**МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ДАННЫХ**

**О ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТАХ И СВОЙСТВАХ**

**ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

УДК 547.216:536.7

# ТАБЛИЦЫ СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

# Н-УНДЕКАН. 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 336–2020 (ГСССД 336–2018)**

**(ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ РЕДАКЦИЯ, ШИФР ТЕМЫ АИС МГС: RU.3.006–2020)**

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-Ундекан. 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**  **336–2020**  **ГСССД**  **336–2018** |
| **Tables of Standard Reference Data** |  |
| n-Undecane. 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 CNG**  **336–2020**  **GSSSD**  **336–2018** |

СОДЕРЖАНИЕ

[1 Основная часть 5](#_Toc25233089)

[1.1 Термодинамические свойства 5](#_Toc25233090)

1.2 [Коэффициент переноса 10](#_Toc25233091)

Приложение А Методика разработки уравнения состояния 15

Приложение Б Результаты сравнения разнородных экспериментальных

данных о термодинамических свойствах н-Удекана 23

Таблица Б.1 Результаты сравнения данных о термодинамических

свойствах н- Удекана со значениями, рассчитанными

по ФУС (1) – (3) 26

Таблица Б.2 Результаты сравнения экспериментальных данных

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

значениями 30

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

по уравнению (21) значениями 33

Таблица Б.4 Теплофизические свойства н- Удекана

в однофазной области 35

Таблица Б.5 Теплофизические свойства н-Удекана на линии

насыщения 52

Приложение В Поля неопределенности расчета теплофизических свойств 55

2 Список литературы 59

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**1.1 ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

# Таблицы стандартных справочных данных о термодинамических свойствах н-Ундекана 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*; *ρс*, *Тс* – параметры приведения, в качестве которых приняты критические значения. В частности, для н-Ундекана: *ρс*= 1,515кмоль/м3, *Тс* = 638,8К.

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 представлены в таблице 1.

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

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

Значения коэффициентов представлены в таблице 1. 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 1 – Значения коэффициентов уравнений (4) и (5) для идеально-газовых функций н-Ундекана

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***i*** |  |  |
| -3 | - | -3,515339 |
| -2 | -1,158848∙106 | 28,27708 |
| -1 | 2,03218∙104 | -136,8378 |
| 0 | -1,194274∙102 | -46,40384 |
| 1 | 0,4284215 | 107,1876 |
| 2 | -4,157728∙10-4 | 1,419929 |
| 3 | 1,61828∙10-7 | -120,4274 |
| 4 | - | -31,81246 |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***i*** | ***ni*** | ***ti*** | ***di*** | ***pi*** |
| 1 | -0,6674741887486 | 1,469 | 1 | 0 |
| 2 | 0,1337681388020∙101 | 0,240 | 1 | 0 |
| 3 | -0,2575834802863∙101 | 1,241 | 1 | 0 |
| 4 | 0,1078138749203 | 0,224 | 3 | 0 |
| 5 | 0,2908034339217∙10-3 | 0,848 | 7 | 0 |
| 6 | 0,5276311405451∙10-1 | 1,323 | 2 | 0 |
| 7 | 0,2022233113118∙10-1 | 0,637 | 1 | 1 |
| 8 | 0,1000210341032∙101 | 2,243 | 1 | 1 |
| 9 | 0,1603123784075∙101 | 1,998 | 2 | 1 |
| 10 | 0,1491605735916∙10-2 | 1,601 | 5 | 1 |
| 11 | -0,5765250994504 | 3,622 | 1 | 2 |
| 12 | -0,1073882594389 | 4,941 | 1 | 2 |
| 13 | -0,1791138610975 | 4,786 | 4 | 2 |
| 14 | -0,2574304190984∙10-1 | 15,474 | 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-Ундекана 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 =523,72 кДж∙кг-1, *s*0 = 2,9310 кДж∙кг-1∙К-1).

Таблицы термодинамических свойств н-Ундекана рассчитаны по ФУС (1) – (3) в диапазоне температуры от тройной точки (*Tt* = 247,54 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*\*= 303,9 МПа; *с* = 3,823 Значения коэффициентов уравнения (12) определены по экспериментальным данным [4].

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.Уравнение в форме (2) не обеспечивает высокую точность расчета термодинамических свойств в критической области. При этом необходимо учитывать, что для н-Ундекана она практически не исследована.

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

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Свойство** | **Неопределенность, %, в области** | | |
|  | **Жидкость** | **Газ** | **Сверхкритический флюид** |
| *pv* |  | 0,15 – 1,5 |  |
| *ρl* | 0,1 – 0,2 |  |  |
| *ρv* |  | 0,5 – 3,0 |  |
| *p,ρ,T* | 0,1 – 0,2 | 0,5 – 2,0 | 0,5 – 1,5 |
| *Cp* | 0,5 – 1,0 | 1,0 – 2,5 | 1,0 – 2,0 |
| *Cv* | 1,0 – 2,0 | 1,5 – 3,0 | 1,5 – 3,0 |
| *W* | 0,5 – 1,0 | 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 [5]. В этой корреляции коэффициент динамической вязкости чистого вещества *η* 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 ηo(*T*) определяется по уравнениям

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

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

где вязкость *ηo*, мкПа∙с;

*М* – масса киломоля, кг/кмоль (для н-Ундекана *М*=156,308 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 [6]:

|  |  |
| --- | --- |
| 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 н-Ундекана

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *a*0 | *a*1 | *a*2 | σ (нм) | ε/*k*B(K) |
| 0,418283 | -0,6188849 | 0,08773422 | 0,704402 | 507,27 |

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.

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-Ундекана. Результаты сравнения с имеющимися экспериментальными данными представлены в Приложении Б.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***j*** | ***k*** | **α*jk*** |
| 2 | 1 | -0,88529423∙10-1 |
| 3 | 1 | -0,22767250∙10-1 |
| 2 | 2 | 0,80095638∙10-1 |
| 3 | 2 | 0,27559811∙10-3 |
| 4 | 3 | -0,33073387∙10-2 |
| 4 | 5 | 0,20529987∙10-3 |
| *I* | | *сi* |
| 1 | | 0,7265774 |
| 2 | | 0,245199∙101 |
| 3 | | 0,235298∙101 |
| 4 | | -0,695920 |

Для описания теплопроводности использовалась форма уравнения, предложенная Леммоном и Якобсеном [7], 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* = 638,8 К; *ρс* = 1,515 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 | 0,4158048131∙102 | - | - | - |
| 2 | 0,722562829∙101 | -1,70326 | - | - |
| 3 | -0,663927080∙101 | -1,73666 | - | - |
| 4 | 0,120640366807∙102 | 0,8117 | 1 | 0 |
| 5 | 0,795813331895∙101 | 0,35634 | 2 | 0 |
| 6 | -0,124591228312∙101 | 2,41085 | 4 | 1 |
| 7 | -0,834268576205∙101 | 4,52881 | 7 | 2 |
| 8 | 0,887307024345∙101 | 5,38487 | 6 | 2 |

Средняя вероятная ошибка определения коэффициента теплопроводности н-Ундекана по уравнению (21) составляет 2,0 %. Уравнение (21) не учитывает критическую аномалию теплопроводности, которая экспериментально не исследована для н-Ундекана. 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-Ундекана, а также значения неопределенностей представлены в Приложении Б.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ**

При разработке ФУС (2) использовались разнородные экспериментальные данные о термодинамических свойствах н-Ундекана – *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-Ундекана, 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-Ундекана 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 и 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 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 [xk] – массив начальных значений переменных, [xk+1] – массив значений переменных на новой итерации, λк - шаг поиска на *k*-ой итерации.

После этого вычисляется значение функционала (А3) в новой точке пространства поиска S(xk+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(xk+1) <S(xk), 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.

