**МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ДАННЫХ**

**О ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТАХ И СВОЙСТВАХ**

**ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

# УДК 547.216:536.7

# ТАБЛИЦЫ СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

# н-ДОДЕКАН. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА (ПЛОТНОСТЬ, ТЕПЛОЕМКОСТЬ, ЭНТАЛЬПИЯ, ЭНТРОПИЯ, СКОРОСТЬ ЗВУКА, КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ВЯЗКОСТИ) В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ ТРОЙНОЙ ТОЧКИ ДО 700 К

# ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ДО 100 МПа

# ССД СНГ 334–2020 (ГСССД 334–2018)

РАЗРАБОТАНЫ Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК-180 «Межгосударственная служба стандартных справочных данных»

ВНЕСЕНЫ Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

АВТОРЫ: д.т.н. Б.А. Григорьев, д.т.н. А.А. Герасимова, к.т.н. И.С. Александров

СОГЛАСОВАНЫ с национальными органами по стандартизации стран СНГ:

РЕКОМЕНДОВАНЫ Научно-технической комиссией по метрологии Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации

ПРИНЯТЫ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 2020 г., № -2020)

УДК 547.216:536.7

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ДАННЫХ**

**О ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТАХ И СВОЙСТВАХ**

**ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Таблицы стандартных справочных данных** |  |
| н-Додекан. Теплофизические свойства (плотность, теплоемкость, энтальпия, энтропия, скорость звука, коэффициенты теплопроводности и вязкости) в диапазоне температуры от тройной точки до 700 К при давлениях до 100 МПа | **ССД СНГ**  **334–2020**  **ГСССД**  **334–2018** |
| **Tables of Standard Reference Data** |  |
| n-Dodecane. Thermophysical properties (density, heat capacity, enthalpy, entropy, sound velocity, thermal conductivity and viscosity coefficients) for the temperature range from the triple point to 700К at pressures up to 100 MPa | **SSD SNG**  **334–2020**  **GSSSD**  **334–2018** |

СОДЕРЖАНИЕ

[1 Основная часть 5](#_Toc25233089)

[1.1 Термодинамические свойства 5](#_Toc25233090)

1.2 [Коэффициент переноса 5](#_Toc25233091)

Приложение А Методика разработки уравнения состояния 16

Приложение Б Результаты сравнения разнородных экспериментальных

данных о термодинамических свойствах н-Додекана 24

Таблица Б.1 Результаты сравнения данных о термодинамических

свойствах н-Додекана со значениями, рассчитанными

по ФУС (1) – (3) 28

Таблица Б.2 Результаты сравнения экспериментальных данных

о вязкости н-Додекана с рассчитанными по уравнению (13)

значениями 31

Таблица Б.3 Результаты сравнения экспериментальных данных о теплопроводности н-Додекана с рассчитанными

по уравнению (21) значениями 34

Таблица Б.4 Теплофизические свойства н-Додекана

в однофазной области 37

Таблица Б.5 Теплофизические свойства н-Додекана на линии

насыщения 54

Приложение В Поля неопределенности расчета теплофизических свойств 58

2 Список литературы 62

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

# 1.1 ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

# Таблицы стандартных справочных данных о термодинамических свойствах н-Додекана рассчитаны по фундаментальному уравнению состояния (ФУС), описывающему свободную энергию Гельмгольца *a*(*ρ*,*T*) в зависимости от температуры *Т* и плотности *ρ*. Безразмерная свободная энергия Гельмгольца *α*(δ,*τ*) представлена в виде суммы идеально-газовой части *α*о(*δ*,*τ*) и избыточной части *α*r(*δ*,*τ*) уравнением (1).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

В свою очередь избыточная часть свободной энергии Гельмгольца представлена в виде разложения в ряд по степеням приведенной температуры *τ* и приведенной плотности *δ* с полиномиальными экспоненциальными членами. При этом использовалась оптимизированная форма ФУС, предложенная Соном и Эли [1], с дополнительно оптимизированными значениями показателей степени при приведенной температуре:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (2) |

где: δ = *ρ*/*ρс*; *τ* = *Тс*/*Т*;

ρ*с*, *Тс* – параметры приведения, в качестве которых приняты критические значения.

В частности, для н-Додекана: *ρс*= 1,330 кмоль/м3, *Тс* = 658,1 К.

Определение коэффициентов ФУС производилось по алгоритму, реализующему метод случайного поиска с возвратом при неудачном шаге [2].

Минимизируемый функционал содержал как слагаемые, ответственные за точность аппроксимации результатов измерений разнородных данных о термодинамических свойствах, так и различные ограничения, накладываемые в виде неравенств на термодинамическую поверхность. Основными видами ограничений являлись: критические условия, правило Максвелла, контроль кривизны идеальных кривых, положительность теплоемкости, правило прямолинейного диаметра, контролирование знаков производных различных термодинамических величин и т.д. Эти ограничения обеспечивают «физическую» форму поверхности состояния и улучшают экстраполяционные возможности уравнения.

Безразмерная идеально-газовая часть свободной энергии Гельмгольца определяется по соотношению:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где: *δ*0 = *ρ*0/*ρс*;

= *Т*с/*Т*0; *Т*0, *р*0 – вспомогательная опорная точка (*Т*0 = 298,15 К; *р*0 = 101325 Па);

*ρ*0 – плотность идеального газа при температуре *Т*0 и давлении *р*0;

, – соответственно энтальпия и энтропия в идеально-газовом состоянии при температуре *Т*0.

Для расчета функции необходимы данные об изобарной теплоемкости в состоянии идеального газа . Были приняты значения, полученные в Термодинамическом исследовательском Центре [3] и аппроксимированы уравнением:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4) |

где: *R* = 8,314472 Дж/ (моль ∙ К) – универсальная газовая постоянная.

Значения коэффициентов уравнения (4) представлены в таблице 1.

Термодинамическое соотношение (3) совместно с эмпирической зависимостью (4) приводят к следующей формуле для расчета :

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Значения коэффициентов уравнения (5) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов уравнений (4) и (5) для идеально-газовых функций

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *с*0 | 23,085 | *u*0 | - |
| *v*1 | 37,776 | *u*1 | 1280,0 |
| *v*2 | 29,369 | *u*2 | 2399,0 |
| *v*3 | 12,461 | *u*3 | 5700,0 |
| *v*4 | 7,7733 | *u*4 | 13869,0 |
| *a*1 | -64,259 | *a*2 | 16,301 |

Коэффициенты и показатели степени при температуре и плотности оптимизированного уравнения (2) представлены в таблице 2. Более подробно процедура построения ФУС описана в Приложении А.

Таблица 2 – Коэффициенты и показатели степени ФУС (2) н-Додекана

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* | *ni* | *ti* | *di* | *pi* |
| 1 | 0,1419536763467∙101 | 1,452 | 1 | 0 |
| 2 | 0,1323624200750∙101 | 0,242 | 1 | 0 |
| 3 | -0,3664826126170∙101 | 1,263 | 1 | 0 |
| 4 | 0,1228060912342 | 0,313 | 3 | 0 |
| 5 | 0,2301987794866∙10-3 | 0,899 | 7 | 0 |
| 6 | -0,2547256591650 | 1,412 | 2 | 0 |
| 7 | -0,1486683396743∙10-2 | 1,126 | 1 | 1 |
| 8 | -0,1704663249737 | 3,699 | 1 | 1 |
| 9 | 0,6551576581624 | 2,576 | 2 | 1 |
| 10 | -0,8705178764663∙10-2 | 1,081 | 5 | 1 |
| 11 | -0,3990399926576 | 2,765 | 1 | 2 |

*Окончание таблицы 2*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* | *ni* | *ti* | *di* | *pi* |
| 12 | -0,9179734992259∙10-1 | 7,831 | 1 | 2 |
| 13 | -0,1335376978930 | 4,707 | 4 | 2 |
| 14 | -0,5335408788784∙10-2 | 14,962 | 2 | 3 |

Термодинамические свойства рассчитаны по соотношениям:

плотность

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

энтальпия

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

энтропия

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

изохорная теплоемкость

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |

изобарная теплоемкость

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

скорость звука

|  |  |
| --- | --- |
| , | (11) |

где нижний индекс при *α* показывает частную производную по соответствующей переменной.

За термодинамическое начало отсчета при составлении таблиц термодинамических свойств н-Додекана принято состояние равновесного молекулярного кристалла при температуре 0 К. Значения энтальпии *h*0 и энтропии *s*0 во вспомогательной точке отсчета на линии насыщения в жидкой фазе при температуре *Т*0 = 298,15 К определены по данным [4] (*h*0 =532,69 кДж∙кг-1, *s*0 = 2,8814 кДж∙кг-1∙К-1).

Таблицы термодинамических свойств н-Додекана рассчитаны по ФУС (1) – (3) в диапазоне температуры от тройной точки (*Tt* = 263,6 K) до 700 К при давлениях до 100 МПа. Свойства в однофазной области представлены в таблице Б.4, свойства на линии насыщения – в таблице Б.5. Линия плавления описана эмпирическим уравнением Симона – Глатцеля

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

где: *р*\*= 636,45 МПа;

*с* = 2,109.

Значения коэффициентов уравнения (12) определены по экспериментальным данным [4-6].

Величина неопределенности расчетных значений термодинамических свойств оценена в результате сравнения с наиболее надежными экспериментальными данными. Представленные в таблице 3 оценки даны для жидкой фазы: *Т*<Tc, *ρ>* 1,3*ρc*, для газовой фазы: *T*<Tc, ρ <0,7*ρc*, для сверхкритического флюида: *T> Tc*, исключая критическую область: *Ts*≤*T*≤ 1,05*Tc*, 0,7*ρc*≤ρ≤ 1,3*ρ*c, которая для н-Додекана не исследована, а уравнение в форме (2) не обеспечивает высокую точность расчета термодинамических свойств в критической области.

Более подробные сведения о результатах сравнения расчетных данных со всеми имеющимися экспериментальными данными и полями неопределенностей представлены в Приложении В.

Таблица 3 – Оценки неопределенности расчетных значений термодинамических свойств н-Додекана

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Свойство | Неопределенность, %, в области | | |
|  | Жидкость | Газ | Сверхкритический флюид |
| *pv* |  | 0,15 – 1,5 |  |
| *ρl* | 0,1 – 0,35 |  |  |
| *ρv* |  | 0,5 – 3,0 |  |
| *p,ρ,T* | 0,1 – 0,3 | 0,5 – 2,0 | 0,5 – 1,5 |
| *Cp* | 0,5 – 1,5 | 1,0 – 2,5 | 1,0 – 2,5 |
| *Cv* | 1,0 – 2,0 | 1,5 – 3,0 | 1,5 – 3,0 |
| *W* | 0,5 – 1,5 | 1,0-2,0 | 1,0-2,0 |

**1.2 КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕНОСА**

Табличные значения коэффициентов переноса рассчитаны по эмпирическим уравнениям, разработанным на основе наиболее надежных экспериментальных данных.

Для описания коэффициента динамической вязкости использовалась новая корреляция, которая базируется на теоретически обоснованном уравнении [7]. В этой корреляции коэффициент динамической вязкости *η* чистого вещества представлен в виде суммы вязкости разреженного газа и остаточной вязкости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

где: *ηo*(*T*) – вязкость разреженного газа при нулевой плотности;

*Bη*(*T*) – второй вязкостный вириальный коэффициент;

Δ*η*(ρ,*T*) – остаточная вязкость плотного флюида.

Вязкость газа при нулевой плотности *η*o(*T*) определяется по уравнениям:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (14) |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (15) |

где: вязкость *ηo*, мкПа∙с;

*М* – масса киломоля, кг/кмоль (для н-Додекана *М*=170,335 кг/кмоль);

*Т* – температура, *К*;

σ – линейный масштабный параметр потенциала Леннарда – Джонса, нм;

ε/*k*B – энергетический масштабный параметр, *К*; *S*\**;*

*η*– приведенный эффективный интеграл столкновений, аппроксимированный уравнением (15);

*T*\* – приведенная температура *T*\* = *k*B*Т*/ε.

Масштабные параметры потенциала взаимодействия определялись по методу Чанга с соавторами [8]:

|  |  |
| --- | --- |
| и | (16) |

Коэффициенты уравнения (15) определены по экспериментальным данным [7] и представлены в таблице 4.

Таблица 4. Параметры уравнений (15) и (16) для расчета вязкости разреженного газа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *a*0 | *a*1 | *a*2 | σ (нм) | ε/*k*B(K) |
| 0,406202 | -0,6509832 | 0,09946468 | 0,735639 | 522,592 |

При низкой плотности наблюдается линейная зависимость вязкости от плотности. Температурная зависимость учитывается вторым вязкостным вириальным коэффициентом *Bη*(*T*), для которого используется теоретически обоснованная корреляция, полученная для Леннард – Джонсовского флюида.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (17) |

где *Bη*(*T*), л∙моль-1; σ, нм; *N*A= 6,0221415∙1023 моль-1 – число Авогадро.

Для расчета температурной зависимости *B\*η*(*T\**) в диапазоне приведенной температуры 0,5 ≤ *T\** ≤ 100 предлагается следующая корреляция:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (18) |

где коэффициенты *bj* и показатели степени *tj*представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения коэффициентов уравнения (18)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***j*** | ***bj*** | ***tj*** |
| 0 | -19,572881 | 0,00 |
| 1 | 219,73999 | -0,25 |
| 2 | -1015,3226 | -0,50 |
| 3 | 2471,0125 | -0,75 |
| 4 | -3375,1717 | -1,00 |
| 5 | 2491,6597 | -1,25 |
| 6 | -787,26086 | -1,50 |
| 7 | 14,085455 | -2,50 |
| 8 | -0,34664158 | -5,50 |

При повышенной плотности остаточная вязкость описывается слагаемым Δ*η* (*ρ*,*T*), которое представляет собой полином от двух переменных – приведенной плотности *δ* = *ρ*/*ρс* и приведенной температуры τ = *Т*/*Т*с, а также слагаемое, учитывающее функцию свободного объема. Методом пошагового регрессионного анализа получена оптимальная форма уравнения для остаточной вязкости.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (19) |

Функция δ0 описывается уравнением

|  |  |
| --- | --- |
|  | (20) |

Значения коэффициентов уравнений (19) и (20) представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Значения коэффициентов уравнений (19) и (20)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *j* | *k* | α*jk* |
| 2 | 1 | -0,35800870∙10-1 |
| 3 | 1 | -0,96201390∙10-3 |
| 2 | 2 | 0,33029633∙10-1 |
| 3 | 2 | -0,12929128∙10-1 |
| *i* | | *сi* |
| 1 | | 0,58010362 |
| 2 | | 0,230729∙101 |
| 3 | | 0,244891∙101 |
| 4 | | -0,206000 |

Средняя вероятная ошибка определения коэффициента динамической вязкости по уравнению (13) составляет 2,0 %. Уравнение (13) не учитывает критическую аномалию вязкости, которая не исследована для н-Додекана. Результаты сравнения с имеющимися экспериментальными данными представлены в Приложении Б.

Для описания теплопроводности использовалась форма уравнения, предложенная Леммоном и Якобсеном [9], которая имеет вид

|  |  |
| --- | --- |
|  | (21) |

где *λ*o(*T*) – теплопроводность разреженного газа при нулевой плотности*;*

*λ*r(*δ*,*τ*) – избыточная теплопроводность; *δ* = *ρ*/*ρr*;*τ* = *Tr*/*T*;

*ρr*, *Tr*– опорные значения плотности и температуры (принимают критические значения: *Тс* = 658,1 К; *ρс* = 1,330 кмоль/м3).

Теплопроводность разреженного газа, в свою очередь, определяется как

|  |  |
| --- | --- |
|  | (22) |

где *η*o(*T*) – вязкость разреженного газа при нулевой плотности, мкПа∙с.

Избыточная теплопроводность аппроксимирована уравнением

|  |  |
| --- | --- |
|  | (23) |

Вязкость разреженного газа *η*o(*T*) определяется по уравнениям (14) и (15).

Поиск коэффициентов и показателей степени при температуре и плотности уравнений (22) и (23) осуществлялся методом случайного поиска с возвратом при неудачном шаге [2]. Также вводились ограничения, обеспечивающие «правильный» знак производных. Коэффициенты и показатели степени уравнений (22) и (23) представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Коэффициенты и показатели степени уравнений (22) и (23)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***i*** | ***Ni*** | ***ti*** | ***di*** | ***li*** |
| 1 | 0,3678932014∙102 | - | - | - |
| 2 | -0,557826041∙101 | -2,25536 | - | - |
| 3 | 0,1086002763∙102 | -1,91645 | - | - |
| 4 | 0,629616577452∙101 | 0,61733 | 1 | 0 |
| 5 | 0,223554748484∙102 | 0,23821 | 2 | 0 |
| 6 | -0,277398244255∙102 | 0,72784 | 4 | 1 |
| 7 | 0,223656289078∙102 | 7,10195 | 3 | 2 |
| 8 | 0,261407278182∙101 | 0,56715 | 4 | 2 |

Средняя вероятная ошибка определения коэффициента теплопроводности н-Додекана по уравнению (21) составляет 2,0 %. Уравнение (21) не учитывает критическую аномалию теплопроводности, которая экспериментально не исследована для н-Додекана. Рассчитанные значения коэффициентов динамической вязкости и теплопроводности в однофазной области представлены в таблице Б.4 и на линии насыщения в таблице Б.5.

Более подробные сведения о результатах сравнения расчетных данных со всеми имеющимися экспериментальными данными о теплопроводности и вязкости н-Додекана, а также поля неопределенностей представлены в Приложении Б.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ**

При разработке ФУС (2) использовались разнородные экспериментальные данные о термодинамических свойствах н-Додекана – *p*,*v*,*Т*-данные, данные о втором *В* вириальном коэффициенте, упругость насыщенных паров *pv*, плотность насыщенной жидкой *ρl* и газовой фазы *ρv*, теплоемкость насыщенной конденсированной фазы *cs*, изохорная *cv* и изобарная *cp* теплоемкости, энтальпия *h*, скорость распространения звука *w*.

В минимизируемый функционал включалось несколько слагаемых, каждое из которых ответственно за определенную категорию обрабатываемых термодинамических величин:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А1) |

где *ni* – коэффициенты ФУС, *ap,i*- слагаемые ФУС, определяемые по (14), - вес опытной точки, *a0* – экспериментальное значение термодинамического свойства.

В данном случае функциональная связь задавалась уравнением

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А2) |

а коэффициенты *n* определялись посредством оптимизационного алгоритма, описанного ниже. Для расшифровки правой части формулы (А1) использовались известные дифференциальные соотношения термодинамики (6) – (11). Кроме включения в обработку экспериментальных данных о различных термодинамических свойствах н-Додекана, также применялась система ограничений, накладываемых в виде неравенств на термодинамическую поверхность. Основными видами ограничений являлись: критические условия, правило Максвелла, контроль кривизны идеальных кривых, положительность теплоемкостей, правило прямолинейного диаметра, контролирование знаков производных различных термодинамических величин и т.д. Эти ограничения обеспечивают «физическую» форму поверхности состояния и улучшают экстраполяционные возможности уравнения.

При разработке ФУС (2) для н-Додекана была применена модификация метода случайного поиска с возвратом при неудачном шаге. Алгоритм модифицирован введением элементов детерминированного поиска на шаге корректировки величины шага поиска и выбора направления.

В используемом алгоритме используется аддитивный критерий оптимальности – минимизируемый функционал (А1), который образуется путем сложения выходных параметров, преобразованных к безразмерным слагаемым. Это осуществляется с помощью введения нормирующих множителей - весовых коэффициентов. Нормирование необходимо для объединения нескольких выходных параметров – термодинамических свойств, имеющих в общем случае различную физическую размерность. Минимизируемый функционал содержит слагаемые, ответственные за точность аппроксимации результатов измерений разнородных данных о термодинамических свойствах, а также различные ограничения, накладываемые в виде неравенств на термодинамическую поверхность. Минимизируемый функционал представлен следующей зависимостью:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А3) |

где: *W* - весовой коэффициент для каждой опытной точки, F- функция, используемая для минимизации отклонений. Например, для изохорной теплоемкости данных функция определяется как:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А4) |

Квадратичные функции для других термодинамических свойств имеют аналогичный вид. *Fо –* функция, учитывающая различные ограничения на область изменения переменных.

Весовой коэффициент *W* для каждой выбранной опытной точки назначался индивидуально с учетом типа данных, области состояний и требуемой точности. Типичное значение *W* для *p,ρ,T*- данных и давления насыщенных паров составляет 1, для теплоемкости – 0,5, для скорости звука - 1.

Как видно из соотношения (А3) ограничения входят в виде дополнительных слагаемых в минимизируемый функционал. Например, для контроля знака производной какой-либо термодинамической величины численно вычисляется производная на основе расчетных значений по уравнению состояния, сохраненных на последних итерациях. После этого вычисленное значение производной по соответствующему свойству в безразмерном виде с соответствующим весовым коэффициентом включается в квадратичный функционал со знаком противоположным заданному. Замена знака на противоположный знак осуществляется для того, чтобы при правильном знаке производной, это ограничение не влияло на функционал (А3).

Ограничения не влияют на критерий оптимальности до тех пор, пока параметры находятся в области допустимых значений. Стоит изменить параметр таким образом, что он пересечет границу, движение по траектории минимизации немедленно прекращается. Эта процедура продолжается вплоть до возвращения параметров в область допустимых значений. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке А1.

На шаге 1 задается количество итераций, задается точность, с которой ищется минимум и начальное приближение.

На шаге 2 осуществляется вычисление функционала в новой точке пространства поиска и добавление ограничений (шаг 2А). Это осуществляется изменением начальных значений переменных в соответствии с заданным шагом поиска по следующей итерационной формуле

|  |  |
| --- | --- |
| , | (А5) |

где [x*k*] – массив начальных значений переменных, [x*k*+1] – массив значений переменных на новой итерации, λ*к* - шаг поиска на *k*-ой итерации.

После этого вычисляется значение функционала (А3) в новой точке пространства поиска S(x*k*+1). В качестве начальных значений переменных могут выступать коэффициенты уравнения состояния, либо коэффициенты и показатели степени при температуре и плотности одновременно. Величина шага поиска возвращается генератором случайных чисел и может варьироваться в диапазоне 10-1<λ <10-7.

На шаге 3 производится сравнение значений минимизируемого функционала на текущей и предыдущей итерациях. Если S(x*k*+1)< S(x*k*), то осуществляется переход к шагу 4. В противном случае на шаге 3А запускается счетчик неудачных попыток и так же осуществляется переход к шагу 4. Если предельное количество неудачных попыток достигло максимума, то осуществляется выход из программы. Негативные шаги необходимы для того, чтобы избежать ловушки локального оптимума.

На шаге 4 информация о поведении минимизируемого функционала, накопленная в процессе поиска, используется для дробления шага поиска

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А6) |

где α находится в диапазоне (-1, 1) – коэффициент уменьшения шага (свободный параметр метода).

Параметр *α* в процессе дробления шага поиска изменяется следующим образом. При сравнении предыдущего и текущего значений функционала, алгоритм выбирает направление поиска и в соответствии с этим направлением определяет первоначальное значение коэффициента *α*

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А7) |

то есть принимается решение об увеличении, либо об уменьшении шага поиска. После присваивания коэффициенту *α* соответствующих значений по условию (А7) вычисляется новое значение функционала *Sk+1*. Далее осуществляется дробление шага поиска изменением коэффициента *α* исходя из следующих условий

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А8) |

Если ни одно из группы условий (А8) не выполняется, то для определения нового значения *α* строится интерполяционная парабола на основе значений минимизируемого функционала *S* и коэффициента *α* на последних трех итерациях. Для этого используются следующие соотношения

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А9) |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А10) |

где *a* и *b* - коэффициенты параболического уравнения. Тогда новое значение коэффициента *α* определяется как

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А11) |

Далее после вычисления нового значения функционала в соответствии с новым значением коэффициента уменьшения шага, сохраняются три наилучших значения функционала *S* и коэффициента, *α* и алгоритм переходит к шагу 5.

