138	142	147
460	124	124	126	129	134	139	144
480	120	121	123	126	131	136	142
500	117	118	120	122	128	133	139
520	114	114	116	119	125	130	136
540	110	110	113	116	122	127	133
560	106	107	110	112	118	124	130
580	103	104	106	109	115	121	127
600	99,4	100	103	106	112	118	124

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
300	170	174	177	180	183	185
320	168	171	175	178	181	184
340	165	169	172	176	179	182
360	162	166	170	174	177	180
380	160	164	168	172	175	179
400	157	161	165	169	173	177

Продолжение табл. 27.3

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
420	154	159	163	167	171	175
440	152	156	161	165	169	173
460	149	154	158	163	167	172
480	146	151	156	161	165	170
500	144	149	154	159	163	168
520	141	146	152	156	161	166
540	138	144	149	154	159	164
560	136	141	147	152	157	162
580	133	139	144	150	155	160
600	130	136	142	148	153	158

Погрешность табличных данных примерно равна 3%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-гексиладипината

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (27.4)$$

где

$$A_0 = 199 - 0{,}154\,T - 2{,}02 \cdot 10^{-5}\,T^2;$$

$$A_1 = 0{,}339 + 1{,}11 \cdot 10^{-4}\,T + 6{,}88 \cdot 10^{-7}\,T^2;$$

$$A_2 = -2{,}45 \cdot 10^{-3} + 7{,}34 \cdot 10^{-6}\,T - 7{,}12 \cdot 10^{-9}\,T^2;$$

p – в МПа.

Стеариновая кислота. Таблица 27.4 составлена по данным [184, 351, 352].

Таблица 27.4. **Теплопроводность жидкой стеариновой кислоты вблизи линии насыщения, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
330	176	370	167	410	157	450	147
340	174	380	164	420	155	460	145
350	172	390	162	430	152	470	142
360	169	400	160	440	150		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 257 - 0{,}245\,T. \qquad (27.5)$$

Олеиламин. Теплопроводность жидкого олеиламина вблизи линии насыщения по данным работы [127] составляет $160 \cdot 10^{-3}$ Вт/(м · К).

Погрешность равна 3%.

н-Октадекан. Теплопроводность приведена в табл. 27.5.

Таблица 27.5. **Теплопроводность н-октадекана [320, 347, 350]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
320	145	147	149	151	152	154	155	158	161
340	141	143	145	147	149	151	152	155	157
360	138	140	142	143	145	147	148	152	154
380	134	136	138	140	142	144	145	148	151
400	130	133	135	137	139	141	142	145	148
420	126	129	131	133	135	137	139	142	145
440	123	126	128	130	132	134	136	140	143
460	119	122	125	127	129	132	134	137	140
480	116	119	122	125	127	129	131	135	138
500	113	116	119	122	125	127	129	133	136
520	110	114	117	120	122	125	127	131	135
540	107	111	115	118	120	123	125	130	133
560	104	109	113	116	119	122	124	128	132
580	–		111	114	117	120	122	127	131
600	28,2*		109	113	116	119	121	126	130
620	30,1		108	111	114	117	120	125	130
640	32,0		106	110	113	116	119	124	129
660	34,0		105	109	112	115	118	124	128
680	35,9		105	108	111	114	117	123	128
690	37,0		104	108	111	114	117	123	128

*Теплопроводность паров н-октадекана при $p = 0{,}1$ МПа вычислена по уравнению (9.1).

Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 3%, а при повышенных давлениях 5%.

н-Октадециловый спирт. Теплопроводность приведена в табл. 27.6.

Таблица 27.6. **Теплопроводность жидкого н-октадецилового спирта вблизи линии насыщения [341], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
350	173	380	167	410	161	440	156
360	171	390	165	420	160		
370	169	400	163	430	158		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 237 - 0{,}185\,T. \qquad (27.6)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{19}

Дикумилметан. Таблица 28.1 составлена с использованием данных [268, 353].

Таблица 28.1. **Теплопроводность жидкого дикумилметана**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
290	128	130	131	132	134	134
300	127	129	130	132	134	136
310	126	128	129	131	133	135
320	125	127	129	130	133	135
330	124	126	128	130	132	134
340	123	125	127	129	131	134
350	122	125	126	128	131	133
360	121	124	126	128	130	132
370	120	123	125	127	130	132
380	119	122	124	126	129	131
390	118	121	123	126	128	131
400	116	120	122	125	128	130
410	115	119	122	124	127	129
420	114	118	121	124	126	129
430	113	117	120	123	126	128

Погрешность табличных значений равна 6%.

Бис-(2,4,6-триметилциклогексил)-метан; 4-н-гептилбициклогексил; 1,1-дициклогексилгептан. Теплопроводность приведена в табл. 28.2.

Таблица 28.2. **Теплопроводность жидких органических соединений [316]**

Химическая формула	Наименование	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при T, К		
		340	380	430
$C_{19}H_{36}$	Бис-(2,4,6-триметилциклогексил)-метан	102	102	–
$C_{19}H_{36}$	4-н-Гептилбициклогексил	122	117	112
$C_{19}H_{36}$	1,1-Дициклогексилгептан	119	115	–

Метилстеарат. Теплопроводность приведена в табл. 28.3.

Таблица 28.3. **Теплопроводность жидкого метилстеарата вблизи линии насыщения [277], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
320	152	360	146	400	140	440	134
330	151	370	145	410	139	450	132
340	149	380	143	420	137		
350	148	390	142	430	136		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 201 - 0{,}153\,T. \qquad (28.1)$$

Погрешность данных равна 2%.

н-Нонадекан. Теплопроводность приведена в табл. 28.4.

Таблица 28.4. **Теплопроводность н-нонадекана [320, 345, 347, 351]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа								
	0,1	5	10	15	20	25	30	40	50
320	148	149	151	153	155	157	158	160	163
340	144	146	147	149	151	153	154	157	160
360	140	142	144	146	147	149	150	153	156
380	136	138	140	142	144	145	147	150	153
400	132	135	137	139	140	142	144	147	150
420	129	131	133	135	137	139	140	144	147
440	125	127	130	132	134	136	138	141	145
460	122	124	127	129	131	133	135	139	143
480	119	121	124	127	129	131	133	137	141
500	115	118	122	124	126	129	131	135	139
520	112	116	119	122	124	127	129	133	137
540	109	113	117	119	122	125	127	132	136
560	107	111	115	118	121	124	126	131	135
580	104	109	113	116	119	122	125	130	134
600		107	112	116	118	121	124	129	134
620		106	110	114	117	120	123	128	133
640		104	109	113	116	119	122	128	133
660		103	108	112	115	118	121	127	132
680		102	107	111	115	118	120	127	132
690		101	106	110	114	117	120	127	132

Погрешность при $p = 0{,}1$ МПа равна 3%, а при повышенных давлениях 5%.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{20}

Ди-н-гептиладипинат. Теплопроводность приведена в табл. 29.1.

Таблица 29.1. **Теплопроводность жидкого ди-н-гептиладипината [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	153	154	155	158	162	166	169
320	150	150	152	144	159	163	167
340	146	147	149	151	156	160	164
360	143	144	145	148	152	157	161
380	140	140	142	144	149	154	158
400	136	137	139	141	146	151	155
420	133	134	136	138	143	148	152

Продолжение табл. 29.1

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
440	130	130	132	135	140	145	150
460	126	127	129	132	137	142	147
480	123	123	126	128	134	139	144
500	120	120	122	125	130	136	141
520	116	117	119	122	127	133	138
540	113	113	116	118	124	130	135
560	109	110	112	115	121	127	132
580	106	107	109	112	118	124	130
600	103	103	106	109	115	121	127

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
300	173	176	178	181	183	184
320	170	173	176	179	182	184
340	168	171	174	178	180	183
360	165	169	172	176	179	182
380	162	166	170	174	178	181
400	160	164	168	172	176	180
420	157	162	166	170	174	179
440	154	159	164	168	173	177
460	152	157	162	166	171	176
480	149	154	159	164	169	174
500	146	152	157	162	167	172
520	144	149	154	160	165	170
540	145	146	152	157	162	168
560	138	144	149	155	160	165
580	135	141	147	152	158	163
600	133	138	144	150	155	160

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-гептиладипината при $p = 0{,}1$ МПа

$$\lambda \cdot 10^3 = 202 - 0{,}163\,T. \qquad (29.1)$$

Погрешность табличных значений примерно равна 3%.

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-гептиладипинита (табл. 29.1)

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2,$$

где

$$A_0 = 202 - 0{,}163\,T - 5{,}76 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_1 = 0{,}513 - 4{,}47 \cdot 10^{-4}\,T + 1{,}05 \cdot 10^{-6}\,T^2; \qquad (29.2)$$

$$A_2 = -7{,}74 \cdot 10^{-3} + 2{,}88 \cdot 10^{-5}\,T - 2{,}77 \cdot 10^{-8}\,T^2; \quad p - \text{в МПа}.$$

н-Октадецилацетат. Теплопроводность жидкого н-октадецилацетата вблизи линии насыщения по данным работы [334] составляет:

T, К	340	350	360	370	380	390
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	167	164	161	158	156	153

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 268 - 0{,}296\,T. \qquad (29.3)$$

Фитоя. Теплопроводность жидкого фитола вблизи линии насыщения [214] приведена ниже:

T, К	250	260	270	280	290	300	310
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	204	203	202	201	200	199	198

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 229 - 0{,}1\,T. \qquad (29.4)$$

н-Бутилпальмиат. Теплопроводность приведена в табл. 29.2.

Таблица 29.2. **Теплопроводность жидкого н-бутилпальмиата вблизи линии насыщения [277], Вт/(м·К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	151	340	145	380	139	420	132
310	150	350	143	390	137	430	131
320	148	360	142	400	135	440	129
330	147	370	140	410	134		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 189 - 0{,}104\,T - 7{,}44 \cdot 10^{-5}\,T^2. \qquad (29.5)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

н-Эйкозан. Теплопроводность приведена в табл. 29.3.

Таблица 29.3. **Теплопроводность н-эйкозана [146, 320]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
330	147	150	153	156	159	162
340	144	148	151	154	157	160
360	140	143	147	150	153	157
380	135	139	143	147	150	154
400	131	135	140	143	147	151
420	126	131	136	140	144	148
440	122	128	133	137	141	145
460	118	124	129	134	138	142
470	116	122	127	132	137	141

Погрешность равна 5%.

ГЛАВА ТРИДЦАТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{21}

9-(2-этилгексил) Пергидрофлуорен. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,109 Вт/(м·К) в интервале $T = 340 \div 380$ К.

1,1,3-Трициклогексилпропан. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,111 Вт/(м·К) при 340 К.

4-н-Нонилбициклогексил. По данным [316] теплопроводность жидкой фазы при $p = 0{,}1$ МПа равна 0,121 Вт/(м·К) в интервале $T = 340 \div 380$ К.

н-Генэйкозаи. Теплопроводность приведена в табл. 30.1.

Таблица 30.1. Теплопроводность н-генэйкозана [320]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
330	149	153	156	159	162	165
340	147	151	154	157	160	163
360	142	146	149	153	157	160
380	137	142	146	150	153	156
400	133	138	142	146	150	153
420	129	134	139	143	147	151
440	125	131	135	140	144	148
460	121	128	132	137	141	145
470	119	126	131	136	140	144

Погрешность равна 5 %.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ПЕРВАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{22}

Ди-н-гептилфталат. Теплопроводность приведена в табл. 31.1.

Таблица 31.1. Теплопроводность жидкого ди-н-гептилфталата [318]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа							
	0,1	1	5	10	20	30	40	50
280	155	155	156	157	160	163	166	170
300	151	152	153	154	157	160	164	168
320	148	148	150	151	155	158	162	166
340	144	145	146	148	152	156	159	163
360	141	141	143	145	149	153	157	161
380	137	138	140	142	146	151	155	158
400	134	134	136	139	144	148	152	156
420	130	131	133	136	141	146	150	153
440	127	128	130	133	138	143	147	151
460	124	124	127	130	135	141	145	148
480	120	121	124	127	133	138	142	146
500	117	117	120	124	130	136	140	144
520	113	114	117	121	127	133	138	142
540	110	111	114	118	124	130	135	139
560	106	107	110	114	122	128	133	137
580	103	104	107	111	119	125	130	134

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-гептилфталата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (31.1)$$

где

$$A_0 = 204 - 0{,}179\,T + 6{,}62 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_1 = -0{,}82 + 4{,}35 \cdot 10^{-3}\,T - 2{,}4 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_2 = 1{,}76 \cdot 10^{-2} - 7{,}02 \cdot 10^{-5}\,T + 5{,}3 \cdot 10^{-8}\,T^2,$$

p – в МПа.

Погрешность табличных значений равна 4%.

Ди-и-гексилфталат. Теплопроводность приведена в табл. 31.2.

Таблица 31.2. **Теплопроводность жидкого ди-н-гексилфталата [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
280	142	142	144	145	149	152	155
300	139	139	140	142	146	149	152
320	135	136	137	139	143	146	150
340	132	132	134	136	140	144	147
360	129	129	131	133	137	144	145
380	125	126	127	130	134	138	142
400	122	122	124	126	131	135	140
420	119	119	121	123	128	132	137
440	115	116	118	120	125	130	134
460	112	112	114	117	122	127	132
480	109	109	111	114	119	124	129
500	105	106	108	111	116	122	127
520	102	103	105	108	113	119	124
540	98,9	99,4	102	105	110	116	122
560	95,6	96,2	98,6	102	108	114	119
580	92,3	92,9	95,5	98,6	105	111	117
600	89,1	89,7	92,3	95,6	102	108	114

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
280	157	160	162	165	167	169
300	155	158	161	163	166	168
320	153	156	159	162	165	168
340	151	154	158	161	164	167
360	148	152	156	159	163	166
380	146	150	154	158	162	165
400	144	148	152	156	160	164
420	141	146	150	155	159	163
440	139	144	148	153	157	162
460	137	142	146	151	156	160
480	134	139	144	149	154	158
500	132	137	142	147	152	157

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
520	130	135	140	145	150	155
540	127	133	138	143	148	153
560	125	130	136	141	146	150
580	122	128	133	138	143	148
600	120	125	130	136	141	146

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-гексилфталата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (31.2)$$

где

$$A_0 = 190 - 0{,}174\,T + 1{,}02 \cdot 10^{-5}\,T^2;$$

$$A_1 = 0{,}1564 + 5{,}614 \cdot 10^{-4}\,T + 4{,}75 \cdot 10^{-7}\,T^2;$$

$$A_2 = -4{,}62 \cdot 10^{-3} + 2{,}12 \cdot 10^{-5}\,T - 2{,}32 \cdot 10^{-8}\,T^2;$$

p – в МПа.

Погрешность табличных значений примерно равна 3%.

Ди-н-октиладипинат. Теплопроводность приведена в табл. 31.3.