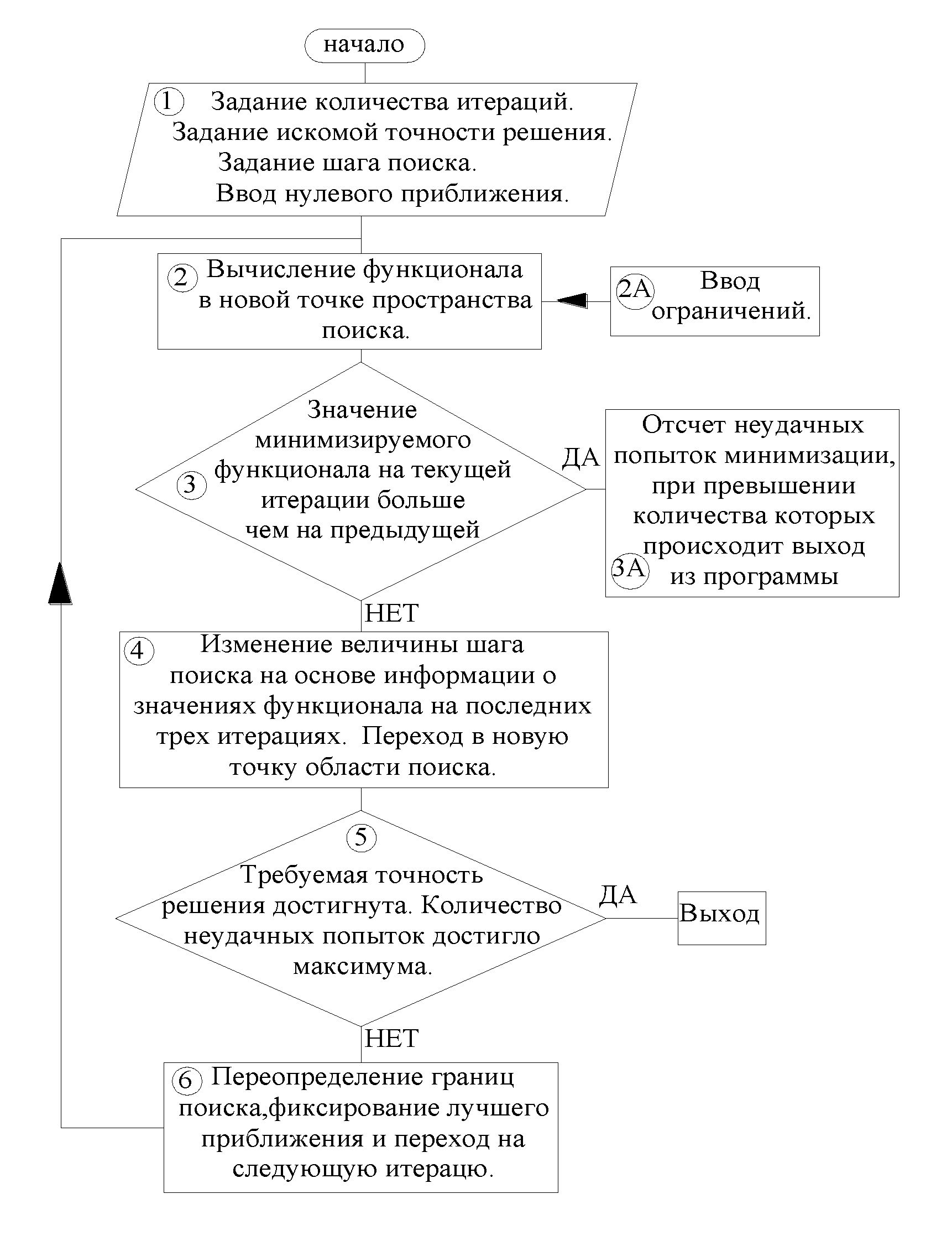


Рисунок А1 – Блок-схема алгоритма определения коэффициентов и степеней уравнения состояния методом случайного поиска с возвратом при неудачном шаге

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-УНДЕКАНА**

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

В таблице Б.1 представлены результаты сравнения разнородных экспериментальных данных о термодинамических свойствах н-Ундекана с расчетами по фундаментальному уравнению 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).

Упругость насыщенного пара н-Ундекана исследована лишь в нескольких работах. Данные Крафта [13] (347 – 468 К) имеют только исторический интерес и характеризуются невысокой точностью. Наиболее широкодиапазонные исследования выполнены Курумовым [10] (495 – 625 K) и Витоном [14] (254 – 469 К). Однако данные Витона имеют достаточно высокую инструментальную погрешность, особенно при низких температурах (~ 2 %) и они плохо согласуются с расчетными значениями авторов в низкотемпературной области [16], которым и было отдано предпочтение в диапазоне температуры (248 – 340 К), а при более высоких температурах, где отсутствуют экспериментальные данные использовались расчетные значения, полученные по весьма обоснованной и фундаментальной методике [15]. Данные Витона [14], также, как и данные Крафта [13] использовались только для сравнения. Результаты сравнения экспериментальных и расчетных опорных данных о давлении насыщенного пара *н*-*С*11 со значениями, полученными по ФУС (1) представлены на рисунке Б.1. Видно, что при высоких температурах (данные Курумова [10]) отклонения весьма существенны. По нашему мнению, это объясняется началом процессов термической деструкции, которые были обнаружены в [10]. При распаде молекул образуется газовая фаза, что приводит к повышению давления в пьезометре. В низкотемпературной области данные согласуются в пределах погрешности их определения. Примечательно, что рассчитанные по методике [15] данные, достаточно хорошо (0,2%) согласуются с фундаментальным уравнением.



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

уравнению состояния (1) – (3).

Плотность жидкой фазы на линии насыщения при температуре, выше температуры кипения, исследована в работе Курумова [10] и Дулиттла с Петерсоном [8], [20]. Плотность газовой фазы исследована только в работе Курумова [10]. Все экспериментальные данные о плотности жидкой фазы на линии насыщения описываются фундаментальным уравнением с погрешностью, близкой к погрешности эксперимента – (0,05 – 0,15) %. Единственные экспериментальные данные о плотности газовой фазы на линии насыщения, полученные Курумовым [10] при высоких температурах (498 – 623) К, описываются с достаточно высокой погрешностью. Экспериментальные значения систематически завышены. Это, прежде всего, результат несоответствия расчетных и экспериментальных, полученных в [10], значений *pv*. При температуре ниже 498 К плотность газовой фазы на линии насыщения передается с хорошей точностью. При этом также следует отметить, что экспериментальные значения энтальпии испарения, полученные при высоких температурах на основе калориметрических измерений [27], передаются с высокой точностью.

Плотность жидкой фазы исследована в работах [8, 9, 10]. Все экспериментальные данные передаются с погрешностью 0,1 – 0,25 %. Плотность газовой фазы исследована в единственной работе Курумова [10]. Данные передаются с погрешностью, близкой к погрешности эксперимента (0,1 – 0,3 %). Характер отклонений показан на рисунке Б.2.



Рисунок Б.2 – Отклонения экспериментальных данных о плотности н-Ундекана от рассчитанных по ФУС (1) – (3)

Теплоемкость конденсированной фазы по линии насыщения *cs* исследована в низкотемпературной области в работах [15, 23].

Изобарная теплоемкость *cp*, исследована в жидкой и газовой фазе в работе [27]. Теплоемкости передаются фундаментальным уравнением состояния с погрешностью, близкой к погрешности эксперимента (0,4 – 0,8 %) во всем исследованном диапазоне температур и давлений. Характер отклонений показан на рисунке Б.3.



Рисунок Б.3 – Отклонения экспериментальных данных об изобарной теплоемкости н‑Ундекана от рассчитанных по ФУС (1) – (3)

Скорость звука исследована в жидкой фазе на линии насыщения в диапазоне температуры 288 – 633 К [25, 30, 31, 33, 34] и под давлением до 203 МПа в диапазоне 303 – 393 К [32]. Данные передаются со средней погрешностью 0,4 – 0,8%. Отклонения для данных Неручева [31] были бы существенно меньше, указанных в таблице Б.1, если исключить две точки при температурах 453 и 473 К, отклонения которые носят характер выброса. Отклонения показаны на рисунке Б.4.

Таблица Б.1 Результаты сравнения данных о термодинамических свойствах н Ундекана 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** | | | | | | |
| 1964 | Дулиттл[8] | 70 | 303-573 | 5-500 | 0,279 |  |
| 1980 | Ландау [9] | 147 | 258-313 | 10-300 | 0,089 |  |
| 1991 | Курумов [10] | 77 | 253-623 | 0,099-111 | 0,195 | 0,822 |
| ***Давление насыщенных паров*** | | | | | | |
| 1955 | Камин [11] | 20 | 378-470 | 0,006-0,105 |  | 0,492 |
| 1962 | Стадницкий[12] | 4 | 449-469 | 0,06-0,101 |  | 0,602 |
| 1882 | Крафт[13] | 6 | 347-468 | 0,001-0,101 |  | 6,29 |
| 1991 | Курумов [10] | 19 | 248-623 | 0-1,58 |  | 0,284 |
| 1996 | Витон [14] | 46 | 254-469 | 0-0,1 |  | 1,108 |
| 2005 | Расчет по [15] | 7 | 360-480 |  |  | 0,284 |
| 2010 | Расчет по *Сs*[16] | 6 | 248-340 |  |  | 0,343 |
| ***Плотность насыщенной жидкой фазы*** | | | | | | |
| 1930 | Бингхем [17] | 8 | 273-373 |  | 0,206 |  |
| 1930 | Дорнте [18] | 11 | 263-463 |  | 0,087 |  |
| 1946 | Вогель[19] | 4 | 293-359 |  | 0,149 |  |
| 1951 | Дулиттл [20] | 6 | 263-473 |  | 0,092 |  |
| 1964 | Дулиттл[8] | 6 | 303-573 |  | 0,298 |  |

*Окончание таблицы Б.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Год** | **Первый автор,** | | **Число** | | **Диапазон** | | **Отклонения, %** | | | 0,133 | |  |
|  | **источник** | | **точек** | | ***Т*, К** | | ***р*, МПа** | | | **Жидкость** | | **Газ** |
| ***Плотность насыщенной жидкой фазы*** | | | | | | | | | | | | |
| 1988 | Ортега [22] | | 4 | | 298 | |  | | | 0,067 | |  |
| 1998 | Ву [23] | | 4 | | 293-313 | |  | | | 0,066 | |  |
| 1990 | Ивахаши [24] | | 2 | | 298-323 | |  | | | 0,03 | |  |
| 1991 | Курумов [10] | | 19 | | 248-623 | |  | | | 0,121 | |  |
| 2002 | Касас [25] | | 3 | | 288-308 | |  | | | 0,087 | |  |
| ***Плотность насыщенной газовой фазы*** | | | | | | | | | | | | |
| 1991 | Курумов [10] | | 19 | | 248-623 | |  | | |  | | 0,824 |
| ***Теплоемкость насыщенной жидкой фазы Cs*** | | | | | | | | | | | | |
| 1931 | | Хуффман [28] | | 5 | | 259-298 | |  | 1,009 | |  | |
| 1954 | | Финке [29] | | 12 | | 252-299 | |  | 0,505 | |  | |
| ***Изобарная теплоемкость Cp*** | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | Герасимов [27] | | 61 | | 250-625 | | 0,1-60 | 0,613 | | 0,354 | |
| ***Изохорная теплоемкость Cv*** | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | Герасимов [27] | | 65 | | 250-460 | | 0,5-60 | 1,400 | |  | |
| ***Скорость звука*** | | | | | | | | | | | | |
| 1962 | | Голик [30] | | 6 | | 293-343 | |  | 0,362 | |  | |
| 1969 | | Неручев [31] | | 18 | | 293-633 | |  | 1,245 | |  | |



Рисунок Б.4 – Отклонения экспериментальных данных о скорости звука н‑Ундекана от рассчитанных по ФУС (1) ‑ (3).