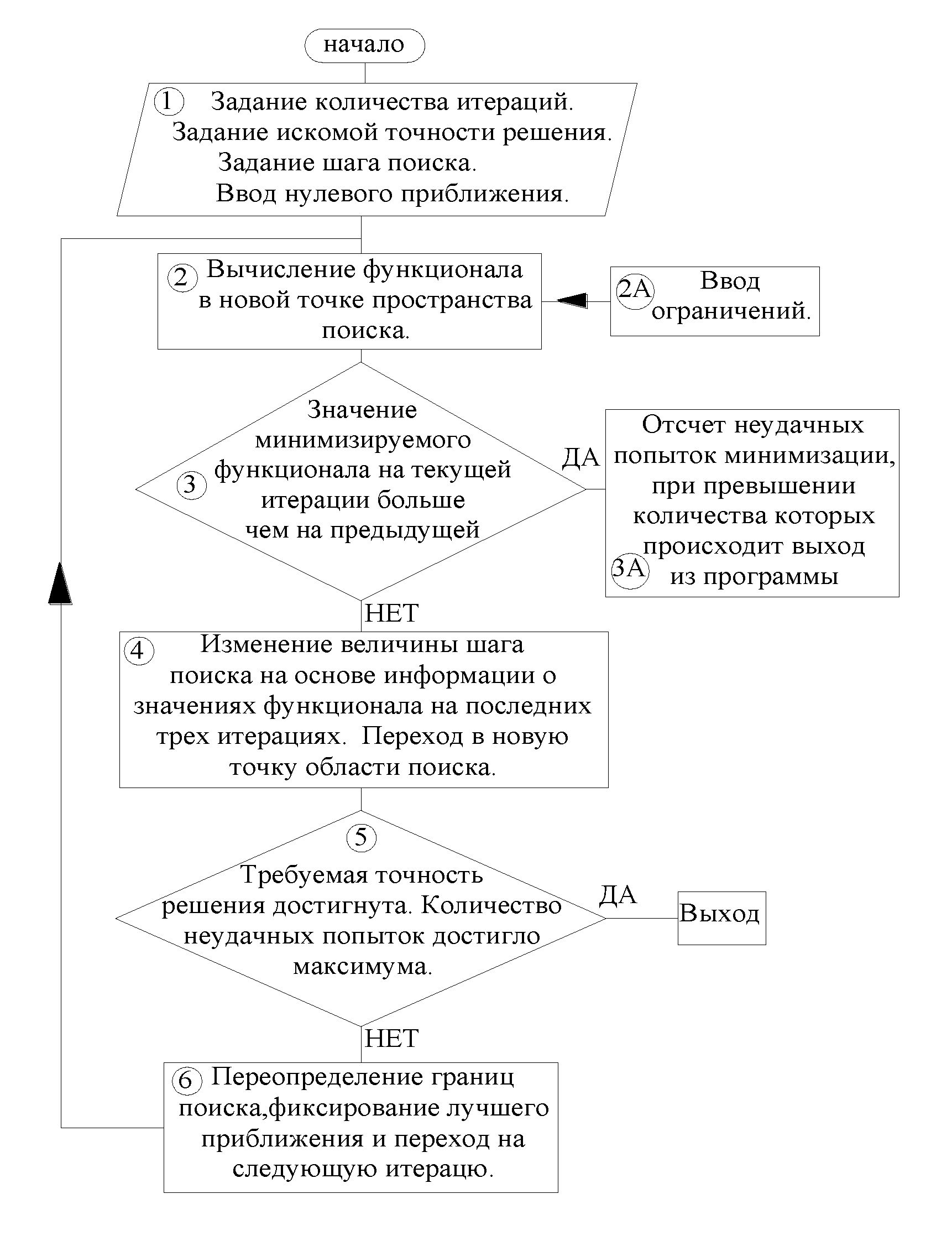
На шаге 5 проверяются условия останова. Программа завершает свою работу, если достигнуто максимальное значение неудачных попыток минимизировать функцию или достигнута требуемая точность решения

|  |  |
| --- | --- |
|  | (А12) |

где *εS*– константа, определяющая требуемую точность решения по S.

Если ни одно из условий останова не выполнено, то осуществляется переход к шагу 6, на котором переопределяются границы поиска в соответствии с новыми значениями переменных, предыдущему значению функционала присваивается текущее значение, и алгоритм переходит к следующей итерации.

Таким образом, осуществляется цикл поиска глобального оптимума для разрабатываемого уравнения с учетом заданного количества итераций.

Рисунок А1 – Блок-схема алгоритма определения коэффициентов и степеней уравнения состояния методом случайного поиска с возвратом при неудачном шаге.

Кроме определения коэффициентов и степеней уравнений состояния, посредством вышеописанного алгоритма определено оптимальное количество слагаемых уравнения, удалением тех из них, которые вносят минимальный вклад. Это осуществляется поочередным приравниванием каждого слагаемого уравнения нулю и вычислением функционала. Эта циклическая процедура повторяется на каждой итерации. После анализа вкладов каждого из слагаемых в уравнение осуществляется удаление слагаемого, которому соответствует минимальное значение минимизируемого функционала. После чего повторяется процедура оптимизации, описанная выше. Удаление малозначимых и коррелирующих между собой слагаемых уравнения состояния не сказывается на точности уравнения и существенно улучшает его.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ РАЗНОРОДНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ Н-ДОДЕКАНА**

**Б.1 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ТАБЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТДС**

В таблице Б.1 представлены результаты сравнения разнородных экспериментальных данных о термодинамических свойствах н-Додекана с расчетами по фундаментальным уравнениям состояния, а на рисунке Б.1 – Б.4 показан характер отклонений. Значения температуры, измеренные по разным температурным шкалам, пересчитаны на Международную температурную шкалу 1990 г. (МТШ-90).

Широкодиапазонные измерения давления насыщенных паров при температурах, превышающих нормальную точку кипения, выполнены только в работах Виллингхема с соавторами [10], Моргана и Кобаяши [15], Диоза с соавторами [16] и Курумова [17] (см. таблицу Б.1). При температурах, выше 590 К имеются только данные в работе [17]. Наиболее исследован диапазон температур от 350 К до  489 К, однако данные плохо согласуются между собой. Наилучшее согласование наблюдается между данными [10, 15, 16] – отклонения находятся в диапазоне 0,05 – 0,30 %. В низкотемпературной области наилучшее согласование наблюдается с расчетными данными автора [20] и данными Зазы с соавторами [14]. Среднее отклонение данных Витона с соавторами [18] составляет 0,52 % в диапазоне температуры 330 – 490 К, но возрастает до 4,5% при низких температурах.



Рисунок Б.1 – Отклонения экспериментальных данных о давлении насыщенных паров н-Додекана от рассчитанных по фундаментальному

уравнению состояния (1) – (3).

Плотность насыщенной жидкой фазы подробно исследована в работах Френсиса [24] и Курумова [17]. Экспериментальные данные отклоняются от расчетных не более чем на 0,05 – 0,10%, и только при температурах, превышающих 598 К у Курумова [17] и 623 К у Френсиса [24], отклонения начинают резко возрастать, что приводит к завышенной средней погрешности по сравнению с другими авторами. Плотность насыщенной газовой фазы экспериментально не исследована.

Широкодиапазонные *p*,*v*,*T*-измерения, включая несколько точек в газовой фазе, выполнены Курумовым [17]. Плотность жидкой фазы в диапазоне температуры 298 – 400 К исследована многими авторами [36, 27, 35, 39, 42, 37, 38, 40, 41]. Диапазон по давлению изменяется весьма существенно – от 30 [40] до 690 МПа [35]. Анализ отклонений, представленных на рисунке Б.2, показывает, что экспериментальные данные почти всех авторов в диапазоне давлений до 100 МПа передаются со средней погрешностью 0,05 – 0,10 %, соответствующей погрешности определения плотности в эксперименте. Отклонения возрастают при увеличении давления, особенно это характерно для данных Катлера с соавторами [35]. В результате средние для всего массива оценки, представленные в таблице Б.1, несколько превышают указанные выше. В газовой фазе получено всего три экспериментальные точки в работе Курумова [17], которые описываются весьма удовлетворительно.



Рисунок Б.2 – Отклонения экспериментальных данных значений плотности н‑Додекана от рассчитанных по фундаментальному уравнению состояния (1) ‑ (3)

Наиболее надежные данные о теплоемкости насыщенной конденсированной фазы получены в работе Финка с соавторами [48]. Среднее отклонение в диапазоне температуры от тройной точки до 320 К составляет 0,52 %, и оно было бы существенно меньше – ~0,3%, если бы не учитывались три экспериментальные точки, наиболее близкие к температуре затвердевания. Изобарная теплоемкость исследована только в жидкой фазе в работах Герасимова [45] и Бессерса с соавторами [46]. Как видно из табл. Б.1 и рисунке Б.3, отклонения не превышают 1,0 %. Единственные данные Полихрониди с соавторами [49] об изохорной теплоемкости, полученные в узком диапазоне температуры 324 – 377 К на двух изохорах в жидкой фазе, систематически отклоняются на ~ 4,0 %.



Рисунок Б.3 – Отклонения экспериментальных данных об изобарной теплоемкости н-Додекана от рассчитанных по фундаментальному

уравнению состояния (1) – (3).

Скорость звука исследована в жидкой фазе [50, 52, 53] и на линии насыщения жидкой фазы [51]. Отклонения находятся в пределах 1 %. Несколько большая величина для данных Неручева с соавторами [51] связана с отклонениями трех экспериментальных точек при самых высоких температурах.



Рисунок Б.4 – Отклонения экспериментальных данных о скорости звука н‑Додекана от рассчитанных по фундаментальному

уравнению состояния (1) – (3).

Таблица Б.1 – Результаты сравнения данных о термодинамических свойствах н‑Додекана со значениями, рассчитанными по ФУС (1) – (3)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Первый автор, | Число | Диапазон | | Отклонения, % | |
|  | источник | точек | *Т*, К | *р*, МПа | Жидкость | Газ |
| ***p,ρ,T*–данные** | | | | | | |
| 1958 | Катлер[35] | 78 | 311-408 | 0,1-689 | 1,196 |  |
| 1960 | Боелхауэр[36] | 28 | 303-393 | 0-118 | 0,167 |  |
| 1970 | Шнайдер [37] | 96 | 298-358 | 0,101-417 | 0,298 |  |
| 1980 | Ландау [27] | 88 | 268-313 | 10-250 | 0,124 |  |
| 1981 | Даймонд[38] | 32 | 298-373 | 0,1-502 | 0,214 |  |
| 1982 | Даймонд [39] | 35 | 298-373 | 0,1-442 | 0,208 |  |
| 1983 | Роусекс[40] | 18 | 323-423 | 0-30,6 | 0,076 |  |
| 1991 | Курумов [17] | 156 | 273-623 | 0,093-124 | 0,108 | 0,348 |
| 1991 | Танака[41] | 21 | 298-348 | 0,1-151 | 0,124 |  |
| 2004 | Кадвел[42] | 64 | 298-473 | 0,1-192 | 0,076 |  |
| ***Давление насыщенных паров*** | | | | | | |
| 1945 | Виллингхэм [10] | 20 | 400-491 | 0,006-0,104 |  | 0,035 |
| 1957 | Хаусер[11] | 5 | 401-441 | 0,007-0,027 |  | 0,744 |
| 1985 | Гирич[12] | 13 | 378-418 | 0,003-0,013 |  | 1,080 |
| 1986 | Аллеманд[13] | 19 | 298-390 | 0-0,004 |  | 1,029 |
| 1988 | Заза[14] | 37 | 264-371 | 0-0,004 |  | 1,112 |
| 1994 | Морган [15] | 13 | 353-588 | 0,001-0,671 |  | 0,118 |
| 1996 | Дейоз[16] | 38 | 344-502 | 0-0,134 |  | 0,209 |
| 1991 | Курумов [17] | 7 | 523-632 | 0,213-1,33 |  | 1,376 |
| 1996 | Витон [18] | 35 | 264-468 | 0-0,058 |  | 0,752 |
| 2002 | Майа [19] | 10 | 432-489 | 0,02-0,102 |  | 1,667 |
| 2010 | Расчет по *Сs*[20] | 8 | 263-340 | 0-0,003 |  | 0,557 |
| ***Плотность насыщенной жидкой фазы*** | | | | | | |
| 1930 | Дорнте [21] | 12 | 263-483 |  | 0,063 |  |
| 1930 | Бингхем [22] | 8 | 273-373 |  | 0,183 |  |
| 1946 | Шислер[23] | 5 | 273-372 |  | 0,076 |  |
| 1957 | Френсис [24] | 28 | 373-643 |  | 0,377 |  |
| 1978 | Диаз [25] | 4 | 298-333 |  | 0,046 |  |
| 1980 | Даймонд [26] | 9 | 283-393 |  | 0,092 |  |
| 1980 | Ландау [27] | 7 | 268-313 |  | 0,209 |  |
| 1982 | Айкарт[28] | 4 | 298-333 |  | 0,044 |  |
| 1988 | Ортега[29] | 4 | 288-318 |  | 0,053 |  |
| 1994-2001 | Аминабхави[30-32] | 13 | 298-318 |  | 0,071 |  |
| 1991 | Курумов [17] | 22 | 289-623 |  | 0,308 |  |
| 2001 | Трензадо[33] | 5 | 283-313 |  | 0,015 |  |
| 2002 | Гарсия [34] | 5 | 278-318 |  | 0,08 |  |
| ***Плотность насыщенной газовой фазы*** | | | | | | |
| 2011 | Герасимов [43] | 38 | 264-650 |  |  | 1,415 |
| ***Теплоемкость насыщенной жидкой фазы Cs*** | | | | | | |
| 1931 | Хуффман [47] | 4 | 275-298 |  | 0,559 |  |
| 1954 | Финке [48] | 11 | 267-317 |  | 0,323 |  |

*Окончание таблицы Б.1*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Первый автор, | Число | Диапазон | | Отклонения, % | |
|  | источник | точек | *Т*, К | *р*, МПа | Жидкость | Газ |
| ***Изобарная теплоемкостьCp*** | | | | | | |
| 2000 | Герасимов [45] | 35 | 334-597 | 1-60 | 0,637 |  |
| 2000 | Бессьерес [46] | 77 | 313-373 | 0,1-100 | 0,236 |  |
| ***Изохорная теплоемкость Cv*** | | | | | | |
| 2002 | Полихрониди [49] | 55 | 324-377 |  | 4,800 |  |
| ***Скорость звука*** | | | | | | |
| 1967 | Боелхауэр [50] | 85 | 273-473 | 10-140 | 0,898 |  |
| 1969 | Неручев [51] | 19 | 293-653 | Насыщ. | 0,914 |  |
| 1985 | Мелихов [52] | 191 | 303-433 | 0.1-589 | 0,676 |  |
| 2001 | Хасаншин[53] | 30 | 303-433 | 0.1-49.1 | 0,576 |  |

На рисунке Б.5 показан ход идеальных кривых н-Додекана, а на рисунке Б.6 – Б.8 показаны поверхности состояния основных термодинамических свойств, построенные по ФУС. Вид поверхностей свидетельствует о хороших интерполяционных и экстраполяционных свойствах разработанного ФУС.



Рисунок Б.5 – Идеальные кривые н-Додекана

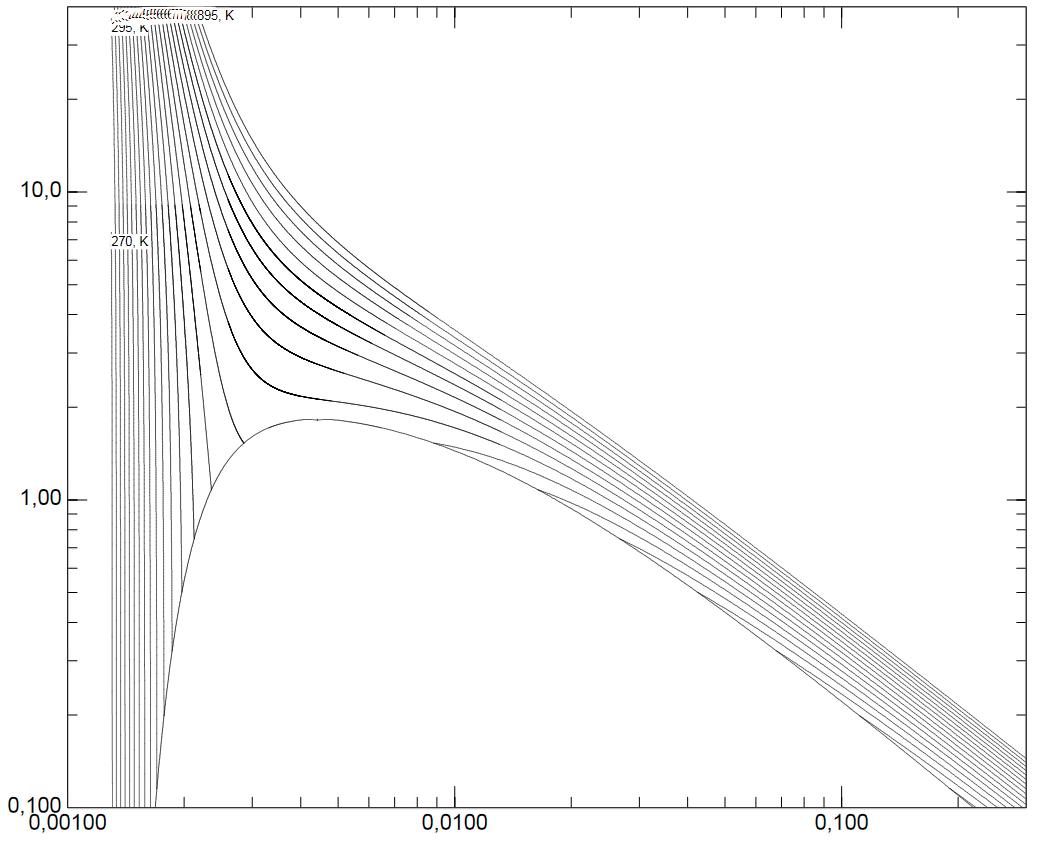


Рисунок Б.6 – *p* – *V* – диаграмма н-Додекана

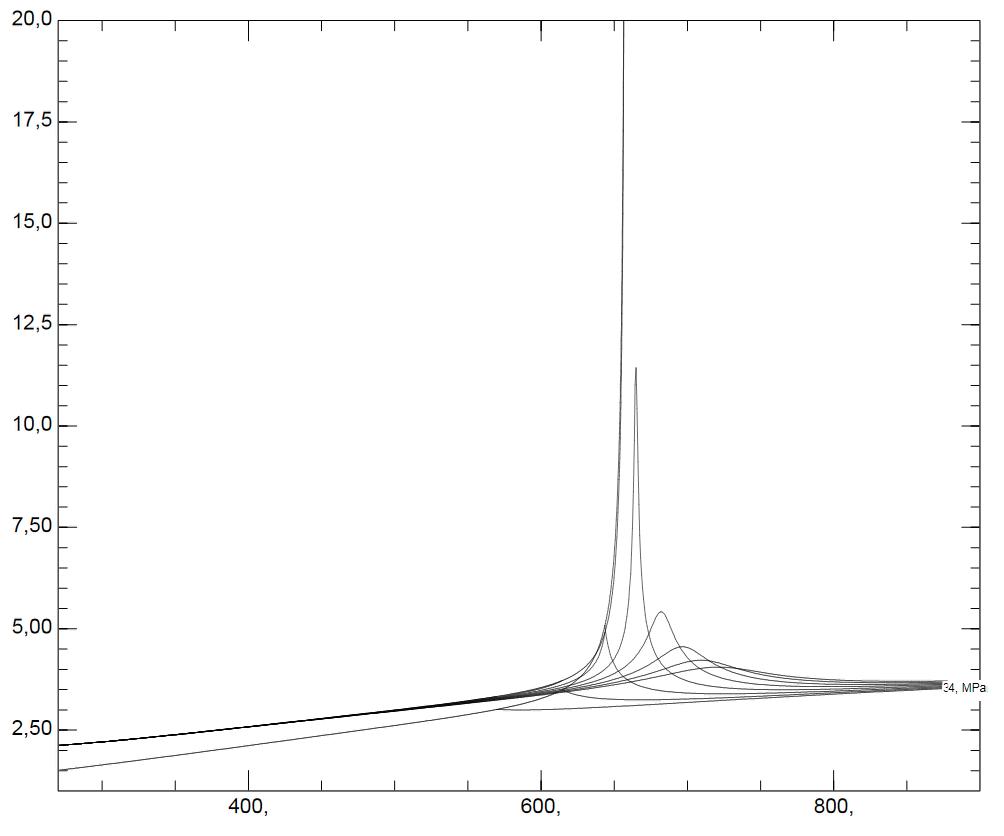


Рисунок Б.7 – Диаграмма изобарная теплоемкость – температура н-Додекана

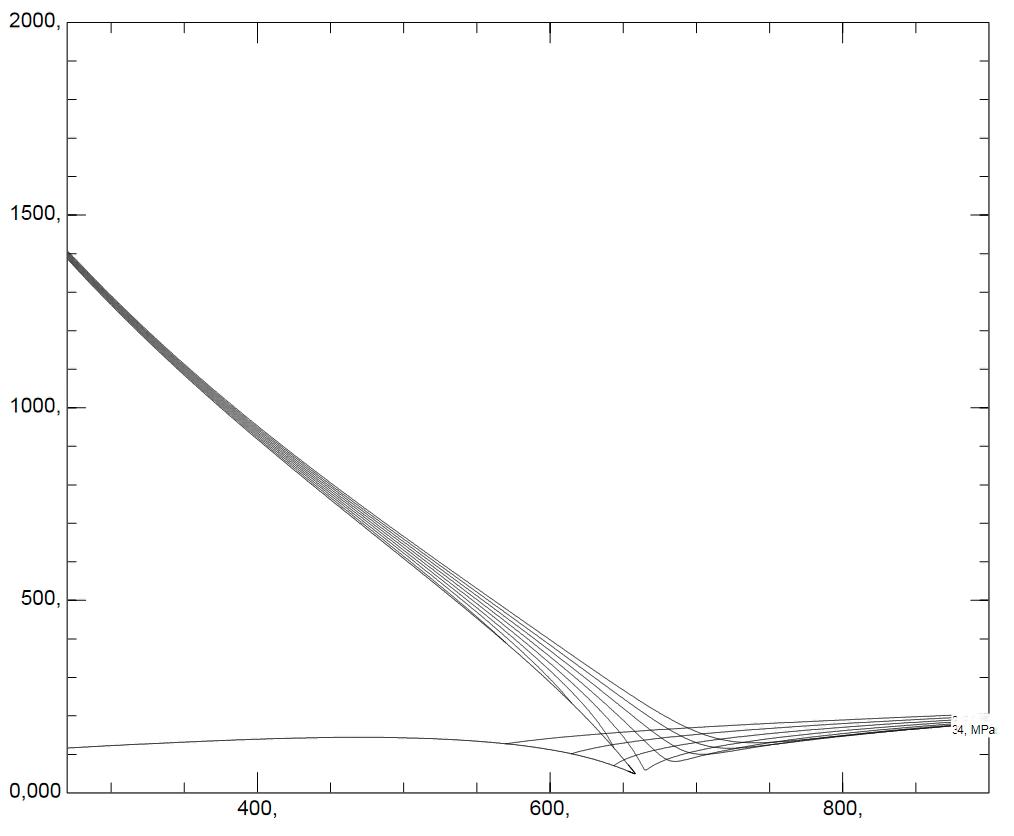


Рисунок Б.8 – Диаграмма скорость звука – температура н-Додекана

**Б.2 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ТАБЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СВОЙСТВ ПЕРЕНОСА**

**Б.2.1 ВЯЗКОСТЬ**

В таблице Б.2 представлены результаты сравнения экспериментальных данных о вязкости н-Додекана с расчетами по разработанным уравнениям, а на рисунке Б.9 показан характер отклонений. Значения температуры, измеренные по разным температурным шкалам, пересчитаны на Международную температурную шкалу 1990 г. (МТШ-90).

В обрабатываемый массив были включены данные Керамиди [61], полученные в жидкой фазе капиллярным методом с погрешностью ±1,5 %, также данные Кадвелла с соавторами [67, 68] и данные Гиллера в низкотемпературной области [63]. В газовой фазе использовались данные Люстерника и Жданова [70]. Для расширения температурного диапазона и правильного описания поверхности состояния уравнением были использованы расчетные значения вязкости жидкой фазы на линии кипения в диапазоне температуры 265 – 650 К, полученные по корректной и оцененной методике [82]. Остальные данные, представленные в таблице Б.2, использовались для проверки полученного уравнения.

Таблица Б.2 – Результаты сравнения экспериментальных данных о вязкости

н-Додекана с рассчитанными по уравнению (13) значениями

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Первый автор,  источник | Число  Точек | Диапазон параметров | | Отклонения, % | |
| *Т*, К | *р*, МПа | СОО | СКО |
| 1938 | Эванс [55] | 7 | 278 – 362 | 0,1 | 1,607 | 1,641 |
| 1949 | Гиллер [63] | 8 | 263 – 293 | 0,1 | 0,561 | 0,582 |
| 1967 | Хогенбун [59] | 55 | 311 – 408 | 0,1 – 360 | 3,152 | 3,667 |
| 1968 | Анонимус [57] | 5 | 311 – 372 | 0,1 | 0,572 | 0,718 |
| 1972 | Керамиди [61] | 9 | 288 – 363 | 0,1 | 1,215 | 1,506 |
| 1972 | Керамиди [61] | 41 | 303 – 518 | 0,1 – 49 | 1,340 | 1,624 |
| 1973 | Люстерник [70] | 8 | 503 – 681 | 0,05 | 1,613 | 2,044 |
| 1980 | Даймонд [56] | 8 | 283 – 393 | 0,1 | 0,643 | 0,868 |
| 1981 | Даймонд [58] | 32 | 298-373 | 0,1 – 502 | 2,807 | 4,187 |
| 1986 | Дуколомбиер [64] | 30 | 293 – 373 | 0,1 – 100 | 1,479 | 1,800 |
| 1989 | Кнапстад [65] | 11 | 294 – 425 | 0,1 | 0,835 | 0,982 |
| 1991 | Танака [62] | 21 | 298 – 348 | 0,1 – 151 | 1,543 | 1,999 |
| 1991 | Кнапстад [66] | 8 | 289 – 343 | 0,1 | 0,383 | 0,470 |
| 1998 | Ву [60] | 4 | 293 – 313 | 0,1 | 0,234 | 0,369 |
| 2001 | Трензадо [54] | 5 | 283 – 313 | 0,1 | 0,361 | 0,410 |
| 2004 | Кадвелл [67] | 89 | 298 – 473 | 0,1 – 192 | 0,662 | 0,853 |
| 2004 | Кадвелл[68] | 64 | 298 – 473 | 0,1 – 192 | 0,627 | 0,821 |
| 2004 | Чмыхало [82] | 22 | 265 – 650 | Насыщ. | 1,340 | 1,920 |
| 2007 | Тиан [69] | 7 | 298 – 328 | 0,1 | 2,060 | 2,081 |

Анализ отклонений экспериментальных данных различных авторов позволяет заключить, что вероятная ошибка расчета коэффициента динамической вязкости составляет 2,0 %. В области экстраполяции – в газовой фазе вблизи линии насыщения и в сверхкритической области, ошибки могут возрастать до 3,0 – 5,0 %. Об интерполяционных и экстраполяционных возможностях уравнения можно судить по представленной на рисунке Б.10 диаграмме поверхности состояния.