Таблица 31.3. **Теплопроводность жидкого ди-н-октиладипината [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
280	160	161	162	164	168	172	175
300	157	157	159	161	165	169	173
320	154	154	156	158	162	166	170
340	150	151	152	155	159	163	167
360	147	147	149	152	156	160	165
380	144	144	146	148	153	158	162
400	140	141	143	145	150	155	159
420	137	137	139	142	147	152	156
440	133	134	136	138	144	149	154
460	130	130	133	135	140	146	151
480	126	127	129	132	137	143	148
500	123	124	126	129	134	140	145
520	120	120	123	126	131	137	142
540	116	117	119	122	128	134	139
560	113	113	116	119	125	131	137
580	109	110	112	116	122	128	134
600	106	107	109	112	119	125	131

Продолжение табл. 31.3

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
280	178	181	183	185	187	188
300	176	179	182	184	186	188
320	174	177	180	182	185	187
340	171	175	178	181	184	187
360	169	172	176	180	183	186
380	166	170	174	178	181	185
400	164	168	172	176	180	184
420	161	166	170	174	178	182
440	158	163	168	172	177	181
460	156	161	166	170	175	180
480	153	158	163	168	173	178
500	150	156	161	166	171	176
520	148	153	159	164	169	174
540	145	151	156	162	167	172
560	142	148	154	159	165	170
580	140	145	151	157	162	168
600	137	143	148	154	160	165

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-октиладипината

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (31.3)$$

где

$$A_0 = 206 - 0{,}161\,T - 9{,}67 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_1 = 0{,}385 + 3{,}18 \cdot 10^{-5}\,T + 6{,}7 \cdot 10^{-7}\,T^2;$$

$$A_2 = -6{,}48 \cdot 10^{-3} + 2{,}36 \cdot 10^{-5}\,T - 2{,}29 \cdot 10^{-8}\,T^2;$$

p – в МПа.

Погрешность табличных значений примерно равна 4%.

н-Бутилстеарат. Теплопроводность приведена в табл. 31.4.

Таблица 31.4. **Теплопроводность жидкого н-бутилстеарата вблизи линии насыщения [277], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
310	155	350	149	390	142	430	136
320	154	360	147	400	141	440	135
330	152	370	146	410	139	450	133
340	150	380	144	420	138	460	131

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 204 - 0{,}158\,T. \qquad (31.4)$$

Погрешность табличных значений равна 2%.

н-Доказан. Теплопроводность приведена в табл. 31.5.

Таблица 31.5. Теплопроводность жидкого н-доказана [146, 320, 345]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
330	151	155	158	161	164	167
340	149	153	156	159	162	167
350	147	151	154	158	161	164
360	145	149	152	156	159	162
370	143	147	151	154	158	161
380	141	145	149	152	156	159
390	139	143	147	151	154	158
400	137	141	145	149	153	156
410	135	140	144	148	151	155
420	133	138	142	146	150	154
430	131	136	141	145	149	153
440	130	135	139	144	147	151
450	128	133	138	142	146	150
460	126	132	136	141	144	149
470	125	130	135	140	143	148

Погрешность табличных значений при давлении 0,1 МПа составляет 2%, при повышенных значениях 5%.

5,14-Диэтилоктадекан. Теплопроводность жидкости вблизи линии насыщения [355] составляет:

T, К	290	300	310	320	330
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	141	139	137	135	133

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 199 - 0{,}2\,T. \qquad (31.5)$$

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ВТОРАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{23}

н-Трикозан.

Таблица 32.1. Теплопроводность н-трикозана [320]

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
350	148	152	155	159	162	165
360	146	150	154	157	160	163
380	141	146	150	154	157	160
400	137	142	146	150	154	157
420	133	138	143	147	151	155
440	130	135	140	144	148	152
460	126	132	137	141	146	149
470	124	130	135	140	144	148

Погрешность равна 5%.

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ТРЕТЬЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{24}

Перфтор-2, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35 додексаоксагекса-трионактан.

Таблица 33.1. **Молекулярная теплопроводность жидкой фазы [350], Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
263	78,6	313	76,0	373	72,8	433	69,7
273	78,1	333	74,9	393	71,8	453	68,6
293	77,0	353	73,9	413	70,8	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 92{,}5 - 0{,}0528\,T. \qquad (33.1)$$

Ди-н-октилфталат.

Таблица 33.2. **Теплопроводность жидкого ди-н-октилфталата [318]**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа						
	0,1	1	5	10	20	30	40
300	139	139	141	142	146	150	154
320	136	136	138	140	143	147	152
340	133	133	135	137	141	145	149
360	130	130	132	134	138	142	146
380	127	127	129	131	135	139	144
400	124	124	126	128	132	137	141
420	121	121	123	125	130	134	138
440	118	118	120	122	127	131	136
460	115	115	117	119	124	128	133
480	112	112	114	116	121	126	130
500	109	109	111	113	118	123	128
520	106	106	108	110	115	120	125
540	103	103	105	107	112	117	122
560	99,7	100	102	104	109	114	120
580	96,6	97,1	99,0	101	106	112	117
600	93,6	94,0	95,9	98,4	104	109	114
620	90,5	90,9	92,8	95,3	100	106	112

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
300	158	163	168	172	177	182
320	156	160	165	169	174	179
340	153	157	162	166	171	176
360	150	155	159	164	168	173
380	148	152	157	161	166	170
400	145	150	154	159	163	168

Продолжение табл. 33.2

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	50	60	70	80	90	100
420	143	147	152	156	161	165
440	140	145	149	154	158	163
460	138	142	147	152	156	161
480	135	140	145	150	154	159
500	133	138	142	147	152	158
520	130	135	140	146	151	156
540	128	133	138	144	149	155
560	125	130	136	142	148	154
580	123	128	134	140	146	153
600	120	126	132	139	145	152
620	118	124	130	137	144	152

Формула для расчета теплопроводности жидкого ди-н-октилфталата

$$\lambda \cdot 10^3 = A_0 + A_1 p + A_2 p^2, \qquad (33.2)$$

где

$$A_0 = 183 - 0{,}1442\,T - 7{,}4 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_1 = -0{,}108 + 2 \cdot 10^{-3}\,T - 1{,}71 \cdot 10^{-6}\,T^2;$$

$$A_2 = 8{,}23 \cdot 10^{-3} - 3{,}67 \cdot 10^{-5}\,T + 4{,}13 \cdot 10^{-8}\,T^2;$$

p – в МПа.

Погрешность табличных значений равна примерно 4%.

н-Тетракозан. Рекомендуемые значения теплопроводности н-тетракозана (табл. 33.3) основаны на данных работ [320, 345]. Погрешность табличных значений при $p = 0{,}1$ МПа составляет 3%, при повышенных давлениях 5%.

Таблица 33.3. **Рекомендуемые значения теплопроводности н-тетракозана в жидком состоянии**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м · К), при p, МПа					
	0,1	10	20	30	40	50
350	150	154	158	161	164	168
360	148	152	156	159	163	166
370	146	150	154	157	161	164
380	144	148	152	156	159	162
390	142	146	150	164	158	161
400	140	145	149	152	156	160
410	138	143	147	151	155	158
420	136	141	145	150	153	157
430	134	139	144	148	152	155
440	133	137	142	147	151	154
450	131	135	141	145	149	153
460	129	134	139	144	148	152
470	127	132	138	143	147	151

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ C_{25}

Тетранзопропилдифенилметан. Теплопроводность жидкости по данным работы [344] вблизи линии насыщения составляет:

T, К	290	300	310	320	330	340	350
$\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К)	110	108	105	103	100	97,5	95,0

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 182 - 0{,}25\,T. \qquad (34.1)$$

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ПЯТАЯ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ИЗОТОПНОЗАМЕЩЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Теплопроводность дейтеросодержащих соединений в газовой фазе исследована в [356, 357, 358] при $p = 0{,}1$ МПа. На тех же экспериментальных установках была измерена теплопроводность соответствующих водородосодержащих соединений с тем, чтобы более точно выявить влияние замещения водорода дейтерием на коэффициенты переноса. В [357] приведены результаты измерений для CD_4 и CH_4, ND_3 и NH_3, DCl и HCl при $T = 300 \div 473$ К. В [358, 359] приведены значения теплопроводности для CD_4 и CH_4 при $T = 300 \div 650$ К, для C_2D_2 и C_2H_4 при $T = 300 \div 520$ К, для CD_3OH и CH_3OH при $T = 300 \div 590$ К, для C_6D_{12} и C_6H_{12} при $T = 300 \div 540$ К, C_6D_6 и C_6H_6 при $T = 300 \div 540$ К.

Максимальная погрешность полученных данных составляет 2%. Отношение теплопроводности дейтеросодержащего соединения к теплопроводности водородосодержащего соединения определено с погрешностью 1%. В табл. 35.1 – 35.14 приведены значения перечисленных соединений по данным [357, 358, 359].

Таблица 35.1. Теплопроводность газообразного дейтерированного метана, Вт/(м·К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	34,2	400	54,0	500	75,0	600	96,1
320	38,0	420	58,2	520	79,3	620	100
340	41,9	440	62,4	540	83,5	640	104
360	45,9	460	66,6	560	87,7	660	108
380	49,9	480	70,8	580	91,9	–	–

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -4{,}75 + 5{,}203 \cdot 10^{-2}\,T + 3{,}256 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 2{,}21 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.1)$$

Таблица 35.2. Теплопроводность газообразного метана, Вт/(м·К)

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	33,6	400	48,8	500	67,6	600	87,8
320	36,3	420	52,4	520	71,7	620	91,8
340	39,2	440	56,1	540	75,8	640	95,8
360	42,2	460	59,8	560	79,8	660	99,8
380	45,4	480	63,7	580	83,8		

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 33{,}1 - 0{,}157\,T + 6{,}463 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 3{,}87 \cdot 10^{-7}\,T^3. \quad (35.2)$$

Таблица 35.3. **Теплопроводность газообразного дейтернрованного этилена, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	24,2	360	32,7	420	41,9	480	51,4
320	27,0	380	35,7	440	45,0	500	54,6
340	29,8	400	38,8	460	48,2	520	57,9

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -1{,}74 + 2{,}231 \cdot 10^{-2}\,T + 2{,}634 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 1{,}65 \cdot 10^{-7}\,T^3. \quad (35.3)$$

Таблица 35.4. **Теплопроводность газообразного этилена, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	21,2	360	28,9	420	38,2	480	47,2
320	23,5	380	31,9	440	41,3	500	49,8
340	26,1	400	35,1	460	44,4	520	52,2

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 69{,}6 - 0{,}555\,T + 1{,}73 \cdot 10^{-3}\,T^2 - 1{,}41 \cdot 10^{-6}\,T^3. \quad (35.4)$$

Таблица 35.5. **Теплопроводность газообразного дейтернрованного бензола, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	13,5	380	21,1	440	27,5	500	34,6
320	15,3	400	23,1	460	29,8	520	37,0
340	17,2	420	25,3	480	32,2	540	39,5
360	19,1						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -1{,}11 + 5{,}725 \cdot 10^{-3}\,T + 1{,}622 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 6{,}19 \cdot 10^{-8}\,T^3. \quad (35.5)$$

Таблица 35.6. **Теплопроводность газообразного бензола, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	10,7	380	18,2	440	24,3	500	31,1
320	12,4	400	20,3	460	26,4	520	33,5
340	14,3	420	22,3	480	28,7	540	36,0
360	16,2						

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -18{,}99 + 0{,}119\,T - 1{,}12 \cdot 10^{-4}\,T^2 + 1{,}49 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.9)$$

Таблица 35.7. **Теплопроводность газообразного дейтерированного цнклогексана, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	14,8	400	26,3	500	40,2	580	52,8
320	16,9	420	28,9	520	43,3	600	56,1
340	19,1	440	31,6	540	46,4	620	59,4
360	21,4	460	34,4	560	49,5	640	62,8
380	23,8	480	37,8				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 0{,}7 - 0{,}015\,T + 2{,}35 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 9{,}36 \cdot 10^{-8}\,T^3. \qquad (35.6)$$

Таблица 35.8. **Теплопроводность газообразного цнклогексана, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	12,2	400	22,4	500	35,4	580	46,3
320	13,9	420	24,8	520	38,1	600	49,0
340	15,8	440	27,4	540	40,8	620	51,6
360	17,9	460	30,0	560	43,6	640	54,1
380	20,1	480	32,7				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 19{,}3 - 0{,}16\,T + 5{,}61 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 3{,}53 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.7)$$

Таблица 35.9. **Теплопроводность газообразного дейтерированного метилового спирта, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	18,1	380	26,0	460	35,0	540	46,1
320	20,0	400	28,1	480	37,6	560	49,4
340	22,0	420	30,3	500	40,3	580	52,8
360	24,0	440	32,6	520	43,1	600	56,4

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -17{,}8 + 0{,}172\,T - 2{,}674 \cdot 10^{-4}\,T^2 + 3{,}12 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.8)$$

Таблица 35.10. **Теплопроводность газообразного метилового спирта, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	17,1	380	23,9	460	32,9	540	43,3
320	18,5	400	26,0	480	35,4	560	46,0
340	20,2	420	28,2	500	38,0	580	48,7
360	22,0	440	30,5	520	40,6	600	51,4

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 25{,}6 - 0{,}149\,T + 4{,}864 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 2{,}76 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.10)$$

Таблица 35.11. **Теплопроводность дейтернрованного хлористого водорода, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	14,6	360	17,5	420	20,5	460	22,5
320	15,5	380	18,5	440	21,5	480	23,6
340	16,5	400	19,5				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = -0{,}5 + 0{,}05\,T. \qquad (35.11)$$

Таблица 35.12. **Теплопроводность хлористого водорода, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	14,6	360	17,5	420	20,4	460	22,4
320	15,5	380	18,5	440	21,4	480	23,4
340	16,5	400	19,4				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 0{,}71 + 0{,}044\,T + 5{,}68 \cdot 10^{-6}\,T^2. \qquad (35.12)$$

Дейтернрованный аммнак.

Таблица 35.13. **Теплопроводность газообразного дейтерированного аммнака, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	25,1	360	32,3	420	40,7	460	46,5
320	27,3	380	35,0	440	43,6	480	49,5
340	29,8	400	37,8				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 28{,}9 - 0{,}179\,T + 7{,}06 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 5{,}1 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.13)$$

Таблица 35.14. **Теплопроводность газообразного аммнака, Вт/(м · К)**

T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$	T, К	$\lambda \cdot 10^3$
300	25,1	360	32,0	420	39,7	460	45,1
320	27,3	380	34,4	440	42,4	480	47,8
340	29,6	400	37,0				

Расчетная формула

$$\lambda \cdot 10^3 = 18{,}9 - 0{,}093\,T + 4{,}79 \cdot 10^{-4}\,T^2 - 3{,}33 \cdot 10^{-7}\,T^3. \qquad (35.14)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Теплопроводность** жидкостей и газов/Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филиппов, А.А. Тарзнманов, Е.Е. Тоцкий. М.: Изд-во стандартов, 1978.

2. **Теплопроводность** газов н жидкостей/Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филнппов, А.А. Тарзиманов, Р.П. Юрчак. М.: Изд-во стандартов, 1970.

3. **Теплопроводность** многоатомных жидкостей и газов/Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филиппов, А.А. Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий. М.: Изд-во стандартов, 1981.

4. **Ильнн Б.И., Салохин В.Ф., Спнрин Г.Г.**//ИФЖ. 1976. Т. 30, № 6. С. 972–978.

5. **Фнлиппов Л.П.** Измерения теплофнзических свойств веществ. М.: Энергоатомиздат, 1984.

6. **Kashiwagi H., Oishi M., Tanaka Y. et al.**//Int. J. Thermophys. 1982. Vol. 3, N 2. P. 101–116.

7. **Wada Y., Nagasaka Y., Nagashima A.**//Int. J. Thermophys. 1985. Vol. 6, N 3. P. 251–265.

8. **Нефедов С.Н.** Метод нсследования комплекса теплофизических свойств жидкостей: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1980.

9. **Кравчуи С.Н.** Исследование теплофизических свойств жидкостей методом периодического нагрева: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1983.

10. **Спирнн Г.Г.**//ИФЖ. 1980. Т. 38, № 4. С. 656–661.