На рисунке Б.5 показан ход идеальных кривых н-Ундекана, 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-Ундекана

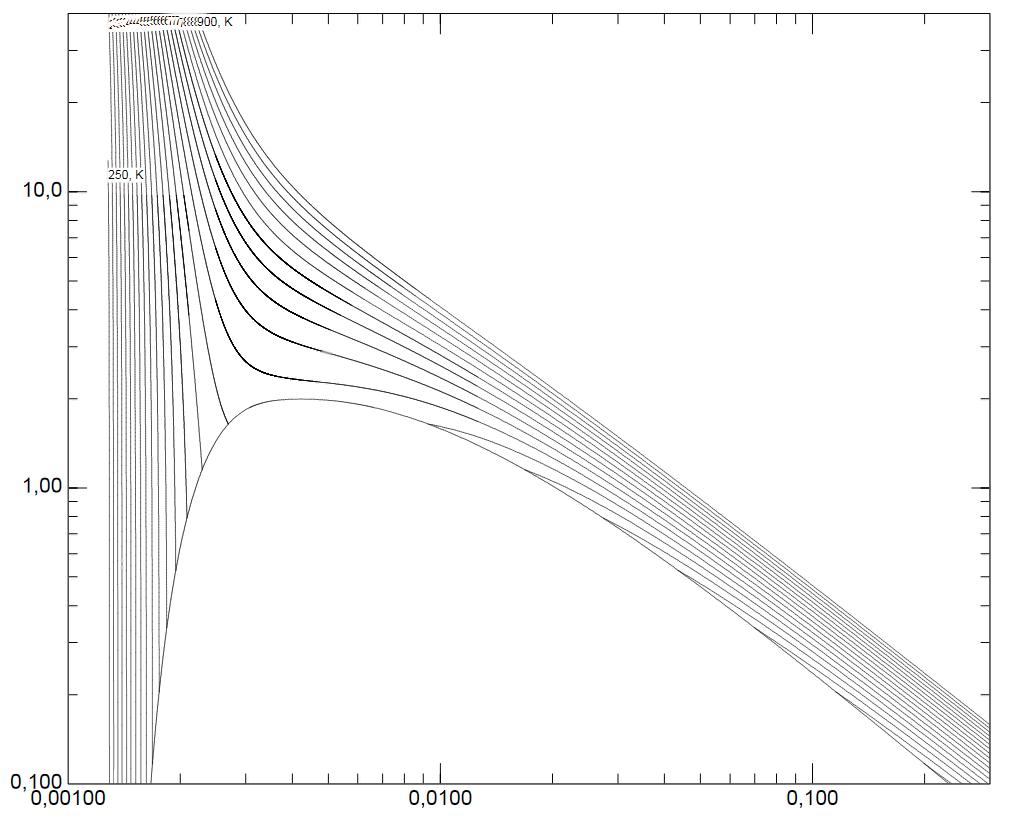


Рисунок Б.6 – *p* – *V* – диаграмма н-Ундекана

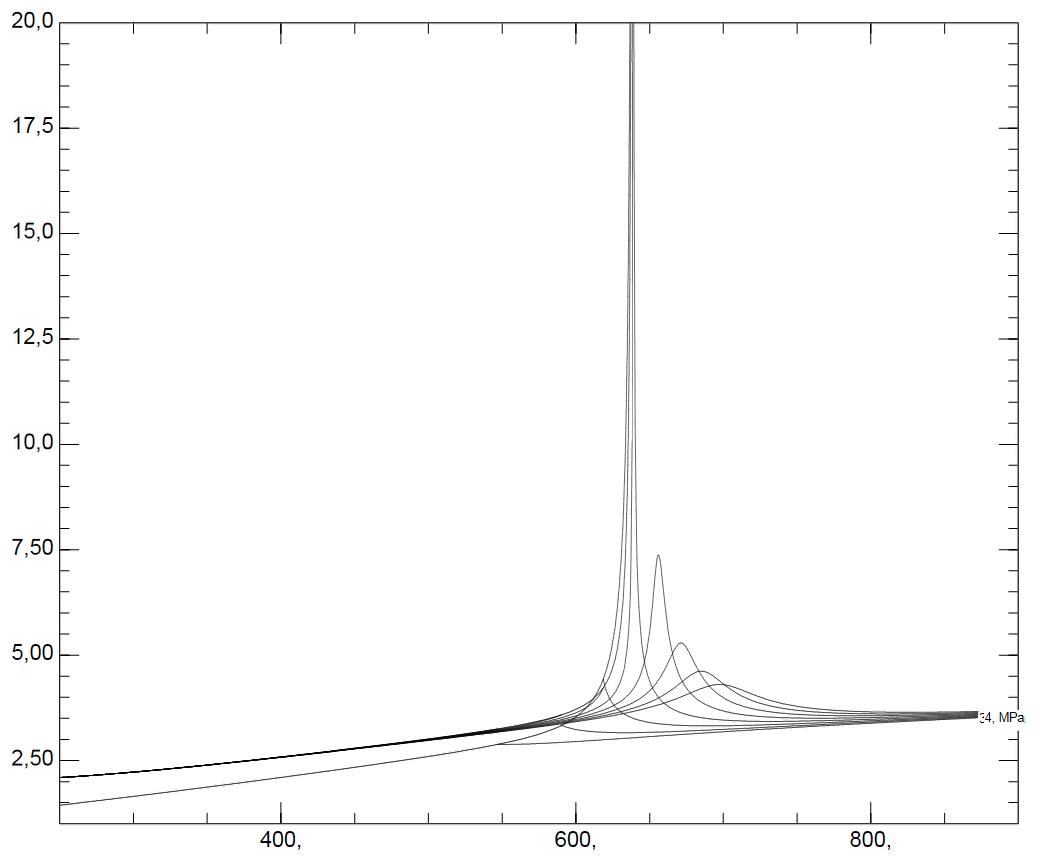


Рисунок Б.7 – Диаграмма изобарная теплоемкость – температура н-Ундекана

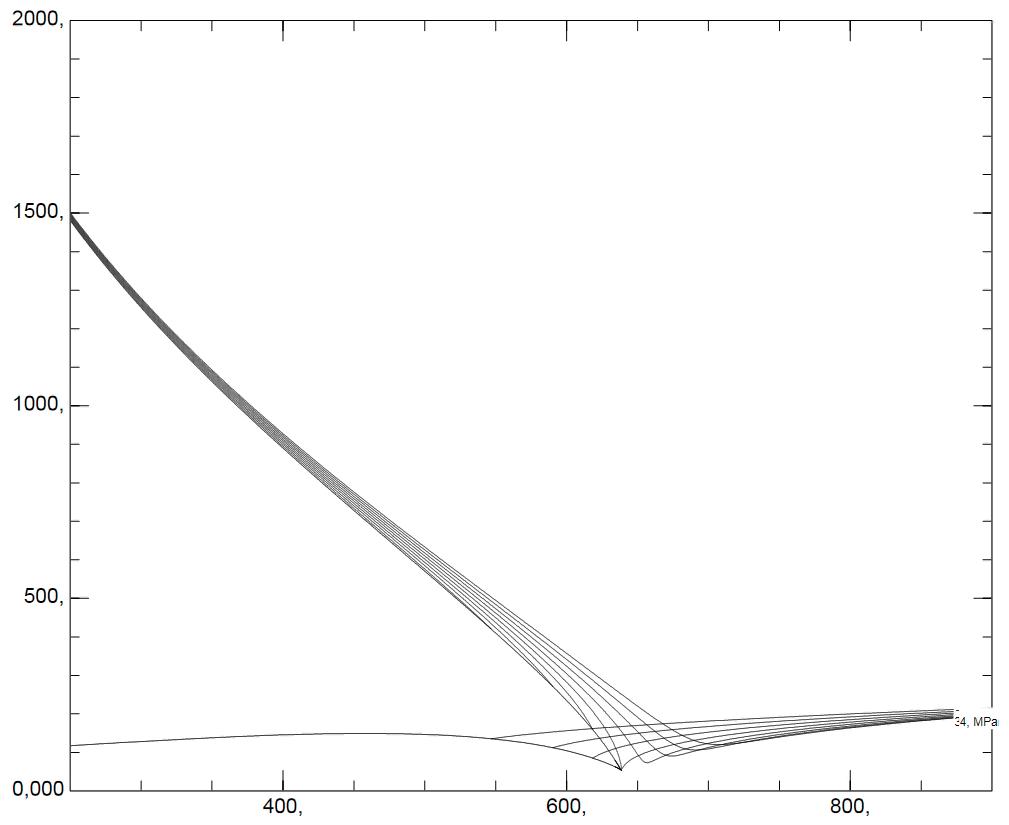


Рисунок Б.8 – Диаграмма скорость звука – температура н-Ундекана

**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-Ундекана 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).

Из таблицы Б.2 следует, что широкодиапазонные измерения вязкости н‑Ундекана выполнены только в работе Керамиди [38], в которой для измерения вязкости использовался капиллярный вискозиметр. Вероятная погрешность отдельного измерения, по оценке автора [38], составляет ±1,5%. Для расширения температурного диапазона и правильного описания поверхности состояния для уравнения были использованы расчетные значения вязкости жидкой фазы на линии кипения в диапазоне температуры 250 – 630 К, полученные по корректной и оцененной методике [46]. Вязкость разреженного газа определялась по данным Люстерника и Жданова [39].