Рисунок. Б.9 – Сравнение значений вязкости н-Додекана с экспериментальными

данными различных авторов.

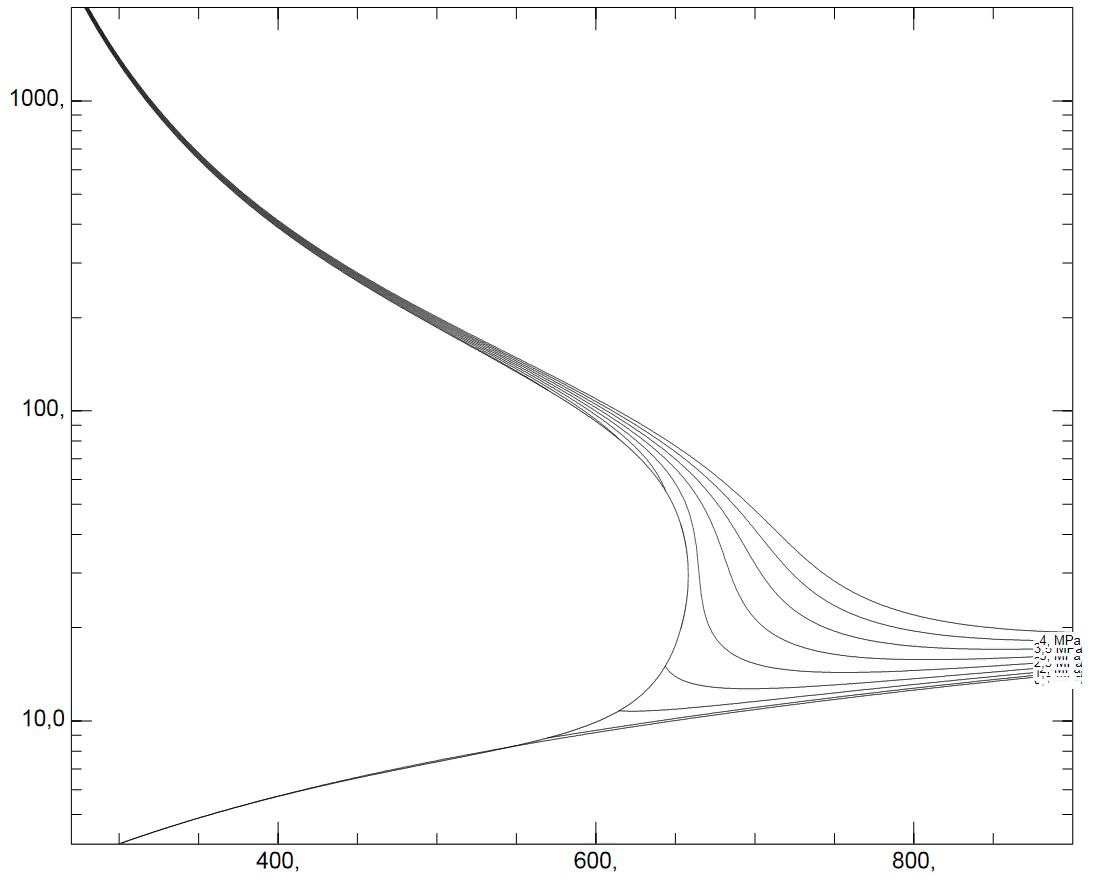


Рисунок Б.10 – Диаграмма вязкость – температура н-Додекана.

**Б.2.2 ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ**

В таблице Б.3 представлены результаты сравнения экспериментальных данных о теплопроводности н-Додекана с расчетами по разработанным уравнениям, а на рисунке Б.11 показан характер отклонений.

Для разработки интерполяционного уравнения использовались результаты представительных измерений коэффициента теплопроводности, выполненные в жидкой фазе стационарным методом нагретой проволоки Мухамедзяновым [78], Богатовым [77] и широкодиапазонные измерения Мустафаева [79], выполненные методом монотонного разогрева. Использовались также справочные данные Варгафтика с соавторами [81]. Данные в работе [81] получены в результате графоаналитической обработки экспериментальных значений теплопроводности, опубликованных до 1975 года. Поэтому ряд работ, в которых получено небольшое количество экспериментальных точек мы не включили в таблицу Б3, считая, что они уже учтены при составлении таблиц [81]. Данные остальных авторов, представленных в таблице Б.3, использовались для оценки точности разработанного уравнения.

Таблица Б.3 – Результаты сравнения экспериментальных данных о теплопроводности н-Додекана с рассчитанными по уравнению (21) значениями

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Год** | **Первый автор,** | **Число** | | **Диапазон параметров** | | **Отклонения, %** | |
|  | **Источник** | **точек** | | ***Т*, К** | ***Р*, МПа** | **СОО** | **СКО** |
| 1936 | Смит [71] | 3 | 303 – 373 | | 0,1 | 12,895 | 13,328 |
| 1957 | Сакиадис[72] | 8 | 310 – 348 | | 0,1 | 2,976 | 3,084 |
| 1962 | Голлис[73] | 2 | 336 – 377 | | 0,1 | 0,940 | 1,200 |
| 1972 | Маллан[74] | 7 | 294 – 405 | | 0,76 | 2,825 | 3,291 |
| 1974 | Мухамедзянов[78] | 50 | 298 – 448 | | 0,1 – 196 | 1,098 | 1,291 |
| 1978 | Вагафтик[81] | 137 | 300 – 680 | | 0,1 – 50 | 0,929 | 1,087 |
| 1980 | Мустафаев[79] | 219 | 308 – 678 | | 0,1 – 49,0 | 0,595 | 0,874 |
| 1982 | Кашиваги[76] | 7 | 298 – 373 | | 0,1 | 1,826 | 2,037 |
| 1990 | Тарзиманов[80] | 37 | 323 – 643 | | 5 – 50 | 7,779 | 8,868 |
| 1992 | Богатов [77] | 59 | 302 – 459 | | 0,1 – 49,1 | 1,645 | 1,983 |
| 1999 | Бургдорф[75] | 2 | 298 – 323 | | 0,1 | 0,980 | 1,257 |

Анализ отклонений экспериментальных данных, представленных в таблице Б.3, позволяет заключить, что вероятная ошибка расчета коэффициента теплопроводности н-Додекана составляет 2,0 %, возрастая в области экстраполяции до 3,0 – 4,0%.