11. **Тарзиманов А.А., Габнтов Ф.Р., Шарафутдинов Р.А.** Применение метода импульсного нагрева тонкой проволоки для измерения теплопроводности жидкостей н газов//Тепло- и массообмен в химической технологии/Межвуз. сб. Казань: КХТИ, 1985. С. 14–17.

12. **Рябова Л.Г., Сулейманова Л.Л.** Расчетная и экспериментальная оценка радиационной составляющей коэффициента теплопроводности в предельных углеводородах//Тепло- и массообмен в химической технологии/Межвуз. сб. Казань: КХТИ, 1984. С. 48–50.

13. **Тарзиманов А.А., Сальманов Р.С.** Впияние полупрозрачности среды на теплопроводность сжатых газов//Теплофизическне свойства веществ и материалов/ ГСССД. Вып. 15. М.: Изд-во стандартов, 1980. С. 81–89.

14. **Габнтов Ф.Р.** Молекулярная теплопроводность паров обычной н тяжелой воды при давлениях до 30 МПа и температурах до 700 °С: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1987.

15. **Collins D.J., Grief R., Bruson A.E.**//Int. J. Heat Mass Transfer. 1965. Vol. 8, N 9. P. 1209–1216.

16. **Варгафтик Н.Б., Василевская Ю.Д.**//ИФЖ. 1982. Т. 42. С. 412–417.

17. **Acton A., Kelner K.**//Physika. 1977. Vol. 90 B, N 2. P. 192–198.

18. **Жузе В.Б., Зубков Г.Е., Чернеева Л.И.**//Журнал физ. химии. 1984. № 6. С. 1576–1583.

19. ГСССД 17–81. Таблицы стандартных справочных данных. Вязкость и теплопроводность одноатомных газов при атмосферном давлении до 2500 К. М.: Изд-во стандартов, 1981.

20. **Acton A., Kelner K.**//Physika. 1981. Vol. 103 B, N 21/3. P. 123–129.

21. **Попов В.Н., Царев В.В.** Теплопроводность газообразного гелия при низких температурах//Исследование теплофизических свойств веществ и процессов теплообмена/Тр. МЭИ. Тематический сборник. Вып. 532. 1981. С. 12–18.

22. **ГСССД 92–86.** Гелий. Таблицы стандартных справочных данных. Вязкость и теплопроводность до 1000 К и до 100 МПа. М.: Изд-во стандартов, 1986.

23. **Vidal D., Tufeu R., Garrabos Y. et al.**//High Pressure Science and Technology (Pergamon). Oxford. UK. 1980. P. 692–701.

24. **Варгафтик Н.Б., Волков Б.Н., Сидоров Н.И.** Уравнения для расчета теплопроводности аргона, криптона, неона и ксенона/МАИ. М., 1987. Деп. во ВИНИТИ 19.02.88, № 1357–В 88.

25. **Голубев И.Ф., Шпагина И.Б.** Теплопроводность неона при температурах от −195 до +47 °С и давлениях до 500 кг/см^2//Физико-химические исследования/ Тр. ГИАП. Вып. 8. М.: 1971. С. 91–97.

26. **Bewilogua L., Yashimura T.**//J. Low Temperature Phys. 1972. Vol. 8. P. 255–263.

27. **Коллинз Д.И., Менард В.А.**//Теплопередача. 1966. № 1, сер. С. 56–61.

28. **Земляных Ю.П.** Экспериментальное исследование теплопроводности газов при высоких температурах на ударной трубе: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Одесса, 1972.

29. **Третьяков В.М., Слюсарь В.П., Руденко Н.С.** Изохорная теплопроводность азота, аргона, криптона и ксенона//Теплофизические свойства веществ и материалов/ГСССД. Вып. 18. М.: 1983. С. 111–126.

30. **Варгафтик Н.Б., Василевская Ю.Д.**//ИФЖ. 1980. Т. 39, № 5. С. 852–860.

31. **Tufeu R., Le Neindre B., Bury P.**//C.R. Acad. Sc. 1971. Vol. 272, Serie B. P. 61–65.

32. **Ikenberry L.D., Rice S.**//J. Chem. Phys. 1963. Vol. 39, N 6. P. 1561–1569.

33. **Tufeu R., Le Neindre B., Bury P.**//C.R. Acad. Sc. 1971. Vol. 273, Serie B. P. 113–120.

34. **Frank E.U.**//Z. Electrochem. 1951. B 55, N 7. S. 636–639.

35. **ГСССД Р 233–87.** Нормальный водород. Коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 14–1500 К и давлениях от состояния разреженного газа до 100 МПа: Табл. рек. справ. данных/Госстандарт. ГСССД. М. 1987. Деп. во ВНИИКИ 22.02.88, № 446.

36. **ГСССД Р 182–87.** Параводород. Коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 14–1500 К и давлениях от состояния разреженного газа до 100 МПа: Табл. рек. справ. данных/Госстандарт. ГСССД. М., 1986. Деп. во ВНИИКИ 20.04.87, № 342.

37. **Powers R.W., Mattoп R.B., Johnston H.L.**//J. Amer. Chem. Soc. 1954. Vol. 76. P. 5972–5980.

38. **Clifford A.A., Kestin J., Wakeham W.A.**//Physica. 1979. Vol. 97A, N 2. P. 287–295.

39. **Clifford A.A., Gray P. Johns A.J. et al.**//J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1981. Vol. 77(1), N 11. P. 2679–2686.

40. **Assael M.J., Wakeham W.A.**//J. Chem. Faraday Trans. 1981. Vol. 77(1), N 3. P. 697–704.

41. **Roder H.M.**//J. Res. NBS. 1981. Vol. 86A, N 5. P. 457–467.

42. **Матула Р.А.**//Теплопередача. 1968. № 3, сер. С. С. 40–49.

43. **Harem E.N., Meitland G.G., Mustafa M.**//Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 1983. Vol. 81, N 88. P. 657–667.

44. **Tufeu R., Le Neindre B.**//Int. J. of Thermophys. 1980. Vol. 1, N 4. P. 375–381.

45. **Ваничева Н.П., Зайцева Л.С., Якуш Л.В.**//ИФЖ. 1985. № 1. С. 94–97.

46. **Yorizane M., Yoshimura S., Masuoka M. et. al.**//Ind. Eng. Chem. Fundam. 1983. Vol. 22, N 4. P. 454–462.

47. **Roder H.M.**//J. Res. NBS. 1982. Vol. 87(A), N 74. P. 279–287.

48. **ГССД Р1–79.** Кислород. Второй вириальный коэффициент и коэффициенты динамической вязкости, теплопроводности, самодиффузии и термодиффузии при атмосферном давлении в интервале температур 70–2000 К: Таблицы рекомендуемых справочных данных/Госстандарт. ГССД. М., 1979. Деп. во ВНИИКИ 02.05.80, № 37.

49. **ГССД 93–86.** Кислород. Коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 70–500 К и давлениях от соответствующих разреженному газу до 100 МПа: Таблицы стандартных справочных данных/Госстандарт. ГССД. М.: Изд-во стандартов, 1986.

50. **Тарзиманов А.А., Сальманов Р.С.**//ТВТ. 1977. Т. 15, № 4. С. 912–913.

51. **Fleeter R., Kestin J. Wakeham W.A.**//Physica. 1980. Vol. A103, N 3. P. 521–542.

52. **Choy P., Raw C.J.G.**//J. Chem. Phys. 1966. Vol. 45, N 5. P. 1413–1419.

53. **Eucken A.**//Phys. Zeits. 1911. Bd 12. S. 1101–1119; 1913. Bd 14, N 8. S. 324–330.

54. **Grüss H., Schick H.**//Wiss. Veroffentl. Siemens–Konzern. 1928. Bd. 7, N 1. S. 202–210.

55. **Johnston H.L., Grilly E.K.**//J. Chem. Phys. 1946. Vol. 14, N 4. P. 219–226.

56. **Saxena S.C., Gupta G.P.**//Thermophys.: Appl. Therm. Pes. Spaccraft N.Y. – London. 1970. Vol. 23. P. 45–53.

57. **Barua A.K., Das Gupta A., Mukhopadhaya P.**//Int. J. Heat Mass Transfer. 1969. Vol. 12, N 5. P. 587–594.

58. **Saxena S.C.**//High Temp Sci. 1972. Vol. 4. P. 517–524.

59. **Afshar R., Murd S., Saxena S.C.**//Therm. Conduct. Vol. 17: Proc. 17th Int. Conf. Gaithersburg. Vol. 15–18 June 1981. N.Y. – London. 1983.

60. **Haran E.N., Maitland G.C., Mustafa M. et al.**//J. Phys. E. 1982. Vol. 15. P. 839–844.

61. **Боровик Е., Матвеева А., Панина Е.**//ЖТФ. 1940. Т. 10, № 12. С. 988–993.

62. **Алтунин В.В.**//Теплофизические свойства двуокиси углерода. М.: Изд-во стандартов, 1975.

63. **Chen S.H.P., Yain P.C., Saxena S.C.**//J. Phys. B. 1975. Vol. 8. P. 1962–1972.

64. **Бакулин С.С.** Исследование теплопроводности двуокиси углерода, шестифтористой серы и ксенона в широких диапазонах параметров состояния: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1976.

65. **Snel J.A.A., Trappeniers N.J., Botzen A.**//Proc. Kon. Nederl. Acad. Wetensch. 1979. Vol. 82 B, N 3. P. 303–333.

66. **Scott A.C., Johns A.J., Watson J.T.R. et al.**//J. Chem. Soc. Faraday Transf. 1983. Pt. 1. Vol. 79. P. 733–740.

67. **Johns A.J., Bashid S., Watson J.T.R.**//J. Chem. Soc. Faraday Transf. 1986. Pt. 1. Vol. 82, N 7. P. 2235–2246.

68. **ГССД 101–86.** Диоксид углерода. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и число Прандтля разреженного газа в диапазоне температур 150–2000 К. Табл. станд. справ. данных/Госстандарт, ГССД. М.: Изд-во стандартов, 1986.

69. **Вассерман А.А., Путин Б.А.**//ИФЖ. 1974. Т. 26, № 5. С. 839–843.

70. **Mukhopadhaya P., Barua A.K.**//Trans. Faraday Soc. 1967. Vol. 63, N 10. P. 2379–2391.

71. **Senftleben H.**//Z. Angew. Phys. 1964. Bd. 17, N 2. S. 86–95.

72. **Manna A., Mukhopadhaya P.**//J. Chem. Phys. 1969. Vol. 51. P. 3145–3153.

73. **Barua A.K., Manna A., Mukhopadhaya P.**//J. Chem. Phys. 1968. Vol. 49, N 5. P. 2422–2427.

74. **Дресвянников Ф.Н.**//Теплоэнергетика. 1966. № 2. С. 86–95.

75. **Korving J., Honeywell W.I., Bose T.K. et al.**//Physica. 1967. Vol. 36, N 2. P. 198–204.

76. **Saxena S.C., Gupta G.P.**//Chem. Phys. Lett. 1969. Vol. 4, N 5. P. 291–294.

77. **Dastidar A., Barua A.K.**//Trans. Faraday Soc. 1970. Vol. 66, N 11. P. 2587–2594.
78. **Буринский В.В., Тоцкий Е.Е., Яиькона Т.В.**//ТВТ. 1987. Т. 25, № 2. С.401 – 405.
79. **Afshar R., Alimadadian A., Saxena S.C.**//High Temper. Sci. 1979. N 11. P. 79–93.
80. **Chang K.C., Hesse R.J., Raw C.J.**//Trans. Faraday Soc. 1970. Vol. 66, N 3. P. 590–597.
81. **Тимрот Д.Л., Простов В.Н., Люстерник В.Е.**//ТВТ. 1967. Т. 5, № 5. С. 926–928.
82. **Иванников П.С., Литвиненко И.В., Радченко И.В.** Теплопроводность некоторых жидких тетрагалогенидов//Физика жидкого состояния/Межведомственный научный сборник. Киев. 1973. № 1. С. 130–135.
83. **Александров А.А., Матвеев А.Б.**//Теплоэнергетика. 1978. № 8. С. 80–86.
84. **Александров А.А.** Международные таблицы и уравнения для теплопроводности воды и водяного пара//Теплоэнергетика. 1980. № 4. С. 70–75.
85. **Narzimanov A.A., Lozovoi Y.S.** Experimental Investigations of the Heat Conductivity of Water at High Pressures//Report C–8 of the 7–th ICPS. Tokyo. 1968. P. 1–11.
86. **Чернеева Л.И.** Экспериментальное исследование теплопроводности воды и водяного пара при высоких давлениях и температурах//Теплофизические свойства газов/Наука. 1970. С. 18–22.
87. **Minaiyama T., Yata J.** Thermal conductivity of liquid water at high pressures// Proc. 8-th Int. Conf. Prop. Water and Steam. France. Giens. 1974. Vol. 1. P. 243–244.
88. **Rastorguyev Y.L., Grigoryev B.A., Ishkhanov A.M.** Experimental Study of Light Water Thermal Conductivity at High Pressures//Proc. 8-th Int. Conf. Prop. Water and Steam. France. Giens. 1974. P. 255–264.
89. **Amirkhanov H.J., Adamov A.P., Magomedov U.B.** Thermal Conductivity of ordinary and heavy water in the interval of temperatures 25/350 °C and at pressures up to 2453 bar//Proc. 8-th Int. Conf. Prop. Water and Steam. France. Giens. 1974. P. 270–271.
90. **Castelli V.J., Stanley E.M.**//J. Chem. A. Eng. Data. 1974. Vol. 19, N 1. P. 8–11.
91. **Le Neindre B., Tufeu R., Bury P. et al.**//Berichte Bunsenges. Phys. Chem. 1973. Vol. 77, N 4. P. 262–275.
92. **Сирота А.М., Латунин В.И., Беляева Г.М.**//Теплоэнергетика. 1973. № 8. С. 6–11; 1974. № 10. С. 52–58; 1976. № 1. С. 6 – 67; 1976. № 5. С. 70–78.
93. **Matsunaga N., Nagashima A.** Transport properties of Heavy Water in liquid and gaseous phases//Keio University Hiyoshi. Yokohama, Japan. 1981. P. 1–45.
94. **Александров А.А.** /Теплоэнергетика. 1983. № 8. С. 71–77.
95. **Теплофизические** свойства щелочных металлов/Э.Э. Шпильрайн, К.А. Якимович, Е.Е. Тоцкий и др. М.: Изд-во стандартов, 1970.
96 **Ho C.Y., Powell R.W., Liley P.E.**//J. Phys. Chem. Ref. Data 3. Supp. 1. 1974.
97. **Cook J.G., Frish G.H.**//Handbook of Thermodynamic and Transport Properties of Alkali Metals. IUPAC. 1985. P. 735–752.
98. **Яргин В.С., Сидоров Н.И., Студников Е.Л.** Вязкость и теплопроводность щелочных металлов в газовой фазе//Обзоры по теплофизическим свойствам веществ. М.: ТФЦ ИВТАН. 1978. № 5.
99. **Vargaftik N.B., Yargin V.S.**//Handbook of Thermodynamic and Transport Properties of Alkali Metals. IUPAC. 1985. P. 785–845.
100. **ГСССД–Р72–84.** Вязкость и теплопроводность щелочных металлов в газовой фазе. Таблицы рекомендуемых справочных данных. Депонировано во ВНИИКИ 14.11.86, № 213–72.
101. **Якуш Л.В., Ваничева Н.А., Зайцева Л.С.**//ИФЖ. 1979. Т. 37, № 3. С. 472–474.
102. **Aggarwal M.C., Springer G.S.**//J. Chem. Phys. 1979. Vol. 70, N 8. P. 3948–3951.
103. **Nieto de Castro C.A., Tufeu R., Le Neindre B.**//Int. J. Thermophys. 1983. Vol. 4, N 1. P. 11–33.