Таблица Б.2 – Результаты сравнения экспериментальных данных о вязкости н‑Ундекана с рассчитанными по уравнению (13) значениями

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Год** | **Первый автор,**  **источник** | **Число**  **точек** | **Диапазон параметров** | | **Отклонения, %** | |
| ***Т*, К** | ***р*, МПа** | **СОО** | **СКО** |
| 1951 | Дулитл[20] | 9 | 263-474 | 0,101 | 1,104 | 1,662 |
| 1984 | Бауэр [35] | 3 | 293-298 | 0,1 | 0,836 | 0,836 |
| 1991 | Ассаэль[36] | 30 | 303,15-323,14 | 0,1-62,42 | 0,905 | 1,010 |
| 1998 | Ву[37] | 4 | 293,15-313,15 | 0,1 | 0,589 | 0,599 |
| 1972 | Керамиди[38] | 41 | 302,84-513,11 | 0,1-49,0 | 1,326 | 1,649 |
| 1972 | Керамиди[38] | 8 | 288,04-362,22 | 0,101 | 0,921 | 1,184 |
| 1973 | Люстерник [39] | 18 | 348,13-773,07 | 0,01 | 0,207 | 0,264 |
| 1959 | Голубев [40] | 18 | 263,15-473,11 | 0,1 | 0,817 | 1,246 |
| 2004 | Чмыхало [46] | 21 | 250 – 630 | Насыщение | 0,465 | 0,600 |
| П р и м е ч а н и е – СОО – среднее относительное отклонение; СКО – среднее квадратичное отклонение. | | | | | | |

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

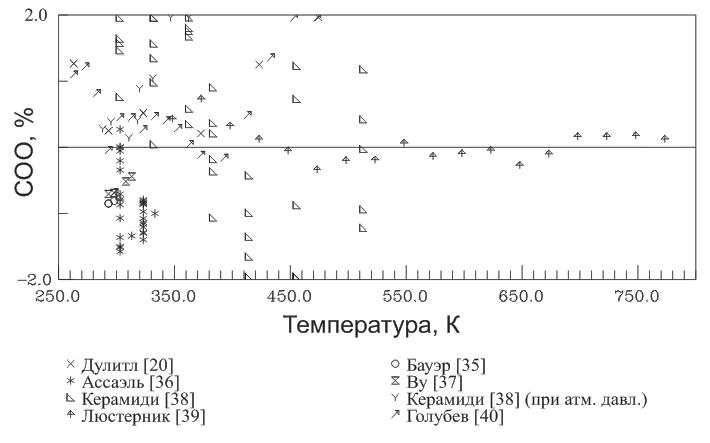


Рисунок Б.9 – Сравнение значений вязкости н-Ундекана с экспериментальными

данными различных авторов

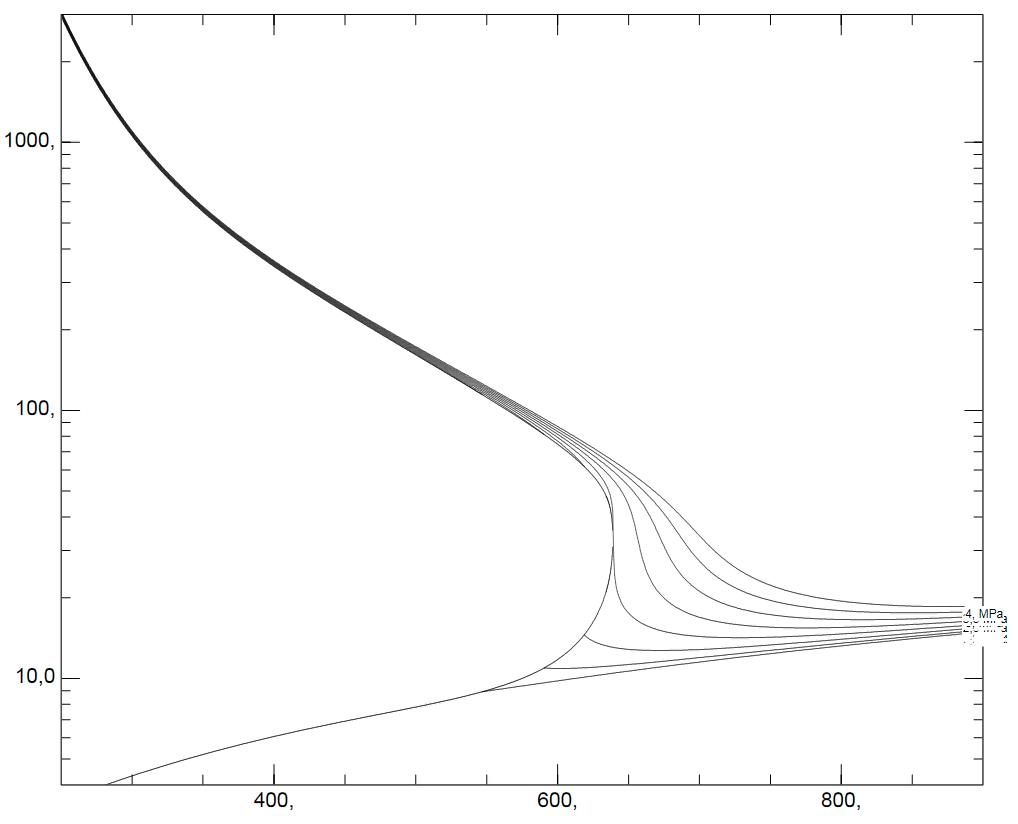


Рисунок Б.10 – Диаграмма вязкость – температура н-Ундекана

**Б.2.2 ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ**

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

Широкодиапазонные измерения коэффициента теплопроводности н-Ундекана выполнены Мустафаевым [42] методом монотонного разогрева. Погрешность данных оценивается величиной ±2,0%. Данные в газовой фазе получены также в работе Тарзиманова и Маширова [44]. В остальных работах коэффициент теплопроводности измерялся в жидкой фазе. Кроме данных Мустафаева[42] в обрабатываемый массив включались данные Богатова [41], полученные стационарным методом нагретой проволоки с погрешностью ±1,5% и справочные данные Варгафтика с соавторами [43]. Данные[43] 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 табл. Б3, считая, что они уже учтены при составлении таблиц [43]. Данные Каладо [45], представленные в табл. Б.3, использовались для оценки точности разработанного уравнения. Поверхность состояния представлена на рис. Б.12.

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Год** | **Первый автор,** | **Число** | **Диапазон параметров** | | **Отклонения, %** | |
|  | **Источник** | **точек** | ***Т*, К** | ***Р*, МПа** | **СОО** | **СКО** |
| 1992 | Богатов [41] | 46 | 302,42-427,01 | 0,1-49,13 | 1,389 | 1,451 |
| 1980 | Мустафаев[42] | 237 | 307,74-677,6 | 0,1-49,0 | 0,741 | 0,968 |
| 1978 | Варгафтик[43] | 137 | 300-679,95 | 0,1-50,0 | 0,933 | 1,136 |
| 1967 | Тарзиманов[44] | 9 | 497,46-701,84 | 0,101 | 1,086 | 1,473 |
| 1983 | Каладо[45] | 39 | 284,61-373,23 | Насыщ. | 0,412 | 0,486 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| П р и м е ч а н и е – СОО – среднее относительное отклонение; СКО – среднее квадратичное отклонение. | | | | | | |

Анализ отклонений экспериментальных данных, представленных в табл. Б.3, позволяет заключить, что вероятная ошибка расчета коэффициента теплопроводности н-Ундекана составляет 2,0 % без учета критической аномалии.