Рисунок Б.11 – Сравнение расчетных значений теплопроводности н-Додекана

с экспериментальными данными различных авторов

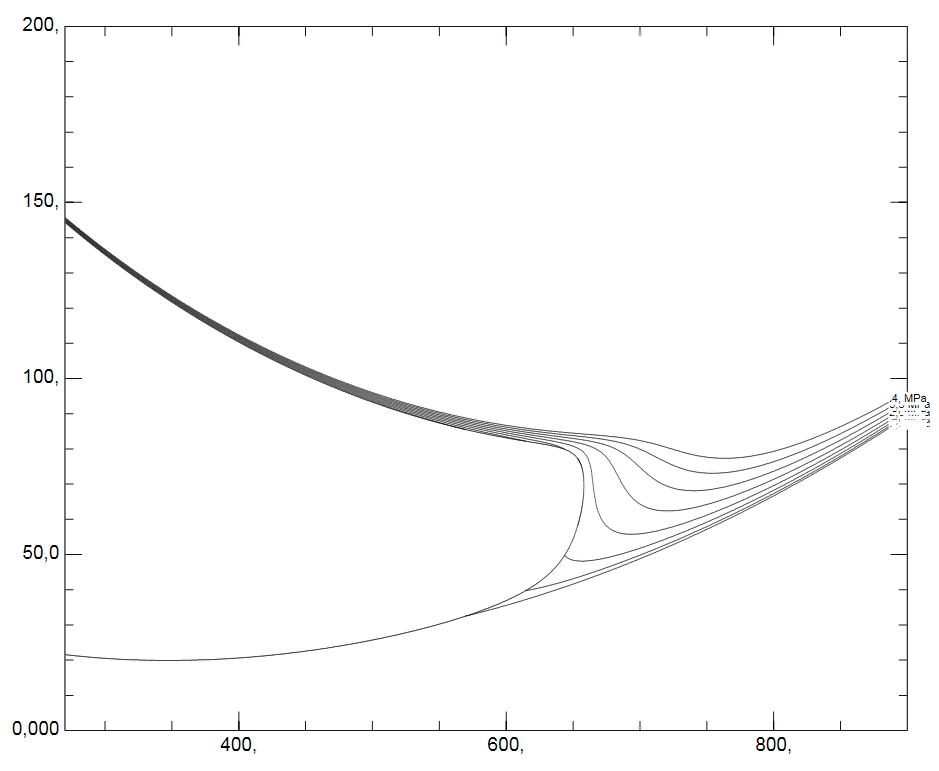


Рисунок Б.12 – Диаграмма теплопроводность – температура н-Додекана

Таблица Б.4 – Теплофизические свойства н-Додекана в однофазной области

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| p=0,1 МПа | | | | | | | | |
| 264,00 | 771,41 | 459,19 | 2,6192 | 1,7011 | 2,1096 | 1413,9 | 146,37 | 2798,8 |
| 270,00 | 766,88 | 471,89 | 2,6668 | 1,7176 | 2,1241 | 1388,9 | 144,41 | 2414,0 |
| 280,00 | 759,37 | 493,26 | 2,7445 | 1,7473 | 2,1508 | 1348,1 | 141,24 | 1930,1 |
| 290,00 | 751,88 | 514,91 | 2,8205 | 1,7793 | 2,1800 | 1308,2 | 138,17 | 1579,7 |
| 300,00 | 744,40 | 536,87 | 2,8949 | 1,8131 | 2,2115 | 1269,1 | 135,19 | 1317,8 |
| 310,00 | 736,94 | 559,15 | 2,9680 | 1,8483 | 2,2447 | 1231,0 | 132,32 | 1116,8 |
| 320,00 | 729,48 | 581,77 | 3,0398 | 1,8847 | 2,2795 | 1193,7 | 129,54 | 959,39 |
| 330,00 | 722,01 | 604,74 | 3,1105 | 1,9220 | 2,3155 | 1157,2 | 126,85 | 833,77 |
| 340,00 | 714,52 | 628,08 | 3,1802 | 1,9600 | 2,3525 | 1121,4 | 124,25 | 731,95 |
| 350,00 | 707,01 | 651,80 | 3,2489 | 1,9985 | 2,3903 | 1086,3 | 121,74 | 648,27 |
| 360,00 | 699,46 | 675,89 | 3,3168 | 2,0373 | 2,4288 | 1051,9 | 119,31 | 578,65 |
| 370,00 | 691,86 | 700,37 | 3,3838 | 2,0763 | 2,4678 | 1018,0 | 116,97 | 520,06 |
| 380,00 | 684,21 | 725,25 | 3,4502 | 2,1154 | 2,5073 | 984,74 | 114,70 | 470,26 |
| 390,00 | 676,50 | 750,52 | 3,5158 | 2,1545 | 2,5470 | 951,93 | 112,51 | 427,53 |
| 400,00 | 668,70 | 776,19 | 3,5808 | 2,1935 | 2,5871 | 919,56 | 110,40 | 390,54 |
| 410,00 | 660,82 | 802,26 | 3,6452 | 2,2323 | 2,6273 | 887,58 | 108,37 | 358,26 |
| 420,00 | 652,84 | 828,74 | 3,7090 | 2,2709 | 2,6677 | 855,94 | 106,41 | 329,87 |
| 430,00 | 644,75 | 855,62 | 3,7722 | 2,3092 | 2,7082 | 824,58 | 104,52 | 304,73 |
| 440,00 | 636,52 | 882,90 | 3,8350 | 2,3472 | 2,7489 | 793,46 | 102,71 | 282,31 |
| 450,00 | 628,15 | 910,60 | 3,8972 | 2,3849 | 2,7897 | 762,52 | 100,96 | 262,19 |
| 460,00 | 619,62 | 938,70 | 3,9590 | 2,4222 | 2,8307 | 731,71 | 99,286 | 244,01 |
| 470,00 | 610,89 | 967,21 | 4,0203 | 2,4591 | 2,8719 | 700,95 | 97,678 | 227,49 |
| 480,00 | 601,95 | 996,14 | 4,0812 | 2,4955 | 2,9134 | 670,20 | 96,138 | 212,39 |
| 490,00 | 4,5470 | 1278,8 | 4,6599 | 2,4746 | 2,5609 | 144,18 | 24,986 | 7,2174 |
| 500,00 | 4,4185 | 1304,5 | 4,7119 | 2,5031 | 2,5838 | 146,80 | 25,667 | 7,3977 |
| 510,00 | 4,3007 | 1330,5 | 4,7633 | 2,5328 | 2,6091 | 149,27 | 26,392 | 7,5774 |
| 520,00 | 4,1918 | 1356,7 | 4,8142 | 2,5632 | 2,6360 | 151,60 | 27,160 | 7,7563 |
| 530,00 | 4,0906 | 1383,2 | 4,8647 | 2,5941 | 2,6640 | 153,82 | 27,971 | 7,9347 |
| 540,00 | 3,9958 | 1410,0 | 4,9147 | 2,6252 | 2,6927 | 155,95 | 28,825 | 8,1126 |
| 550,00 | 3,9069 | 1437,1 | 4,9644 | 2,6564 | 2,7219 | 157,99 | 29,722 | 8,2900 |
| 560,00 | 3,8229 | 1464,5 | 5,0137 | 2,6875 | 2,7513 | 159,96 | 30,662 | 8,4668 |
| 570,00 | 3,7435 | 1492,1 | 5,0627 | 2,7184 | 2,7807 | 161,88 | 31,645 | 8,6433 |
| 580,00 | 3,6681 | 1520,1 | 5,1113 | 2,7490 | 2,8101 | 163,74 | 32,670 | 8,8192 |
| 590,00 | 3,5963 | 1548,3 | 5,1596 | 2,7793 | 2,8394 | 165,54 | 33,739 | 8,9948 |
| 600,00 | 3,5278 | 1576,9 | 5,2075 | 2,8093 | 2,8684 | 167,31 | 34,851 | 9,1700 |
| 610,00 | 3,4624 | 1605,7 | 5,2552 | 2,8388 | 2,8972 | 169,04 | 36,005 | 9,3448 |
| 620,00 | 3,3998 | 1634,8 | 5,3025 | 2,8679 | 2,9256 | 170,73 | 37,203 | 9,5192 |
| 630,00 | 3,3397 | 1664,2 | 5,3496 | 2,8966 | 2,9536 | 172,38 | 38,444 | 9,6933 |
| 640,00 | 3,2820 | 1693,9 | 5,3963 | 2,9248 | 2,9812 | 174,01 | 39,728 | 9,8670 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 650,00 | 3,2265 | 1723,8 | 5,4427 | 2,9525 | 3,0085 | 175,61 | 41,056 | 10,040 |
| 660,00 | 3,1731 | 1754,0 | 5,4889 | 2,9798 | 3,0353 | 177,18 | 42,428 | 10,213 |
| 670,00 | 3,1217 | 1784,5 | 5,5347 | 3,0066 | 3,0616 | 178,73 | 43,844 | 10,386 |
| 680,00 | 3,0720 | 1815,3 | 5,5803 | 3,0328 | 3,0876 | 180,26 | 45,304 | 10,558 |
| 690,00 | 3,0241 | 1846,3 | 5,6255 | 3,0587 | 3,1130 | 181,76 | 46,808 | 10,730 |
| 700,00 | 2,9778 | 1877,5 | 5,6705 | 3,0840 | 3,1381 | 183,25 | 48,356 | 10,902 |
| p=0,5 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 767,14 | 472,27 | 2,6663 | 1,7178 | 2,1239 | 1391,1 | 144,55 | 2426,6 |
| 280,00 | 759,64 | 493,64 | 2,7440 | 1,7475 | 2,1505 | 1350,3 | 141,38 | 1940,0 |
| 290,00 | 752,16 | 515,29 | 2,8200 | 1,7795 | 2,1798 | 1310,5 | 138,32 | 1587,7 |
| 300,00 | 744,71 | 537,25 | 2,8944 | 1,8133 | 2,2112 | 1271,6 | 135,35 | 1324,4 |
| 310,00 | 737,26 | 559,52 | 2,9674 | 1,8485 | 2,2444 | 1233,5 | 132,48 | 1122,4 |
| 320,00 | 729,82 | 582,14 | 3,0392 | 1,8850 | 2,2791 | 1196,3 | 129,71 | 964,20 |
| 330,00 | 722,37 | 605,11 | 3,1099 | 1,9223 | 2,3150 | 1159,9 | 127,02 | 837,97 |
| 340,00 | 714,90 | 628,44 | 3,1796 | 1,9602 | 2,3520 | 1124,2 | 124,43 | 735,68 |
| 350,00 | 707,41 | 652,15 | 3,2483 | 1,9987 | 2,3898 | 1089,2 | 121,92 | 651,62 |
| 360,00 | 699,89 | 676,24 | 3,3161 | 2,0375 | 2,4282 | 1054,9 | 119,50 | 581,68 |
| 370,00 | 692,32 | 700,72 | 3,3832 | 2,0765 | 2,4671 | 1021,2 | 117,16 | 522,83 |
| 380,00 | 684,70 | 725,58 | 3,4495 | 2,1156 | 2,5065 | 988,04 | 114,90 | 472,81 |
| 390,00 | 677,02 | 750,85 | 3,5151 | 2,1547 | 2,5462 | 955,38 | 112,72 | 429,90 |
| 400,00 | 669,26 | 776,51 | 3,5801 | 2,1937 | 2,5861 | 923,17 | 110,61 | 392,76 |
| 410,00 | 661,42 | 802,57 | 3,6445 | 2,2325 | 2,6262 | 891,37 | 108,58 | 360,35 |
| 420,00 | 653,48 | 829,03 | 3,7082 | 2,2711 | 2,6665 | 859,92 | 106,63 | 331,86 |
| 430,00 | 645,43 | 855,90 | 3,7714 | 2,3094 | 2,7069 | 828,77 | 104,75 | 306,63 |
| 440,00 | 637,26 | 883,17 | 3,8341 | 2,3474 | 2,7474 | 797,88 | 102,94 | 284,13 |
| 450,00 | 628,95 | 910,85 | 3,8963 | 2,3850 | 2,7880 | 767,19 | 101,21 | 263,94 |
| 460,00 | 620,48 | 938,93 | 3,9581 | 2,4223 | 2,8287 | 736,65 | 99,539 | 245,72 |
| 470,00 | 611,83 | 967,42 | 4,0193 | 2,4592 | 2,8696 | 706,21 | 97,940 | 229,16 |
| 480,00 | 602,98 | 996,32 | 4,0802 | 2,4956 | 2,9107 | 675,80 | 96,409 | 214,03 |
| 490,00 | 593,90 | 1025,6 | 4,1406 | 2,5316 | 2,9522 | 645,37 | 94,945 | 200,13 |
| 500,00 | 584,56 | 1055,4 | 4,2007 | 2,5672 | 2,9942 | 614,84 | 93,546 | 187,29 |
| 510,00 | 574,91 | 1085,5 | 4,2604 | 2,6024 | 3,0369 | 584,12 | 92,212 | 175,36 |
| 520,00 | 564,91 | 1116,1 | 4,3198 | 2,6372 | 3,0805 | 553,13 | 90,941 | 164,20 |
| 530,00 | 554,51 | 1147,1 | 4,3789 | 2,6716 | 3,1254 | 521,76 | 89,732 | 153,71 |
| 540,00 | 543,61 | 1178,6 | 4,4377 | 2,7057 | 3,1721 | 489,86 | 88,584 | 143,79 |
| 550,00 | 532,14 | 1210,6 | 4,4964 | 2,7395 | 3,2214 | 457,28 | 87,493 | 134,34 |
| 560,00 | 519,94 | 1243,1 | 4,5549 | 2,7731 | 3,2745 | 423,78 | 86,458 | 125,25 |
| 570,00 | 23,473 | 1469,0 | 4,9519 | 2,8106 | 3,0103 | 128,00 | 32,551 | 8,8264 |
| 580,00 | 22,443 | 1499,0 | 5,0042 | 2,8269 | 2,9995 | 133,12 | 33,505 | 8,9918 |
| 590,00 | 21,563 | 1529,0 | 5,0554 | 2,8458 | 2,9988 | 137,65 | 34,515 | 9,1601 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 600,00 | 20,795 | 1559,0 | 5,1059 | 2,8665 | 3,0047 | 141,73 | 35,577 | 9,3304 |
| 610,00 | 20,114 | 1589,1 | 5,1556 | 2,8885 | 3,0151 | 145,45 | 36,689 | 9,5018 |
| 620,00 | 19,503 | 1619,3 | 5,2047 | 2,9113 | 3,0288 | 148,89 | 37,850 | 9,6741 |
| 630,00 | 18,948 | 1649,7 | 5,2533 | 2,9347 | 3,0447 | 152,09 | 39,059 | 9,8467 |
| 640,00 | 18,440 | 1680,2 | 5,3014 | 2,9585 | 3,0623 | 155,09 | 40,315 | 10,020 |
| 650,00 | 17,972 | 1710,9 | 5,3490 | 2,9825 | 3,0810 | 157,92 | 41,617 | 10,193 |
| 660,00 | 17,537 | 1741,9 | 5,3962 | 3,0065 | 3,1007 | 160,61 | 42,965 | 10,366 |
| 670,00 | 17,133 | 1773,0 | 5,4430 | 3,0305 | 3,1209 | 163,17 | 44,360 | 10,538 |
| 680,00 | 16,754 | 1804,3 | 5,4894 | 3,0544 | 3,1415 | 165,63 | 45,800 | 10,711 |
| 690,00 | 16,398 | 1835,8 | 5,5354 | 3,0782 | 3,1624 | 167,98 | 47,286 | 10,884 |
| 700,00 | 16,062 | 1867,5 | 5,5810 | 3,1017 | 3,1834 | 170,25 | 48,818 | 11,056 |
| p=1 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 767,46 | 472,75 | 2,6656 | 1,7181 | 2,1237 | 1393,8 | 144,73 | 2442,5 |
| 280,00 | 759,97 | 494,12 | 2,7434 | 1,7478 | 2,1502 | 1353,1 | 141,57 | 1952,4 |
| 290,00 | 752,52 | 515,77 | 2,8193 | 1,7798 | 2,1794 | 1313,4 | 138,50 | 1597,7 |
| 300,00 | 745,08 | 537,72 | 2,8937 | 1,8136 | 2,2108 | 1274,5 | 135,54 | 1332,6 |
| 310,00 | 737,66 | 559,99 | 2,9667 | 1,8488 | 2,2440 | 1236,6 | 132,68 | 1129,4 |
| 320,00 | 730,24 | 582,60 | 3,0385 | 1,8852 | 2,2786 | 1199,5 | 129,91 | 970,21 |
| 330,00 | 722,82 | 605,57 | 3,1092 | 1,9225 | 2,3145 | 1163,2 | 127,23 | 843,23 |
| 340,00 | 715,38 | 628,89 | 3,1788 | 1,9605 | 2,3514 | 1127,7 | 124,65 | 740,34 |
| 350,00 | 707,91 | 652,60 | 3,2475 | 1,9990 | 2,3891 | 1092,8 | 122,14 | 655,79 |
| 360,00 | 700,42 | 676,68 | 3,3154 | 2,0378 | 2,4274 | 1058,7 | 119,73 | 585,46 |
| 370,00 | 692,89 | 701,15 | 3,3824 | 2,0768 | 2,4663 | 1025,1 | 117,39 | 526,29 |
| 380,00 | 685,30 | 726,01 | 3,4487 | 2,1159 | 2,5056 | 992,13 | 115,14 | 476,00 |
| 390,00 | 677,66 | 751,26 | 3,5143 | 2,1550 | 2,5451 | 959,65 | 112,97 | 432,86 |
| 400,00 | 669,95 | 776,91 | 3,5792 | 2,1939 | 2,5849 | 927,64 | 110,87 | 395,53 |
| 410,00 | 662,15 | 802,96 | 3,6436 | 2,2327 | 2,6249 | 896,05 | 108,85 | 362,96 |
| 420,00 | 654,27 | 829,41 | 3,7073 | 2,2713 | 2,6650 | 864,84 | 106,91 | 334,33 |
| 430,00 | 646,28 | 856,26 | 3,7705 | 2,3096 | 2,7052 | 833,94 | 105,04 | 308,98 |
| 440,00 | 638,18 | 883,51 | 3,8331 | 2,3476 | 2,7455 | 803,33 | 103,24 | 286,39 |
| 450,00 | 629,94 | 911,17 | 3,8953 | 2,3852 | 2,7858 | 772,94 | 101,51 | 266,13 |
| 460,00 | 621,55 | 939,23 | 3,9570 | 2,4225 | 2,8263 | 742,74 | 99,853 | 247,84 |
| 470,00 | 612,99 | 967,69 | 4,0182 | 2,4593 | 2,8668 | 712,67 | 98,265 | 231,23 |
| 480,00 | 604,25 | 996,57 | 4,0790 | 2,4957 | 2,9076 | 682,67 | 96,746 | 216,07 |
| 490,00 | 595,29 | 1025,8 | 4,1393 | 2,5317 | 2,9485 | 652,70 | 95,294 | 202,14 |
| 500,00 | 586,08 | 1055,5 | 4,1993 | 2,5672 | 2,9899 | 622,69 | 93,909 | 189,29 |
| 510,00 | 576,59 | 1085,6 | 4,2589 | 2,6023 | 3,0318 | 592,57 | 92,589 | 177,36 |
| 520,00 | 566,79 | 1116,2 | 4,3182 | 2,6371 | 3,0744 | 562,26 | 91,334 | 166,22 |
| 530,00 | 556,61 | 1147,1 | 4,3772 | 2,6714 | 3,1180 | 531,68 | 90,143 | 155,77 |
| 540,00 | 546,00 | 1178,5 | 4,4359 | 2,7053 | 3,1631 | 500,73 | 89,014 | 145,90 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 550,00 | 534,87 | 1210,4 | 4,4944 | 2,7389 | 3,2101 | 469,26 | 87,945 | 136,53 |
| 560,00 | 523,12 | 1242,8 | 4,5526 | 2,7723 | 3,2599 | 437,13 | 86,935 | 127,56 |
| 570,00 | 510,60 | 1275,6 | 4,6108 | 2,8055 | 3,3138 | 404,11 | 85,980 | 118,91 |
| 580,00 | 497,10 | 1309,0 | 4,6689 | 2,8386 | 3,3738 | 369,93 | 85,077 | 110,48 |
| 590,00 | 482,33 | 1343,1 | 4,7272 | 2,8719 | 3,4435 | 334,17 | 84,219 | 102,17 |
| 600,00 | 465,78 | 1378,0 | 4,7858 | 2,9056 | 3,5299 | 296,15 | 83,394 | 93,822 |
| 610,00 | 446,56 | 1413,8 | 4,8450 | 2,9405 | 3,6489 | 254,70 | 82,581 | 85,208 |
| 620,00 | 52,061 | 1591,3 | 5,1338 | 2,9928 | 3,4128 | 107,70 | 40,134 | 10,761 |
| 630,00 | 48,421 | 1625,0 | 5,1877 | 3,0015 | 3,3261 | 116,47 | 40,999 | 10,773 |
| 640,00 | 45,632 | 1658,0 | 5,2397 | 3,0145 | 3,2816 | 123,62 | 42,014 | 10,834 |
| 650,00 | 43,373 | 1690,7 | 5,2903 | 3,0302 | 3,2588 | 129,73 | 43,135 | 10,924 |
| 660,00 | 41,478 | 1723,2 | 5,3400 | 3,0476 | 3,2486 | 135,09 | 44,342 | 11,032 |
| 670,00 | 39,848 | 1755,7 | 5,3888 | 3,0663 | 3,2466 | 139,89 | 45,622 | 11,153 |
| 680,00 | 38,421 | 1788,2 | 5,4369 | 3,0859 | 3,2499 | 144,25 | 46,967 | 11,284 |
| 690,00 | 37,151 | 1820,7 | 5,4844 | 3,1060 | 3,2571 | 148,27 | 48,373 | 11,421 |
| 700,00 | 36,010 | 1853,3 | 5,5314 | 3,1265 | 3,2671 | 151,99 | 49,837 | 11,563 |
| p=1,5 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 767,78 | 473,23 | 2,6650 | 1,7183 | 2,1234 | 1396,5 | 144,91 | 2458,5 |
| 280,00 | 760,31 | 494,60 | 2,7427 | 1,7481 | 2,1500 | 1355,9 | 141,75 | 1964,8 |
| 290,00 | 752,87 | 516,24 | 2,8187 | 1,7800 | 2,1791 | 1316,3 | 138,69 | 1607,7 |
| 300,00 | 745,46 | 538,19 | 2,8931 | 1,8138 | 2,2104 | 1277,5 | 135,74 | 1340,9 |
| 310,00 | 738,06 | 560,46 | 2,9661 | 1,8491 | 2,2436 | 1239,7 | 132,88 | 1136,4 |
| 320,00 | 730,66 | 583,06 | 3,0378 | 1,8855 | 2,2782 | 1202,7 | 130,12 | 976,24 |
| 330,00 | 723,26 | 606,02 | 3,1085 | 1,9228 | 2,3140 | 1166,5 | 127,45 | 848,50 |
| 340,00 | 715,85 | 629,35 | 3,1781 | 1,9608 | 2,3508 | 1131,1 | 124,86 | 745,01 |
| 350,00 | 708,41 | 653,04 | 3,2468 | 1,9993 | 2,3884 | 1096,4 | 122,37 | 659,98 |
| 360,00 | 700,95 | 677,12 | 3,3146 | 2,0381 | 2,4267 | 1062,4 | 119,96 | 589,25 |
| 370,00 | 693,45 | 701,58 | 3,3816 | 2,0771 | 2,4655 | 1029,0 | 117,63 | 529,75 |
| 380,00 | 685,90 | 726,43 | 3,4479 | 2,1161 | 2,5046 | 996,18 | 115,39 | 479,19 |
| 390,00 | 678,30 | 751,67 | 3,5135 | 2,1552 | 2,5441 | 963,89 | 113,22 | 435,82 |
| 400,00 | 670,63 | 777,31 | 3,5784 | 2,1942 | 2,5838 | 932,07 | 111,13 | 398,29 |
| 410,00 | 662,88 | 803,35 | 3,6427 | 2,2330 | 2,6236 | 900,69 | 109,12 | 365,56 |
| 420,00 | 655,05 | 829,78 | 3,7064 | 2,2716 | 2,6636 | 869,69 | 107,18 | 336,80 |
| 430,00 | 647,12 | 856,62 | 3,7695 | 2,3098 | 2,7036 | 839,05 | 105,32 | 311,34 |
| 440,00 | 639,08 | 883,86 | 3,8321 | 2,3478 | 2,7437 | 808,70 | 103,53 | 288,65 |
| 450,00 | 630,91 | 911,49 | 3,8942 | 2,3854 | 2,7838 | 778,60 | 101,81 | 268,30 |
| 460,00 | 622,60 | 939,53 | 3,9559 | 2,4226 | 2,8239 | 748,72 | 100,16 | 249,95 |
| 470,00 | 614,13 | 967,97 | 4,0170 | 2,4594 | 2,8642 | 719,00 | 98,588 | 233,29 |
| 480,00 | 605,48 | 996,82 | 4,0778 | 2,4958 | 2,9045 | 689,40 | 97,080 | 218,09 |
| 490,00 | 596,64 | 1026,1 | 4,1381 | 2,5317 | 2,9450 | 659,87 | 95,640 | 204,14 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 500,00 | 587,56 | 1055,7 | 4,1980 | 2,5672 | 2,9858 | 630,35 | 94,268 | 191,27 |
| 510,00 | 578,23 | 1085,8 | 4,2575 | 2,6023 | 3,0270 | 600,78 | 92,962 | 179,33 |
| 520,00 | 568,60 | 1116,3 | 4,3167 | 2,6369 | 3,0688 | 571,10 | 91,722 | 168,21 |
| 530,00 | 558,64 | 1147,2 | 4,3755 | 2,6711 | 3,1113 | 541,25 | 90,547 | 157,79 |
| 540,00 | 548,28 | 1178,5 | 4,4341 | 2,7050 | 3,1549 | 511,13 | 89,436 | 147,96 |
| 550,00 | 537,46 | 1210,3 | 4,4924 | 2,7384 | 3,2000 | 480,66 | 88,388 | 138,65 |
| 560,00 | 526,10 | 1242,5 | 4,5505 | 2,7716 | 3,2472 | 449,71 | 87,400 | 129,78 |
| 570,00 | 514,08 | 1275,2 | 4,6084 | 2,8045 | 3,2974 | 418,15 | 86,472 | 121,25 |
| 580,00 | 501,25 | 1308,5 | 4,6662 | 2,8373 | 3,3519 | 385,78 | 85,599 | 113,00 |
| 590,00 | 487,39 | 1342,3 | 4,7240 | 2,8700 | 3,4128 | 352,37 | 84,778 | 104,94 |
| 600,00 | 472,18 | 1376,7 | 4,7819 | 2,9029 | 3,4838 | 317,55 | 84,002 | 96,960 |
| 610,00 | 455,12 | 1412,0 | 4,8402 | 2,9362 | 3,5719 | 280,78 | 83,256 | 88,926 |
| 620,00 | 435,28 | 1448,3 | 4,8992 | 2,9707 | 3,6927 | 241,15 | 82,516 | 80,620 |
| 630,00 | 410,75 | 1486,1 | 4,9597 | 3,0076 | 3,8906 | 196,81 | 81,713 | 71,620 |
| 640,00 | 375,80 | 1527,0 | 5,0241 | 3,0509 | 4,3817 | 142,56 | 80,604 | 60,725 |
| 650,00 | 93,788 | 1657,2 | 5,2263 | 3,1064 | 4,1124 | 85,341 | 48,412 | 13,924 |
| 660,00 | 82,266 | 1696,0 | 5,2855 | 3,1059 | 3,7155 | 99,533 | 48,188 | 13,235 |
| 670,00 | 75,099 | 1732,3 | 5,3401 | 3,1133 | 3,5603 | 109,82 | 48,697 | 12,926 |
| 680,00 | 69,914 | 1767,5 | 5,3922 | 3,1250 | 3,4815 | 118,08 | 49,547 | 12,779 |
| 690,00 | 65,870 | 1802,0 | 5,4427 | 3,1392 | 3,4379 | 125,08 | 50,603 | 12,720 |
| 700,00 | 62,568 | 1836,3 | 5,4919 | 3,1551 | 3,4134 | 131,18 | 51,805 | 12,715 |
| p=2 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 768,09 | 473,71 | 2,6644 | 1,7186 | 2,1232 | 1399,2 | 145,08 | 2474,5 |
| 280,00 | 760,64 | 495,07 | 2,7421 | 1,7483 | 2,1497 | 1358,7 | 141,93 | 1977,2 |
| 290,00 | 753,22 | 516,71 | 2,8180 | 1,7803 | 2,1788 | 1319,1 | 138,88 | 1617,7 |
| 300,00 | 745,83 | 538,66 | 2,8924 | 1,8141 | 2,2101 | 1280,5 | 135,93 | 1349,2 |
| 310,00 | 738,45 | 560,92 | 2,9654 | 1,8494 | 2,2432 | 1242,8 | 133,08 | 1143,4 |
| 320,00 | 731,08 | 583,53 | 3,0371 | 1,8858 | 2,2777 | 1205,9 | 130,32 | 982,27 |
| 330,00 | 723,70 | 606,48 | 3,1078 | 1,9231 | 2,3135 | 1169,8 | 127,66 | 853,78 |
| 340,00 | 716,31 | 629,80 | 3,1774 | 1,9611 | 2,3502 | 1134,5 | 125,08 | 749,68 |
| 350,00 | 708,91 | 653,49 | 3,2461 | 1,9995 | 2,3878 | 1100,0 | 122,59 | 664,16 |
| 360,00 | 701,48 | 677,56 | 3,3139 | 2,0383 | 2,4260 | 1066,1 | 120,19 | 593,03 |
| 370,00 | 694,01 | 702,01 | 3,3809 | 2,0773 | 2,4647 | 1032,9 | 117,87 | 533,21 |
| 380,00 | 686,50 | 726,85 | 3,4471 | 2,1164 | 2,5038 | 1000,2 | 115,63 | 482,37 |
| 390,00 | 678,93 | 752,09 | 3,5126 | 2,1555 | 2,5431 | 968,08 | 113,47 | 438,78 |
| 400,00 | 671,30 | 777,71 | 3,5775 | 2,1944 | 2,5827 | 936,45 | 111,39 | 401,06 |
| 410,00 | 663,60 | 803,74 | 3,6418 | 2,2332 | 2,6224 | 905,27 | 109,38 | 368,16 |
| 420,00 | 655,82 | 830,16 | 3,7055 | 2,2718 | 2,6622 | 874,50 | 107,46 | 339,26 |
| 430,00 | 647,95 | 856,98 | 3,7686 | 2,3101 | 2,7020 | 844,09 | 105,60 | 313,68 |
| 440,00 | 639,96 | 884,20 | 3,8311 | 2,3480 | 2,7419 | 813,99 | 103,82 | 290,90 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 450,00 | 631,86 | 911,82 | 3,8932 | 2,3856 | 2,7818 | 784,18 | 102,11 | 270,47 |
| 460,00 | 623,63 | 939,84 | 3,9548 | 2,4228 | 2,8217 | 754,61 | 100,47 | 252,04 |
| 470,00 | 615,25 | 968,26 | 4,0159 | 2,4596 | 2,8616 | 725,23 | 98,908 | 235,33 |
| 480,00 | 606,70 | 997,07 | 4,0766 | 2,4959 | 2,9016 | 696,00 | 97,411 | 220,09 |
| 490,00 | 597,96 | 1026,3 | 4,1368 | 2,5318 | 2,9417 | 666,87 | 95,983 | 206,11 |
| 500,00 | 589,01 | 1055,9 | 4,1966 | 2,5673 | 2,9820 | 637,81 | 94,623 | 193,22 |
| 510,00 | 579,82 | 1085,9 | 4,2561 | 2,6023 | 3,0226 | 608,76 | 93,331 | 181,28 |
| 520,00 | 570,36 | 1116,4 | 4,3152 | 2,6368 | 3,0635 | 579,67 | 92,105 | 170,17 |
| 530,00 | 560,59 | 1147,2 | 4,3739 | 2,6710 | 3,1051 | 550,48 | 90,946 | 159,76 |
| 540,00 | 550,47 | 1178,5 | 4,4324 | 2,7047 | 3,1475 | 521,13 | 89,852 | 149,98 |
| 550,00 | 539,93 | 1210,2 | 4,4905 | 2,7380 | 3,1910 | 491,54 | 88,823 | 140,72 |
| 560,00 | 528,92 | 1242,3 | 4,5484 | 2,7710 | 3,2360 | 461,64 | 87,856 | 131,92 |
| 570,00 | 517,33 | 1274,9 | 4,6061 | 2,8037 | 3,2833 | 431,32 | 86,952 | 123,50 |
| 580,00 | 505,06 | 1308,0 | 4,6636 | 2,8361 | 3,3336 | 400,47 | 86,107 | 115,39 |
| 590,00 | 491,95 | 1341,6 | 4,7211 | 2,8684 | 3,3883 | 368,93 | 85,318 | 107,52 |
| 600,00 | 477,77 | 1375,8 | 4,7785 | 2,9007 | 3,4494 | 336,53 | 84,581 | 99,810 |
| 610,00 | 462,21 | 1410,6 | 4,8361 | 2,9331 | 3,5206 | 302,99 | 83,888 | 92,168 |
| 620,00 | 444,76 | 1446,2 | 4,8940 | 2,9660 | 3,6081 | 267,96 | 83,223 | 84,470 |
| 630,00 | 424,58 | 1482,9 | 4,9527 | 2,9999 | 3,7255 | 230,87 | 82,557 | 76,535 |
| 640,00 | 400,00 | 1520,9 | 5,0126 | 3,0358 | 3,9062 | 190,76 | 81,817 | 68,040 |
| 650,00 | 367,01 | 1561,5 | 5,0756 | 3,0762 | 4,2678 | 145,71 | 80,771 | 58,252 |
| 660,00 | 308,82 | 1609,3 | 5,1485 | 3,1309 | 5,7818 | 90,308 | 78,022 | 44,337 |
| 670,00 | 162,82 | 1688,9 | 5,2682 | 3,1791 | 5,7019 | 70,254 | 60,941 | 20,962 |
| 680,00 | 128,29 | 1736,5 | 5,3387 | 3,1747 | 4,2501 | 87,593 | 56,769 | 17,365 |
| 690,00 | 112,10 | 1776,9 | 5,3977 | 3,1788 | 3,8788 | 99,648 | 55,815 | 16,018 |
| 700,00 | 101,71 | 1814,7 | 5,4521 | 3,1877 | 3,7107 | 109,21 | 55,897 | 15,309 |
| p=2,5 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 768,41 | 474,19 | 2,6637 | 1,7189 | 2,1229 | 1401,9 | 145,26 | 2490,5 |
| 280,00 | 760,97 | 495,55 | 2,7414 | 1,7486 | 2,1494 | 1361,4 | 142,11 | 1989,7 |
| 290,00 | 753,57 | 517,19 | 2,8173 | 1,7806 | 2,1785 | 1322,0 | 139,07 | 1627,7 |
| 300,00 | 746,20 | 539,13 | 2,8917 | 1,8144 | 2,2097 | 1283,4 | 136,13 | 1357,5 |
| 310,00 | 738,84 | 561,39 | 2,9647 | 1,8497 | 2,2428 | 1245,8 | 133,28 | 1150,4 |
| 320,00 | 731,49 | 583,99 | 3,0365 | 1,8861 | 2,2773 | 1209,0 | 130,53 | 988,31 |
| 330,00 | 724,14 | 606,94 | 3,1071 | 1,9234 | 2,3130 | 1173,1 | 127,87 | 859,06 |
| 340,00 | 716,78 | 630,25 | 3,1767 | 1,9614 | 2,3497 | 1137,9 | 125,30 | 754,35 |
| 350,00 | 709,40 | 653,94 | 3,2453 | 1,9998 | 2,3872 | 1103,5 | 122,82 | 668,35 |
| 360,00 | 702,00 | 678,00 | 3,3131 | 2,0386 | 2,4253 | 1069,8 | 120,42 | 596,82 |
| 370,00 | 694,56 | 702,44 | 3,3801 | 2,0776 | 2,4639 | 1036,7 | 118,10 | 536,67 |
| 380,00 | 687,08 | 727,28 | 3,4463 | 2,1167 | 2,5029 | 1004,2 | 115,87 | 485,56 |
| 390,00 | 679,56 | 752,50 | 3,5118 | 2,1557 | 2,5422 | 972,23 | 113,72 | 441,73 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 400,00 | 671,97 | 778,12 | 3,5767 | 2,1947 | 2,5816 | 940,79 | 111,65 | 403,82 |
| 410,00 | 664,32 | 804,13 | 3,6409 | 2,2335 | 2,6212 | 909,81 | 109,65 | 370,76 |
| 420,00 | 656,58 | 830,54 | 3,7046 | 2,2720 | 2,6608 | 879,24 | 107,73 | 341,72 |
| 430,00 | 648,76 | 857,35 | 3,7676 | 2,3103 | 2,7005 | 849,06 | 105,88 | 316,02 |
| 440,00 | 640,84 | 884,55 | 3,8302 | 2,3482 | 2,7402 | 819,22 | 104,11 | 293,14 |
| 450,00 | 632,80 | 912,16 | 3,8922 | 2,3858 | 2,7799 | 789,68 | 102,41 | 272,62 |
| 460,00 | 624,64 | 940,15 | 3,9537 | 2,4230 | 2,8195 | 760,40 | 100,78 | 254,13 |
| 470,00 | 616,34 | 968,55 | 4,0148 | 2,4597 | 2,8592 | 731,34 | 99,225 | 237,36 |
| 480,00 | 607,88 | 997,34 | 4,0754 | 2,4960 | 2,8988 | 702,46 | 97,739 | 222,08 |
| 490,00 | 599,25 | 1026,5 | 4,1356 | 2,5319 | 2,9386 | 673,73 | 96,322 | 208,07 |
| 500,00 | 590,42 | 1056,1 | 4,1954 | 2,5673 | 2,9784 | 645,11 | 94,974 | 195,16 |
| 510,00 | 581,36 | 1086,1 | 4,2547 | 2,6023 | 3,0184 | 616,54 | 93,695 | 183,21 |
| 520,00 | 572,06 | 1116,5 | 4,3137 | 2,6368 | 3,0586 | 587,99 | 92,484 | 172,10 |
| 530,00 | 562,48 | 1147,3 | 4,3724 | 2,6708 | 3,0994 | 559,41 | 91,339 | 161,71 |
| 540,00 | 552,57 | 1178,5 | 4,4307 | 2,7045 | 3,1407 | 530,76 | 90,262 | 151,95 |
| 550,00 | 542,29 | 1210,1 | 4,4887 | 2,7377 | 3,1828 | 501,97 | 89,250 | 142,74 |
| 560,00 | 531,59 | 1242,1 | 4,5464 | 2,7705 | 3,2261 | 472,99 | 88,303 | 134,00 |
| 570,00 | 520,39 | 1274,6 | 4,6039 | 2,8030 | 3,2710 | 443,75 | 87,420 | 125,66 |
| 580,00 | 508,60 | 1307,6 | 4,6612 | 2,8352 | 3,3181 | 414,19 | 86,600 | 117,67 |
| 590,00 | 496,10 | 1341,0 | 4,7184 | 2,8671 | 3,3682 | 384,20 | 85,840 | 109,95 |
| 600,00 | 482,74 | 1374,9 | 4,7754 | 2,8990 | 3,4226 | 353,70 | 85,137 | 102,45 |
| 610,00 | 468,31 | 1409,5 | 4,8325 | 2,9307 | 3,4832 | 322,56 | 84,486 | 95,086 |
| 620,00 | 452,50 | 1444,6 | 4,8897 | 2,9626 | 3,5530 | 290,66 | 83,878 | 87,790 |
| 630,00 | 434,85 | 1480,6 | 4,9472 | 2,9949 | 3,6373 | 257,81 | 83,297 | 80,461 |
| 640,00 | 414,65 | 1517,5 | 5,0053 | 3,0280 | 3,7459 | 223,83 | 82,709 | 72,963 |
| 650,00 | 390,67 | 1555,6 | 5,0645 | 3,0625 | 3,8991 | 188,55 | 82,042 | 65,089 |
| 660,00 | 360,53 | 1595,7 | 5,1257 | 3,0995 | 4,1454 | 152,01 | 81,107 | 56,492 |
| 670,00 | 319,24 | 1639,3 | 5,1911 | 3,1408 | 4,6140 | 115,37 | 79,316 | 46,544 |
| 680,00 | 258,41 | 1689,3 | 5,2652 | 3,1843 | 5,3760 | 86,402 | 74,803 | 34,739 |
| 690,00 | 197,84 | 1741,8 | 5,3419 | 3,2075 | 4,8999 | 84,115 | 68,066 | 25,525 |
| 700,00 | 164,04 | 1787,4 | 5,4075 | 3,2163 | 4,2849 | 93,402 | 64,331 | 21,381 |
| p=3 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 768,72 | 474,67 | 2,6631 | 1,7192 | 2,1227 | 1404,5 | 145,43 | 2506,7 |
| 280,00 | 761,30 | 496,03 | 2,7408 | 1,7489 | 2,1492 | 1364,2 | 142,29 | 2002,3 |
| 290,00 | 753,92 | 517,66 | 2,8167 | 1,7809 | 2,1782 | 1324,8 | 139,26 | 1637,8 |
| 300,00 | 746,57 | 539,60 | 2,8911 | 1,8147 | 2,2094 | 1286,4 | 136,32 | 1365,8 |
| 310,00 | 739,23 | 561,86 | 2,9640 | 1,8500 | 2,2424 | 1248,8 | 133,48 | 1157,5 |
| 320,00 | 731,90 | 584,45 | 3,0358 | 1,8864 | 2,2768 | 1212,2 | 130,73 | 994,37 |
| 330,00 | 724,57 | 607,40 | 3,1064 | 1,9237 | 2,3125 | 1176,4 | 128,08 | 864,34 |
| 340,00 | 717,24 | 630,71 | 3,1760 | 1,9616 | 2,3491 | 1141,3 | 125,51 | 759,03 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 350,00 | 709,89 | 654,38 | 3,2446 | 2,0001 | 2,3866 | 1107,0 | 123,04 | 672,53 |
| 360,00 | 702,51 | 678,44 | 3,3124 | 2,0389 | 2,4246 | 1073,4 | 120,65 | 600,61 |
| 370,00 | 695,11 | 702,88 | 3,3793 | 2,0779 | 2,4631 | 1040,5 | 118,34 | 540,12 |
| 380,00 | 687,67 | 727,70 | 3,4455 | 2,1170 | 2,5020 | 1008,1 | 116,11 | 488,74 |
| 390,00 | 680,18 | 752,92 | 3,5110 | 2,1560 | 2,5412 | 976,35 | 113,97 | 444,68 |
| 400,00 | 672,63 | 778,53 | 3,5758 | 2,1950 | 2,5806 | 945,08 | 111,90 | 406,57 |
| 410,00 | 665,02 | 804,53 | 3,6400 | 2,2337 | 2,6200 | 914,29 | 109,91 | 373,35 |
| 420,00 | 657,34 | 830,93 | 3,7037 | 2,2723 | 2,6595 | 883,94 | 108,00 | 344,17 |
| 430,00 | 649,57 | 857,72 | 3,7667 | 2,3105 | 2,6991 | 853,98 | 106,16 | 318,35 |
| 440,00 | 641,70 | 884,91 | 3,8292 | 2,3484 | 2,7386 | 824,37 | 104,40 | 295,37 |
| 450,00 | 633,73 | 912,49 | 3,8912 | 2,3860 | 2,7781 | 795,09 | 102,71 | 274,77 |
| 460,00 | 625,64 | 940,47 | 3,9527 | 2,4231 | 2,8175 | 766,10 | 101,09 | 256,21 |
| 470,00 | 617,42 | 968,84 | 4,0137 | 2,4599 | 2,8569 | 737,35 | 99,541 | 239,38 |
| 480,00 | 609,05 | 997,61 | 4,0743 | 2,4962 | 2,8962 | 708,81 | 98,065 | 224,05 |
| 490,00 | 600,51 | 1026,8 | 4,1344 | 2,5320 | 2,9356 | 680,45 | 96,659 | 210,01 |