104. **Тарзиманов А.А., Маширов В.Е.**//Теплоэнергетика. 1967. № 12. С. 67–69.
105. **ГСССД 94–86.** Метан. Коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 90–1000 К и давлениях от соответствующих разреженному газу до 100 МПа: Табл. станд. справ. данных/Госстандарт, ГСССД. М.: Изд-во стандартов, 1986.
106. **Masia A.P., Alvarez M.D.S.**//Ann. de Fisica y Quimica. 1962. Vol. 58B. P. 3–9.
107. **Palavra A.M.F., Wakeham W.A., Zalaf M.**//Int. J. Thermophysics. 1985. Vol. 6, N 5. P. 427–438.
108. Yata J., **Minamiyama T., Tanaka S.**//Int. J. Thermaphysics. 1984. Vol. 5, N 2. P. 209–218.
109. **Markwood W., Benning A.**//Refrigerating Engineering. 1943. Vol. 45, N 2. P. 45–53.
110. **Чернеева Л.И.**//Холодильная техника. 1952. № 3. С. 55–60.
111. **Геллер В.З., Иваиченко С.И., Передерий В.Г.** Теплофизические свойства углеводородов, нефтей и нефтяных фракций//Теплофизические свойства углеводородов. Вып. 1/М.: Изд-во стандартов. 1972. С. 132–139.
112. **Груздев В.А., Шестова А.И.** Экспериментальное исследование теплопроводности фреонов-11, 12, 13, 21, 22, 23//Использование фреонов в энергетических установках/Сб. трудов ин-та теплофизики Сиб. отд. АН СССР. Новосибирск, 1973. С. 145–181.
113. **Геллер В.З., Эйзебейс В.П., Войтенко А.К.**//Известия вузов. Энергетика. 1976. № 8. С. 91–95.
114. **Груздев В.А., Шестова А.И., Шумская А.И.** Экспериментальное исследование теплопроводности фреонов Ф-12 и Ф-21//Тепло- и массоперенос. Т. 7/Минск: Изд-во ИТМО. 1972. С. 25–29.
115. **Геллер В.З. и др.**//ИФЖ. 1974. Т. 27, № 1. С. 72–75.
116. **Tsvetkov O.B.**//J. Test. and evaluat. 1974. Vol. 2, N 4. P. 226–230.
117. **Садыков А.Х., Брыков А.П., Мухамедзяиов Г.Х.**//Тепло- и массообмен в химической технологии. 1975. Вып. 3. С. 31–39.
118. **Геллер В.З.**//ИФЖ. 1975. Т. 29, № 1. С. 581–588.
119. **Masia A.P., Alvarez M.D.S.**//Ann. de Fisica y Quimica. 1962. Vol. 58B. P. 3–11.
120. **Djalalian W.H.**//Kältetechnik–Klimatisirung. 1966. Bd. 18, N 11. S. 410–415.
121. **Tauscher W.H.**//Kältetechnik–Klimatisirung. 1967. Bd. 19, N 9. S. 288–292.
122. **Masia A.P., Valle Bracero A., Barrales Rienda J.M.**//Anales de la real socieded espanole fisica quimica, serie A–fisica. 1964. Vol. 60(A), N 1–2. P. 89–93.
123. **Цветков О.Б.**//ИФЖ. 1965. Т. 9, № 6. С. 810–815.
124 **Геллер В.З., Передерий В.Г.**//Известия вузов. Энергетика. 1975. № 2. С. 113–117.
125. **Геллер В.З.** Исследование теплопроводности некоторых фреонов метанового ряда//Физические константы и свойства веществ. Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 8. М.: ГСССД. 1975. С. 162–176; Теплопроводность некоторых жидких фреонов при низких температурах//Физические константы и свойства веществ. Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 9. М.: 1976. С. 147–161.
126. **Геллер В.З., Передерий В.Г.** Исследование теплопроводности фреона-21 и фреона-14//Холодильная техника и технология. Вып. 14. Киев: Техника, 1974. С. 102–108.
127. **Riedel L.**//Mitt. Kältetechn. Inst. Reichforschungsanstalt Lebensmittelfrischhaltung. Müller–Verlag. Karlsruhe. 1948.
128. **Филиппов Л.П.**//Вестник МГУ. Сер. III. 1960. № 3. С. 61–69.
129. **Schramm B.**//Allgem. Wärmetech. 1966. Bd. 12, N 6–7. S. 125–132.
130. **Riedel L.**//Forschung auf Gebiete Ingencurwesens (B). 1940. Bd. 11, N 6. S. 340–349.
131. **Филлипов Л.П.**//Вестник МГУ. Сер. Физ. 1954. № 12. С. 45–48.

132. **Mason H.L., Washington D.C.**//Trans. ASME. 1954. Vol. 76, N 5. P. 817–827.
133. **Jamieson D.T., Tudhope J.S.**//The thermal conductivity of liquids: a survey to 1963. NEL Report N 137. Glasgow.
134. **Powell R.W., Challoner A.P.** Thermal conductivity of refrigerants//Proc. X Int. Congr. of Refr. Kopenhagen. 1959. Vol. 1. P. 382–387.
135. **Груздев В.А., Шестова А.И., Селии В.А.** Теплопроводность фреонов//Теплофизические свойства фреонов. Новосибирск: Наука, 1969. С. 62–74.
136. **Садыков А.Х., Брыков А.П., Мухамедзянов Г.Х.**//Тепло- и массообмен в химической технологии. М.: 1975. Вып. 3. С. 31–34.
137. **Геллер В.З.** и **др.**//ИФЖ. 1975. Т. 29, № 4. С. 581–588.
138. **Мухамедзянов Г.Х.**//Тр. КХТИ. 1968. № 39.
139. **Vines R.G.**//Australian J. Chem. 1953. Vol. 6, N 1. P. 1–10.
140. **Садыков А.Х.**//Тр. КХТИ. 1971. Вып. 47. С. 35–40.
141. **Tauscher W.H.**//Kaltetechnik–Klimatisierung. 1968. Bd. 20, N 9. S. 287–290.
142. **Mann A., Das Gupta A., Srivastava B.H.**//J. Phys. A. Ser. 2. 1968. P. 272–276.
143. **Tauscher W.H.**//Ashrae J. 1969. Vol. 11, N 1. P. 97–104.
144. **ФилипповЛ.П.**//Исследование теплопроводности жидкостей. М.: Изд-во МГУ. 1970.
145. **Гусейнов К.Д., Магеррамов С.Г.**//ЖФХ. 1974. Т. 48, № 3. С. 900–905.
146. **Усмаиов И.У., Сандов Н.С., Салихов А.С.**//Известия вузов. Нефть и газ. 1975. № 9. С. 61–66.
147. **Мирошниченко В.И.** Измерение теплопроводности диссоциирующих газов с учетом их термической аккомодации на твердой поверхности и составление таблиц рекомендуемых значений теплопроводности: Кислоты муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1984.
148. **Manna A., Srivastava B.N.**//J. Chem. Phys. 1972. Vol. 57, N 2. P. 1009–1011.
149. **Tommasine F.A.O.**//Physica. 1970. Vol. 49, N 2. P. 299–304.
150. **Расторгуев Ю.Л., Ганиев Ю.А.**//ЖФХ. 1966. Т. 60, № 7. С. 1608–1612.
151. **Керимов А.М., Эльдаров Ф.Г., Эльдаров В.С.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1970. № 1. С. 77–81.
152. **Vines R.G., Bennett L.A.**//J. Chem. Phys. 1954. Vol. 22, N 3. P. 360–369.
153. **Mardolcar U.V., Nieto de Castro C.A.**//Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 1987. Vol. 91, N 2. P. 151–156.
154. **Голубев И.Ф., Васильковская Т.Н.** Теплопроводность метилового и этилового спирта при различных температурах и давлениях//Физико-химические исследования ГИАП. Вып. 24. М.: 1969. С. 102–105; Теплоэнергетика. 1969. № 5. С. 77–81. **Васильковская Т.Н.** Теплопроводность алифатических спиртов при различных температурах и давлениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1969.
155. **Мухамедзянов И.Х., Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.** Теплопроводность жидких предельных одноосных спиртов при давлениях до 2500 бар//Тр. КХТИ, № 44. Казань: КХТИ, 1971. С. 57–67.
156. **Маширов В.Е.** Экспериментальное исследование теплопроводности паров нормальных алканов, спиртов и кислот: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1968.
157. **Федосов В.А.**//ТВТ. 1980. Т. 18, № 6. С. 1324–1326.
158. **Riedel L.**//Chem. Ing. Technik. 1951. N 13. S. 321–325.
159. **Черпеева Л.И.** Холодильная техника. 1955. № 1. С. 23–24.
160. **Геллер В.З., Иванченко С.И., Поричанский Е.Г.** Теплофизические свойства фреона-113//Тепло- и массоперенос. Т. 9, ч. 2. Минск: Изд-во ИТМО. 1972. С. 489–497.
161. **Геллер В.З.** Исследование теплофизических свойств фреона-113//Физические константы и свойства веществ. Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 7. М.: ГСССД. 1973. С. 135–154.
162. **Цветков О.Б.** Теплопроводность холодильных агентов. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та. 1984.

163. **Чилипенок Ю.С.** Исследование теплопроводности холодильных агентов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л., 1977.

164. **Запорожан Г.В., Леиский Л.Г., Барышев В.П. и др.**//Известия вузов. Энергетика. 1975. № 10. С. 146–150.

165. **Лаптев Ю.А.** Исследование теплопроводности газообразных холодильных агентов и их смесей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л., 1979.

166. **Войтенко А.К., Геллер В.З.**//Известия вузов. Энергетика. 1978. № 5. С. 93–98.

167. **Widmer F.**//Kältetechnik. 1962. Bd. 14, N 2. S. 38–41.

168. **Keyes F.G.**//Trans. ASME. 1951. Vol. 73. P. 589–596; 1952. Vol. 74. P. 1303–1306; 1954. Vol. 76, N 5. P. 809–816; 1955. Vol. 76, N 8. P. 1395–1396.

169. **ГСССД 49–83.** Азот. Второй вириальный коэффициент, коэффициенты вязкости, теплопроводности, самодиффузии и число Прандтля разреженного газа в днапазоне температур 65–2500 К. Таблицы стандартных справочных данных. Госстандарт. М.: Изд-во стандартов, 1984.

170. **Woolf J.R., Sibbitt W.L.**//Ind. Eng. Data. 1954. Vol. 46, N 9. P. 1947–1953.

171. **Venart J.E.S.**//J. Chem. Eng. Data. 1965. Vol. 10, N 3. P. 239–246.

172. **Gardiner W.G., Schäfer K.**//Z. Electrochemie. 1956. Bd. 60. S. 588–594.

173. **Mukhopadhaya P., Barua A.K.**//Trans. Faraday Soc. 1967. Vol. 63, N 10. P. 2379–2383.

174. **Ashrae.** Handbook of Fundamentals: American Society of Heating and Refrigerating. N.Y., 1972.

175. **Afshar R., Saxena S.C.**//Int. J. of Thermophys. 1980. Vol. 1, N 1. P. 51–56.

176. **Васильковская Т.Н., Голубев И.Ф.** Теплопроводность этилена при различных температурах и давлениях//Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья/Науч.-техн. сб. ЦНИИТЭнефтехим. 1974. № 4. С. 24–25.

177. **Prasad R.C., Venart J.E.S.** The thermal conductivity of ethane and ethylene// Proc. 8-th Thermophys. Prop. Vol. 1, N BS, USA. 1981. P. 263–268.

178. **Ерохин Е.П.** Экспериментальное исследование тепло- и температуропроводности этилена в околокритической области: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1984.

179. **Тарзиманов А.А.** Исследование теплопроводности газов в широкой области параметров состояния: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Казань, 1972.

180. **Коломиец А.Я.** Экспериментальное исследование теплопроводности легких углеводородных газов и их смесей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М. 1974.

181. **Tauscher W.**//Ashkae J. 1969. Vol. 11, N 1. P. 97–104.

182. **Grigoryev B.A., Ilyushenko S.V., Geller V.Z., Likhazky M.A.** Thermal conductivity of multicomponent working media used in cryogenic refrigeration system//I Asian thermophysical properties conference. April 21–24, 1986. Beiging, China. P. 569–573.

183. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.** Теплопроводность жидких органических соединений//Тепло- и массоперенос. Т. 7. Минск: Наука и техника. 1968. С. 518–523.

184. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.** Теплопроводность некоторых классов жидких органических соединений//Тр. КХТИ. Вып. 37. Казань: КХТИ, 1968. С. 52–63.

185. **Варгафтик Н.Б.**//Известия ВТИ. 1949. № 3. С. 6–11.

186. **Усманов И.У.** Теплопроводность жидкостей и их растворов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Баку, 1970.

187. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.**//Известия вузов. Нефть и газ. 1967. № 1. С. 75–79.

188. **Джамалов Р.М.** Экспериментальное исследование теплопроводности и вязкости н. спиртов и бромидов: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Самарканд, 1970.

189. **Venart J.E.S.**//J. Sci. Instrum. 1964. Vol. 41. P. 727–732.

190. **Брыков В.П.** Экспериментальное исследование теплопроводности органических жидкостей при низких температурах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1970.

191. **Keyes F.G.**//Trans. ASME. 1954. Vol. 76, N 5. P. 809–821.

192. **Gorreia P., Schramm B., Schäfer K.**//Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 1968. Bd. 72, N 3. S. 393–399.

193. **Manna A., Das Gupta A., Srivastava B.N.**//J. Phys. A. Ser. 2. 1968. P. 272–275.

194. **Sakiadis B.C., Coates J.**//AIChE – Journal. 1955. Vol. 1, N 3. P. 275–279.

195. **Desmarest P., Tufeu R.**//Int. J. Thermoph. 1987. Vol. 8, N 3. P. 293–304.

196. **Carmichael L.T., Berry V., Sage B.H.**//J. Chem. Eng. Data. 1963. Vol. 8, N 3. P. 281–285.

197. **Gilmore T., Comings E.**//AIChE – Journal. 1966. Vol. 12, N 6. P. 1172–1178.

198. **Le Neindre B.** Contribution a l'etude experimentale de la conductivity thermique de quelques fluids a haute temperature et a haute pression: These de doctorat d'etat es sciences. Paris, 1969.

199. **Рябцев Н.И., Казарян В.А.**//Переработка газа и газового конденсата. Исследование теплопроводности углеводородных газов. М.: ВНИИЭгазпром, 1972.

200. **Попов В.Н., Малов Б.А.**//Теплоэнергетика. 1969. № 6. С. 87–89.

201. **Maczek A.O.S., Gray P.**//Trans. Faraday Soc. 1969. Vol. 65, N 6. P. 1473.

202. **Садыков Ф.Х., Брыков В.П., Мухамедзянов Г.Х. и др.** Теплопроводность жидких полиэтиленгликолей//Тр. КХТИ. Вып. 51. Казань, 1973. С. 155–161.

203. **Резничеико Е.П.** Теплопроводность монометаноламина, метилпирамидона и этиленгликоля//Тр. Новочеркасского политехнического ин-та. Т. 257. Новочеркасск: 1972. С. 11–114.