Рисунок Б.11 – Сравнение расчетных значений теплопроводности н-Ундекана с экспериментальными данными различных авторов

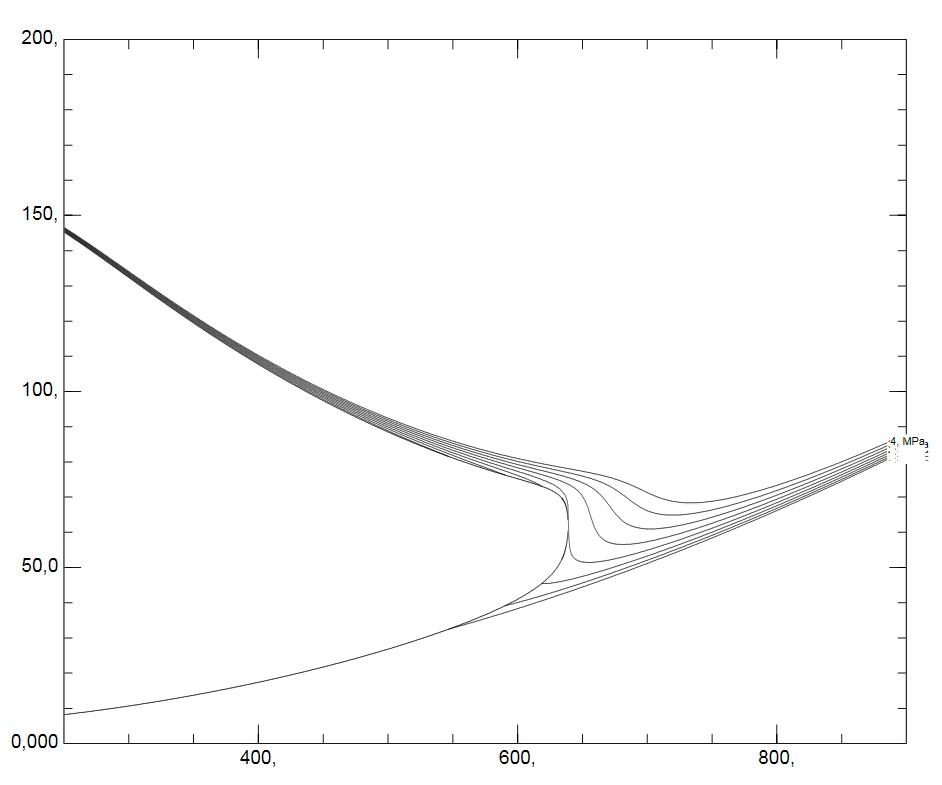


Рисунок Б.12 – Диаграмма теплопроводность – температура н-Ундекана

Таблица Б.4 – Теплофизические свойства н-Ундекана 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 | | | | | | | | |
| 250,00 | 774,74 | 420,31 | 2,5526 | 1,6330 | 2,0902 | 1485,9 | 145,33 | 2956,4 |
| 260,00 | 766,81 | 441,32 | 2,6350 | 1,6642 | 2,1121 | 1436,7 | 142,89 | 2302,3 |
| 270,00 | 758,95 | 462,56 | 2,7151 | 1,6968 | 2,1366 | 1389,5 | 140,35 | 1838,5 |
| 280,00 | 751,16 | 484,06 | 2,7933 | 1,7308 | 2,1635 | 1344,2 | 137,74 | 1500,6 |
| 290,00 | 743,41 | 505,84 | 2,8697 | 1,7660 | 2,1926 | 1300,4 | 135,10 | 1248,5 |
| 300,00 | 735,70 | 527,92 | 2,9446 | 1,8022 | 2,2235 | 1258,2 | 132,45 | 1056,3 |
| 310,00 | 728,01 | 550,32 | 3,0180 | 1,8393 | 2,2562 | 1217,3 | 129,80 | 907,07 |
| 320,00 | 720,34 | 573,05 | 3,0902 | 1,8772 | 2,2902 | 1177,5 | 127,18 | 788,95 |
| 330,00 | 712,66 | 596,13 | 3,1612 | 1,9157 | 2,3256 | 1138,9 | 124,59 | 693,86 |
| 340,00 | 704,96 | 619,56 | 3,2312 | 1,9546 | 2,3620 | 1101,3 | 122,03 | 616,07 |
| 350,00 | 697,25 | 643,37 | 3,3002 | 1,9939 | 2,3994 | 1064,5 | 119,53 | 551,47 |
| 360,00 | 689,49 | 667,55 | 3,3683 | 2,0335 | 2,4375 | 1028,6 | 117,07 | 497,06 |
| 370,00 | 681,69 | 692,12 | 3,4356 | 2,0732 | 2,4763 | 993,33 | 114,67 | 450,64 |
| 380,00 | 673,83 | 717,08 | 3,5022 | 2,1130 | 2,5157 | 958,73 | 112,32 | 410,57 |
| 390,00 | 665,90 | 742,44 | 3,5680 | 2,1527 | 2,5556 | 924,69 | 110,02 | 375,60 |
| 400,00 | 657,88 | 768,20 | 3,6332 | 2,1923 | 2,5958 | 891,16 | 107,79 | 344,79 |
| 410,00 | 649,76 | 794,36 | 3,6978 | 2,2317 | 2,6364 | 858,05 | 105,61 | 317,42 |
| 420,00 | 641,52 | 820,93 | 3,7619 | 2,2709 | 2,6773 | 825,31 | 103,48 | 292,90 |
| 430,00 | 633,14 | 847,90 | 3,8253 | 2,3099 | 2,7185 | 792,87 | 101,41 | 270,80 |
| 440,00 | 624,62 | 875,30 | 3,8883 | 2,3485 | 2,7600 | 760,66 | 99,402 | 250,77 |
| 450,00 | 615,92 | 903,11 | 3,9508 | 2,3868 | 2,8018 | 728,63 | 97,444 | 232,50 |
| 460,00 | 607,02 | 931,33 | 4,0129 | 2,4247 | 2,8440 | 696,70 | 95,538 | 215,77 |
| 470,00 | 4,2847 | 1225,0 | 4,6402 | 2,3675 | 2,4483 | 149,61 | 23,660 | 7,2669 |
| 480,00 | 4,1688 | 1249,6 | 4,6920 | 2,4011 | 2,4779 | 152,13 | 24,592 | 7,4495 |
| 490,00 | 4,0615 | 1274,5 | 4,7434 | 2,4355 | 2,5093 | 154,50 | 25,547 | 7,6315 |
| 500,00 | 3,9614 | 1299,8 | 4,7944 | 2,4703 | 2,5417 | 156,78 | 26,525 | 7,8129 |
| 510,00 | 3,8675 | 1325,4 | 4,8451 | 2,5051 | 2,5745 | 158,96 | 27,524 | 7,9937 |
| 520,00 | 3,7791 | 1351,3 | 4,8954 | 2,5398 | 2,6076 | 161,06 | 28,545 | 8,1741 |
| 530,00 | 3,6956 | 1377,5 | 4,9454 | 2,5742 | 2,6406 | 163,10 | 29,588 | 8,3540 |
| 540,00 | 3,6165 | 1404,1 | 4,9951 | 2,6082 | 2,6734 | 165,08 | 30,653 | 8,5334 |
| 550,00 | 3,5412 | 1431,0 | 5,0444 | 2,6417 | 2,7060 | 167,01 | 31,739 | 8,7123 |
| 560,00 | 3,4696 | 1458,2 | 5,0935 | 2,6747 | 2,7381 | 168,89 | 32,847 | 8,8909 |
| 570,00 | 3,4013 | 1485,8 | 5,1422 | 2,7072 | 2,7698 | 170,73 | 33,976 | 9,0690 |
| 580,00 | 3,3359 | 1513,6 | 5,1906 | 2,7392 | 2,8011 | 172,53 | 35,127 | 9,2467 |
| 590,00 | 3,2734 | 1541,8 | 5,2388 | 2,7706 | 2,8319 | 174,30 | 36,298 | 9,4240 |
| 600,00 | 3,2134 | 1570,3 | 5,2866 | 2,8014 | 2,8622 | 176,04 | 37,492 | 9,6009 |
| 610,00 | 3,1559 | 1599,0 | 5,3342 | 2,8317 | 2,8921 | 177,74 | 38,706 | 9,7775 |
| 620,00 | 3,1005 | 1628,1 | 5,3815 | 2,8615 | 2,9214 | 179,42 | 39,941 | 9,9537 |