| 500,00 | 591,80 | 1056,3 | 4,1941 | 2,5674 | 2,9749 | 652,23 | 95,323 | 197,08 |
| 510,00 | 582,87 | 1086,3 | 4,2534 | 2,6023 | 3,0144 | 624,12 | 94,056 | 185,12 |
| 520,00 | 573,72 | 1116,6 | 4,3123 | 2,6367 | 3,0541 | 596,08 | 92,858 | 174,00 |
| 530,00 | 564,30 | 1147,3 | 4,3709 | 2,6707 | 3,0940 | 568,07 | 91,728 | 163,62 |
| 540,00 | 554,59 | 1178,5 | 4,4291 | 2,7043 | 3,1344 | 540,05 | 90,665 | 153,88 |
| 550,00 | 544,55 | 1210,0 | 4,4869 | 2,7374 | 3,1754 | 511,99 | 89,670 | 144,71 |
| 560,00 | 534,13 | 1242,0 | 4,5445 | 2,7701 | 3,2172 | 483,83 | 88,742 | 136,02 |
| 570,00 | 523,27 | 1274,4 | 4,6019 | 2,8024 | 3,2602 | 455,55 | 87,879 | 127,76 |
| 580,00 | 511,90 | 1307,2 | 4,6589 | 2,8344 | 3,3047 | 427,09 | 87,081 | 119,85 |
| 590,00 | 499,93 | 1340,5 | 4,7158 | 2,8661 | 3,3514 | 398,41 | 86,347 | 112,26 |
| 600,00 | 487,24 | 1374,2 | 4,7726 | 2,8975 | 3,4009 | 369,46 | 85,674 | 104,92 |
| 610,00 | 473,70 | 1408,5 | 4,8292 | 2,9288 | 3,4544 | 340,19 | 85,058 | 97,767 |
| 620,00 | 459,09 | 1443,4 | 4,8859 | 2,9600 | 3,5134 | 310,58 | 84,495 | 90,758 |
| 630,00 | 443,17 | 1478,8 | 4,9426 | 2,9913 | 3,5803 | 280,60 | 83,974 | 83,826 |
| 640,00 | 425,53 | 1515,0 | 4,9996 | 3,0229 | 3,6589 | 250,28 | 83,478 | 76,898 |
| 650,00 | 405,66 | 1552,0 | 5,0570 | 3,0549 | 3,7549 | 219,74 | 82,973 | 69,887 |
| 660,00 | 382,74 | 1590,2 | 5,1152 | 3,0877 | 3,8779 | 189,30 | 82,394 | 62,690 |
| 670,00 | 355,62 | 1629,7 | 5,1747 | 3,1215 | 4,0421 | 159,72 | 81,602 | 55,192 |
| 680,00 | 322,85 | 1671,2 | 5,2362 | 3,1562 | 4,2604 | 132,69 | 80,311 | 47,325 |
| 690,00 | 283,78 | 1715,0 | 5,3001 | 3,1897 | 4,4932 | 111,57 | 78,057 | 39,312 |
| 700,00 | 242,57 | 1760,4 | 5,3655 | 3,2169 | 4,5367 | 101,17 | 74,752 | 32,156 |
| p=4 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 769,34 | 475,63 | 2,6619 | 1,7197 | 2,1223 | 1409,8 | 145,79 | 2539,1 |
| 280,00 | 761,96 | 496,99 | 2,7395 | 1,7495 | 2,1486 | 1369,6 | 142,66 | 2027,5 |
| 290,00 | 754,62 | 518,62 | 2,8154 | 1,7815 | 2,1776 | 1330,4 | 139,63 | 1658,1 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 300,00 | 747,30 | 540,55 | 2,8898 | 1,8153 | 2,2087 | 1292,2 | 136,70 | 1382,5 |
| 310,00 | 740,00 | 562,80 | 2,9627 | 1,8505 | 2,2416 | 1254,9 | 133,87 | 1171,6 |
| 320,00 | 732,72 | 585,38 | 3,0344 | 1,8869 | 2,2760 | 1218,4 | 131,14 | 1006,5 |
| 330,00 | 725,44 | 608,32 | 3,1050 | 1,9242 | 2,3115 | 1182,8 | 128,50 | 874,94 |
| 340,00 | 718,15 | 631,62 | 3,1745 | 1,9622 | 2,3481 | 1148,0 | 125,95 | 768,40 |
| 350,00 | 710,86 | 655,28 | 3,2431 | 2,0007 | 2,3854 | 1114,0 | 123,48 | 680,92 |
| 360,00 | 703,54 | 679,33 | 3,3109 | 2,0395 | 2,4233 | 1080,6 | 121,10 | 608,19 |
| 370,00 | 696,20 | 703,75 | 3,3778 | 2,0784 | 2,4617 | 1048,0 | 118,81 | 547,04 |
| 380,00 | 688,82 | 728,56 | 3,4439 | 2,1175 | 2,5004 | 1015,9 | 116,60 | 495,10 |
| 390,00 | 681,40 | 753,76 | 3,5094 | 2,1565 | 2,5394 | 984,47 | 114,46 | 450,58 |
| 400,00 | 673,94 | 779,35 | 3,5742 | 2,1955 | 2,5785 | 953,55 | 112,41 | 412,08 |
| 410,00 | 666,41 | 805,33 | 3,6383 | 2,2342 | 2,6178 | 923,13 | 110,44 | 378,52 |
| 420,00 | 658,82 | 831,70 | 3,7019 | 2,2728 | 2,6570 | 893,17 | 108,54 | 349,05 |
| 430,00 | 651,15 | 858,47 | 3,7649 | 2,3110 | 2,6963 | 863,63 | 106,72 | 323,00 |
| 440,00 | 643,40 | 885,63 | 3,8273 | 2,3489 | 2,7355 | 834,49 | 104,97 | 299,81 |
| 450,00 | 635,55 | 913,18 | 3,8892 | 2,3864 | 2,7746 | 805,70 | 103,29 | 279,04 |
| 460,00 | 627,59 | 941,12 | 3,9506 | 2,4235 | 2,8136 | 777,24 | 101,69 | 260,33 |
| 470,00 | 619,52 | 969,45 | 4,0115 | 2,4602 | 2,8525 | 749,07 | 100,16 | 243,39 |
| 480,00 | 611,32 | 998,17 | 4,0720 | 2,4965 | 2,8913 | 721,16 | 98,709 | 227,96 |
| 490,00 | 602,97 | 1027,3 | 4,1320 | 2,5322 | 2,9300 | 693,49 | 97,324 | 213,84 |
| 500,00 | 594,46 | 1056,8 | 4,1916 | 2,5675 | 2,9686 | 666,03 | 96,010 | 200,86 |
| 510,00 | 585,77 | 1086,6 | 4,2508 | 2,6024 | 3,0072 | 638,75 | 94,766 | 188,86 |
| 520,00 | 576,89 | 1116,9 | 4,3095 | 2,6367 | 3,0458 | 611,62 | 93,593 | 177,73 |
| 530,00 | 567,78 | 1147,6 | 4,3679 | 2,6706 | 3,0845 | 584,63 | 92,489 | 167,36 |
| 540,00 | 558,43 | 1178,6 | 4,4259 | 2,7040 | 3,1233 | 557,74 | 91,456 | 157,65 |
| 550,00 | 548,81 | 1210,0 | 4,4836 | 2,7369 | 3,1624 | 530,94 | 90,491 | 148,53 |
| 560,00 | 538,88 | 1241,8 | 4,5409 | 2,7694 | 3,2019 | 504,21 | 89,596 | 139,91 |
| 570,00 | 528,60 | 1274,1 | 4,5980 | 2,8015 | 3,2419 | 477,53 | 88,770 | 131,76 |
| 580,00 | 517,93 | 1306,7 | 4,6547 | 2,8332 | 3,2827 | 450,89 | 88,012 | 124,00 |
| 590,00 | 506,81 | 1339,7 | 4,7112 | 2,8644 | 3,3244 | 424,30 | 87,322 | 116,58 |
| 600,00 | 495,18 | 1373,2 | 4,7674 | 2,8954 | 3,3675 | 397,74 | 86,698 | 109,47 |
| 610,00 | 482,96 | 1407,1 | 4,8234 | 2,9260 | 3,4122 | 371,24 | 86,140 | 102,62 |
| 620,00 | 470,06 | 1441,4 | 4,8793 | 2,9563 | 3,4591 | 344,85 | 85,645 | 95,990 |
| 630,00 | 456,36 | 1476,3 | 4,9350 | 2,9864 | 3,5088 | 318,61 | 85,209 | 89,547 |
| 640,00 | 441,74 | 1511,6 | 4,9907 | 3,0164 | 3,5619 | 292,66 | 84,826 | 83,258 |
| 650,00 | 426,02 | 1547,5 | 5,0464 | 3,0461 | 3,6193 | 267,14 | 84,484 | 77,093 |
| 660,00 | 409,03 | 1584,0 | 5,1021 | 3,0758 | 3,6818 | 242,31 | 84,167 | 71,028 |
| 670,00 | 390,56 | 1621,2 | 5,1580 | 3,1054 | 3,7500 | 218,55 | 83,847 | 65,050 |
| 680,00 | 370,45 | 1659,0 | 5,2141 | 3,1347 | 3,8234 | 196,34 | 83,482 | 59,163 |
| 690,00 | 348,62 | 1697,7 | 5,2704 | 3,1636 | 3,8998 | 176,32 | 83,012 | 53,403 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 700,00 | 325,21 | 1737,0 | 5,3271 | 3,1915 | 3,9727 | 159,24 | 82,366 | 47,852 |
| p=5 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 769,96 | 476,60 | 2,6606 | 1,7203 | 2,1218 | 1415,0 | 146,14 | 2571,9 |
| 280,00 | 762,61 | 497,94 | 2,7382 | 1,7500 | 2,1481 | 1375,0 | 143,02 | 2052,8 |
| 290,00 | 755,31 | 519,57 | 2,8141 | 1,7820 | 2,1770 | 1336,0 | 140,00 | 1678,4 |
| 300,00 | 748,03 | 541,49 | 2,8884 | 1,8158 | 2,2081 | 1298,0 | 137,09 | 1399,3 |
| 310,00 | 740,77 | 563,74 | 2,9614 | 1,8511 | 2,2409 | 1260,8 | 134,27 | 1185,8 |
| 320,00 | 733,53 | 586,31 | 3,0331 | 1,8875 | 2,2751 | 1224,6 | 131,55 | 1018,7 |
| 330,00 | 726,29 | 609,24 | 3,1036 | 1,9248 | 2,3106 | 1189,2 | 128,92 | 885,57 |
| 340,00 | 719,05 | 632,53 | 3,1731 | 1,9628 | 2,3470 | 1154,6 | 126,38 | 777,80 |
| 350,00 | 711,81 | 656,19 | 3,2417 | 2,0012 | 2,3842 | 1120,8 | 123,92 | 689,32 |
| 360,00 | 704,55 | 680,22 | 3,3094 | 2,0400 | 2,4220 | 1087,8 | 121,56 | 615,78 |
| 370,00 | 697,27 | 704,63 | 3,3763 | 2,0790 | 2,4602 | 1055,4 | 119,27 | 553,96 |
| 380,00 | 689,96 | 729,42 | 3,4424 | 2,1180 | 2,4988 | 1023,6 | 117,07 | 501,46 |
| 390,00 | 682,61 | 754,60 | 3,5078 | 2,1571 | 2,5376 | 992,46 | 114,95 | 456,47 |
| 400,00 | 675,22 | 780,17 | 3,5725 | 2,1960 | 2,5766 | 961,86 | 112,92 | 417,57 |
| 410,00 | 667,77 | 806,14 | 3,6366 | 2,2347 | 2,6156 | 931,79 | 110,95 | 383,68 |
| 420,00 | 660,27 | 832,49 | 3,7001 | 2,2733 | 2,6546 | 902,20 | 109,07 | 353,92 |
| 430,00 | 652,70 | 859,23 | 3,7631 | 2,3115 | 2,6936 | 873,07 | 107,26 | 327,62 |
| 440,00 | 645,05 | 886,36 | 3,8254 | 2,3493 | 2,7325 | 844,35 | 105,53 | 304,23 |
| 450,00 | 637,32 | 913,88 | 3,8873 | 2,3868 | 2,7713 | 816,02 | 103,87 | 283,28 |
| 460,00 | 629,49 | 941,79 | 3,9486 | 2,4239 | 2,8099 | 788,06 | 102,29 | 264,42 |
| 470,00 | 621,55 | 970,08 | 4,0095 | 2,4606 | 2,8484 | 760,42 | 100,78 | 247,36 |
| 480,00 | 613,51 | 998,75 | 4,0698 | 2,4968 | 2,8867 | 733,09 | 99,343 | 231,82 |
| 490,00 | 605,33 | 1027,8 | 4,1297 | 2,5325 | 2,9249 | 706,05 | 97,978 | 217,62 |
| 500,00 | 597,01 | 1057,2 | 4,1892 | 2,5678 | 2,9628 | 679,27 | 96,684 | 204,58 |
| 510,00 | 588,54 | 1087,1 | 4,2483 | 2,6025 | 3,0007 | 652,73 | 95,463 | 192,54 |
| 520,00 | 579,90 | 1117,3 | 4,3069 | 2,6368 | 3,0384 | 626,41 | 94,312 | 181,38 |
| 530,00 | 571,07 | 1147,8 | 4,3651 | 2,6706 | 3,0760 | 600,30 | 93,233 | 171,00 |
| 540,00 | 562,03 | 1178,8 | 4,4230 | 2,7039 | 3,1137 | 574,39 | 92,225 | 161,30 |
| 550,00 | 552,77 | 1210,1 | 4,4805 | 2,7367 | 3,1513 | 548,66 | 91,289 | 152,20 |
| 560,00 | 543,25 | 1241,8 | 4,5376 | 2,7690 | 3,1890 | 523,11 | 90,423 | 143,64 |
| 570,00 | 533,45 | 1273,9 | 4,5943 | 2,8009 | 3,2269 | 497,74 | 89,628 | 135,56 |
| 580,00 | 523,35 | 1306,3 | 4,6508 | 2,8323 | 3,2651 | 472,55 | 88,905 | 127,89 |
| 590,00 | 512,90 | 1339,2 | 4,7069 | 2,8633 | 3,3036 | 447,55 | 88,252 | 120,60 |
| 600,00 | 502,06 | 1372,4 | 4,7628 | 2,8938 | 3,3427 | 422,78 | 87,669 | 113,64 |
| 610,00 | 490,80 | 1406,0 | 4,8184 | 2,9240 | 3,3823 | 398,26 | 87,157 | 106,98 |
| 620,00 | 479,07 | 1440,1 | 4,8737 | 2,9538 | 3,4228 | 374,06 | 86,713 | 100,59 |
| 630,00 | 466,80 | 1474,5 | 4,9288 | 2,9832 | 3,4642 | 350,23 | 86,336 | 94,437 |
| 640,00 | 453,95 | 1509,4 | 4,9837 | 3,0123 | 3,5067 | 326,89 | 86,024 | 88,497 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 650,00 | 440,45 | 1544,6 | 5,0384 | 3,0411 | 3,5503 | 304,17 | 85,772 | 82,753 |
| 660,00 | 426,23 | 1580,4 | 5,0929 | 3,0695 | 3,5951 | 282,23 | 85,573 | 77,192 |
| 670,00 | 411,26 | 1616,6 | 5,1473 | 3,0976 | 3,6409 | 261,29 | 85,418 | 71,808 |
| 680,00 | 395,49 | 1653,2 | 5,2016 | 3,1252 | 3,6872 | 241,60 | 85,293 | 66,601 |
| 690,00 | 378,94 | 1690,3 | 5,2558 | 3,1523 | 3,7332 | 223,43 | 85,180 | 61,585 |
| 700,00 | 361,65 | 1727,9 | 5,3098 | 3,1788 | 3,7775 | 207,05 | 85,059 | 56,781 |
| p=10 МПа | | | | | | | | |
| 280,00 | 765,79 | 502,75 | 2,7320 | 1,7529 | 2,1459 | 1401,4 | 144,82 | 2182,3 |
| 290,00 | 758,65 | 524,35 | 2,8078 | 1,7849 | 2,1744 | 1363,2 | 141,85 | 1782,0 |
| 300,00 | 751,55 | 546,25 | 2,8821 | 1,8187 | 2,2051 | 1326,0 | 138,99 | 1484,6 |
| 310,00 | 744,49 | 568,46 | 2,9549 | 1,8540 | 2,2376 | 1289,7 | 136,23 | 1257,5 |
| 320,00 | 737,44 | 591,00 | 3,0265 | 1,8904 | 2,2714 | 1254,4 | 133,56 | 1080,2 |
| 330,00 | 730,42 | 613,89 | 3,0969 | 1,9277 | 2,3065 | 1220,1 | 130,98 | 939,15 |
| 340,00 | 723,41 | 637,14 | 3,1663 | 1,9657 | 2,3424 | 1186,5 | 128,49 | 825,09 |
| 350,00 | 716,41 | 660,74 | 3,2347 | 2,0041 | 2,3791 | 1153,8 | 126,09 | 731,54 |
| 360,00 | 709,40 | 684,72 | 3,3023 | 2,0429 | 2,4163 | 1121,9 | 123,78 | 653,85 |
| 370,00 | 702,40 | 709,07 | 3,3690 | 2,0818 | 2,4540 | 1090,7 | 121,56 | 588,61 |
| 380,00 | 695,38 | 733,80 | 3,4349 | 2,1209 | 2,4919 | 1060,3 | 119,42 | 533,25 |
| 390,00 | 688,34 | 758,91 | 3,5001 | 2,1599 | 2,5300 | 1030,5 | 117,36 | 485,85 |
| 400,00 | 681,29 | 784,40 | 3,5647 | 2,1987 | 2,5682 | 1001,3 | 115,38 | 444,92 |
| 410,00 | 674,21 | 810,27 | 3,6286 | 2,2374 | 2,6064 | 972,77 | 113,49 | 409,29 |
| 420,00 | 667,10 | 836,53 | 3,6918 | 2,2759 | 2,6445 | 944,78 | 111,67 | 378,05 |
| 430,00 | 659,95 | 863,16 | 3,7545 | 2,3140 | 2,6825 | 917,34 | 109,93 | 350,48 |
| 440,00 | 652,75 | 890,18 | 3,8166 | 2,3518 | 2,7202 | 890,43 | 108,27 | 325,99 |
| 450,00 | 645,52 | 917,57 | 3,8782 | 2,3892 | 2,7578 | 864,01 | 106,68 | 304,10 |
| 460,00 | 638,22 | 945,33 | 3,9392 | 2,4262 | 2,7950 | 838,07 | 105,17 | 284,44 |
| 470,00 | 630,88 | 973,47 | 3,9997 | 2,4627 | 2,8319 | 812,60 | 103,74 | 266,68 |
| 480,00 | 623,47 | 1002,0 | 4,0597 | 2,4988 | 2,8685 | 787,57 | 102,38 | 250,57 |
| 490,00 | 615,99 | 1030,8 | 4,1192 | 2,5344 | 2,9048 | 762,97 | 101,10 | 235,87 |
| 500,00 | 608,43 | 1060,1 | 4,1783 | 2,5694 | 2,9406 | 738,80 | 99,897 | 222,42 |
| 510,00 | 600,80 | 1089,6 | 4,2368 | 2,6040 | 2,9760 | 715,05 | 98,766 | 210,06 |
| 520,00 | 593,09 | 1119,6 | 4,2950 | 2,6380 | 3,0110 | 691,70 | 97,709 | 198,65 |
| 530,00 | 585,28 | 1149,9 | 4,3526 | 2,6715 | 3,0456 | 668,77 | 96,728 | 188,08 |
| 540,00 | 577,38 | 1180,5 | 4,4099 | 2,7044 | 3,0797 | 646,25 | 95,823 | 178,27 |
| 550,00 | 569,39 | 1211,5 | 4,4667 | 2,7368 | 3,1134 | 624,14 | 94,992 | 169,12 |
| 560,00 | 561,28 | 1242,8 | 4,5231 | 2,7687 | 3,1465 | 602,46 | 94,238 | 160,57 |
| 570,00 | 553,07 | 1274,4 | 4,5791 | 2,8000 | 3,1792 | 581,21 | 93,559 | 152,56 |
| 580,00 | 544,74 | 1306,3 | 4,6347 | 2,8308 | 3,2115 | 560,40 | 92,957 | 145,03 |
| 590,00 | 536,29 | 1338,6 | 4,6898 | 2,8611 | 3,2432 | 540,06 | 92,432 | 137,95 |
| 600,00 | 527,72 | 1371,2 | 4,7446 | 2,8909 | 3,2743 | 520,21 | 91,983 | 131,26 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 610,00 | 519,03 | 1404,1 | 4,7990 | 2,9201 | 3,3050 | 500,87 | 91,612 | 124,95 |
| 620,00 | 510,21 | 1437,3 | 4,8530 | 2,9488 | 3,3350 | 482,08 | 91,318 | 118,97 |
| 630,00 | 501,26 | 1470,8 | 4,9066 | 2,9770 | 3,3645 | 463,85 | 91,102 | 113,31 |
| 640,00 | 492,19 | 1504,6 | 4,9598 | 3,0047 | 3,3933 | 446,23 | 90,965 | 107,93 |
| 650,00 | 483,00 | 1538,7 | 5,0126 | 3,0319 | 3,4214 | 429,26 | 90,905 | 102,83 |
| 660,00 | 473,69 | 1573,0 | 5,0650 | 3,0586 | 3,4488 | 412,97 | 90,922 | 97,988 |
| 670,00 | 464,27 | 1607,6 | 5,1171 | 3,0848 | 3,4754 | 397,39 | 91,017 | 93,384 |
| 680,00 | 454,75 | 1642,5 | 5,1688 | 3,1104 | 3,5012 | 382,56 | 91,189 | 89,011 |
| 690,00 | 445,15 | 1677,7 | 5,2201 | 3,1356 | 3,5261 | 368,52 | 91,436 | 84,858 |
| 700,00 | 435,49 | 1713,0 | 5,2710 | 3,1603 | 3,5500 | 355,28 | 91,758 | 80,917 |
| p=20 МПа | | | | | | | | |
| 280,00 | 771,80 | 512,43 | 2,7202 | 1,7586 | 2,1424 | 1451,0 | 148,35 | 2455,4 |
| 290,00 | 764,95 | 534,00 | 2,7958 | 1,7907 | 2,1705 | 1414,2 | 145,48 | 1998,9 |
| 300,00 | 758,17 | 555,85 | 2,8699 | 1,8246 | 2,2006 | 1378,4 | 142,71 | 1661,9 |
| 310,00 | 751,43 | 578,02 | 2,9426 | 1,8599 | 2,2325 | 1343,7 | 140,04 | 1405,9 |
| 320,00 | 744,73 | 600,51 | 3,0140 | 1,8963 | 2,2657 | 1310,0 | 137,46 | 1206,8 |
| 330,00 | 738,07 | 623,33 | 3,0842 | 1,9336 | 2,3001 | 1277,2 | 134,98 | 1048,9 |
| 340,00 | 731,44 | 646,51 | 3,1534 | 1,9715 | 2,3354 | 1245,4 | 132,59 | 921,55 |
| 350,00 | 724,84 | 670,04 | 3,2216 | 2,0100 | 2,3713 | 1214,5 | 130,28 | 817,30 |
| 360,00 | 718,27 | 693,94 | 3,2890 | 2,0487 | 2,4078 | 1184,4 | 128,07 | 730,89 |
| 370,00 | 711,71 | 718,20 | 3,3554 | 2,0876 | 2,4446 | 1155,1 | 125,94 | 658,45 |
| 380,00 | 705,17 | 742,83 | 3,4211 | 2,1266 | 2,4817 | 1126,6 | 123,90 | 597,08 |
| 390,00 | 698,64 | 767,84 | 3,4861 | 2,1656 | 2,5189 | 1098,9 | 121,94 | 544,61 |
| 400,00 | 692,11 | 793,21 | 3,5503 | 2,2044 | 2,5561 | 1071,9 | 120,07 | 499,37 |
| 410,00 | 685,60 | 818,96 | 3,6139 | 2,2431 | 2,5932 | 1045,5 | 118,27 | 460,06 |
| 420,00 | 679,08 | 845,07 | 3,6768 | 2,2815 | 2,6302 | 1019,8 | 116,56 | 425,65 |
| 430,00 | 672,57 | 871,56 | 3,7391 | 2,3195 | 2,6669 | 994,80 | 114,93 | 395,33 |
| 440,00 | 666,05 | 898,41 | 3,8009 | 2,3573 | 2,7034 | 970,37 | 113,38 | 368,46 |
| 450,00 | 659,53 | 925,63 | 3,8620 | 2,3946 | 2,7396 | 946,53 | 111,90 | 344,50 |
| 460,00 | 653,00 | 953,20 | 3,9226 | 2,4314 | 2,7754 | 923,28 | 110,51 | 323,03 |
| 470,00 | 646,46 | 981,13 | 3,9827 | 2,4679 | 2,8108 | 900,59 | 109,19 | 303,68 |
| 480,00 | 639,91 | 1009,4 | 4,0422 | 2,5038 | 2,8457 | 878,44 | 107,95 | 286,18 |
| 490,00 | 633,35 | 1038,0 | 4,1013 | 2,5392 | 2,8802 | 856,84 | 106,79 | 270,27 |
| 500,00 | 626,77 | 1067,0 | 4,1598 | 2,5741 | 2,9141 | 835,76 | 105,70 | 255,75 |
| 510,00 | 620,19 | 1096,3 | 4,2178 | 2,6085 | 2,9475 | 815,20 | 104,69 | 242,45 |
| 520,00 | 613,59 | 1126,0 | 4,2754 | 2,6423 | 2,9804 | 795,15 | 103,76 | 230,23 |
| 530,00 | 606,97 | 1155,9 | 4,3325 | 2,6755 | 3,0127 | 775,62 | 102,91 | 218,96 |
| 540,00 | 600,34 | 1186,2 | 4,3891 | 2,7082 | 3,0444 | 756,59 | 102,13 | 208,53 |
| 550,00 | 593,69 | 1216,8 | 4,4452 | 2,7404 | 3,0755 | 738,06 | 101,43 | 198,86 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 560,00 | 587,04 | 1247,7 | 4,5009 | 2,7720 | 3,1060 | 720,03 | 100,81 | 189,86 |
| 570,00 | 580,36 | 1278,9 | 4,5562 | 2,8030 | 3,1359 | 702,50 | 100,26 | 181,48 |
| 580,00 | 573,68 | 1310,4 | 4,6110 | 2,8334 | 3,1652 | 685,48 | 99,789 | 173,64 |
| 590,00 | 566,98 | 1342,2 | 4,6653 | 2,8633 | 3,1938 | 668,95 | 99,396 | 166,31 |
| 600,00 | 560,28 | 1374,3 | 4,7192 | 2,8927 | 3,2218 | 652,94 | 99,080 | 159,43 |
| 610,00 | 553,57 | 1406,7 | 4,7727 | 2,9215 | 3,2491 | 637,42 | 98,842 | 152,96 |
| 620,00 | 546,86 | 1439,3 | 4,8257 | 2,9497 | 3,2758 | 622,42 | 98,681 | 146,88 |
| 630,00 | 540,14 | 1472,2 | 4,8784 | 2,9775 | 3,3018 | 607,93 | 98,597 | 141,14 |
| 640,00 | 533,43 | 1505,3 | 4,9306 | 3,0047 | 3,3272 | 593,94 | 98,591 | 135,73 |
| 650,00 | 526,73 | 1538,7 | 4,9823 | 3,0313 | 3,3519 | 580,47 | 98,662 | 130,62 |
| 660,00 | 520,03 | 1572,4 | 5,0337 | 3,0575 | 3,3760 | 567,52 | 98,810 | 125,79 |
| 670,00 | 513,35 | 1606,2 | 5,0847 | 3,0831 | 3,3994 | 555,07 | 99,035 | 121,21 |
| 680,00 | 506,69 | 1640,4 | 5,1352 | 3,1083 | 3,4222 | 543,14 | 99,338 | 116,88 |
| 690,00 | 500,05 | 1674,7 | 5,1853 | 3,1330 | 3,4444 | 531,71 | 99,717 | 112,77 |
| 700,00 | 493,44 | 1709,2 | 5,2350 | 3,1571 | 3,4659 | 520,79 | 100,17 | 108,88 |
| p=40 МПа | | | | | | | | |
| 280,00 | 782,64 | 532,02 | 2,6982 | 1,7702 | 2,1386 | 1540,7 | 155,15 | 3067,6 |
| 290,00 | 776,27 | 553,54 | 2,7738 | 1,8024 | 2,1659 | 1506,0 | 152,43 | 2476,7 |
| 300,00 | 769,98 | 575,35 | 2,8477 | 1,8363 | 2,1954 | 1472,4 | 149,81 | 2047,4 |
| 310,00 | 763,76 | 597,45 | 2,9202 | 1,8716 | 2,2265 | 1439,9 | 147,28 | 1725,1 |
| 320,00 | 757,60 | 619,88 | 2,9914 | 1,9080 | 2,2590 | 1408,4 | 144,85 | 1476,6 |
| 330,00 | 751,50 | 642,64 | 3,0614 | 1,9453 | 2,2926 | 1378,0 | 142,52 | 1280,8 |
| 340,00 | 745,45 | 665,73 | 3,1303 | 1,9833 | 2,3270 | 1348,6 | 140,27 | 1123,8 |
| 350,00 | 739,46 | 689,18 | 3,1983 | 2,0217 | 2,3621 | 1320,1 | 138,11 | 995,88 |
| 360,00 | 733,51 | 712,98 | 3,2653 | 2,0604 | 2,3977 | 1292,5 | 136,04 | 890,25 |
| 370,00 | 727,60 | 737,13 | 3,3315 | 2,0993 | 2,4337 | 1265,8 | 134,06 | 801,99 |
| 380,00 | 721,74 | 761,65 | 3,3969 | 2,1382 | 2,4698 | 1239,9 | 132,16 | 727,44 |
| 390,00 | 715,91 | 786,53 | 3,4615 | 2,1772 | 2,5060 | 1214,8 | 130,35 | 663,88 |
| 400,00 | 710,13 | 811,77 | 3,5254 | 2,2159 | 2,5422 | 1190,5 | 128,62 | 609,22 |
| 410,00 | 704,37 | 837,38 | 3,5886 | 2,2545 | 2,5784 | 1166,9 | 126,97 | 561,83 |
| 420,00 | 698,65 | 863,34 | 3,6512 | 2,2929 | 2,6143 | 1144,0 | 125,40 | 520,45 |
| 430,00 | 692,96 | 889,66 | 3,7131 | 2,3309 | 2,6501 | 1121,8 | 123,91 | 484,09 |
| 440,00 | 687,30 | 916,34 | 3,7745 | 2,3685 | 2,6855 | 1100,2 | 122,51 | 451,93 |
| 450,00 | 681,67 | 943,37 | 3,8352 | 2,4058 | 2,7206 | 1079,3 | 121,18 | 423,33 |
| 460,00 | 676,07 | 970,75 | 3,8954 | 2,4426 | 2,7552 | 1059,0 | 119,93 | 397,76 |
| 470,00 | 670,49 | 998,47 | 3,9550 | 2,4789 | 2,7895 | 1039,3 | 118,75 | 374,78 |
| 480,00 | 664,94 | 1026,5 | 4,0141 | 2,5147 | 2,8233 | 1020,2 | 117,66 | 354,05 |
| 490,00 | 659,42 | 1054,9 | 4,0727 | 2,5501 | 2,8566 | 1001,6 | 116,64 | 335,26 |
| 500,00 | 653,92 | 1083,7 | 4,1307 | 2,5849 | 2,8894 | 983,56 | 115,69 | 318,16 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 510,00 | 648,44 | 1112,7 | 4,1882 | 2,6191 | 2,9216 | 966,06 | 114,82 | 302,55 |
| 520,00 | 643,00 | 1142,1 | 4,2453 | 2,6528 | 2,9533 | 949,08 | 114,03 | 288,23 |
| 530,00 | 637,58 | 1171,8 | 4,3018 | 2,6859 | 2,9844 | 932,60 | 113,31 | 275,08 |
| 540,00 | 632,18 | 1201,8 | 4,3579 | 2,7185 | 3,0150 | 916,62 | 112,67 | 262,94 |
| 550,00 | 626,81 | 1232,1 | 4,4135 | 2,7505 | 3,0450 | 901,12 | 112,10 | 251,72 |
| 560,00 | 621,47 | 1262,7 | 4,4686 | 2,7820 | 3,0743 | 886,09 | 111,61 | 241,32 |
| 570,00 | 616,16 | 1293,6 | 4,5233 | 2,8128 | 3,1031 | 871,53 | 111,19 | 231,64 |
| 580,00 | 610,87 | 1324,7 | 4,5775 | 2,8431 | 3,1313 | 857,42 | 110,84 | 222,63 |
| 590,00 | 605,62 | 1356,2 | 4,6313 | 2,8729 | 3,1589 | 843,76 | 110,57 | 214,22 |
| 600,00 | 600,39 | 1387,9 | 4,6846 | 2,9020 | 3,1860 | 830,53 | 110,37 | 206,35 |
| 610,00 | 595,20 | 1419,9 | 4,7375 | 2,9307 | 3,2124 | 817,74 | 110,24 | 198,97 |
| 620,00 | 590,03 | 1452,2 | 4,7899 | 2,9588 | 3,2382 | 805,36 | 110,19 | 192,04 |
| 630,00 | 584,90 | 1484,7 | 4,8419 | 2,9863 | 3,2635 | 793,40 | 110,20 | 185,53 |
| 640,00 | 579,81 | 1517,4 | 4,8935 | 3,0133 | 3,2882 | 781,84 | 110,30 | 179,39 |
| 650,00 | 574,75 | 1550,4 | 4,9447 | 3,0398 | 3,3124 | 770,68 | 110,46 | 173,61 |
| 660,00 | 569,73 | 1583,7 | 4,9954 | 3,0658 | 3,3360 | 759,90 | 110,69 | 168,14 |
| 670,00 | 564,74 | 1617,2 | 5,0458 | 3,0913 | 3,3591 | 749,51 | 111,00 | 162,97 |
| 680,00 | 559,80 | 1650,9 | 5,0957 | 3,1163 | 3,3816 | 739,48 | 111,38 | 158,07 |
| 690,00 | 554,89 | 1684,8 | 5,1452 | 3,1408 | 3,4037 | 729,82 | 111,83 | 153,43 |
| 700,00 | 550,03 | 1718,9 | 5,1944 | 3,1648 | 3,4252 | 720,51 | 112,35 | 149,03 |
| p=60 МПа | | | | | | | | |
| 280,00 | 792,27 | 551,81 | 2,6782 | 1,7817 | 2,1374 | 1620,8 | 161,61 | 3788,0 |
| 290,00 | 786,28 | 573,31 | 2,7537 | 1,8138 | 2,1643 | 1587,6 | 159,00 | 3025,7 |
| 300,00 | 780,37 | 595,10 | 2,8275 | 1,8477 | 2,1933 | 1555,6 | 156,50 | 2482,1 |
| 310,00 | 774,54 | 617,18 | 2,8999 | 1,8830 | 2,2240 | 1524,7 | 154,08 | 2079,5 |
| 320,00 | 768,79 | 639,58 | 2,9710 | 1,9194 | 2,2560 | 1494,9 | 151,76 | 1772,4 |
| 330,00 | 763,11 | 662,31 | 3,0410 | 1,9567 | 2,2891 | 1466,1 | 149,53 | 1532,4 |
| 340,00 | 757,49 | 685,37 | 3,1098 | 1,9946 | 2,3231 | 1438,3 | 147,39 | 1341,2 |
| 350,00 | 751,93 | 708,77 | 3,1777 | 2,0330 | 2,3577 | 1411,4 | 145,33 | 1186,2 |
| 360,00 | 746,43 | 732,52 | 3,2446 | 2,0717 | 2,3929 | 1385,5 | 143,37 | 1058,8 |
| 370,00 | 740,99 | 756,63 | 3,3106 | 2,1105 | 2,4283 | 1360,5 | 141,48 | 952,74 |
| 380,00 | 735,60 | 781,09 | 3,3758 | 2,1494 | 2,4640 | 1336,2 | 139,68 | 863,43 |
| 390,00 | 730,27 | 805,91 | 3,4403 | 2,1883 | 2,4998 | 1312,8 | 137,97 | 787,50 |
| 400,00 | 724,98 | 831,09 | 3,5040 | 2,2270 | 2,5355 | 1290,2 | 136,34 | 722,36 |
| 410,00 | 719,73 | 856,62 | 3,5671 | 2,2656 | 2,5712 | 1268,3 | 134,78 | 666,02 |
| 420,00 | 714,54 | 882,51 | 3,6295 | 2,3038 | 2,6067 | 1247,1 | 133,31 | 616,93 |
| 430,00 | 709,38 | 908,75 | 3,6912 | 2,3418 | 2,6420 | 1226,5 | 131,91 | 573,87 |
| 440,00 | 704,27 | 935,35 | 3,7524 | 2,3794 | 2,6770 | 1206,7 | 130,60 | 535,87 |
| 450,00 | 699,20 | 962,29 | 3,8129 | 2,4166 | 2,7116 | 1187,4 | 129,36 | 502,13 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 460,00 | 694,17 | 989,58 | 3,8729 | 2,4533 | 2,7459 | 1168,8 | 128,20 | 472,01 |
| 470,00 | 689,18 | 1017,2 | 3,9323 | 2,4896 | 2,7798 | 1150,7 | 127,11 | 445,01 |
| 480,00 | 684,22 | 1045,2 | 3,9912 | 2,5254 | 2,8132 | 1133,2 | 126,10 | 420,68 |
| 490,00 | 679,31 | 1073,5 | 4,0495 | 2,5606 | 2,8461 | 1116,2 | 125,16 | 398,66 |
| 500,00 | 674,43 | 1102,1 | 4,1074 | 2,5954 | 2,8785 | 1099,7 | 124,30 | 378,66 |
| 510,00 | 669,59 | 1131,0 | 4,1647 | 2,6296 | 2,9104 | 1083,8 | 123,51 | 360,43 |
| 520,00 | 664,78 | 1160,3 | 4,2215 | 2,6632 | 2,9418 | 1068,3 | 122,79 | 343,74 |
| 530,00 | 660,01 | 1189,9 | 4,2778 | 2,6963 | 2,9726 | 1053,4 | 122,15 | 328,42 |
| 540,00 | 655,28 | 1219,8 | 4,3337 | 2,7288 | 3,0029 | 1038,9 | 121,58 | 314,32 |
| 550,00 | 650,58 | 1249,9 | 4,3890 | 2,7607 | 3,0327 | 1024,8 | 121,08 | 301,30 |
| 560,00 | 645,92 | 1280,4 | 4,4440 | 2,7921 | 3,0618 | 1011,2 | 120,65 | 289,24 |
| 570,00 | 641,30 | 1311,2 | 4,4984 | 2,8229 | 3,0904 | 997,95 | 120,29 | 278,04 |
| 580,00 | 636,71 | 1342,2 | 4,5524 | 2,8531 | 3,1184 | 985,16 | 120,00 | 267,63 |
| 590,00 | 632,16 | 1373,5 | 4,6059 | 2,8828 | 3,1459 | 972,78 | 119,79 | 257,92 |
| 600,00 | 627,64 | 1405,1 | 4,6590 | 2,9119 | 3,1728 | 960,78 | 119,64 | 248,84 |
| 610,00 | 623,17 | 1437,0 | 4,7117 | 2,9405 | 3,1992 | 949,16 | 119,57 | 240,34 |
| 620,00 | 618,73 | 1469,1 | 4,7639 | 2,9685 | 3,2250 | 937,91 | 119,56 | 232,37 |
| 630,00 | 614,32 | 1501,5 | 4,8157 | 2,9960 | 3,2503 | 927,03 | 119,62 | 224,88 |
| 640,00 | 609,96 | 1534,1 | 4,8671 | 3,0229 | 3,2750 | 916,49 | 119,76 | 217,83 |
| 650,00 | 605,63 | 1567,0 | 4,9181 | 3,0494 | 3,2992 | 906,30 | 119,96 | 211,18 |
| 660,00 | 601,34 | 1600,1 | 4,9686 | 3,0753 | 3,3229 | 896,44 | 120,23 | 204,91 |
| 670,00 | 597,09 | 1633,4 | 5,0188 | 3,1007 | 3,3461 | 886,91 | 120,57 | 198,98 |
| 680,00 | 592,87 | 1667,0 | 5,0685 | 3,1256 | 3,3688 | 877,69 | 120,97 | 193,36 |
| 690,00 | 588,70 | 1700,8 | 5,1179 | 3,1501 | 3,3910 | 868,77 | 121,45 | 188,04 |
| 700,00 | 584,56 | 1734,8 | 5,1668 | 3,1741 | 3,4127 | 860,16 | 121,99 | 182,99 |
| p=80 МПа | | | | | | | | |
| 290,00 | 795,29 | 593,23 | 2,7352 | 1,8249 | 2,1646 | 1661,8 | 165,24 | 3663,3 |
| 300,00 | 789,69 | 615,02 | 2,8090 | 1,8588 | 2,1932 | 1631,0 | 162,82 | 2976,6 |
| 310,00 | 784,18 | 637,10 | 2,8814 | 1,8940 | 2,2236 | 1601,3 | 160,49 | 2476,2 |
| 320,00 | 778,75 | 659,50 | 2,9525 | 1,9304 | 2,2553 | 1572,7 | 158,25 | 2099,2 |
| 330,00 | 773,40 | 682,21 | 3,0224 | 1,9676 | 2,2881 | 1545,1 | 156,10 | 1807,4 |
| 340,00 | 768,11 | 705,26 | 3,0912 | 2,0055 | 2,3217 | 1518,6 | 154,03 | 1576,5 |
| 350,00 | 762,90 | 728,65 | 3,1590 | 2,0438 | 2,3561 | 1492,9 | 152,06 | 1390,6 |
| 360,00 | 757,74 | 752,38 | 3,2259 | 2,0824 | 2,3909 | 1468,2 | 150,16 | 1238,5 |
| 370,00 | 752,66 | 776,47 | 3,2919 | 2,1212 | 2,4261 | 1444,4 | 148,35 | 1112,4 |
| 380,00 | 747,63 | 800,91 | 3,3570 | 2,1600 | 2,4615 | 1421,4 | 146,63 | 1006,6 |
| 390,00 | 742,65 | 825,70 | 3,4214 | 2,1988 | 2,4970 | 1399,1 | 144,98 | 916,96 |
| 400,00 | 737,73 | 850,85 | 3,4851 | 2,2375 | 2,5325 | 1377,7 | 143,42 | 840,23 |