204. **Мусаев Т.П.** Экспериментальное исследование теплопроводности сложиых эфиров карбоновых кислот в широком диапазоне параметров состояния: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Баку, 1982.

205. **Барышев В.П., Артамонов С.Д., Геллер В.З.**//ИФЖ. 1980. Т. 38, № 2. С. 244–248.

206. **Clifford A.A., Dickinson E., Gray P.**//J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1976. Pt. 1. Vol. 72, N 9. P. 1997–2006.

207. **Pagerey P.S., St. Clair C.R., Sibbitt W.L.**//Trans. ASME. 1956. Vol. 78. N 6. P. 1169–1175.

208. **Swift A.B., Migliori C.D.**//J. Chem. and Eng. Data. 1984. Vol. 29, N 1. P. 56–59.

209. **Назнев Я.М., Абасов А.А.**//Газовая промышленность. 1970. № 7. С. 37–39.

210. **Брыков В.П., Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.** Исследование теплопроводности некоторых органических жидкостей при низких давлениях//Сб. аспирантских работ КХТИ. Вып. 1. Казань, 1970. С. 144–151.

211. **Parkinson C., Makhopadhaya P., Gray P.**//J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1972. Part I. Vol. 68, N 6. P. 1077–1085.

212. **Маджидов Х.**//ИФЖ. 1984. Т. XVII, № 2. С. 256–262.

213. **Маджидов Х., Халилов М.**//ЖФХ. 1978. № 3. С. 542–545.

214. **Jamieson D.T., Irving J.B., Tudhope J.S.** Liquid thermal conductivity a data servey to 1973/Nat. Eng. Lab. Edinburgh. 1975.

215. **Тарзиманов А.А., Маширов В.Е.** Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности паров н-алканов, спиртов и кислот//Физические константы и свойства веществ. Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 2. М.: ГСССД. 1970. С. 183–193.

216. **Roder H.M., Nieto de Castro C.A.**//J. Chem. Eng. Data. 1982. Vol. 27, N 1. P. 12–15.

217. **Tufeu R., Le Neindre B.**//Int. J. Thermophysics. 1987. Vol. 8, N 1. P. 27–38.

218. **Vandercool W.N., Hildebrand D.L., Stull D.R.**//J. Chem. Eng. Data. 1967. Vol. 12, N 3. P. 377–383.

219. **Riedel L.**//Chem. Ing. Technik. 1951. Bd. 23, N 19. S. 465–471.

220. Цветков О.Б.//Холодильная техника. 1967. № 2. С. 61–66.
221. Powell R.W., a.o.//Bull. Inst. Int. Fraid. 1966. P. 22–24.
222. Гусейнов С.О., Мирзалиев А.А., Мамедов Р.Т., Шехвардиев А.Н. Теплопроводность и изобарная теплоемкость метакрилонитрила//Теплофизические и гидродинамические исследования жидкостей. Баку: Азербайджанский политехнический ин-т им. Ч. Ильдрыма, 1985. С. 41–44.
223. Weber H.F.//Refert. Phys. 1886. Bd. 22. S. 116–122.
224. Vilim O.//Coll. Czech. Chem. Comm. 1960. Vol. 25, N 4. S. 993–999.
225. Мустафаев Р.А.//Известия вузов. Нефть и газ. 1973. № 11. С. 71–74.
226. Krammer F.R., Comings E.W.//J. Chem. Eng. Data. 1960. Vol. 5, N 4. P. 462–468.
227. Геллер В.З., Расторгуев Ю.Л., Ганиев Ю.А.//Известия вузов. Нефть и газ. 1965. № 6. С. 81–96.
228. Мамедов М.Н. Экспериментальное исследование теплопроводности и P, V, T-зависимости альдегидов при различных температурах и давлениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Баку, 1978.
229. Фронтасьев В.П., Гусаков М.Я.//ЖТФ. 1959. Т. 29, № 10. С. 1277–1281.
230. Скрынникова Г.М. Экспериментальное исследование коэффициента теплопроводности жидких сланцевых продуктов//Тр. Всес. науч.-исслед. ин-та по переработке сланцев. № 2. Новочеркасск, 1954. С. 242–268.
231. Климова Т.Ф., Гусейнов К.Д.//ИФЖ. 1982. Т. 43, № 4. С. 626–630.
232. Маджидов Х., Гусейнов К.Д.//ЖФХ. 1974. Т. 48, № 6. С. 1363–1366.
233. Магеррамов С.Г. Экспериментальное исследование теплопроводности и плотности формиатов в зависимости от температуры и давления: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Баку, 1974.
234. Маджидов Х., Гусейнов К.Д.//Известия вузов. Нефть и газ. 1974. № 4. С. 73–77.
235. Брыков В.П., Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.//ИФЖ. 1970. Т. 18, № 1. С. 82–89.
236. Parkinson C., Gray P.//J. Chem. Soc. Faraday Trans. Part I. 1972. Vol. 68, N 6. P. 1065–1076.
237. Nienwoudt Y.C., Le Neindre B., Tufeu R. et al.//J. Chem. Eng. Data. 1987. Vol. 32, N 1. P. 1–8.
238. Poltz H., Jugel R.//Warme und Stoffübertragung. 1968. Bd. 1. S. 197–201.
239. Scheffy W.J., Johnson E.T.//J. Chem. Eng. Data. 1961. Vol. 6. P. 245–252.
240. Маджидов Х.//Известия вузов. Нефть и газ. 1983. № 1. С. 56–59.
241. Маджидов Х., Сафаров М.М.//Изв. АН Тадж. ССР. Отдел. физ.-мат., хим. и геолог. наук. 1982. Т. 83, № 1. С. 114–117.
242. Slawecki T.K., Molstad M.C.//Ind. Eng. Chem. 1956. Vol. 48, N 6. P. 1100–1107.
243. Газдиев М.А., Расторгуев Ю.Л.//ИФЖ. 1973. № 10. С. 692–687.
244. Экспериментальное исследование теплопроводности полиэтиленоксидов/ А.Х. Садыков, В.П. Брыков, Г.Х. Мухамедзянов, А.Г. Усманов//Тр. КХТИ. Вып. 53. Казань. 1974. С. 101–106.
245. Challoner A.R., Gundry H.A., Powell R.W.//Proc. Roy. Soc. 1958. A 245. P. 259–265.
246. Григорьев Б.А., Ишханов А.М.//ИФЖ. 1981. Т. 41, № 3. С. 491–499.
247. Sakiadis B.S., Coates J.//AIChE Journal. 1957. Vol. 3, N 1. P. 121–127.
248. Гусейнов К.Д., Мамедов М.Н.//Учен. зап. Серия хим. наук. Минвуз АзССР. 1975. № 2. С. 70–73.
249. Филиппов Л.П.//Вестник МГУ. Физика. 1954. № 12. С. 45–48.
250. Мухамедзянов И.Х., Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г. Теплопроводность жидких одноосновных спиртов при давлениях до 2500 бар//Тр. КХТИ. № 44. Казань, 1971. С. 57–67.

251. **Мухамедзянов И.Х.** Экспериментальное исследование теплопроводности жидких органических соединений при давлениях до 2500 бар: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1972.

252. **Мустафаев Р.А., Мусаев Т.П.**//ИФЖ. 1979. Т. XXXVII. С. 324–328.

253. **Назиев Я.М., Гумбатов А.М., Ахмедов А.К.**//Известия вузов. Нефть и газ. 1981. № 12. С. 43–47.

254. **Шульга В.М.** Компенсационный метод периодического нагрева для измерения тепловых свойств жидкостей в широком интервале температур при давлениях до 1000 МПа: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1985.

255. **Буланов Н.В., Никитин Е.Д., Скрипов В.П.**//ИФЖ. 1974. Т. 26, № 2. С. 204–207.

256. **Moser Eduard.** Die Wärmeleitfähigkeit von Gasen und Dämpfen bei höheren Temperaturen: Dissertation. Universitet. Berlin, 1913.

257. **Васильковская Т.Н., Голубев И.Ф.** Экспериментальное определение коэффициентов теплопроводности высших спиртов//Физические константы и свойства веществ. Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 8. М.: ГСССД. 1975. С. 210–216.

258. **Спирин Г.Г., Лаушкина Л.А., Широкова Е.К.** Теплопроводность фторуглеродов/Московский авиационный ин-т. М., 1986. Деп. во ВИНИТИ 22.08.86, № 6043 В86.

259. **Buchmann E.F.**//Wärme und Stoffubertragung. 1969. Bd. 2, N 3. S. 129–134.

260. **Cecil O.B., Munch R.H.**//Ind. Eng. Chem. 1956. Vol. 48, N 3. P. 437–442.

261. **Филиппов Л.П.**//Вестник МГУ. Сер. физическая. 1954. № 6. С. 59–65

262. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г., Тарзиманов А.А.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1964. № 10. С. 17–22.

263. **Гусейнов К.Д., Гылманов А.А., Мирзоев Б.М.**//ЖФХ. 1976. Т. 50, № 1. С. 212–214.

264. **Poltz H., Jugel R.**//Int. J. Heat Mass Transfer. 1962. Vol. 10, N 8. P. 1075–1082.

265. **Габулов Д.М.** Теплопроводность органических соединений при высоких давлениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Грозный, 1978.

266. **Li S.F.Y., Maitland G.C., Wakeham W.A.**//Int. J. Thermophys. 1984. Vol. 5, N 4. P. 351–365.

267. **Пугач В.В.** Исследование теплопроводности воды и некоторых органических жидкостей при высоких давлениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Одесса, 1970.

268. **Потнеико Н.Ф.** Нестационарный метод исследования теплопроводности жидкостей и применение его к высокотемпературным органическим теплоносителям: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Киев, 1974.

269. **Ахундов Т.С.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1974. № 2. С. 78–79.

270. **Костровский И.Л.** Экспериментальное исследование теплопроводности паров углеводородов ароматического ряда: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1975.

271. **Kay G.W.C., Higgins W.F.**//Proc. Roy. Soc. A. 1928. Vol. 117. P. 459–468.

272. **Маджидов Х., Сафаров М.М.**//ТВТ. 1984. Т. 22, № 6. С. 1207–1210.

273. **Маджидов Х., Сафаров М.М.**//Изв. АН Тадж.ССР. Сер. физ.-мат. и геолог. наук. 1982. Т. 83, № 1. С. 114–117.

274. **Назиев Я.М.** Исследование теплопроводности углеводородов при высоких давлениях и некоторые особенности методов ее измерения: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. М., 1970.

275. **Шахвердиев А.Н.** Исследование термодинамических и переносных свойств некоторых нафтеновых и олефиновых углеводородов при различных давлениях и температурах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Баку, 1981.

276. **Маджидов Х., Сафаров М.М.**//ТВТ. 1983. Т. XXI, № 6. С. 1229–1231.

277. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.**//ИФЖ. 1967. № 2. С. 177–183.

278. **Мухамедзянов И.Х., Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.** Влияние функциональных групп на коэффициенты теплопроводности жидкостей при высоких давлениях//Тр. КХТИ. Вып. 44. Казань, КХТИ. 1971. С. 68–73.

279. **Гусейнов К.Д., Магеррамов С.**//ЖФХ. 1974. Т. 48, № 3. С. 570–573.

280. **Smith J.F.D.**//Trans. ASME. 1936. Vol. 58, N 8. P. 719–726.

281. **Maitland S.F., Wakeham W.A.**//Ber. Bunseng. Phys. Chem. 1984. Vol. 88, N 1. P. 32–36.

282. **Назиев Я.М.** Теплопроводность предельных углеводородов при различных температурах и высоких давлениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1962.

283. **Нурбердыев Агамурад.** Экспериментальное исследование теплопроводности некоторых жидких парафиновых углеводородов, их смесей с гексеном-1 при высоких температурах и давлениях и нефтей Туркмении: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ашхабад, 1973.

284. **Филиппов Л.П., Лаушкина Л.А.**//ЖФХ. 1984. Т. 56, № 5. С. 1068–1071.

285. **Fareleiza J.M.N.A., Li S.F.Y., Maitland G.C. et al.**//High Temp. – High Pressures. 1984. Vol. 16, N 4. P. 427–434.

286. **Васильковскан Т.Н., Голубев И.Ф.** Теплопроводность н-гексилового, н-гептилового, н-октилового и н-нонилового спиртов при различных температурах и давлениях//Химия и технология продуктов органического синтеза/Тр. ГИАП. Вып. 8. М.: 1971. С. 102–111.

287. **Маджидов Х., Зубайдов С.**//ДАН Тадж.ССР. 1984. Т. 27, № 8. С. 443–446.

288. **Маджидов Х., Сафаров М.М.**//ЖФХ. 1984. Т. 58, № 1. С. 54–57.

289. **Маджидов Х., Зубайдов С.**//ДАН Тадж.ССР. 1981. Т. 24, № 3. С. 169–172.

290. **Равич Г.Б., Бурцев Ю.Н.**//Изв. АН СССР. Отдел. хим. наук. 1961. № 10. С. 2091–2105.

291. **Nieto de Castro C.A., Calado J.G.G. et al.**//Proc. VII Symp. Thermophys. Prop. 1977. N.Y. P. 730–738.

292. **Poltz H.**//Int. J. Heat Mass Transf. 1965. Vol. 5. P. 515–527; 1965. Vol. 8. P. 609–620.

293. **Расторгуев Ю.Л., Ганиев Ю.А., Сафронов Г.А.**//ИФЖ. 1977. Т. 33, № 2. С. 275–279.

294. **Leidenfrost W.**//High Temp – High Pressures. 1979. Vol. 11, N 5. P. 561–569.

295. **Nagasaka Y., Nagashima A.**//Rev. Sci. Instrum. 1981. Vol. 52, N 2. P. 229–232.

296. **Kitazawa N., Nagashima A.**//Bull. JSME. 1981. Vol. 24, N 188. P. 374–379.

297. **Kashiwagi H., Hashimoto T., Tanaka Y. et al.**//Int. J. Thermophys. 1982. Vol. 3, N 3. P. 201–215.

298. **Мустафаев Р.А.** Методы, аппаратура и исследование теплофизических свойств органических жидкостей и их паров при высоких параметрах состояния: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Баку, 1973.

299. **Назиев Я.М., Абасов А.А.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1969. № 1. С. 81–84.

300. **Маджидов Х., Сафаров М.М., Абдуллаева С.** Теплопроводность дипропилкетона/Физика жидкостей и растворов. Душанбе, 1962. С. 20–25.

301. **Мусаев Т.П.** Экспериментальное исследование теплопроводности амилацетата при высоких давлениях и температурах//Теплофизические и гидродинамические исследования жидкостей. Баку: Азербайджанский политехнический ин-т. им. Ч. Ильдрыма. 1985. С. 78–83.

302. **Нефедов С.Н., Филиппов Л.П.**//ЖФХ. 1979. Т.53, № 8. С. 2112–2113.

303. **Menashe J., Wakeham W.A.**//Ber. Buns. Phys. Chem. 1981. Vol. 85, N 4. P. 340–347.

304. **Тарзиманов А.А., Маширов В.Е.**//Теплофизика. 1967. № 12. С. 67–69.

305. **Ахундов Т.С.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1974. № 3. С. 24.

306. **Назиев Я.М., Гумбатов А.М., Гасанов М.С.** Новый метод комплексного определения теплофизнческих свойств жидкостей при высоких параметрах состояния/Ред. ИФЖ. 1986. Т. 50, № 4. Деп. во ВИНИТИ 31.10.85, № 7618–В.