*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** |
| 630,00 | 3,0473 | 1657,5 | 5,4284 | 2,8908 | 2,9503 | 181,07 | 41,198 | 10,129 |
| 640,00 | 2,9960 | 1687,1 | 5,4751 | 2,9196 | 2,9787 | 182,70 | 42,475 | 10,305 |
| 650,00 | 2,9466 | 1717,0 | 5,5215 | 2,9479 | 3,0067 | 184,31 | 43,774 | 10,480 |
| 660,00 | 2,8989 | 1747,2 | 5,5676 | 2,9758 | 3,0342 | 185,89 | 45,094 | 10,655 |
| 670,00 | 2,8528 | 1777,7 | 5,6135 | 3,0032 | 3,0614 | 187,46 | 46,435 | 10,829 |
| 680,00 | 2,8083 | 1808,5 | 5,6590 | 3,0302 | 3,0881 | 189,00 | 47,796 | 11,003 |
| 690,00 | 2,7652 | 1839,5 | 5,7043 | 3,0569 | 3,1145 | 190,53 | 49,179 | 11,177 |
| 700,00 | 2,7236 | 1870,7 | 5,7493 | 3,0832 | 3,1406 | 192,04 | 50,582 | 11,350 |
| p=0,5 МПа | | | | | | | | |
| 250,00 | 774,97 | 420,70 | 2,5520 | 1,6334 | 2,0901 | 1488,0 | 145,47 | 2969,8 |
| 260,00 | 767,05 | 441,71 | 2,6344 | 1,6645 | 2,1119 | 1438,8 | 143,03 | 2312,6 |
| 270,00 | 759,21 | 462,95 | 2,7146 | 1,6972 | 2,1364 | 1391,7 | 140,50 | 1846,7 |
| 280,00 | 751,43 | 484,44 | 2,7928 | 1,7311 | 2,1633 | 1346,4 | 137,90 | 1507,2 |
| 290,00 | 743,71 | 506,22 | 2,8692 | 1,7663 | 2,1923 | 1302,8 | 135,26 | 1254,0 |
| 300,00 | 736,01 | 528,29 | 2,9440 | 1,8025 | 2,2232 | 1260,7 | 132,62 | 1061,1 |
| 310,00 | 728,34 | 550,69 | 3,0175 | 1,8396 | 2,2558 | 1219,9 | 129,98 | 911,14 |
| 320,00 | 720,69 | 573,42 | 3,0896 | 1,8775 | 2,2898 | 1180,3 | 127,37 | 792,49 |
| 330,00 | 713,03 | 596,49 | 3,1606 | 1,9159 | 2,3251 | 1141,7 | 124,78 | 696,99 |
| 340,00 | 705,36 | 619,92 | 3,2306 | 1,9549 | 2,3615 | 1104,2 | 122,24 | 618,87 |
| 350,00 | 697,67 | 643,72 | 3,2995 | 1,9942 | 2,3988 | 1067,6 | 119,74 | 554,00 |
| 360,00 | 689,94 | 667,90 | 3,3677 | 2,0337 | 2,4369 | 1031,8 | 117,29 | 499,37 |
| 370,00 | 682,17 | 692,46 | 3,4349 | 2,0734 | 2,4756 | 996,71 | 114,90 | 452,76 |
| 380,00 | 674,35 | 717,41 | 3,5015 | 2,1132 | 2,5149 | 962,28 | 112,56 | 412,54 |
| 390,00 | 666,45 | 742,76 | 3,5673 | 2,1529 | 2,5546 | 928,42 | 110,28 | 377,44 |
| 400,00 | 658,47 | 768,51 | 3,6325 | 2,1925 | 2,5947 | 895,07 | 108,05 | 346,52 |
| 410,00 | 650,39 | 794,66 | 3,6971 | 2,2319 | 2,6352 | 862,17 | 105,89 | 319,05 |
| 420,00 | 642,21 | 821,21 | 3,7611 | 2,2711 | 2,6759 | 829,66 | 103,78 | 294,46 |
| 430,00 | 633,89 | 848,18 | 3,8245 | 2,3100 | 2,7169 | 797,46 | 101,72 | 272,29 |
| 440,00 | 625,43 | 875,55 | 3,8874 | 2,3486 | 2,7582 | 765,53 | 99,727 | 252,20 |
| 450,00 | 616,80 | 903,34 | 3,9499 | 2,3868 | 2,7997 | 733,80 | 97,786 | 233,89 |
| 460,00 | 607,98 | 931,55 | 4,0119 | 2,4247 | 2,8416 | 702,20 | 95,899 | 217,12 |
| 470,00 | 598,94 | 960,17 | 4,0734 | 2,4621 | 2,8838 | 670,67 | 94,065 | 201,71 |
| 480,00 | 589,66 | 989,22 | 4,1346 | 2,4992 | 2,9265 | 639,14 | 92,283 | 187,49 |
| 490,00 | 580,09 | 1018,7 | 4,1954 | 2,5358 | 2,9699 | 607,53 | 90,551 | 174,32 |
| 500,00 | 570,19 | 1048,6 | 4,2558 | 2,5721 | 3,0142 | 575,75 | 88,868 | 162,09 |
| 510,00 | 559,91 | 1079,0 | 4,3160 | 2,6080 | 3,0596 | 543,69 | 87,232 | 150,69 |
| 520,00 | 549,17 | 1109,8 | 4,3758 | 2,6435 | 3,1067 | 511,23 | 85,639 | 140,04 |
| 530,00 | 537,89 | 1141,1 | 4,4355 | 2,6788 | 3,1560 | 478,19 | 84,087 | 130,05 |
| 540,00 | 525,95 | 1173,0 | 4,4950 | 2,7139 | 3,2086 | 444,37 | 82,571 | 120,63 |
| 550,00 | 21,454 | 1411,5 | 4,9314 | 2,7128 | 2,8878 | 136,92 | 32,837 | 8,9650 |
| 560,00 | 20,609 | 1440,4 | 4,9834 | 2,7331 | 2,8871 | 141,63 | 33,880 | 9,1219 |
| 570,00 | 19,874 | 1469,3 | 5,0345 | 2,7561 | 2,8950 | 145,83 | 34,953 | 9,2835 |

*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** |
| 580,00 | 19,223 | 1498,3 | 5,0850 | 2,7808 | 2,9082 | 149,63 | 36,055 | 9,4482 |
| 590,00 | 18,638 | 1527,5 | 5,1349 | 2,8065 | 2,9249 | 153,14 | 37,182 | 9,6153 |
| 600,00 | 18,106 | 1556,8 | 5,1842 | 2,8328 | 2,9440 | 156,39 | 38,336 | 9,7841 |
| 610,00 | 17,619 | 1586,4 | 5,2330 | 2,8594 | 2,9647 | 159,45 | 39,514 | 9,9540 |
| 620,00 | 17,169 | 1616,1 | 5,2814 | 2,8861 | 2,9865 | 162,33 | 40,717 | 10,125 |
| 630,00 | 16,751 | 1646,1 | 5,3293 | 2,9128 | 3,0091 | 165,07 | 41,943 | 10,296 |
| 640,00 | 16,361 | 1676,3 | 5,3769 | 2,9394 | 3,0321 | 167,68 | 43,192 | 10,468 |
| 650,00 | 15,996 | 1706,8 | 5,4241 | 2,9658 | 3,0554 | 170,18 | 44,465 | 10,641 |
| 660,00 | 15,652 | 1737,4 | 5,4709 | 2,9921 | 3,0790 | 172,59 | 45,760 | 10,813 |
| 670,00 | 15,327 | 1768,3 | 5,5174 | 3,0181 | 3,1026 | 174,91 | 47,078 | 10,985 |
| 680,00 | 15,020 | 1799,5 | 5,5636 | 3,0438 | 3,1262 | 177,15 | 48,418 | 11,158 |
| 690,00 | 14,729 | 1830,9 | 5,6094 | 3,0694 | 3,1499 | 179,32 | 49,780 | 11,330 |
| 700,00 | 14,451 | 1862,5 | 5,6549 | 3,0947 | 3,1735 | 181,43 | 51,164 | 11,503 |
| p=1,0 МПа | | | | | | | | |
| 250,00 | 775,26 | 421,18 | 2,5514 | 1,6338 | 2,0900 | 1490,5 | 145,63 | 2986,7 |
| 260,00 | 767,36 | 442,18 | 2,6338 | 1,6650 | 2,1118 | 1441,5 | 143,21 | 2325,6 |
| 270,00 | 759,54 | 463,42 | 2,7139 | 1,6976 | 2,1362 | 1394,5 | 140,68 | 1857,0 |
| 280,00 | 751,78 | 484,92 | 2,7921 | 1,7315 | 2,1630 | 1349,3 | 138,09 | 1515,6 |
| 290,00 | 744,07 | 506,69 | 2,8685 | 1,7667 | 2,1920 | 1305,8 | 135,47 | 1261,0 |
| 300,00 | 736,40 | 528,76 | 2,9433 | 1,8029 | 2,2229 | 1263,8 | 132,83 | 1067,0 |
| 310,00 | 728,75 | 551,15 | 3,0167 | 1,8400 | 2,2554 | 1223,1 | 130,21 | 916,23 |
| 320,00 | 721,12 | 573,87 | 3,0889 | 1,8778 | 2,2893 | 1183,6 | 127,60 | 796,94 |
| 330,00 | 713,49 | 596,94 | 3,1599 | 1,9163 | 2,3246 | 1145,3 | 125,03 | 700,92 |
| 340,00 | 705,85 | 620,37 | 3,2298 | 1,9552 | 2,3608 | 1107,9 | 122,49 | 622,38 |
| 350,00 | 698,20 | 644,16 | 3,2988 | 1,9945 | 2,3981 | 1071,4 | 120,01 | 557,17 |
| 360,00 | 690,51 | 668,33 | 3,3668 | 2,0340 | 2,4360 | 1035,8 | 117,57 | 502,26 |
| 370,00 | 682,77 | 692,89 | 3,4341 | 2,0737 | 2,4747 | 1000,9 | 115,19 | 455,42 |
| 380,00 | 674,99 | 717,83 | 3,5006 | 2,1134 | 2,5138 | 966,67 | 112,86 | 415,00 |
| 390,00 | 667,13 | 743,16 | 3,5664 | 2,1531 | 2,5534 | 933,03 | 110,60 | 379,74 |
| 400,00 | 659,20 | 768,90 | 3,6316 | 2,1927 | 2,5934 | 899,92 | 108,39 | 348,68 |
| 410,00 | 651,18 | 795,03 | 3,6961 | 2,2321 | 2,6337 | 867,27 | 106,23 | 321,09 |
| 420,00 | 643,06 | 821,57 | 3,7601 | 2,2712 | 2,6742 | 835,02 | 104,14 | 296,40 |
| 430,00 | 634,81 | 848,52 | 3,8235 | 2,3101 | 2,7150 | 803,13 | 102,10 | 274,16 |
| 440,00 | 626,42 | 875,87 | 3,8864 | 2,3487 | 2,7560 | 771,52 | 100,13 | 253,99 |
| 450,00 | 617,88 | 903,64 | 3,9488 | 2,3869 | 2,7972 | 740,15 | 98,206 | 235,62 |
| 460,00 | 609,15 | 931,82 | 4,0107 | 2,4247 | 2,8387 | 708,95 | 96,342 | 218,81 |
| 470,00 | 600,23 | 960,41 | 4,0722 | 2,4621 | 2,8804 | 677,87 | 94,532 | 203,36 |
| 480,00 | 591,07 | 989,43 | 4,1333 | 2,4991 | 2,9226 | 646,84 | 92,776 | 189,11 |
| 490,00 | 581,65 | 1018,9 | 4,1940 | 2,5356 | 2,9653 | 615,79 | 91,073 | 175,92 |
| 500,00 | 571,93 | 1048,7 | 4,2543 | 2,5718 | 3,0087 | 584,65 | 89,422 | 163,68 |
| 510,00 | 561,85 | 1079,0 | 4,3143 | 2,6076 | 3,0530 | 553,34 | 87,820 | 152,29 |
| 520,00 | 551,37 | 1109,8 | 4,3740 | 2,6430 | 3,0986 | 521,74 | 86,267 | 141,65 |