*Продолжение таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 410,00 | 732,87 | 876,35 | 3,5481 | 2,2759 | 2,5679 | 1356,9 | 141,93 | 774,03 |
| 420,00 | 728,05 | 902,20 | 3,6104 | 2,3142 | 2,6031 | 1336,9 | 140,52 | 716,47 |
| 430,00 | 723,28 | 928,41 | 3,6720 | 2,3521 | 2,6382 | 1317,5 | 139,19 | 666,09 |
| 440,00 | 718,56 | 954,97 | 3,7331 | 2,3896 | 2,6729 | 1298,7 | 137,94 | 621,70 |
| 450,00 | 713,89 | 981,87 | 3,7935 | 2,4267 | 2,7074 | 1280,6 | 136,76 | 582,36 |
| 460,00 | 709,26 | 1009,1 | 3,8534 | 2,4634 | 2,7415 | 1263,0 | 135,66 | 547,30 |
| 470,00 | 704,68 | 1036,7 | 3,9127 | 2,4996 | 2,7751 | 1246,0 | 134,63 | 515,92 |
| 480,00 | 700,14 | 1064,6 | 3,9715 | 2,5353 | 2,8083 | 1229,5 | 133,67 | 487,68 |
| 490,00 | 695,64 | 1092,9 | 4,0297 | 2,5705 | 2,8411 | 1213,6 | 132,79 | 462,17 |
| 500,00 | 691,18 | 1121,4 | 4,0875 | 2,6052 | 2,8734 | 1198,1 | 131,97 | 439,02 |
| 510,00 | 686,76 | 1150,3 | 4,1447 | 2,6393 | 2,9052 | 1183,2 | 131,24 | 417,94 |
| 520,00 | 682,39 | 1179,5 | 4,2014 | 2,6729 | 2,9364 | 1168,6 | 130,57 | 398,68 |
| 530,00 | 678,05 | 1209,1 | 4,2576 | 2,7059 | 2,9671 | 1154,6 | 129,97 | 381,02 |
| 540,00 | 673,75 | 1238,9 | 4,3134 | 2,7384 | 2,9973 | 1141,0 | 129,44 | 364,78 |
| 550,00 | 669,49 | 1269,0 | 4,3686 | 2,7703 | 3,0270 | 1127,8 | 128,98 | 349,80 |
| 560,00 | 665,27 | 1299,4 | 4,4234 | 2,8016 | 3,0561 | 1115,0 | 128,59 | 335,95 |
| 570,00 | 661,09 | 1330,1 | 4,4778 | 2,8323 | 3,0846 | 1102,6 | 128,27 | 323,10 |
| 580,00 | 656,95 | 1361,1 | 4,5317 | 2,8625 | 3,1127 | 1090,6 | 128,02 | 311,16 |
| 590,00 | 652,84 | 1392,4 | 4,5851 | 2,8921 | 3,1401 | 1079,0 | 127,84 | 300,03 |
| 600,00 | 648,77 | 1423,9 | 4,6381 | 2,9212 | 3,1670 | 1067,7 | 127,73 | 289,64 |
| 610,00 | 644,74 | 1455,7 | 4,6907 | 2,9497 | 3,1934 | 1056,7 | 127,68 | 279,93 |
| 620,00 | 640,75 | 1487,8 | 4,7428 | 2,9776 | 3,2193 | 1046,2 | 127,70 | 270,82 |
| 630,00 | 636,79 | 1520,1 | 4,7945 | 3,0051 | 3,2446 | 1035,9 | 127,79 | 262,27 |
| 640,00 | 632,87 | 1552,7 | 4,8458 | 3,0320 | 3,2694 | 1026,0 | 127,94 | 254,22 |
| 650,00 | 628,99 | 1585,5 | 4,8967 | 3,0583 | 3,2937 | 1016,3 | 128,16 | 246,64 |
| 660,00 | 625,14 | 1618,5 | 4,9472 | 3,0842 | 3,3175 | 1007,0 | 128,45 | 239,49 |
| 670,00 | 621,33 | 1651,8 | 4,9972 | 3,1096 | 3,3408 | 997,94 | 128,80 | 232,73 |
| 680,00 | 617,56 | 1685,3 | 5,0469 | 3,1344 | 3,3636 | 989,18 | 129,22 | 226,34 |
| 690,00 | 613,82 | 1719,1 | 5,0962 | 3,1588 | 3,3859 | 980,70 | 129,71 | 220,28 |
| 700,00 | 610,12 | 1753,1 | 5,1451 | 3,1827 | 3,4078 | 972,48 | 130,26 | 214,53 |
| p=100 МПа | | | | | | | | |
| 290,00 | 803,51 | 613,25 | 2,7179 | 1,8356 | 2,1660 | 1730,3 | 171,18 | 4412,7 |
| 300,00 | 798,18 | 635,05 | 2,7918 | 1,8694 | 2,1944 | 1700,4 | 168,83 | 3544,2 |
| 310,00 | 792,93 | 657,14 | 2,8643 | 1,9046 | 2,2245 | 1671,7 | 166,56 | 2923,6 |
| 320,00 | 787,76 | 679,55 | 2,9354 | 1,9409 | 2,2560 | 1644,1 | 164,38 | 2462,5 |
| 330,00 | 782,67 | 702,27 | 3,0053 | 1,9780 | 2,2886 | 1617,4 | 162,29 | 2109,5 |
| 340,00 | 777,66 | 725,32 | 3,0741 | 2,0158 | 2,3220 | 1591,8 | 160,29 | 1832,7 |
| 350,00 | 772,72 | 748,71 | 3,1419 | 2,0540 | 2,3561 | 1567,2 | 158,36 | 1611,3 |