307. **Ахундов Т.С., Гасанова Н.Э.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1969. № 11. С. 67–69.
308. **Назиев Я.М., Абасов А.А.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1969. № 10. С. 65–67.
309. **Гусейнов К.Д., Климова Т.Ф.**//ИФЖ. 1980. Т. 39, № 4. С. 658–663.
310. **Calado J.C.G., Fareleiza J.H., Nieto de Castro C.A. et al.**//Int. J. Thermophys. 1983. Vol. 4, N 3. P. 193–208.
311. **Садыков А.Х., Брыков В.П., Мухамедзянов Г.Х.** Теплопроводность высших предельных одноатомных спиртов//Тепло- и массоперенос в хим. технологии/Межвуз. сб. Вып. 2. Казань, 1974. С. 56–58.
312. **Геллер З.И., Расторгуев Ю.Л., Ганиев Ю.А.**//Известия вузов. Нефть и газ. 1966. № 2. С. 88–92.
313. **Маджидов Х.**//ТВТ. 1981. Т. 18, № 6. С. 1315–1317.
314. **Мухамедзяиов Г.Х., Усманов А.Г.** Экспериментальное исследование теплопроводности простых и смешанных эфиров//Тепло- и массообмен в твердых телах, жидкостях и газах/Ин-т тепло- и массопереноса АН БССР. Минск, 1970. С. 26–30.
315. **Гусейнов К.Д., Мирзоев Б.Н., Гылманов А.А.**//ЖФХ. 1976. Т. 50, № 8. С. 1995–1998.
316. **Gudzinowicz B.J., Cambell R.H., Adams J.**//J. Chem. Eng. Data. 1964. Vol. 9, N 1. P. 79–82.
317. **Мустафаев Р.А.** Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояния. М.: Энергия, 1980.
318. **Гараджаев Б.Г.** Теплопроводность сложных эфиров высших карбоновых кислот при высоких температурах и давлениях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л., 1986.
319. **Menashe J., Wakeham W.A.**//Ber. Buns. Phys. Chem. 1982. Vol. 86, N 6. P. 541–545.
320. **Богатов Г.Ф.** Теплопроводность жидких парафиновых углеводородов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казань, 1969.
321. **Briggs D.K.H.**//Ind. Eng. Chem. 1957. Vol. 49, N 3. P. 418–421.
322. **Нуртдинов З., Маджидов Х., Сафаров М.М.**//ДАН Тадж.ССР. 1983. Т. 26, № 4. С. 220–224.
323. **Мустафаев Р.А.**//ТВТ. 1974. Т. 12, № 4. С. 883–887.
324. **Мустафаев Р.А., Мусаев Т.П.**//ИФЖ. 1980. Т. 39, № 4. С. 654–657.
325. **Nieto de Castro C.A., Calado J.C.G., Wakeham W.A.**//High Temp. – High Pressures. 1979. Vol. 11, N 5. P. 551–559.
326. **Drechsler G.**//Wiss. Z. Hochsch. Verkehrsw. Friedrich List Dresden. 1985. Bd. 32, N 2. S. 427–439.
327. **Маджидов Х., Сафаров М.М.**//ИФЖ. 1982. Т. 63, № 4. С. 673.
328. **Мустафаев Р.А.** Исследование теплопроводности ундецена-1 при высоких температурах и давлениях/Ред. ЖФХ. 1973, № 10. Деп. во ВИНИТИ 21.06.73, № 6331–73.
329. **Wada J., Nagasaka Y., Nagashima A.**//Int. J. Thermophys. 1985. Vol. 6, N 3. P. 251–265.
330. **Ziebland H., Burton P.A.**//J. Chem. Eng. Data. 1961. Vol. 6, N 4. P. 579–583.
331. **Horrocks J.K., Mc Laughlin E.**//Proc. Roy. Soc. A. 1963. Vol. 273, N 1353. P. 259–274.
332. **Hedley W.H., Milnes M.V., Yanko W.H.**//J. Chem. Eng. Data. 1970. Vol. 15, N 1. P. 122–127.
333. **Варгафтик Н.Б., Зайцева Л.С., Якуш Л.В.**//ИФЖ. 1968. Т. 14, № 5. С. 882–889.
334. **Ohki K., Kovalczyk L.S.**//J. Chem. Eng. Data. 1964. Vol. 9, N 2. P. 220–221.
335. **Poltz H.**//Wärme und Stoffübertragung. 1970. Bd. 3. S. 247–257.
336. **Гусейнов К.Д.** Теплопроводность предельных углеводородов в зависимости от температуры и давления: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1986.
337. **Тлеубаев А.С.** Автоматизированные системы измерений теплофизических свойств. Теплопроводность и теплоемкость некоторых фторорганических жидкостей: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1986.

338. **Mustafa M., Sage M., Wakeham W.A.**//Int. J. Thermophys. 1982. Vol. 3, N 3. P. 217–224.

339. **Кравчун С.Н., Филиппов Л.П.**//ИФЖ. 1978. Т. 33, № 6. С. 1027–1033.

340. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г., Тарзиманов А.А.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1963. № 9. С. 75–79.

341. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г., Тарзиманов А.А.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1964. № 1. С. 73–77.

342. **Маджидов Х., Сафаров М.М.** Экспериментальное исследование коэффициента теплопроводности дигептилового эфира в зависимости от температуры и давления//Физика жидкостей и растворов./Душанбе, Душанбинский гос. пед. ин-т им. Т.Г. Шевченко, 1982. С. 4–11.

343. **Варгафтик Н.Б., Копылов Н.И., Лапушкин С.А. и др.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1963. № 3. С. 75–78.

344. **Матвеев И.Г., Гельперин Н.И., Вильшаву К.В. и др.**//ЖПХ. 1958. Т. 31, № 6. С. 868–875.

345. **Мухамедзянов Г.Х., Усманов А.Г.**//Изв. вузов. Нефть и газ. 1967. № 4. С. 76–80.

346. **Мустафаев Р.А.** Экспериментальное исследование теплопроводности н-пентадекана при высоких температурах и давлениях/Ред. ЖФХ, 1973. № 4. Деп. во ВИНИТИ 29.11.72, № 5156–72.

347. **Мустафаев Р.А.**//ИФЖ. 1973. Т. 24, № 4. С. 663–668.

348. **Тарзиманов А.А., Шарафутдинов Р.А., Габитов Ф.Р.**//Измерительная техника. 1987. № 2. С. 73–81.

349. **Маджидов Х., Сафаров М.М.**//Известия АН. Тадж.ССР. Серия физ.-мат., хим. и геолог. наук. 1982. Т. 84, № 2. С. 112–115.

350. **Назиев Я.М., Алиев М.А.**//Известия вузов. Нефть и газ. 1973. № 7. С. 73–79.

351. **Филиппов Л.П.**//ИФЖ. 1960. Т. 3, № 7. С. 121–123.

352. **Филиппов Л.П.**//Вестник МГУ. Физика, астрономия. 1960. № 3. С. 61–68.

353. **Lee D.M., Fairbank H.A.**//Phys. Rev. 1959. Vol. 116. P. 1359–1365.

354. **Назиев Я.М., Алиев М.А.**//Известия вузов. Нефть и газ. 1974. № 3. С. 71–73.

355. **Dick M., Mc Gready R.**//Trans. ASME. 1954. Vol. 76, N 5. P. 831–839.

356. **Baker C.E., Brokaw R.S.**//J. Chem. Phys. 1965. Vol. 43. P. 3519–3527.

357. **Варгафтик Н.Б., Ваничева Н.А.**//ИФЖ. 1974. Т. 27, № 2. С. 282–286.

358. **Варгафтик Н.Б., Ваничева Н.А.**//ИФЖ. 1977. Т. 32, № 3. С. 406–409.

359. **ГСССД 89–85.** Азот. Коэффициенты динамической вязкости и теплопроводности при температурах 65–1000 К и давлениях от состояния разреженного газа до 200 МПа. Таблицы стандартных справочных данных. Госстандарт. М.: Изд-во стандартов, 1986.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Адиподинитрил $C_6H_8N_2$ 180
Азот N_2 34
Акриловая кислота $C_3H_4O_2$ 132
Акрилонитрил C_3H_3N 132
Аллилизотиоцианат C_4H_5NS 145
Аллиловый спирт C_3H_6O 134
н-Амилацетат $C_7H_{14}O_2$ 212
н-Амилбензол $C_{11}H_{16}$ 277
н-Амилбромид $C_5H_{11}Br$ 168
н-Амилбутират $C_9H_{18}O_2$ 254
н-Амилиодид $C_5H_{11}I$ 168
н-Амиловый спирт $C_5H_{12}O$ 171
н-Амилпропионат $C_8H_{16}O_2$ 232
Амилформиат $C_6H_{12}O_2$ 189
н-Амилхлорид $C_5H_{11}Cl$ 168
Аминопропилтриэтоксисилан $(C_3H_6NH_2)Si(C_2H_5O)_3$ 56
Аммиак NH_3 51, 327
Аммиак дейтерированный ND_3 326
Анизол C_7H_8O 207
Анилин C_6H_7N 180
Антрацен $C_{14}H_{10}$ 294
Аргон Ar 15
Ацетамид C_2H_5ON 121
Ацетилацетон $C_5H_8O_2$ 162
Ацетилен C_2H_2 108
Ацетон C_3H_6O 134
Ацетонитрил C_2H_3N 112
Ацетоуксусный эфир $C_6H_{10}O_3$ 182
Ацетофенон C_8H_8O 223

Бензальдегид C_7H_6O 201
Бензиловый спирт C_7H_8O 206
Бензол C_6H_6 177, 324
Бензол дейтерированный C_6D_6 324
Бензоинтрил C_7H_5N 201
бис-(2,4,6-триметилциклогексил)-Метан $C_{19}H_{36}$ 312
бис-(этилциклогексил)-Метан $C_{17}H_{32}$ 307
Бициклопентил $C_{10}H_{18}$ 267
Бромбензол C_6H_5Br 175
Бромистый аллил C_3H_5Br 133
Бромистый метил CH_3Br 97
Бромистый метилен CH_2Br_2 94
Бромистый этилен $C_2H_4Br_2$ 116
α-Бромнафталин $C_{10}H_7Br$ 263
Бромоформ $CHBr_3$ 88
1,3-Бутадиен C_4H_6 145
н-Бутан C_4H_{10} 155
Бутаналь C_4H_8O 147
1-Бутен C_4H_8 146
Бутилацетат $C_6H_{12}O_2$ 187
и-Бутилбензол $C_{10}H_{14}$ 265
Бутилбромид C_4H_9Br 154
1-Бутилдекалин $C_{14}H_{26}$ 295
Бутилиодид C_4H_9I 155
н-Бутиловый спирт $C_4H_{10}O$ 157
н-Бутилпальмиат $C_{20}H_{40}O_2$ 315
и-Бутилпропионат $C_7H_{14}O_2$ 214
Бутилстеарат $C_{22}H_{44}O_2$ 319
Бутилформиат $C_5H_{10}O_2$ 166

Валериановая кислота $C_5H_{10}O_2$ 167
Валериановый альдегид $C_5H_{10}O$ 163
Винилацетат $C_4H_6O_2$ 145
Винилтрихлорсилан $(CH_2\text{-}CH)SiCl_3$ 56
Винилхлорид C_2H_3Cl 110

Вода (обычная) H_2O 59
Вода тяжелая D_2O 66
Водород нормальный н-H_2 28
Водород (параводород) п-H_2 30
Воздух 40
Втор-бутилбензол $C_{10}H_{14}$ 265
1-Втор-бутилдекалин $C_{14}H_{26}$ 296
Втор-гексиловый спирт $C_6H_{14}O$ 196
Втор-октиловый спирт $C_8H_{18}O$ 246
н-Гексадекан $C_{16}H_{34}$ 304
Гексадецен-1 $C_{16}H_{32}$ 303
Гексаметилбензол $C_{12}H_{18}$ 286
н-Гексан C_6H_{14} 191
Гексафторбензол C_6F_6 173
Гексафтордихлорпропан $C_6F_6Cl_2$ 130
Гексафторид серы SF_6 54
Гексаэтиленгликоль $C_{12}H_{26}CO_7$ 290
Гексен-1 C_6H_{12} 183
Гексен-2 C_6H_{12} 184
Гексилацетат $C_8H_{16}O_2$ 233
н-Гексилбензол $C_{12}H_{18}$ 286
н-Гексилбромид $C_6H_{13}Br$ 190
н-Гексилбутират $C_{10}H_{20}O_2$ 268
н-Гескилиодид $C_6H_{13}I$ 191
Гексиловый спирт $C_6H_{14}O$ 195
н-Гексилпропионат $C_9H_{18}O_2$ 254
Гексилформиат $C_2H_{14}O_7$ 127
Гексин-1 C_6H_{10} 181
Гелий He 8
н-Генэйкозан $C_{21}H_{44}$ 316
н-Гептадекан $C_{17}H_{36}$ 307
н-Гептан C_7H_{16} 217
Гептаналь $C_7H_{14}O$ 211
Гептаэтиленгликоль $C_{14}H_{30}O_8$ 299
Гептен-1 C_7H_{14} 208
Гептен-2 C_7H_{14} 209
Гептен-3 C_7H_{14} 209
н-Гептилацетат $C_9H_{18}O_2$ 256
4-н-Гептилбициклогексил $C_{19}H_{36}$ 312
н-Гептилбромид $C_7H_{15}Br$ 216
н-Гептилбутират $C_{11}H_{22}O_2$ 281
Гептилиодид $C_7H_{15}I$ 217
Гептиловый альдегид $C_7H_{14}O$ 211
Гептиловый спирт $C_7H_{16}O$ 220
н-Гептилпропионат $C_{10}H_{20}O_2$ 269
н-Гептилформиат $C_8H_{16}O_2$ 234
н-Гептилхлорид $C_7H_{15}Cl$ 217
Гептин-1 C_7H_{12} 207
Гидриндан C_9H_{16} 253
2-Гидроксидифенил $C_{12}H_{10}O$ 285
Глицерин $C_3H_8O_3$ 143
Дейтерий D_2 33
Декагидронафталин $C_{10}H_{18}$ 267
н-Декан $C_{10}H_{22}$ 272
Деканаль $C_{10}H_{20}O$ 268
Децен-1 $C_{10}H_{20}$ 267
н-Децилацетат $C_{12}H_{24}O_2$ 288
Децилбромид $C_{10}H_{21}Br$ 271
Дециловый альдегид $C_{10}H_{20}O$ 268
н-Дециловый спирт $C_{10}H_{22}O$ 275
Диамилкетон $C_{11}H_{22}O$ 279
Диамиловый эфир $C_{10}H_{22}O$ 275
Диацетил $C_4H_6O_2$ 145
1,4-Дибромбензол $C_6H_4Br_2$ 175
Дибромдифторметан CBr_2F_2 77
Дибромдифторэтан CBr_2Cl_2 76
Дибромметан CH_2Br_2 94
1,2-Дибромэтан $C_2H_4Br_2$ 116
Дибутиловый эфир $C_8H_{18}O$ 246
Дибутиловый эфир диэтиленгликоля $C_{12}H_{26}O_3$ 290
Дибутиловый эфир этиленгликоля $C_{10}H_{22}O_2$ 276
Дибутилфталат $C_{16}H_{22}O_4$ 302
Дивинил C_4H_6 145
2,3-Дигидроинден C_9H_{10} 250
Диизобутилфталат $C_{16}H_{22}O_4$ 302
Диизопропиловый эфир $C_6H_{14}O$ 196
Диизопропилфталат $C_{14}H_{18}O_4$ 295
Диодметан CH_2I_2 96
Диметиланилин $C_8H_{11}N$ 230
N,N-Диметилацетамид C_4H_9ON 155