*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** |
| 530,00 | 540,40 | 1141,0 | 4,4335 | 2,6781 | 3,1460 | 489,74 | 84,760 | 131,69 |
| 540,00 | 528,86 | 1172,7 | 4,4928 | 2,7129 | 3,1959 | 457,17 | 83,296 | 122,32 |
| 550,00 | 516,60 | 1205,0 | 4,5519 | 2,7475 | 3,2494 | 423,83 | 81,870 | 113,48 |
| 560,00 | 503,46 | 1237,7 | 4,6110 | 2,7822 | 3,3082 | 389,42 | 80,477 | 105,09 |
| 570,00 | 489,17 | 1271,1 | 4,6701 | 2,8170 | 3,3755 | 353,49 | 79,106 | 97,067 |
| 580,00 | 473,29 | 1305,3 | 4,7295 | 2,8524 | 3,4571 | 315,31 | 77,736 | 89,305 |
| 590,00 | 455,08 | 1340,4 | 4,7895 | 2,8892 | 3,5665 | 273,55 | 76,330 | 81,649 |
| 600,00 | 45,704 | 1533,0 | 5,1152 | 2,9050 | 3,2410 | 121,20 | 40,070 | 10,885 |
| 610,00 | 43,074 | 1565,1 | 5,1683 | 2,9172 | 3,1886 | 128,72 | 41,082 | 10,901 |
| 620,00 | 40,961 | 1596,8 | 5,2199 | 2,9337 | 3,1638 | 135,03 | 42,156 | 10,958 |
| 630,00 | 39,194 | 1628,4 | 5,2704 | 2,9529 | 3,1543 | 140,51 | 43,277 | 11,042 |
| 640,00 | 37,675 | 1659,9 | 5,3201 | 2,9737 | 3,1541 | 145,38 | 44,439 | 11,145 |
| 650,00 | 36,344 | 1691,5 | 5,3690 | 2,9956 | 3,1599 | 149,79 | 45,636 | 11,260 |
| 660,00 | 35,159 | 1723,2 | 5,4174 | 3,0182 | 3,1697 | 153,84 | 46,866 | 11,385 |
| 670,00 | 34,092 | 1754,9 | 5,4651 | 3,0412 | 3,1824 | 157,59 | 48,126 | 11,518 |
| 680,00 | 33,121 | 1786,8 | 5,5124 | 3,0645 | 3,1972 | 161,09 | 49,415 | 11,657 |
| 690,00 | 32,232 | 1818,9 | 5,5592 | 3,0880 | 3,2134 | 164,38 | 50,731 | 11,801 |
| 700,00 | 31,412 | 1851,1 | 5,6055 | 3,1115 | 3,2309 | 167,50 | 52,073 | 11,948 |
| p=1,5 МПа | | | | | | | | |
| 250,00 | 775,55 | 421,66 | 2,5507 | 1,6342 | 2,0899 | 1493,0 | 145,80 | 3003,6 |
| 260,00 | 767,66 | 442,66 | 2,6331 | 1,6654 | 2,1116 | 1444,1 | 143,39 | 2338,6 |
| 270,00 | 759,86 | 463,90 | 2,7132 | 1,6980 | 2,1360 | 1397,2 | 140,87 | 1867,3 |
| 280,00 | 752,12 | 485,39 | 2,7914 | 1,7319 | 2,1628 | 1352,2 | 138,29 | 1524,1 |
| 290,00 | 744,43 | 507,16 | 2,8678 | 1,7670 | 2,1917 | 1308,8 | 135,67 | 1268,0 |
| 300,00 | 736,78 | 529,23 | 2,9426 | 1,8032 | 2,2225 | 1266,9 | 133,04 | 1072,9 |
| 310,00 | 729,16 | 551,61 | 3,0160 | 1,8403 | 2,2549 | 1226,3 | 130,43 | 921,34 |
| 320,00 | 721,56 | 574,33 | 3,0881 | 1,8781 | 2,2889 | 1187,0 | 127,83 | 801,40 |
| 330,00 | 713,95 | 597,40 | 3,1591 | 1,9166 | 2,3240 | 1148,8 | 125,27 | 704,86 |
| 340,00 | 706,34 | 620,82 | 3,2290 | 1,9555 | 2,3602 | 1111,5 | 122,75 | 625,90 |
| 350,00 | 698,72 | 644,60 | 3,2980 | 1,9948 | 2,3973 | 1075,2 | 120,27 | 560,35 |
| 360,00 | 691,06 | 668,77 | 3,3660 | 2,0343 | 2,4352 | 1039,8 | 117,85 | 505,15 |
| 370,00 | 683,37 | 693,31 | 3,4333 | 2,0740 | 2,4738 | 1005,1 | 115,48 | 458,08 |
| 380,00 | 675,62 | 718,24 | 3,4998 | 2,1137 | 2,5128 | 971,02 | 113,16 | 417,46 |
| 390,00 | 667,81 | 743,57 | 3,5655 | 2,1534 | 2,5523 | 937,59 | 110,91 | 382,04 |
| 400,00 | 659,93 | 769,29 | 3,6307 | 2,1929 | 2,5921 | 904,70 | 108,71 | 350,84 |
| 410,00 | 651,96 | 795,41 | 3,6952 | 2,2323 | 2,6322 | 872,30 | 106,58 | 323,14 |
| 420,00 | 643,89 | 821,93 | 3,7591 | 2,2714 | 2,6726 | 840,32 | 104,50 | 298,35 |
| 430,00 | 635,71 | 848,86 | 3,8224 | 2,3103 | 2,7131 | 808,71 | 102,48 | 276,02 |
| 440,00 | 627,40 | 876,20 | 3,8853 | 2,3488 | 2,7539 | 777,42 | 100,52 | 255,78 |
| 450,00 | 618,94 | 903,94 | 3,9476 | 2,3870 | 2,7948 | 746,39 | 98,620 | 237,35 |
| 460,00 | 610,31 | 932,09 | 4,0095 | 2,4247 | 2,8359 | 715,57 | 96,776 | 220,49 |
| 470,00 | 601,49 | 960,66 | 4,0709 | 2,4621 | 2,8772 | 684,91 | 94,989 | 205,00 |