*Окончание таблицы Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***ρ*** | ***h*** | ***s*** | ***Cv*** | ***Cp*** | ***w*** | ***λ*** | ***η*** |
| **K** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** |
| 360,00 | 767,85 | 772,44 | 3,2088 | 2,0925 | 2,3907 | 1543,4 | 156,53 | 1431,1 |
| 370,00 | 763,04 | 796,53 | 3,2747 | 2,1312 | 2,4257 | 1520,5 | 154,77 | 1282,5 |
| 380,00 | 758,29 | 820,96 | 3,3399 | 2,1700 | 2,4609 | 1498,4 | 153,10 | 1158,2 |
| 390,00 | 753,61 | 845,75 | 3,4043 | 2,2087 | 2,4962 | 1477,0 | 151,50 | 1053,3 |
| 400,00 | 748,98 | 870,88 | 3,4679 | 2,2473 | 2,5315 | 1456,5 | 149,99 | 963,77 |
| 410,00 | 744,40 | 896,38 | 3,5309 | 2,2857 | 2,5668 | 1436,6 | 148,55 | 886,73 |
| 420,00 | 739,88 | 922,22 | 3,5931 | 2,3238 | 2,6019 | 1417,4 | 147,19 | 819,91 |
| 430,00 | 735,42 | 948,41 | 3,6548 | 2,3617 | 2,6368 | 1398,8 | 145,91 | 761,53 |
| 440,00 | 731,00 | 974,95 | 3,7158 | 2,3991 | 2,6714 | 1380,9 | 144,70 | 710,20 |
| 450,00 | 726,63 | 1001,8 | 3,7762 | 2,4362 | 2,7057 | 1363,5 | 143,56 | 664,79 |
| 460,00 | 722,30 | 1029,1 | 3,8361 | 2,4728 | 2,7396 | 1346,7 | 142,50 | 624,40 |
| 470,00 | 718,03 | 1056,6 | 3,8953 | 2,5089 | 2,7732 | 1330,5 | 141,51 | 588,28 |
| 480,00 | 713,80 | 1084,5 | 3,9541 | 2,5446 | 2,8063 | 1314,8 | 140,59 | 555,83 |
| 490,00 | 709,61 | 1112,8 | 4,0123 | 2,5797 | 2,8390 | 1299,5 | 139,75 | 526,56 |
| 500,00 | 705,46 | 1141,3 | 4,0699 | 2,6143 | 2,8712 | 1284,8 | 138,97 | 500,03 |
| 510,00 | 701,36 | 1170,2 | 4,1271 | 2,6484 | 2,9029 | 1270,5 | 138,26 | 475,91 |
| 520,00 | 697,30 | 1199,4 | 4,1838 | 2,6819 | 2,9341 | 1256,7 | 137,63 | 453,89 |
| 530,00 | 693,28 | 1228,9 | 4,2400 | 2,7149 | 2,9647 | 1243,3 | 137,06 | 433,73 |
| 540,00 | 689,29 | 1258,7 | 4,2957 | 2,7472 | 2,9949 | 1230,3 | 136,56 | 415,20 |
| 550,00 | 685,35 | 1288,8 | 4,3509 | 2,7791 | 3,0245 | 1217,7 | 136,13 | 398,14 |
| 560,00 | 681,45 | 1319,1 | 4,4057 | 2,8103 | 3,0536 | 1205,4 | 135,77 | 382,36 |
| 570,00 | 677,58 | 1349,8 | 4,4600 | 2,8410 | 3,0822 | 1193,6 | 135,47 | 367,75 |
| 580,00 | 673,76 | 1380,8 | 4,5138 | 2,8711 | 3,1102 | 1182,1 | 135,24 | 354,19 |
| 590,00 | 669,97 | 1412,0 | 4,5672 | 2,9007 | 3,1376 | 1171,0 | 135,08 | 341,56 |
| 600,00 | 666,21 | 1443,5 | 4,6202 | 2,9297 | 3,1646 | 1160,2 | 134,99 | 329,78 |
| 610,00 | 662,50 | 1475,3 | 4,6727 | 2,9581 | 3,1910 | 1149,7 | 134,96 | 318,76 |
| 620,00 | 658,82 | 1507,4 | 4,7248 | 2,9860 | 3,2169 | 1139,6 | 134,99 | 308,45 |
| 630,00 | 655,18 | 1539,6 | 4,7765 | 3,0134 | 3,2422 | 1129,7 | 135,10 | 298,77 |
| 640,00 | 651,57 | 1572,2 | 4,8277 | 3,0402 | 3,2671 | 1120,2 | 135,26 | 289,67 |
| 650,00 | 647,99 | 1605,0 | 4,8786 | 3,0665 | 3,2915 | 1110,9 | 135,49 | 281,10 |
| 660,00 | 644,46 | 1638,0 | 4,9290 | 3,0924 | 3,3153 | 1101,9 | 135,79 | 273,02 |
| 670,00 | 640,96 | 1671,3 | 4,9790 | 3,1177 | 3,3387 | 1093,2 | 136,15 | 265,39 |
| 680,00 | 637,49 | 1704,8 | 5,0287 | 3,1425 | 3,3616 | 1084,8 | 136,58 | 258,17 |
| 690,00 | 634,05 | 1738,5 | 5,0779 | 3,1668 | 3,3840 | 1076,6 | 137,07 | 251,34 |
| 700,00 | 630,65 | 1772,5 | 5,1267 | 3,1907 | 3,4060 | 1068,6 | 137,62 | 244,86 |

Таблица Б.5 – Теплофизические свойства н-Додекана на линии насыщения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***Ps*** | ***ρ’*** | ***ρ’’*** | ***h’*** | ***h’’*** | ***s’*** | ***s’’*** | ***Cp’*** | ***Cp’’*** | ***w’*** | ***w’’*** | ***λ’*** | ***λ’’*** | ***η’*** | ***η’’*** |
| **K** | **МПа** | **кг/м3** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** | **мкПа\*с** |
| 264,00 | 0,00000067514 | 771,35 | 0,000052393 | 459,09 | 839,43 | 2,6194 | 4,0600 | 2,1097 | 1,4856 | 1413,3 | 115,43 | 146,33 | 21,862 | 2795,1 | 3,4124 |
| 269,00 | 0,0000011660 | 767,57 | 0,000088803 | 469,67 | 846,91 | 2,6590 | 4,0614 | 2,1217 | 1,5067 | 1392,5 | 116,49 | 144,70 | 21,629 | 2469,1 | 3,4956 |
| 274,00 | 0,0000019655 | 763,81 | 0,00014697 | 480,31 | 854,49 | 2,6982 | 4,0639 | 2,1345 | 1,5281 | 1371,9 | 117,54 | 143,09 | 21,411 | 2197,6 | 3,5791 |
| 279,00 | 0,0000032386 | 760,05 | 0,00023783 | 491,02 | 862,18 | 2,7370 | 4,0673 | 2,1480 | 1,5497 | 1351,6 | 118,57 | 141,51 | 21,209 | 1969,0 | 3,6627 |
| 284,00 | 0,0000052232 | 756,30 | 0,00037683 | 501,79 | 869,98 | 2,7752 | 4,0717 | 2,1622 | 1,5716 | 1331,4 | 119,60 | 139,96 | 21,022 | 1774,8 | 3,7466 |
| 289,00 | 0,0000082554 | 752,55 | 0,00058531 | 512,64 | 877,89 | 2,8131 | 4,0769 | 2,1771 | 1,5937 | 1311,5 | 120,62 | 138,43 | 20,849 | 1608,2 | 3,8305 |
| 294,00 | 0,000012801 | 748,81 | 0,00089223 | 523,56 | 885,90 | 2,8506 | 4,0830 | 2,1924 | 1,6161 | 1291,9 | 121,62 | 136,93 | 20,692 | 1464,3 | 3,9147 |
| 299,00 | 0,000019496 | 745,08 | 0,0013362 | 534,57 | 894,02 | 2,8877 | 4,0899 | 2,2083 | 1,6386 | 1272,4 | 122,62 | 135,45 | 20,550 | 1339,2 | 3,9990 |
| 304,00 | 0,000029190 | 741,34 | 0,0019680 | 545,65 | 902,26 | 2,9244 | 4,0975 | 2,2247 | 1,6612 | 1253,2 | 123,60 | 133,99 | 20,422 | 1229,7 | 4,0834 |
| 309,00 | 0,000043007 | 737,61 | 0,0028529 | 556,81 | 910,60 | 2,9609 | 4,1058 | 2,2414 | 1,6841 | 1234,2 | 124,58 | 132,56 | 20,309 | 1133,3 | 4,1680 |
| 314,00 | 0,000062403 | 733,88 | 0,0040743 | 568,06 | 919,05 | 2,9970 | 4,1148 | 2,2586 | 1,7070 | 1215,3 | 125,54 | 131,16 | 20,211 | 1048,1 | 4,2526 |
| 319,00 | 0,000089248 | 730,14 | 0,0057368 | 579,40 | 927,61 | 3,0328 | 4,1244 | 2,2761 | 1,7302 | 1196,7 | 126,49 | 129,77 | 20,126 | 972,33 | 4,3374 |
| 324,00 | 0,00012590 | 726,41 | 0,0079699 | 590,82 | 936,28 | 3,0683 | 4,1345 | 2,2939 | 1,7534 | 1178,3 | 127,43 | 128,41 | 20,056 | 904,70 | 4,4223 |
| 329,00 | 0,00017532 | 722,67 | 0,010932 | 602,34 | 945,05 | 3,1036 | 4,1453 | 2,3119 | 1,7768 | 1160,1 | 128,35 | 127,07 | 20,000 | 844,09 | 4,5072 |
| 334,00 | 0,00024112 | 718,93 | 0,014815 | 613,94 | 953,94 | 3,1386 | 4,1566 | 2,3303 | 1,8003 | 1142,1 | 129,27 | 125,76 | 19,958 | 789,55 | 4,5922 |
| 339,00 | 0,00032775 | 715,18 | 0,019849 | 625,64 | 962,93 | 3,1734 | 4,1683 | 2,3489 | 1,8239 | 1124,2 | 130,16 | 124,47 | 19,929 | 740,30 | 4,6773 |
| 344,00 | 0,00044056 | 711,42 | 0,026305 | 637,43 | 972,02 | 3,2079 | 4,1805 | 2,3676 | 1,8476 | 1106,6 | 131,05 | 123,19 | 19,914 | 695,68 | 4,7624 |
| 349,00 | 0,00058593 | 707,66 | 0,034501 | 649,32 | 981,22 | 3,2422 | 4,1932 | 2,3866 | 1,8714 | 1089,1 | 131,91 | 121,94 | 19,912 | 655,11 | 4,8475 |
| 354,00 | 0,00077141 | 703,89 | 0,044809 | 661,30 | 990,53 | 3,2763 | 4,2063 | 2,4058 | 1,8953 | 1071,7 | 132,76 | 120,71 | 19,923 | 618,13 | 4,9326 |
| 359,00 | 0,0010059 | 700,11 | 0,057654 | 673,38 | 999,94 | 3,3102 | 4,2198 | 2,4251 | 1,9193 | 1054,6 | 133,59 | 119,50 | 19,947 | 584,32 | 5,0177 |
| 364,00 | 0,0012996 | 696,32 | 0,073523 | 685,55 | 1009,5 | 3,3438 | 4,2337 | 2,4445 | 1,9434 | 1037,5 | 134,40 | 118,32 | 19,985 | 553,31 | 5,1028 |
| 369,00 | 0,0016644 | 692,51 | 0,092969 | 697,82 | 1019,1 | 3,3773 | 4,2479 | 2,4641 | 1,9676 | 1020,6 | 135,20 | 117,15 | 20,035 | 524,81 | 5,1879 |
| 374,00 | 0,0021139 | 688,69 | 0,11661 | 710,19 | 1028,8 | 3,4106 | 4,2624 | 2,4837 | 1,9918 | 1003,9 | 135,97 | 116,00 | 20,098 | 498,54 | 5,2729 |

*Продолжение таблицы Б.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***Ps*** | ***ρ’*** | ***ρ’’*** | ***h’*** | ***h’’*** | ***s’*** | ***s’’*** | ***Cp’*** | ***Cp’’*** | ***w’*** | ***w’’*** | ***λ’*** | ***λ’’*** | ***η’*** | ***η’’*** |
| **K** | **МПа** | **кг/м3** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** | **мкПа\*с** |
| 379,00 | 0,0026633 | 684,86 | 0,14515 | 722,66 | 1038,6 | 3,4437 | 4,2773 | 2,5035 | 2,0161 | 987,25 | 136,71 | 114,87 | 20,173 | 474,27 | 5,3578 |
| 384,00 | 0,0033302 | 681,01 | 0,17936 | 735,23 | 1048,5 | 3,4767 | 4,2925 | 2,5233 | 2,0405 | 970,75 | 137,44 | 113,77 | 20,262 | 451,80 | 5,4426 |
| 389,00 | 0,0041337 | 677,15 | 0,22008 | 747,90 | 1058,5 | 3,5094 | 4,3079 | 2,5433 | 2,0649 | 954,37 | 138,13 | 112,68 | 20,362 | 430,95 | 5,5274 |
| 394,00 | 0,0050955 | 673,26 | 0,26826 | 760,66 | 1068,6 | 3,5421 | 4,3236 | 2,5632 | 2,0894 | 938,10 | 138,80 | 111,61 | 20,475 | 411,56 | 5,6120 |
| 399,00 | 0,0062395 | 669,36 | 0,32492 | 773,53 | 1078,8 | 3,5745 | 4,3395 | 2,5833 | 2,1139 | 921,93 | 139,44 | 110,56 | 20,600 | 393,49 | 5,6965 |
| 404,00 | 0,0075917 | 665,43 | 0,39118 | 786,50 | 1089,1 | 3,6068 | 4,3557 | 2,6034 | 2,1384 | 905,87 | 140,05 | 109,53 | 20,737 | 376,61 | 5,7809 |
| 409,00 | 0,0091808 | 661,48 | 0,46825 | 799,57 | 1099,4 | 3,6389 | 4,3721 | 2,6235 | 2,1630 | 889,90 | 140,63 | 108,52 | 20,887 | 360,82 | 5,8651 |
| 414,00 | 0,011038 | 657,51 | 0,55743 | 812,74 | 1109,9 | 3,6709 | 4,3887 | 2,6437 | 2,1876 | 874,02 | 141,17 | 107,53 | 21,048 | 346,02 | 5,9491 |
| 419,00 | 0,013197 | 653,51 | 0,66013 | 826,01 | 1120,4 | 3,7028 | 4,4055 | 2,6639 | 2,2123 | 858,22 | 141,68 | 106,55 | 21,222 | 332,12 | 6,0330 |
| 424,00 | 0,015694 | 649,48 | 0,77785 | 839,38 | 1131,1 | 3,7345 | 4,4225 | 2,6842 | 2,2369 | 842,50 | 142,15 | 105,60 | 21,408 | 319,05 | 6,1167 |
| 429,00 | 0,018568 | 645,42 | 0,91222 | 852,85 | 1141,8 | 3,7661 | 4,4396 | 2,7045 | 2,2616 | 826,85 | 142,58 | 104,66 | 21,605 | 306,73 | 6,2003 |
| 434,00 | 0,021861 | 641,34 | 1,0649 | 866,43 | 1152,6 | 3,7975 | 4,4569 | 2,7248 | 2,2863 | 811,27 | 142,97 | 103,74 | 21,815 | 295,10 | 6,2837 |
| 439,00 | 0,025617 | 637,22 | 1,2379 | 880,11 | 1163,5 | 3,8289 | 4,4743 | 2,7451 | 2,3110 | 795,74 | 143,31 | 102,84 | 22,037 | 284,11 | 6,3670 |
| 444,00 | 0,029883 | 633,06 | 1,4330 | 893,88 | 1174,4 | 3,8601 | 4,4919 | 2,7655 | 2,3357 | 780,27 | 143,61 | 101,96 | 22,270 | 273,69 | 6,4501 |
| 449,00 | 0,034709 | 628,87 | 1,6523 | 907,77 | 1185,5 | 3,8911 | 4,5096 | 2,7859 | 2,3604 | 764,85 | 143,86 | 101,09 | 22,516 | 263,82 | 6,5331 |
| 454,00 | 0,040147 | 624,64 | 1,8981 | 921,75 | 1196,6 | 3,9221 | 4,5274 | 2,8064 | 2,3851 | 749,46 | 144,06 | 100,25 | 22,774 | 254,44 | 6,6161 |
| 459,00 | 0,046253 | 620,36 | 2,1727 | 935,84 | 1207,8 | 3,9529 | 4,5453 | 2,8269 | 2,4099 | 734,12 | 144,21 | 99,416 | 23,044 | 245,52 | 6,6990 |
| 464,00 | 0,053083 | 616,04 | 2,4785 | 950,03 | 1219,0 | 3,9836 | 4,5633 | 2,8474 | 2,4346 | 718,80 | 144,31 | 98,604 | 23,326 | 237,02 | 6,7820 |
| 469,00 | 0,060699 | 611,68 | 2,8183 | 964,32 | 1230,3 | 4,0142 | 4,5814 | 2,8680 | 2,4594 | 703,51 | 144,34 | 97,810 | 23,620 | 228,91 | 6,8650 |
| 474,00 | 0,069164 | 607,27 | 3,1949 | 978,72 | 1241,7 | 4,0448 | 4,5996 | 2,8887 | 2,4843 | 688,24 | 144,32 | 97,033 | 23,926 | 221,17 | 6,9481 |
| 479,00 | 0,078542 | 602,80 | 3,6113 | 993,21 | 1253,2 | 4,0751 | 4,6178 | 2,9094 | 2,5092 | 672,98 | 144,23 | 96,274 | 24,245 | 213,76 | 7,0314 |
| 484,00 | 0,088903 | 598,28 | 4,0706 | 1007,8 | 1264,7 | 4,1054 | 4,6361 | 2,9302 | 2,5341 | 657,72 | 144,08 | 95,532 | 24,577 | 206,66 | 7,1151 |
| 489,00 | 0,10032 | 593,70 | 4,5763 | 1022,5 | 1276,2 | 4,1356 | 4,6545 | 2,9511 | 2,5592 | 642,47 | 143,87 | 94,808 | 24,921 | 199,85 | 7,1992 |
| 494,00 | 0,11286 | 589,06 | 5,1321 | 1037,3 | 1287,9 | 4,1657 | 4,6728 | 2,9722 | 2,5843 | 627,21 | 143,58 | 94,101 | 25,278 | 193,31 | 7,2838 |
| 499,00 | 0,12660 | 584,35 | 5,7419 | 1052,3 | 1299,5 | 4,1957 | 4,6913 | 2,9934 | 2,6096 | 611,93 | 143,21 | 93,411 | 25,648 | 187,02 | 7,3691 |

*Продолжение таблицы Б.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***Ps*** | ***ρ’*** | ***ρ’’*** | ***h’*** | ***h’’*** | ***s’*** | ***s’’*** | ***Cp’*** | ***Cp’’*** | ***w’*** | ***w’’*** | ***λ’*** | ***λ’’*** | ***η’*** | ***η’’*** |
| **K** | **МПа** | **кг/м3** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** | **мкПа\*с** |
| 504,00 | 0,14162 | 579,57 | 6,4098 | 1067,3 | 1311,3 | 4,2256 | 4,7097 | 3,0147 | 2,6350 | 596,64 | 142,78 | 92,738 | 26,031 | 180,97 | 7,4552 |
| 509,00 | 0,15800 | 574,72 | 7,1405 | 1082,4 | 1323,0 | 4,2555 | 4,7282 | 3,0362 | 2,6606 | 581,32 | 142,26 | 92,083 | 26,428 | 175,13 | 7,5424 |
| 514,00 | 0,17582 | 569,79 | 7,9388 | 1097,7 | 1334,8 | 4,2852 | 4,7466 | 3,0579 | 2,6864 | 565,97 | 141,65 | 91,445 | 26,838 | 169,49 | 7,6309 |
| 519,00 | 0,19518 | 564,77 | 8,8101 | 1113,0 | 1346,7 | 4,3148 | 4,7651 | 3,0799 | 2,7125 | 550,57 | 140,96 | 90,824 | 27,263 | 164,04 | 7,7209 |
| 524,00 | 0,21615 | 559,66 | 9,7603 | 1128,5 | 1358,6 | 4,3444 | 4,7836 | 3,1022 | 2,7389 | 535,12 | 140,18 | 90,221 | 27,702 | 158,76 | 7,8128 |
| 529,00 | 0,23884 | 554,45 | 10,796 | 1144,0 | 1370,5 | 4,3739 | 4,8020 | 3,1248 | 2,7656 | 519,62 | 139,30 | 89,635 | 28,157 | 153,65 | 7,9068 |
| 534,00 | 0,26332 | 549,13 | 11,923 | 1159,7 | 1382,5 | 4,4033 | 4,8205 | 3,1478 | 2,7929 | 504,05 | 138,32 | 89,066 | 28,627 | 148,68 | 8,0034 |
| 539,00 | 0,28971 | 543,70 | 13,151 | 1175,5 | 1394,4 | 4,4327 | 4,8388 | 3,1713 | 2,8206 | 488,41 | 137,24 | 88,514 | 29,114 | 143,86 | 8,1031 |
| 544,00 | 0,31810 | 538,15 | 14,487 | 1191,4 | 1406,4 | 4,4619 | 4,8572 | 3,1953 | 2,8490 | 472,68 | 136,04 | 87,979 | 29,618 | 139,16 | 8,2063 |
| 549,00 | 0,34859 | 532,47 | 15,941 | 1207,4 | 1418,4 | 4,4912 | 4,8755 | 3,2199 | 2,8782 | 456,86 | 134,73 | 87,462 | 30,140 | 134,59 | 8,3137 |
| 554,00 | 0,38129 | 526,64 | 17,524 | 1223,6 | 1430,4 | 4,5203 | 4,8937 | 3,2453 | 2,9082 | 440,93 | 133,29 | 86,962 | 30,681 | 130,12 | 8,4259 |
| 559,00 | 0,41631 | 520,65 | 19,249 | 1239,8 | 1442,4 | 4,5494 | 4,9119 | 3,2715 | 2,9393 | 424,88 | 131,72 | 86,479 | 31,243 | 125,76 | 8,5440 |
| 564,00 | 0,45377 | 514,49 | 21,128 | 1256,2 | 1454,4 | 4,5785 | 4,9299 | 3,2988 | 2,9716 | 408,71 | 130,01 | 86,013 | 31,827 | 121,48 | 8,6688 |
| 569,00 | 0,49378 | 508,14 | 23,179 | 1272,8 | 1466,4 | 4,6076 | 4,9479 | 3,3272 | 3,0055 | 392,39 | 128,15 | 85,564 | 32,435 | 117,28 | 8,8016 |
| 574,00 | 0,53647 | 501,58 | 25,419 | 1289,4 | 1478,4 | 4,6366 | 4,9658 | 3,3572 | 3,0413 | 375,92 | 126,13 | 85,133 | 33,069 | 113,16 | 8,9438 |
| 579,00 | 0,58197 | 494,79 | 27,871 | 1306,2 | 1490,3 | 4,6656 | 4,9835 | 3,3889 | 3,0793 | 359,27 | 123,94 | 84,718 | 33,733 | 109,10 | 9,0971 |
| 584,00 | 0,63041 | 487,74 | 30,559 | 1323,2 | 1502,2 | 4,6945 | 5,0010 | 3,4227 | 3,1201 | 342,43 | 121,56 | 84,319 | 34,429 | 105,10 | 9,2636 |
| 589,00 | 0,68195 | 480,40 | 33,515 | 1340,3 | 1514,0 | 4,7235 | 5,0184 | 3,4592 | 3,1643 | 325,39 | 118,98 | 83,937 | 35,162 | 101,13 | 9,4460 |
| 594,00 | 0,73672 | 472,72 | 36,777 | 1357,6 | 1525,7 | 4,7525 | 5,0356 | 3,4991 | 3,2130 | 308,11 | 116,18 | 83,571 | 35,937 | 97,203 | 9,6475 |
| 599,00 | 0,79490 | 464,67 | 40,389 | 1375,0 | 1537,4 | 4,7816 | 5,0526 | 3,5432 | 3,2672 | 290,58 | 113,14 | 83,219 | 36,761 | 93,292 | 9,8722 |
| 604,00 | 0,85667 | 456,18 | 44,410 | 1392,7 | 1548,9 | 4,8107 | 5,0693 | 3,5927 | 3,3288 | 272,76 | 109,85 | 82,881 | 37,643 | 89,386 | 10,126 |
| 609,00 | 0,92221 | 447,18 | 48,913 | 1410,5 | 1560,2 | 4,8399 | 5,0857 | 3,6495 | 3,4002 | 254,63 | 106,26 | 82,554 | 38,596 | 85,469 | 10,414 |
| 614,00 | 0,99174 | 437,57 | 53,993 | 1428,6 | 1571,3 | 4,8692 | 5,1017 | 3,7160 | 3,4850 | 236,15 | 102,36 | 82,236 | 39,633 | 81,523 | 10,748 |
| 619,00 | 1,0655 | 427,23 | 59,780 | 1446,9 | 1582,2 | 4,8987 | 5,1172 | 3,7963 | 3,5887 | 217,28 | 98,098 | 81,922 | 40,779 | 77,523 | 11,141 |

*Окончание таблицы Б.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***T*** | ***Ps*** | ***ρ’*** | ***ρ’’*** | ***h’*** | ***h’’*** | ***s’*** | ***s’’*** | ***Cp’*** | ***Cp’’*** | ***w’*** | ***w’’*** | ***λ’*** | ***λ’’*** | ***η’*** | ***η’’*** |
| **K** | **МПа** | **кг/м3** | **кг/м3** | **кДж/кг** | **кДж/кг** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **кДж/кг\*К** | **м/с** | **м/с** | **мВт/м\*К** | **мВт/м\*К** | **мкПа\*с** | **мкПа\*с** |
| 624,00 | 1,1438 | 415,98 | 66,450 | 1465,6 | 1592,8 | 4,9284 | 5,1322 | 3,8968 | 3,7203 | 197,98 | 93,450 | 81,606 | 42,063 | 73,438 | 11,610 |
| 629,00 | 1,2268 | 403,60 | 74,259 | 1484,6 | 1603,0 | 4,9585 | 5,1466 | 4,0282 | 3,8948 | 178,19 | 88,373 | 81,274 | 43,532 | 69,226 | 12,185 |
| 634,00 | 1,3150 | 389,71 | 83,587 | 1504,1 | 1612,5 | 4,9890 | 5,1600 | 4,2109 | 4,1402 | 157,85 | 82,831 | 80,905 | 45,257 | 64,829 | 12,910 |
| 639,00 | 1,4089 | 373,78 | 95,039 | 1524,3 | 1621,4 | 5,0202 | 5,1722 | 4,4873 | 4,5122 | 136,91 | 76,801 | 80,459 | 47,351 | 60,157 | 13,857 |
| 644,00 | 1,5089 | 354,84 | 109,65 | 1545,3 | 1629,1 | 5,0525 | 5,1827 | 4,9619 | 5,1421 | 115,34 | 70,289 | 79,854 | 50,011 | 55,061 | 15,162 |
| 649,00 | 1,6157 | 331,01 | 129,38 | 1567,6 | 1635,1 | 5,0867 | 5,1906 | 5,9749 | 6,4259 | 93,155 | 63,324 | 78,891 | 53,606 | 49,255 | 17,099 |
| 654,00 | 1,7299 | 297,32 | 159,19 | 1592,9 | 1638,0 | 5,1249 | 5,1938 | 9,5537 | 10,566 | 70,500 | 55,830 | 76,942 | 58,979 | 42,000 | 20,402 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**ПОЛЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Таблица В.1 – Поля неопределенности расчета плотности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *р*,  МПа | Температура, К | | | | | | | | | | | | | |
| 270 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 670 | 700 |
| 0,5 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 1,00 | 0,80 | 0,70 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| 1,5 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,40 | 1,00 | 0,80 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,55 |
| 3,0 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,50 | 0,55 | 0,70 | 0,70 | 0,60 | 0,60 |
| 5,0 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,60 |
| 10,0 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,15 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,40 | 0,45 | 0,60 | 0,60 | 0,70 |
| 50,0 | - | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,60 | 0,70 | 0,80 |
| 100,0 | - | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,60 | 0,70 | 0,80 |