1,2-Диметилбензол C_8H_{10} 227
1,3-Диметилбеизол C_8H_{10} 225
1,4-Диметилбензол C_8H_{10} 228
2,2-Диметилбутан C_6H_{14} 194
2,3-Диметилбутан C_6H_{14} 194
2,3-Диметилгексан C_8H_{19} 249
Диметилдихлорсилан $(CH_3)_2SiCl_2$ 53
Диметиловый эфир C_2H_6O 126
Диметиловый эфир триэтиленгликоля $C_8H_{18}O_4$ 248
2,3-Диметилпентан C_7H_{17} 222
2,4-Диметилпентан C_7H_{16} 220
2,2-Диметилпропан C_5H_{12} 171
N,N-Диметилформамид C_3H_7ON 140
Диметилфталат $C_{10}H_{10}O_4$ 264
1,2-Диметилциклогексан C_8H_{17} 237
1,3-Диметилциклогексан C_8H_{17} 237
1,4-Диметилциклогексан C_8H_{17} 237
Ди-н-гексиладипинат $C_{18}H_{34}O_4$ 309
Ди-н-гексиловый эфир $C_{12}H_{26}O$ 290
Ди-н-гексилфталат $C_{22}H_{34}O_4$ 317
Ди-н-гептиладипинат $C_{20}H_{38}O_4$ 313
Ди-н-гептиловый эфир $C_{14}H_{30}O$ 298
Ди-н-гептилфталат $C_{22}H_{34}O_4$ 316
Ди-н-октиладипинат $C_{22}H_{42}O_4$ 318
Ди-н-октиловый эфир $C_{16}H_{34}O$ 305
Ди-н-октилфталат $C_{24}H_{38}O_4$ 321
1,4-Диоксан $C_4H_8O_2$ 149
Диоксид серы SO_2 54
Диоксид углерода CO_2 44
Дипропиленгликоль $C_6H_{14}O_3$ 199
Дипропилкетон $C_7H_{14}O$ 210
Дитолилметан $C_{15}H_{16}$ 300
Дипропиловый эфир $C_6H_{14}O$ 197
Дифенил $C_{12}H_{10}$ 285
1,2-Дифенилбензол $C_{18}H_{14}$ 308
1,3-Дифенилбензол $C_{18}H_{14}$ 308
1,4-Дифенилбензол $C_{18}H_{14}$ 309
Дифенилдихлорсилан $(C_6H_5)_2SiCl_2$ 56
Дифенилметан $C_{13}H_{13}$ 291
Дифторхлорбромметан CF_2ClBr 81
Дифтордихлорметан CF_2Cl_2 82
Дифтордихлорэтан $C_2HF_2Cl_2$ 110
Дифторхлорметан CHF_2Cl 91
Дифтортетрахлорэтан $C_2F_2Cl_4$ 104
Дифторхлорэтан $C_2H_3F_2Cl$ 110, 111
Дифторэтан $C_2H_4F_2$ 117
1,2-Дихлорбензол $C_6H_4Cl_2$ 175
1,3-Дихлорбензол $C_6H_4Cl_2$ 175
1,4-Дихлорбензол $C_6H_4Cl_2$ 175
Дихлорметан CH_2Cl_2 94
1,5-Дихлорпентан $C_5H_{10}Cl_2$ 163
Дихлорэтан $C_2H_2Cl_2$ 109
1,2-Дихлорэтан $C_2H_4Cl_2$ 116
Дициклогексил $C_{12}H_{22}$ 286
1,3-Дициклогексилбутан $C_{16}H_{30}$ 303
1,1-Дициклогексилгептан $C_{19}H_{36}$ 312
Дициклогексилкетон $C_{13}H_{24}$ 292
Дициклогексилметан $C_{13}H_{24}$ 291
1,2-Дициклогексилпропан $C_{15}H_{28}$ 300
1,2-Дициклогексилциклогексан $C_{18}H_{32}$ 309
1,3-Дициклопентилциклопентан $C_{15}H_{26}$ 300
1,1-Дициклогексилэтан $C_{14}H_{26}$ 296
1,2-Дициклогексилэтан $C_{14}H_{26}$ 296
Диэтиламин $C_4H_{11}N$ 161
N,N-Диэтиланилин $C_{10}H_{15}N$ 266
1,2-Диэтилбеизол $C_{10}H_{14}$ 266
Диэтилдихлорсилан $(C_2H_5)_2SiCl_2$ 56
Диэтиленгликоль $C_4H_{10}O_3$ 161
Диэтилкетон $C_5H_{10}O$ 165
Диэтиловый эфир $C_4H_{10}O$ 160
Диэтиловый эфир диэтиленгликоля $C_8H_{18}O_3$ 248
Диэтиловый эфир этиленгликоля $C_6H_{14}O_2$ 198
Диэтилоксалат $C_6H_{10}O_4$ 183
5,14-Диэтилоктадекан $C_{22}H_{46}$ 320
Диэтилсульфид $C_4H_{10}S$ 161
Диэтилфталат $C_{12}H_{14}O_4$ 285
н-Додекан $C_{12}H_{26}$ 289

Додецен-1 $C_{12}H_{24}$ 287
н-Додециловый спирт $C_{12}H_{26}O$ 290
Додецин-6 $C_{12}H_{22}$ 286
н-Докозан $C_{22}H_{46}$ 319

Изоамилацетат $C_7H_{14}O_2$ 215
Изоамилбензол $C_{11}H_{16}$ 277
Изоамилнитрит $C_5H_{11}NO_2$ 169
Изоамиловый спирт $C_5H_{12}O$ 172
Изоамилпропионат $C_8H_{16}O_2$ 235
Изобутан C_4H_{10} 156
Изобутилацетат $C_6H_{12}O_2$ 188
Изобутилбромид C_4H_9Br 154
1-Изобутилдекалин $C_{14}H_{26}$ 296
Изобутилен C_4H_8 146
Изобутилиодид C_4H_9I 155
Изобутиловый спирт $C_4H_{10}O$ 159
Изобутилхлорид C_4H_9Cl 155
Изовалериановая кислота $C_5H_{10}O_2$ 168
Изовалериановый альдегид $C_5H_{10}O$ 164
Изогексилхлорид $C_6H_{13}Cl$ 191
Изогептиловый спирт $C_7H_{16}O$ 221
1-Изогептин C_7H_{12} 208
Изодецилбромид $C_{10}H_{21}Br$ 272
Изодецилхлорид $C_{10}H_{21}Cl$ 272
Изокапроновая кислота $C_6H_{12}O_2$ 190
Изомасляная кислота $C_4H_8O_2$ 150
Изомасляный альдегид C_4H_8O 149
Изооктан C_8H_{18} 241
Изопентан C_5H_{12} 171
Изопрен C_5H_8 162
Изопропилбензол C_9H_{12} 251
Изопропилбромид C_3H_7Br 139
1-Изопропилдекалин $C_{13}H_{24}$ 292
9-Изопропилдекалин $C_{13}H_{24}$ 292
Изопропилиодид C_3H_7I 140
Изопропиловый спирт C_3H_8O 142
Индан C_9H_{10} 250
Иодбензол C_6H_5I 176
Иодистый изоамил $C_5H_{11}I$ 169
Иодистый метил CH_3I 98
Иодистый метилен CH_2I_2 96

Калий K 69, 72
Каприловая кислота $C_8H_{16}O_2$ 236
Каприновая кислота $C_{10}H_{20}O_2$ 271
Капроновая кислота $C_6H_{12}O_2$ 190
Кислород O_2 37
м-Крезол C_7H_8O 206
о-Крезол C_7H_8O 207
п-Крезол C_7H_8O 207
Криптон Kr 21
Ксенон Xe 24
м-Ксилидин $C_8H_{11}N$ 230
м-Ксилол C_8H_{10} 225
о-Ксилол C_8H_{10} 227
п-Ксилол C_8H_{10} 228
Кумол C_9H_{12} 251

Лауриновая кислота $C_{12}H_{24}O_2$ 287
Лауриновый альдегид $C_{12}H_{24}O$ 287
Литий Li 69,70

Маргариновая кислота $C_{17}H_{34}O_2$ 307
Масляная кислота $C_4H_8O_2$ 149
Масляный альдегид C_4H_8O 147
Мезитилен C_9H_{12} 253
Метакрилонитрил C_4H_5N 144
Метан CH_4 99, 323
Метан дейтерированный CD_4 323
Метиламин CH_5N 103
Метилацетат $C_3H_6O_2$ 136
Метилбензоат $C_8H_8O_2$ 223
Метилбромид CH_3Br 97
2-Метилбутадиен-1,3 C_5H_8 162
2-Метилбутан C_5H_{12} 171
Метилбутилкетон $C_6H_{12}O$ 185
Метилбутират $C_5H_{10}O_2$ 166
Метилвалерат $C_6H_{12}O_2$ 187
Метилгексилкетон $C_8H_{16}O$ 232
2-Метилгептан C_8H_{18} 244
3-Метилгептан C_8H_{18} 244
1-Метилдекалин $C_{11}H_{20}$ 278
2-Метилдекалин $C_{11}H_{20}$ 278

Метилдихлорсилан $(CH_3)HSiCl_2$ 53
1-Метил-4-изопропилбензол $C_{10}H_{14}$ 266
Метилкаприлат $C_5H_8O_2$ 162
Метилкапронат $C_7H_{14}O_2$ 212
1-Метилнафталин $C_{11}H_{10}$ 277
2-Метилнафталин $C_{11}H_{10}$ 277
Метил-н-пропилкетон $C_5H_{10}O$ 165
Метиловый спирт CH_4O 102, 326
Метиловый спирт дейтерированный CD_3OH 325
2-Метилпентан C_6H_{14} 194
3-Метилпентан C_6H_{14} 194
9-Метилпергидрофлуорен $C_{14}H_{24}$ 295
Метилпирролидон C_5H_9ON 163
2-Метилпропен C_4H_8 146
Метилпропионат $C_4H_8O_2$ 150
Метилстеарат $C_{19}H_{38}O_2$ 312
Метилформиат $C_2H_4O_2$ 119
Метилхлорсилаи CH_3SiCl_3 56
Метилцианэтилдихлорсилан $(CH_3)(C_2H_4CN)SiCl_2$ 56
Метилциклогексан C_7H_{14} 208
Метилциклопентан C_6H_{12} 185
2-Метил-4-этилгексан C_9H_{20} 262
Метилэтилкетон C_4H_8O 146
2-Метил-3-этилпентан C_8H_{19} 249
Миристиновая кислота $C_{14}H_{28}O_2$ 297
Моноизопропилдифенил $C_{15}H_{16}$ 300
Монометиловый эфир диэтиленгликоля $C_5H_{12}O_3$ 173
Монометиловый эфир этиленкликоля $C_3H_8O_2$ 143
Моно-н-бутиловый эфир диэтиленгликоля $C_8H_{18}O_3$ 248
Моно-н-бутиловый эфир этиленгликоля $C_6H_{14}O_2$ 198
Моно-н-гесиловый эфир этиленгликоля $C_8H_{18}O_2$ 248
Монофениловый эфир этиленгликоля $C_8H_{10}O_2$ 230
Моноэтиламин C_2H_7ON 127
Моно-2-этилбутиловый эфир этиленгликоля $C_8H_{18}O_2$ 247
Моноэтиловый эфир диэтиленгликоля $C_6H_{14}O_3$ 198
Моноэтиловый эфир этиленгликоля $C_4H_{10}O_2$ 161
Муравьиная кислота CH_2O_2 96

Натрий Na 69, 71
Нафталин $C_{10}H_8$ 263
Неон Ne 12
Неопентан C_5H_{12} 171
Нитробензол $C_6H_5NO_2$ 177
Нитрометан CH_3NO_2 98
1-Нитропропан $C_3H_7NO_2$ 140
м-Нитротолуол $C_7H_7NO_2$ 202
о-Нитротолуол $C_7H_7NO_2$ 202
Нитроэтан $C_2H_5NO_2$ 120
н-Нонадекан $C_{19}H_{40}$ 313
н-Нонан C_9H_{20} 258
Нонен-1 C_9H_{18} 254
4-н-Нонилбициклогексил $C_{21}H_{40}$ 316
н-Нонилбромид $C_9H_{19}Br$ 258
н-Нонилиодид $C_9H_{19}I$ 258
н-Нониловый спирт $C_9H_{20}O$ 262
н-Нонилхлорид $C_9H_{19}Cl$ 258

Оксид азота NO 53
Оксид углерода CO 43
н-Октадекан $C_{18}H_{38}$ 310
Октадецилацетат $C_{20}H_{40}O_2$ 315
н-Октадециловый спирт $C_{18}H_{38}O$ 311
н-Октан C_8H_{18} 238
Октафторпропан C_3F_8 130
Октафторциклобутан C_4F_8 144
Октаэтиленгликоль $C_{16}H_{34}O_9$ 306
Октен-1 C_8H_{16} 230
Октен-2 C_8H_{16} 231
н-Октилацетат $C_{10}H_{20}O_2$ 271
Октилбромид $C_8H_{17}Br$ 238
н-Октилбутират $C_{12}H_{24}O_2$ 288
Октилиодид $C_8H_{17}I$ 238

н-Октиловый спирт $C_8H_{18}O$ 245
н-Октилпропионат $C_{11}H_{22}O_2$ 279
н-Октилформиат $C_9H_{18}O_2$ 255
Октилхлорид $C_8H_{17}Cl$ 238
Олеиламин $C_{18}H_{37}N$ 310

Пальмитиновая кислота $C_{16}H_{32}O_2$ 303
Паральдегид $C_6H_{12}O_3$ 190
Пеларгоновая кислота $C_9H_{18}O_2$ 258
н-Пентадекан $C_{15}H_{32}$ 301
Пентадецен-1 $C_{15}H_{30}$ 300
н-Пентан C_5H_{12} 169
Пентан 1,5-диол $C_5H_{10}O_2$ 168
Пентанол-1 $C_5H_{12}O$ 171
Пентафтортрихлорпропан $C_2F_5Cl_3$ 107
Пентафторхлорэтан C_2F_5Cl 106
Пентаэтиленгликоль $C_{10}H_{22}O_6$ 276
Пентин-1 C_5H_8 162
Пергидрофенантрен $C_{14}H_{24}$ 295
Перфторбензол C_6F_6 173
Перфторбутиламин $(C_4F_9)_3N$ 284
Перфтор-2-бутил-тетрагидрофуран $C_8F_{16}O$ 222
н-Перфторгептан C_7F_{16} 200
Перфтордекалин $C_{10}F_{18}$ 263
Перфтор-1,3-диметилциклогексан C_8F_{16} 222
Перфтор-4,7-диокса-5,6-диметилдекан $C_{10}F_{22}O_2$ 263
Перфтор-2, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32,35 додексаоксагекса-трионоктан $C_{24}F_{50}O_{12}$ 321
Перфтор-2 метилдекалин $C_{11}F_{20}$ 277
Перфторметилциклогексан C_7F_{14} 200
Перфтор-н-гексан C_6F_{14} 174
Перфтор-N-4 метилциклогексан $C_{12}F_{23}N$ 284
Перфтор-н-пентан C_5F_{12} 162
Перфтор-2,6,9,13-тетраокса-7,8 диметилтерадексан $C_{12}F_{26}O_4$ 284
Перфтор-4,7,10,13 тетраокса-5,8, 9,12 тетраметилгексадекан $C_{16}F_{34}O_4$ 302
Перфтор-4,7,10 триоса-5,8, этриметилтридекан $C_{13}F_{28}O_3$ 291
Перфторциклогексан C_6F_{12} 173
Перфторэтан C_2F_6 107
Пинан $C_{10}H_{18}$ 267
Пиридин C_5H_5N 162
Пропан C_3H_8 140
Пропилацетат $C_5H_{10}O_2$ 167
н-Пропилбензол C_9H_{12} 250
н-Пропилбромид C_3H_7Br 139
1-Пропилдекалин $C_{13}H_{24}$ 292
Пропилен C_3H_6 133
1,2-Пропиленгликоль $C_3H_8O_2$ 143
Пропиленоксид C_3H_6O 135
н-Пропилиодид C_3H_7I 139
н-Пропиловый спирт C_3H_8O 142
н-Пропилпропионат $C_6H_{12}O_2$ 190
Пропилформиат $C_4H_8O_2$ 153
н-Пропилхлорид C_3H_7Cl 139
Пропионовая кислота $C_3H_6O_2$ 137
Псевдокумол C_9H_{12} 252

Рубидий Rb 69, 73

Сероводород H_2S 50
Сероуглерод CS_2 49
Синильная кислота HCN 50
Стеариновая кислота $C_{18}H_{36}O_2$ 310
Сульфурил-хлорид SO_2Cl_2 55

м-Терфенил $C_{18}H_{14}$ 308
о-Терфенил $C_{18}H_{14}$ 308
п-Терфенил $C_{18}H_{14}$ 309
о-Терциклогексин $C_{18}H_{32}$ 309

Тетрабромэтан $C_2H_2Br_4$ 109
1,2,3,4-Тетрагидронафталин $C_{10}H_{12}$ 265
н-Тетрадекан $C_{14}H_{30}$ 297
Тетрадецен-1 $C_{14}H_{28}$ 296
н-Тетрадециловый спирт $C_{14}H_{30}O$ 298

Тетраизопропилдифенилметан $C_{25}H_{36}$ 323
н-Тетракозан $C_{24}H_{50}$ 322
1,2,4,5-Тетраметилбензол $C_{10}H_{14}$ 266
2,2,5,5-Тетраметилгексан $C_{10}H_{22}$ 274
Тетрафтордихлорэтан $C_2F_4Cl_2$ 105
Тетрафтортетрахлорпропан $C_3F_4Cl_4$ 130
1,2,3,4-Тетрахлорбензол $C_6H_2Cl_4$ 174
1,2,4,5-Тетрахлорбензол $C_6H_2Cl_4$ 174
Тетрахлорсилан $SiCl_4$ 56
Тетрахлорэтан $C_2H_2Cl_4$ 109
Тетрахлорэтилен C_2HCl_3 107
Тетраэтиленгликоль $C_8H_{18}O_5$ 248
Тимол $C_{10}H_{14}O$ 266
Тиофен C_4H_4S 144
м-Толуидин C_7H_9N 207
о-Толуидин C_7H_9N 207
п-Толуидин C_7H_9N 207
Толуол C_7H_8 202
транс-2-Бутан 246
Трет.-амиловый спирт $C_5H_{12}O$ 173
Трет.-бутилбензол $C_{10}H_{14}$ 266
9-Трет.-бутилдекалин $C_{14}H_{26}$ 296
Трет.-бутиловый спирт $C_4H_{10}O$ 159
Трет.-бутилциклогексан $C_{10}H_{20}$ 267
Трет.-гептиловый спирт $C_7H_{16}O$ 221
Трехфтористый бор BF_3 43
Трибутиламин $C_{12}H_{27}N$ 291
н-Тридекан $C_{13}H_{28}$ 293
Тридецен-1 $C_{13}H_{26}$ 292
н-Трикозан $C_{23}H_{48}$ 320
1,2,4-Триметилбензол C_9H_{12} 252
1,3,5-Триметилбензол C_9H_{12} 253
2,2,3-Триметилбутан C_7H_{16} 220
2,2,5-Триметилгексан C_9H_{20} 261
2,3,5-Триметилгексан C_9H_{20} 261
2,2,4-Триметилпентан C_8H_{18} 241
Триметилхлорсилан $(CH_3)_3SiCl$ 56
Тринитротолуол $C_7H_5O_6N_3$ 201
Триоксид азота N_2O 53
Триптан C_7H_{16} 220
Трифторбензол $C_6H_3F_3$ 175
Трифторбромметан CF_3Br 83, 128
Трифторбромэтан $C_2H_2BrF_3$ 110
Трифторид азота NF_3 51
Трифторметан CHF_3 92
Трифторметил-циклогексан $C_7H_{11}F_3$ 207
Трифторхлорметан CF_3Cl 85
Трифторхлорэтан $C_2F_3Cl_3$ 104
2,2,2-Трифторэтанол $C_2H_3F_3O$ 112
Трифторхлорэтилен $C_2H_2ClF_3$ 109
1,2,3-Трихлорбензол $C_6H_3Cl_3$ 174
Трихлорэтилен C_2HCl_3 108
1,1,3-Трициклогексилпропан $C_{21}H_{38}$ 316
Триэтиламин $C_6H_{15}N$ 199
Триэтиленгликоль $C_6H_{14}O_4$ 199

Уксусная кислота $C_2H_4O_2$ 118
Уксусный альдегид C_2H_4O 118
Уксусный ангидрид $C_4H_6O_3$ 146
н-Ундекан $C_{11}H_{24}$ 282
Ундекановая кислота $C_{11}H_{22}O_2$ 282
Ундецен-1 $C_{11}H_{22}$ 278
н-Уидециловый спирт $C_{11}H_{24}O$ 284
Ундецин-5 $C_{11}H_{20}$ 278

Фенантрен $C_{14}H_{10}$ 294
Фенетол $C_8H_{10}O$ 229
Фенилацетат $C_8H_8O_2$ 223
Фенилдихлорметилдихлорсилан $(C_6H_5)(CHCl_2)SiCl_2$ 56
Фенилметилдихлорсилан $(C_6H_5)(CH_3)SiCl_2$ 56
Фенилтрихлорсилан $(C_6H_5)SiCl_3$ 56
Фенилциклогексан $C_{12}H_{16}$ 286
Фенол C_6H_6O 180
Фитол $C_{20}H_{40}O$ 315
Формамид CH_3ON 98
Фтор F_2 28
Фторбензол C_6H_5F 176

Фтордихлорметан $CHFCl_2$ 90
Фтористый метил CH_3F 98
Фтористый метилен CH_2F_2 96
Фтортрибромметан CBr_3F 77
Фтортрихлорметан $CFCl_3$ 79
Фторхлорметан CH_2FCl 95
Фурфуриловый спирт $C_5H_6O_2$ 162

Хладон-11 $CFCl_3$ 79
Хладон-12 CF_2Cl_2 82
Хладон-12 B_1 CF_2ClBr 81
Хладон-13 CF_3Cl 85
Хладон-13 B_1 CF_3Br 83
Хладон-14 CF_4 86
Хладон-21 $CHFCl_2$ 90
Хладон-22 CHF_2Cl 91
Хладон-23 CHF_3 92
Хладон-30 CH_2Cl_2 94
Хладон-31 CH_2FCl 95
Хладон-32 CH_2F_2 96
Хладон-112 $C_2F_2Cl_4$ 104
Хладон-113 $C_2F_3Cl_3$ 104
Хладон-114 $C_2F_4Cl_2$ 105
Хладон-114 B_2 $C_2Br_2F_4$ 104
Хладон-115 C_2F_5Cl 106
Хладон-116 C_2F_6 107
Хладон-124 C_2HClF_4 107
Хладон-132 В $C_2HF_3Cl_2$ 110
Хладон-133 А $C_2H_2ClF_3$ 109
Хладон-133 B_1 $C_2H_2F_3Br$ 110
Хладон-142 $C_2H_3F_2Cl$ 110
Хладон-142 В $C_2H_3F_2Cl$ 111
Хладон-152 А $C_2H_4F_2$ 117
Хладон-214 $C_3F_4Cl_4$ 130
Хладон-215 $C_2F_5Cl_3$ 207
Хладон-216 $C_3F_6Cl_2$ 130
Хладон-218 C_3F_8 130
Хинолин C_9H_7N 249
Хлор Cl_2 27
м-Хлоранилин C_6H_6NCl 177
о-Хлоранилин C_6H_6NCl 180
Хлорбензол C_6H_5Cl 176
о-Хлорфенол C_6H_5OCl 177
Хлористый водород HCl 326
Хлористый водород дейтерированный DCl 326
Хлористый метил CH_3Cl 98
Хлористый метилен CH_2Cl_2 94
α-Хлорнафталин $C_{10}H_7Cl$ 263
Хлороформ $CHCl_3$ 89
Хлорпропилтрихлорсилан (C_3H_6Cl) $SiCl_3$ 56
Хлорпропилтриэтоксисилан (C_3H_6Cl) $Si(C_2H_5O)_3$ 56
м-Хлортолуол C_7H_7Cl 201
о-Хлортолуол C_7H_7Cl 202

Цезий Cs 69, 74
Цианистый водород HCN 50
Циклогексан дейтерированный C_6D_{12} 325
Циклогексан C_6H_{12} 325
Циклогексанол $C_6H_{12}O$ 187
Циклогексанон C_6H_{12} 182
Циклогексен $C_6H_{10}O$ 181
1-Циклогексил-3-метилгидриндан $C_{16}H_{28}$ 303
1-Циклогексил-1,3,3-триметилгидриндан $C_{18}H_{32}$ 309
Циклогептан C_7H_{14} 210
Циклопентан C_5H_{10} 163
Циклопропан C_3H_6 134

Четырехбромистое олово $SnBr_4$ 59
Четырехбромистый германий $GeBr_4$ 57
Четыреххлористое олово $SnCl_4$ 59
Четыреххлористый германий $GeCl_4$ 58
Четыреххлористый титан $TiCl_4$ 59
Четыреххлористый углерод CCl_4 77
Четырехфтористый кремний SiF_4 58
Четырехфтористый углерод CF_4 86

Шестифтористая сера SF_6 54

н-Эйкозан $C_{20}H_{42}$ 315

Энантовая кислота $C_7H_{14}O_2$ 215
Энантовый альдегид $C_7H_{14}O$ 211
Этан C_2H_6 121
N-Этиланилин $C_8H_{11}N$ 230
Этилацетат $C_4H_8O_2$ 152
Этилбензоат $C_9H_{10}O_2$ 250
Этилбензол C_8H_{10} 223
Этилбромид C_2H_5Br 119
Этилбутират $C_6H_{12}O_2$ 190
Этилвалерат $C_7H_{14}O_2$ 215
9-(2-Этилгексил) Пергидрофлуорен $C_{21}H_{36}$ 316
Этилгексиловый эфир $C_8H_{18}O$ 247
1-Этилдекалин $C_{12}H_{22}$ 286
2-Этилдекалин $C_{12}H_{22}$ 286
9-Этилдекалин $C_{12}H_{22}$ 286
Этилдихлорсилан $(C_2H_5)HSiCl_2$ 56
Этилен C_2H_4 112, 324
Этилен дейтерированный C_2D_4 324
Этиленгликоль $C_2H_8O_2$ 126
Этилизоционат C_3H_5N 133
Этилиодид C_2H_5I 120
Этилкапроат $C_8H_{16}O_2$ 236
Этил-н-бутилкетон $C_7H_{14}O$ 211
Этил-н-бутиловый эфир $C_6H_{14}O$ 198
Этилнитрат $C_2H_5NO_3$ 121
Этиловый спирт C_2H_6O 123
Этилоктиловый эфир $C_{10}H_{22}O$ 276
3-Этилпентан C_7H_{16} 220
2-Этилпергидрофенантрен $C_{16}H_{28}$ 303
Этилпропионат $C_5H_{10}O_2$ 166
Этилтрихлорсилан $(C_2H_5)SiCl_3$ 56
Этилформиант $C_3H_6O_2$ 138
Этилхлорид C_2H_5Cl 120
Этилциклогексан C_8H_{16} 231

Справочное издание

Варгафтик Натаи Борисович
Филиппов Лев Петрович
Тарзимаиов Амии Афтахович
Тоцкий Евгенний Евгеньевич

СПРАВОЧНИК ПО ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Зав. редакцией *И.В. Волобуева*
Редактор издательства *Т.И. Мушинска*
Художественный редактор *Г.И. Панфилова*
Технические редакторы *Н.М. Брудная, М.А. Канониди*
Корректор *Л.С. Тимохова*

ИБ №2101

Набор выполнен в издательстве. Подписано в печать с оригинала-макета 23.07.90. Т-11862. Формат 60 х 88 1/16. Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Усл. печ.л. 21,56. Усл.кр.-отт. 21,56. Уч.-изд.л. 26,77. Тираж 12700 экз. Заказ 6055. Цена 1 р. 70 к.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Отпечатано в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО "Первая Образцовая типография" Государственного комитета СССР по печати. 113054, Москва, Валовая ул., 28.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Энергоатомиздат готовит к изданию в 1991 году следующие книги:

Анисимов М.А., Рабинович В.А., Сычев В.В. Термодинамика критического состояния вещества. – 16,5 л.: ил.

Алексеев П.Г., Арутюнов Б.А., Поваркин П.И. Теплофизические свойства кремнийорганических соединений: Справочник. – 13 л.: ил.

С аннотациями на эти книги Вы можете ознакомиться в тематических планах выпуска литературы Энергоатомиздата на 1990 и 1991 гг., которые поступают во все книжные магазины, распространяющие научно-техническую литературу.

Предварительные заказы на книги принимают все магазины научно-технической литературы до 1 ноября 1990 г.

Для получения книги по предварительным заказам покупателю необходимо оставить в книжном магазине почтовую открытку с указанием обратного адреса, автора и названия книги, номера книги по плану.

Организации могут заказать книги через магазины гарантийными письмами.

Своевременное оформление заказов – гарантия того, что Вы приобретете интересующую Вас книгу.

В ЭНЕРГОАТОМИЗДАТЕ в 1989–1990 гг.
вышли следующие книги:

Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Шрейбер И.Р. Волновая динамика газо- и парожидкостной среды. – 19,5 л.: ил.

Описаны модели распространения возмущений конечной амплитуды и ударных волн в двухфазных средах (в жидкости, содержащей пузырьки газа, пара). Приведены результаты и методы экспериментального исследования этих волн и их сравнение с расчетами, основанными на приближениях Кортевега -де Вриза-Бюргерса, Буссинеска, на двухволновых и релаксационных модельных уравнениях. Большой раздел посвящен процессам волнообразования на поверхности тонких слоев вязкой жидкости – пленок, стекающих под воздействием своего веса. Здесь приводятся, наряду с классическими результатами, новейшие данные, полученные авторами.

Для научных работников – теплофизиков и гидромехаников, занимающихся прикладными задачами механики гетерогенных систем.

Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: **Справочник**/ В.Н. Зубарев, А.Д. Козлов, В.М. Кузнецов и др. – 34 л.: ил.

Приведены таблицы важнейших теплофизических свойств 14 технически важных газов (неона, аргона, криптона, ксенона, азота, кислорода, воздуха, водорода, фтора, оксида и диоксида углерода, оксида диазота, водяного пара, гексафторида серы) в интервале от 800 до 3000 К при давлениях до 100–400 МПа. Изложена методика получения уравнений состояния реальных газов, на основе которых рассчитаны таблицы.

Для инженеров и научных работников, проектирующих и исследующих энергетическое, теплообменное и энерготехнологическое оборудование.