Таблица В.2 – Поля неопределенности расчета изобарной теплоемкости

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *р*,  МПа | Температура, К | | | | | | | | | | | | | |
| 270 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 670 | 700 |
| 0,5 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 0,90 | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1,5 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 8,00 | 1,00 | 1,30 | 1,50 | 1,80 | 1,50 | 1,30 | 1,20 |
| 3,0 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 1,50 | 1,30 |
| 5,0 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,50 |
| 10,0 | 0,55 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,90 | 1,20 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 |
| 50,0 | - | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,30 | 1,30 | 1,40 | 1,50 |
| 100,0 | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,20 | 1,30 | 1,20 | 1,30 | 1,30 | 1,40 | 1,50 |

Таблица В.3 – Поля неопределенности расчета скорости распространения звука

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *р*,  МПа | Температура, К | | | | | | | | | | | | | |
| 270 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 670 | 700 |
| 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 |
| 3,0 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 1,7 | 1,6 |
| 5,0 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,7 |
| 10,0 | 1,3 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| 50,0 | - | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,9 |
| 100,0 | - | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 2,0 |

Таблица В.4 – Поля неопределенности расчета коэффициента теплопроводности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *р*,  МПа | Температура, К | | | | | | | | | | | | | |
| 270 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 670 | 700 |
| 0,5 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 3,0 |
| 1,5 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,4 | 2,5 | 3,0 |
| 3,0 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 3,0 |
| 5,0 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 3,5 |
| 10,0 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,6 | 3,5 |
| 50,0 | - | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 4,0 |
| 100,0 | - | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 4,0 |

Таблица В.5 – Поля неопределенности расчета коэффициента динамической вязкости

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *р*,  МПа | Температура, К | | | | | | | | | | | | | |
| 270 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 670 | 700 |
| 0,5 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 |
| 1,5 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 3,0 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 2,4 |
| 5,0 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| 10,0 | 3,2 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 50,0 | - | 2,5 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,8 |
| 100,0 | - | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,0 |

Таблица В.6 – Поля неопределенности расчета теплофизических свойств на линии равновесия «жидкость – газ»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *T*,  K | δ*pv,*  % | δρ*l*,  % | δρ*v*,  % | δ*Cp*′,  % | δ*Cp*′′.  % | δ*h*′,  % | δ*s*′,  % | δΔ*hv*,  % | δλ',  % | δλ'',  % | δη',  % | δη'',  % |
| 270 | 1,50 | 0,10 | 1,50 | 0,5 | 0,5 | 0,50 | 0,50 | 0,5 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 1,8 |
| 300 | 0,80 | 0,10 | 0,80 | 0,5 | 0,5 | 0,50 | 0,50 | 0,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,7 |
| 350 | 0,20 | 0,10 | 0,20 | 0,5 | 0,6 | 0,50 | 0,50 | 0,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,7 |
| 400 | 0,15 | 0,10 | 0,25 | 0,5 | 0,7 | 0,50 | 0,50 | 0,7 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,7 |
| 450 | 0,20 | 0,10 | 0,30 | 0,6 | 0,8 | 0,50 | 0,50 | 0,7 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,0 |
| 500 | 0,25 | 0,15 | 0,40 | 0,7 | 0,9 | 0,52 | 0,52 | 0,8 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,3 |
| 550 | 0,30 | 0,20 | 0,50 | 0,8 | 1,2 | 0,52 | 0,52 | 1,0 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| 600 | 0,35 | 0,25 | 0,80 | 1,0 | 1,8 | 0,54 | 0,54 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,8 |
| 620 | 0,50 | 0,35 | 1,00 | 1,2 | 2,2 | 0,54 | 0,54 | 1,5 | 3,0 | 3,0 | 2,8 | 3,0 |
| 640 | 1,20 | 0,50 | 1,50 | 1,5 | 3,0 | 0,60 | 0,60 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 650 | 1,40 | 1,00 | 2,50 | 2,5 | 4,0 | 0,65 | 0,65 | 2,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| 655 | 1,50 | 1,50 | 4,00 | 3,5 | 6,0 | 0,80 | 0,80 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Sun L. Universal equation of state for engineering application: algorithm and application / L. Sun, J.E. Ely // Fluid Phase Equilibria. – 2004. – V.222-223. – P. 107 – 118.
2. Александров И.С. Современный подход к разработке фундаментальных уравнений состояния технически важных рабочих веществ / И.С. Александров, Б.А. Григорьев, А.А. Герасимов // в сб. научн. статей: Актуальные вопросы исследований пластовых систем месторождений углеводородов в 2-х ч. Ч.1. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 124-137.
3. Marsh K.N. TRC Thermodynamic Properties of Substances in the Ideal Gas State / K.N. Marsh, R.C. Wilhoit, M. Frenkel, D. Yin // Thermodynamics Research Center. – 1994.
4. Bridgman, P.W. Change of phase under pressure. I. The phase diagram of eleven substances with especial reference to the melting curve / P.W. Bridgman // Phys. Rev. – 1914. – Vol. 3, № 2. – P .126 - 141.
5. Назиев Я.М., Фарзалиев Б.И., Алиев Н.Ф. Экспериментальное определение кривой плавления некоторых парафиновых углеводородов // Республиканская научно-техническая конференция по теплофизическим свойствам веществ: Тезисы докладов. - Баку, 1992.- С.40.
6. Yang, M.; Narita, T.; Tanaka, Y.; Sotani, T.; Matsuo, S. Solid-liquid phase equilibria in binary (1-octanol + n-alkane) mixtures under high-pressure - Part 2. (1-Octanol + n-octane, n-dodecane) systems. Fluid Phase Equilib., 2003, 204(1), 55-64
7. M. L. Huber Transport Properties of n-Dodecane / M. L. Huber,A. Laesecke, R. Perkins //Energy & Fuels. – 2004. – V. 18. – P. 968-975.
8. Chung T.H., Ajlan L Lee L.L., K.E. Starling Generalized multiparameter correlation for nonpolar and polar fluid transport properties // Ind. Eng. Chem. Res.- 1988.- V.27.- P. 671-679.
9. Lemmon, E. W. Viscosity and thermal conductivity equations for nitrogen, oxygen, argon and air / E. W. Lemmon, R. T. Jacobsen // Int. J. Thermophys. – 2004. – V. 25, № 1. – P. 21-69.
10. Willingham, C.B. Vapor pressures and boiling points of some paraffin, alkylcyclopentane, alkylcyclohexane, and alkylbenzene hydrocarbons / C.B. Willingham, W.J. Taylor, J.M. Pignocco, et. al. // J. Res. Natl. Bur. Stand. – 1945. – V.35. – P. 219 – 244.
11. Houser, H.F. Vapor-liquid equilibria of naphthalene-n-dodecane, n-dodecane-butyl carbitol, and naphthalene-butyl carbitol systems at subatmospheric pressure / H.F. Houser, M. Van Winkle // J Chem. Eng. Data. – 1957. - Vol. 2. – P. 12-16.
12. Gierycz, P. Vapour-Liquid Equilibria in Binary Systems Formed by n-Methylpyrrolidone with Hydrocarbons and Hydroxyl Derivatives / P. Gierycz, M. Rogalski, S. Malanowski // Fluid Phase Equilibria. – 1985. – Vol. 22. - P. 107-122.
13. Allemand, N. Measurement of the Vapor Pressure of Hydrocarbons C10 to C18 n-Alkanes and n-Alkylbenzenes in the Range 3-1000 Pascal / N. Allemand, J. Jose, J.C. Merlin // ThermochimicaActa. – 1986. – Vol. 105. - P. 79-90.
14. Sasse K., Jose J., Merlin J.-C. A Static Apparatus for Measurement of Low Vapor Pressures Experimental Results on High Molecular-Weight Hydrocarbons// Fluid Phase Equilib. – 1988. – V. 42. – P. 287-304.
15. Morgan, D.L. Direct Vapor Pressure Measurements of Ten n-Alkanes in the C(10)-C(28) Range / D.L. Morgan, R. Kobayashi // Fluid Phase Equilib. – 1994. – Vol. 97. – P. 211 – 242.
16. Dejoz, A. Isobaric Vapor-Liquid Equilibria for Binary Systems Composed of Octane, Decane and Dodecane at 20 kPa / A. Dejoz, V. Gonzalez-Alfaro, P.J. Miguel, M.I. Vazquez // J. Chem. Eng. Data. – 1996. – V.41. – P.93 – 96.
17. Курумов Д.С. Термические свойства н-алканов и фракций Мангышлакской нефти в жидком и газообразном состояниях: Дис. ... докт. техн. наук: 05.14.05 – Теоретические основы теплотехники: Д.С. Курумов, ГНИ: Грозный, 1991. – 440 с.
18. Viton.C. Vapor Pressure of Normal Alkanes from Decane to Eicosane at Temperatures from 244 K to 469 K and Pressures from 0.4 Pa to 164 kPa / C. Viton, M. Chavret, E. Behar, J. Jose // Int. Electron. J. Phys.-Chem. Data.– 1996.– V.2.– P.215-224.
19. Vapor-liquid equilibria for pentane + dodecane and heptane + dodecaneat low pressures / H.N. Maia de Oliveira // J. Chem. Eng. Data. – 2002. – Vol. 47. –P. 1384-1387.
20. Александров И.С. Энтальпия испарения и давление насыщенных паров н-алканов*С5* – *С18* вблизи тройной точки / И.С. Александров, А.А. Герасимов, Е.Б. Григорьев // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2010. - №4. – С. 56-61.
21. Dornte, R.W. The dielectric polarization of liquids. X. The polarization and refraction of the normal paraffins / R.W. Dornte, C.P. Smyth // J. Am. Chem. Soc. – 1930. – Vol. 52. – P. 3546 – 3552.
22. Bingham, E.C. Chemical constitution and association / E.C. Bingham, H.J. Fornwalt // J. Rheology. – 1930. – Vol. 1, № 4. – P. 372 - 417.
23. Schiessler R.W. The synthesis and properties of hydrocarbons of high molecular weight-IV / R.W. Schiessler, C.H. Herr, A.W. Rytina, et. al. // Proc. Am. Pet. Inst., Sect. 3. – 1946. – V.26. – P.254 – 302.
24. Francis, A.W. Pressure-temperature-liquid density relations of pure hydrocarbons / A.W. Francis // Ind. Eng. Chem. – 1957. – Vol. 49, № 10. – P. 1779-1786.
25. Diaz Pena, M.G. Isothermal compressibilities of n-alkanes and benzene / P.M. Diaz, G. Tardajos // J. Chem. Thermodyn. – 1978. – Vol. 10, № 1. – P. 19 – 24.
26. Dymond, J.H. Transport properties of nonelectrolyte liquid mixtures - I. Viscosity coefficients for n-alkane mixtures at saturation pressure from 283 to 378 K / J.H. Dymond, K.J. Young // Int. J. Thermophys. – 1980. – Vol. 1, № 4. – P. 331 – 344.
27. Landau, R. PVT data of acetonitrile, undecane and dodecane to 3 kbar and -50 C. Pressure dependence and change of volume, enthalpy and entropy PVT-Daten von acetonitril, undecan und dodecanbis 3 kbar und -50 C. Druckabhaengigkeit der umwandlungsvolumina, enthalpien und entropien / R. Landau, A. Wuerflinger // Ber. Bunsenges. Phys. Chem. – 1980. – Vol. 84. – P. 895 – 902.
28. Aicart, E. Isothermal compressibility of cyclohexane-n-decane, cyclohexane-n-dodecane, and cyclohexane-n-tetradecane / E. Aicart, G. Tardajos, P.M. Diaz // J. Chem. Eng. Data. – 1981. – Vol. 26, № 1. – P. 22 - 26.
29. Ortega J. Isobaric expansivities of the binary mixtures C3H7(OH) + CnH2n+2 (n = 11, 12) between 288.15 and 318.15 K / J. Ortega, J.S. Matos, J.A. Pena, et. al. // ThermochimicaActa. – 1988. – V.131. – P.57 – 64.
30. Aminabhavi, T.M. Density, refractive index, viscosity, and speed of sound in binary mixtures ofethenylbenzene with hexane, heptane, octane, nonane, decane, and dodecane / T.M. Aminabhavi, V.B. Patil // J. Chem. Eng. Data. – 1997. – Vol. 42. – P. 641-646.
31. Aminabhavi, T.M. Thermodynamic interactions in binary mixtures of 1-chloronaphthalene with n-alkanes / T.M. Aminabhavi, K. Banerjee // Indian J. Chem. – 2001. – Vol. 40A. – P. 53-64.
32. Aminabhavi, T.M. Densities, viscosities, refractive indices, and speeds of sound of the binary mixtures of bis(2-methoxyethyl) ether with nonane, decane, dodecane, tetradecane, and hexadecane at 298.15, 308.15, and 318.15 K / T.M. Aminabhavi, B. Gopalakrishna // J. Chem. Eng. Data. – 1994. – Vol. 39. – P. 529-534.
33. Densities, viscosities, and related properties of some (methyl ester + alkane) binary mixtures in the temperature range from 283.15 to 313.15 K / J.L. Trenzado [et al.] // J. Chem. Eng. Data. – 2001. – Vol. 46. – P. 974-983.
34. Garcia B. Thermophysical behavior of methylbenzoate + n-alkanes mixed solvents. Application of cubic equations of state and viscosity models / B. Garcia, R. Alcalde, S. Aparicio, J.M. Leal // Ind. Eng. Chem. Res. – 2002. – V.41. – P.4399 – 4408.
35. Cutler W.G. Study of the compressions of several high molecular weight hydrocarbons / W.G. Cutler, R.H. McMickle, W. Webb, R.W. Schlessler // J. Chem. Phys. – 1958. – V.29, No.4. – P.727 – 740.
36. Boelhouwer, J.W.M. PVT Relations of Five Liquid n-Alkanes / J.W.M. Boelhouwer // Physica. – Vol. 26, № 11. – P. 1021 – 1028.
37. Snyder, P.S. The Pressure, Volume and Temperature Properties of Liquid n-Alkanes at Elevated Pressures / P.S. Snyder, J. Winnick // Proc. 5th Symp. Thermophys. Prop. – 1970. – Vol. 5. - P. 115-129.
38. Dymond, J.H. Transport properties of nonelectrolyte liquid mixtures - V. Viscosity coefficients for binary mixtures of benzene plus alkanes at saturation pressure from 283 to 393 K / J.H. Dymond, K.J. Young // Int. J. Thermophys. – 1981. – Vol. 2, № 3. – P. 237-247.
39. Dymond, J.H. T (p, rho, T) of some pure n-alkanes and binary mixtures of n-alkanes in the range 298 to 373 K and 0.1 to 500 MPa / J.H. Dymond, J. Robertson, J.D. Isdale // J. Chem. Thermodyn. – 1982. – Vol. 14, № 1. – P. 51-59.
40. Rousseaux, P. Volumetric properties of n-dodecane up to 423.1 K and 30.58 MPa / P. Rousseaux, D. Richon, H. Renon // Fluid Phase Equilibria. – 1983. – Vol. 11. – P. 169-177.
41. Viscosity and Density of Binary Mixtures of Cyclohexane with n-Octane, n-Dodecane, and n-Hexadecane Under High Pressures / Y. Tanaka [et al.] // Int. J. Thermophys. – 1991. – Vol. 12, № 2. – P. 245-264.
42. The viscosity and density of n-dodecane and n-octadecane at pressures up to 200 MPa and temperatures up to 473 K / D.R. Caudwell [et al.] // Int. J. Thermophys. – 2004. – Vol. 25, № 5. – P. 1339-1352.
43. Термические свойства н-алканов С5 – С13 в диапазоне температуры от тройной точки до критической / А.А. Герасимов [и др.] // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2011. – №. 1. – С. 43-57.
44. Morawetz, E. A non-equilibrium low vapor pressure heat of vaporization calorimeter / E. Morawetz // Acta Chem. Scand. – 1968. – Vol. 22. – P. 1509-1531.
45. Герасимов А.А. Калорические свойства нормальных алканов и многокомпонентных углеводородных смесей в жидкой и газовой фазах , включая критическую область: Дис. ... докт. техн. наук.- Калининград, 2000. – 434 с.
46. Bessieres, D. High pressure measurement of n-dodecane heat capacity up to 100 MPa / D. Bessieres, H. Saint-Guirons, J.-L. Daridon // Calculation from Equations of State. High Press. Res. – 2000. – Vol. 18. – P. 279-284.
47. Huffman, Н. M. Thermal data on organic compounds. Х. Further studies on the heat capacities, entropies and free energies of hydrocarbons / Н. M. Huffman, G. S. Parks, M. Barmore // J. Am. Сhem. Soc. —1931. — Vol. 53, № 10. — P. 3876 - 3888.
48. Low-temperature thermal data for the nine normal рагаfin hydrocarhons from octane to hexadecane / Н. L. Finke [et al.] // J. Am. Chem. Soc. — 1954. - Vol. 76. - Р. 333 - 341.
49. Polikhronidi, N.G. Features of isochoric heat capacity measurements near the phase transition points / N.G. Polikhronidi, I.M. Abdulagatov, R.G. Batyrova // Fluid Phase Equilib. – 2002. – Vol. 201. – P. 269-286.
50. Boelhouwer, J.W.M. Sound velocities in and adiabatic compressibilities of liquid alkanes at various temperatures and pressures / J.W.M. Boelhouwer // Physica. – 1967. – Vol. 34, № 3. – P. 484-492.
51. Neruchev, Yu.A. Velocity of sound in the homologous series of n-alkanes / Yu.A. Neruchev, V.V. Zotov, N.F. Otpushchennikov // Russ. J. Phys. Chem. – 1969. – Vol. 43, № 11. – P. 1597-1599.
52. Мелихов Ю.Ф. Исследование температурной и барической зависимостей скорости ультразвука в многоатомных жидкостях / Ю.Ф. Мелихов // Ультразвук и термодинамические свойства вещества. – Курск: Изд-во Курского гос. пед. ин-та. - 1985. – С.81-103.
53. Khasanshin, T.S. Sound velocity in liquid n-alkanes / T.S. Khasanshin, A.P. Shchemelev // J High Temp. – 2001. – Vol. 39, № 1. – P. 60-67.
54. Trenzado, J. L.; Matos, J. S.; Segade, Luisa; Carballo, E. Densities, Viscosities, and Related Properties of Some (Methyl Ester + Alkane) Binary Mixtures in the Temperature Range from 283.15 to 313.15 K // J. Chem. Eng. Data, 2001, 46, 974-983.
55. Evans, E. B. The viscosities of hydrocarbons. Parts I-III // J. Inst. Pet., 1938, 24, 38
56. Dymond, J. H.; Young, K. J. Transport properties of nonelectrolyte liquid mixtures I. Viscosity coefficients for n-alkane mixtures at saturation pressure from 283 to 378 K // Int. J. Thermophys., 1980, 1, 331-344.
57. Anonymous, R. Properties of hydrocarbon of high molecular weight Am. Pet. Inst. Res. Proj. 42, 1968, Penn. State Univ.
58. Dymond, J. H.; Robertson, J.; Isdale, J. D. Transport properties of nonelectrolyte liquid mixtures. III. Viscosity coefficients for n-octane, n-dodecane, and equimolar mixtures of n-octane + n-dodecane from 25 to 100.degree. C // Int. J. Thermophys., 1981, 2, 133-54
59. Hogenboon, D. L.; Webb, W.; Dixon, J. A. Viscosity of Several Liquid Hydrocarbons as a Function of Temperature, Pressure, and Free Volume // J. Chem. Phys., 1967, 46, 2586-2597
60. Wu, J.; Shan, Z.; Asfour, A. A. Viscometric properties of multicomponent liquid n-alkane systems // Fluid Phase Equilib., 1998, 143, 263-274
61. КерамидиА.С. Экспериментальноеисследованиекоэффициентадинамической вязкости жидких парафиновых углеводородов и нефтепродуктов: Автореф. дис. … канд. техн. наук / ОТИХП: Одесса, 1972. – 33 с.
62. Tanaka, Y.; Hosokawa, H.; Kubota, H.; Makita, T. Int. J. Thermophys. 1991, 12, 245-264.
63. Giller E.B., Drickamer H.G. Viscosity of normal paraffins near the freezing point // Ind. Eng. Chem. – 1949. – V.41, No. 9. – P. 2067-2069.
64. Ducoulombier, D.; Zhou, H.; Boned, C.; Peyrelasse, J.; Saint-Guirons, H.; Xans, P. Pressure (1-1000 bars) and Temperature (20-100 C) Dependence of the Viscosity of Liquid Hydrocarbons // J. Phys. Chem., 1986, 90, 1692
65. Knapstad, B.; Skjolsvik, P. A.; Oye, H. A. Viscosity of Pure Hydrocarbons // J. Chem. Eng. Data, 1989, 34, 37-43
66. Knapstad, B.; Skjolsvik, P. A.; Oye, H. A. Viscosity of Three Binary Hydrocarbon Mixtures // J. Chem. Eng. Data, 1991, 36, 84-88
67. Caudwell, D. R. Viscosity of Dense Fluid Mixtures Ph.D. Thesis, Imperial College, London, UK (2004)
68. Caudwell, D. R.; Trusler, J. P. M.; Vesovic, V.; Wakeham, W. A. The Viscosity and Density of n-Dodecane and n-Octadecane at Pressures up to 200MPa and Temperatures up to 473K // Int. J. Thermophys., 2004, 25, 1339-1352
69. Tian, Q.; Liu, H. Densities and Viscosities of Binary Mixtures of Tributyl Phosphate with Hexane and Dodecane from (298.15 to 328.15) K // J. Chem. Eng. Data, 2007, 52, 892-897
70. ЛюстерникВ.Е., ЖдановА.Г. Вязкостьуглеводородов метанового, этиленового и ацетиленового ряда в газовой фазе // В кн.: Теплофизические свойства веществ и материалов.- М.: Изд-во стандартов , 1973.- Вып. 3.- С.95-114.
71. Smith, J. F. D. The Thermal Conductivity of LiquidsTrans. Am. Soc. Mech. Eng., 1936, 58, 719-725
72. Sakiadis, B. C. C.; Coates, J. Thermal Conductivity of Liquids III. AIChE J., 1957, 3, 121
73. Gollis, M. H.; Belenyessy, L. I.; Gudzinowicz, B. J.; Koch, S. D.; Smith, J. O.; Wineman, R. J. Evaluation of pure hydrocarbons as jet fuels // J. Chem. Eng. Data, 1962, 7, 311-316
74. Mallan, G. M.; Michaelian, M. S.; Lockhart, F. J. Liquid thermal conductivities of organic compounds and petroleum fractions // J. Chem. Eng. Data, 1972, 17, 412
75. Burgdorf, R.; Zocholl, A.; Arlt, W.; Knapp, H. Thermophysical properties of binary liquid mixtures of polyether and n-alkane at 298.15 and 323.15 K: heat of mixing, heat capacity, viscosity, density and thermal conductivity // Fluid Phase Equilib., 1999, 164, 225-255
76. Kashiwagi, H.; Oishi, M.; Tanaka, Y.; Kabota, H.; Makita, T. Thermal Condictivity of Fourteen Liquids in the Temperature Range 298-373 K // Int. J. Thermophys., 1982, 3, 101
77. Богатов Г.Ф. Теплопроводность индивидуальных углеводородов и нефтепродуктов в жидком состоянии: дис. ... докт. техн. наук: 01.04.14 – Теплофизика и молекулярная физика / ГНИ: Г.Ф. Богатов.– Грозный, 1992.– 424 с.
78. Мухамедзянов Г.Х. Теплопроводность жидких органических соединений :Дис. … докт. техн. наук. – Казань, КГТУ (КХТИ), 1974. - 390с.
79. Мустафаев Р.А. Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояния. – М.: Изд-во «Энергия», 1980. – 296 с.
80. Tarzimanov, A. A.; Sharafutdinov, R. A.; Gabitov, F. R. Thermal conductivity of liquid n-alkanes and 1-alkenes not distorted by radiative energy transfer. II. Correlation of experimental data in a wide range of parameters of state // Inzh.-Fiz. Zh., 1990, 59, 827-31
81. Варгафтик Н.Б. Теплопроводность жидкостей и газов / Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филиппов, А.А. Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий.- М.: Изд-востандартов, 1978. – 472 с.
82. Чмыхало П.А. Методика расчетного определения вязкости жидких н-алканов (С1 – С94) на линии кипения. СД-5-2004 / П.А. Чмыхало, А.Ф. Ставцев. – Межгосударственный совет по стандартизации метрологии и сертификации, Минск, 2004. – 22 с.