*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** |
| 480,00 | 592,45 | 989,64 | 4,1319 | 2,4990 | 2,9189 | 654,35 | 93,258 | 190,72 |
| 490,00 | 583,17 | 1019,0 | 4,1926 | 2,5355 | 2,9610 | 623,83 | 91,583 | 177,51 |
| 500,00 | 573,61 | 1048,9 | 4,2528 | 2,5716 | 3,0036 | 593,28 | 89,961 | 165,26 |
| 510,00 | 563,73 | 1079,1 | 4,3127 | 2,6072 | 3,0469 | 562,65 | 88,392 | 153,87 |
| 520,00 | 553,48 | 1109,8 | 4,3723 | 2,6425 | 3,0913 | 531,84 | 86,875 | 143,24 |
| 530,00 | 542,79 | 1140,9 | 4,4316 | 2,6774 | 3,1370 | 500,76 | 85,408 | 133,30 |
| 540,00 | 531,60 | 1172,5 | 4,4907 | 2,7120 | 3,1847 | 469,29 | 83,990 | 123,97 |
| 550,00 | 519,79 | 1204,6 | 4,5496 | 2,7463 | 3,2350 | 437,29 | 82,618 | 115,18 |
| 560,00 | 507,22 | 1237,3 | 4,6084 | 2,7805 | 3,2892 | 404,55 | 81,287 | 106,87 |
| 570,00 | 493,72 | 1270,4 | 4,6671 | 2,8148 | 3,3492 | 370,80 | 79,993 | 98,972 |
| 580,00 | 478,98 | 1304,3 | 4,7259 | 2,8493 | 3,4183 | 335,62 | 78,723 | 91,398 |
| 590,00 | 462,56 | 1338,9 | 4,7851 | 2,8844 | 3,5028 | 298,32 | 77,459 | 84,048 |
| 600,00 | 443,63 | 1374,4 | 4,8448 | 2,9211 | 3,6173 | 257,70 | 76,158 | 76,766 |
| 610,00 | 420,40 | 1411,4 | 4,9060 | 2,9611 | 3,8051 | 211,05 | 74,719 | 69,240 |
| 620,00 | 87,849 | 1562,5 | 5,1505 | 3,0424 | 4,2732 | 88,286 | 45,469 | 14,330 |
| 630,00 | 76,483 | 1601,5 | 5,2130 | 3,0269 | 3,6771 | 104,86 | 45,811 | 13,426 |
| 640,00 | 69,850 | 1637,2 | 5,2692 | 3,0295 | 3,4866 | 115,95 | 46,564 | 13,029 |
| 650,00 | 65,132 | 1671,6 | 5,3224 | 3,0399 | 3,3979 | 124,57 | 47,492 | 12,827 |
| 660,00 | 61,471 | 1705,3 | 5,3739 | 3,0545 | 3,3518 | 131,73 | 48,526 | 12,730 |
| 670,00 | 58,483 | 1738,7 | 5,4241 | 3,0718 | 3,3278 | 137,91 | 49,635 | 12,697 |
| 680,00 | 55,963 | 1771,9 | 5,4733 | 3,0907 | 3,3169 | 143,39 | 50,802 | 12,707 |
| 690,00 | 53,787 | 1805,0 | 5,5217 | 3,1107 | 3,3143 | 148,32 | 52,017 | 12,747 |
| 700,00 | 51,874 | 1838,2 | 5,5694 | 3,1315 | 3,3174 | 152,83 | 53,274 | 12,810 |
| p=2 МПа | | | | | | | | |
| 250,00 | 775,83 | 422,14 | 2,5501 | 1,6347 | 2,0897 | 1495,5 | 145,97 | 3020,7 |
| 260,00 | 767,97 | 443,14 | 2,6324 | 1,6658 | 2,1114 | 1446,7 | 143,56 | 2351,7 |
| 270,00 | 760,18 | 464,37 | 2,7126 | 1,6984 | 2,1358 | 1399,9 | 141,05 | 1877,7 |
| 280,00 | 752,46 | 485,86 | 2,7907 | 1,7323 | 2,1625 | 1355,0 | 138,48 | 1532,5 |
| 290,00 | 744,79 | 507,63 | 2,8671 | 1,7674 | 2,1914 | 1311,7 | 135,87 | 1275,0 |
| 300,00 | 737,17 | 529,70 | 2,9419 | 1,8036 | 2,2221 | 1269,9 | 133,26 | 1078,9 |
| 310,00 | 729,57 | 552,08 | 3,0153 | 1,8407 | 2,2545 | 1229,5 | 130,65 | 926,46 |
| 320,00 | 721,99 | 574,79 | 3,0874 | 1,8785 | 2,2884 | 1190,3 | 128,06 | 805,87 |
| 330,00 | 714,41 | 597,85 | 3,1584 | 1,9169 | 2,3235 | 1152,2 | 125,51 | 708,81 |
| 340,00 | 706,83 | 621,27 | 3,2283 | 1,9558 | 2,3596 | 1115,2 | 123,00 | 629,43 |
| 350,00 | 699,24 | 645,05 | 3,2972 | 1,9951 | 2,3966 | 1079,0 | 120,53 | 563,53 |
| 360,00 | 691,61 | 669,20 | 3,3652 | 2,0346 | 2,4344 | 1043,7 | 118,12 | 508,06 |
| 370,00 | 683,95 | 693,74 | 3,4325 | 2,0743 | 2,4729 | 1009,2 | 115,76 | 460,75 |
| 380,00 | 676,25 | 718,66 | 3,4989 | 2,1140 | 2,5118 | 975,33 | 113,46 | 419,93 |
| 390,00 | 668,48 | 743,97 | 3,5647 | 2,1536 | 2,5512 | 942,10 | 111,22 | 384,34 |
| 400,00 | 660,65 | 769,68 | 3,6298 | 2,1931 | 2,5909 | 909,43 | 109,04 | 353,01 |
| 410,00 | 652,73 | 795,79 | 3,6942 | 2,2325 | 2,6308 | 877,26 | 106,91 | 325,18 |
| 420,00 | 644,72 | 822,30 | 3,7581 | 2,2716 | 2,6710 | 845,54 | 104,85 | 300,29 |

*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** |
| 430,00 | 636,60 | 849,21 | 3,8214 | 2,3104 | 2,7113 | 814,21 | 102,85 | 277,88 |
| 440,00 | 628,36 | 876,53 | 3,8842 | 2,3489 | 2,7518 | 783,22 | 100,91 | 257,57 |
| 450,00 | 619,98 | 904,25 | 3,9465 | 2,3870 | 2,7925 | 752,52 | 99,026 | 239,08 |
| 460,00 | 611,44 | 932,38 | 4,0083 | 2,4248 | 2,8332 | 722,06 | 97,203 | 222,17 |
| 470,00 | 602,72 | 960,92 | 4,0697 | 2,4621 | 2,8742 | 691,80 | 95,438 | 206,64 |
| 480,00 | 593,80 | 989,86 | 4,1307 | 2,4989 | 2,9154 | 661,68 | 93,730 | 192,32 |
| 490,00 | 584,65 | 1019,2 | 4,1912 | 2,5354 | 2,9569 | 631,66 | 92,080 | 179,09 |
| 500,00 | 575,25 | 1049,0 | 4,2514 | 2,5714 | 2,9988 | 601,67 | 90,486 | 166,83 |
| 510,00 | 565,55 | 1079,2 | 4,3112 | 2,6069 | 3,0413 | 571,66 | 88,947 | 155,43 |
| 520,00 | 555,51 | 1109,8 | 4,3706 | 2,6421 | 3,0845 | 541,57 | 87,463 | 144,80 |
| 530,00 | 545,08 | 1140,9 | 4,4298 | 2,6768 | 3,1289 | 511,32 | 86,034 | 134,87 |
| 540,00 | 534,20 | 1172,4 | 4,4887 | 2,7112 | 3,1747 | 480,82 | 84,657 | 125,57 |
| 550,00 | 522,77 | 1204,4 | 4,5474 | 2,7453 | 3,2224 | 449,98 | 83,331 | 116,83 |
| 560,00 | 510,71 | 1236,9 | 4,6059 | 2,7792 | 3,2731 | 418,65 | 82,055 | 108,59 |
| 570,00 | 497,85 | 1269,9 | 4,6643 | 2,8129 | 3,3278 | 386,66 | 80,824 | 100,78 |
| 580,00 | 484,01 | 1303,4 | 4,7227 | 2,8467 | 3,3885 | 353,76 | 79,633 | 93,340 |
| 590,00 | 468,88 | 1337,7 | 4,7812 | 2,8809 | 3,4587 | 319,60 | 78,471 | 86,197 |
| 600,00 | 451,99 | 1372,7 | 4,8400 | 2,9157 | 3,5447 | 283,59 | 77,318 | 79,250 |
| 610,00 | 432,52 | 1408,7 | 4,8995 | 2,9520 | 3,6609 | 244,75 | 76,131 | 72,353 |
| 620,00 | 408,72 | 1446,1 | 4,9604 | 2,9917 | 3,8473 | 201,09 | 74,809 | 65,222 |
| 630,00 | 375,46 | 1486,4 | 5,0248 | 3,0404 | 4,2911 | 147,24 | 73,005 | 57,054 |
| 640,00 | 178,13 | 1578,1 | 5,1688 | 3,1884 | 15,431 | 60,279 | 55,960 | 24,810 |
| 650,00 | 118,90 | 1639,4 | 5,2640 | 3,1206 | 4,4223 | 90,243 | 51,599 | 17,521 |
| 660,00 | 103,08 | 1680,2 | 5,3263 | 3,1106 | 3,8582 | 104,91 | 51,551 | 15,987 |
| 670,00 | 93,589 | 1717,6 | 5,3826 | 3,1144 | 3,6483 | 115,59 | 52,098 | 15,221 |
| 680,00 | 86,845 | 1753,6 | 5,4358 | 3,1247 | 3,5441 | 124,19 | 52,907 | 14,774 |
| 690,00 | 81,641 | 1788,7 | 5,4871 | 3,1388 | 3,4865 | 131,46 | 53,868 | 14,498 |
| 700,00 | 77,422 | 1823,4 | 5,5370 | 3,1552 | 3,4539 | 137,81 | 54,934 | 14,328 |
| p=2,5 МПа | | | | | | | | |
| 250,00 | 776,12 | 422,62 | 2,5494 | 1,6351 | 2,0896 | 1498,0 | 146,14 | 3037,8 |
| 260,00 | 768,27 | 443,62 | 2,6318 | 1,6662 | 2,1112 | 1449,3 | 143,74 | 2364,8 |
| 270,00 | 760,50 | 464,85 | 2,7119 | 1,6988 | 2,1356 | 1402,6 | 141,24 | 1888,1 |
| 280,00 | 752,80 | 486,34 | 2,7900 | 1,7327 | 2,1622 | 1357,8 | 138,67 | 1541,0 |
| 290,00 | 745,15 | 508,10 | 2,8664 | 1,7678 | 2,1911 | 1314,6 | 136,07 | 1282,1 |
| 300,00 | 737,55 | 530,17 | 2,9412 | 1,8040 | 2,2218 | 1273,0 | 133,47 | 1084,8 |
| 310,00 | 729,97 | 552,54 | 3,0146 | 1,8410 | 2,2541 | 1232,7 | 130,87 | 931,60 |
| 320,00 | 722,42 | 575,25 | 3,0867 | 1,8788 | 2,2879 | 1193,6 | 128,29 | 810,35 |
| 330,00 | 714,87 | 598,31 | 3,1576 | 1,9173 | 2,3229 | 1155,7 | 125,75 | 712,77 |
| 340,00 | 707,31 | 621,71 | 3,2275 | 1,9562 | 2,3590 | 1118,7 | 123,24 | 632,97 |
| 350,00 | 699,75 | 645,49 | 3,2964 | 1,9954 | 2,3960 | 1082,8 | 120,79 | 566,72 |
| 360,00 | 692,16 | 669,64 | 3,3644 | 2,0349 | 2,4337 | 1047,6 | 118,39 | 510,96 |
| 370,00 | 684,54 | 694,16 | 3,4316 | 2,0745 | 2,4720 | 1013,3 | 116,04 | 463,42 |

*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** |
| 380,00 | 676,87 | 719,08 | 3,4981 | 2,1142 | 2,5109 | 979,60 | 113,75 | 422,41 |
| 390,00 | 669,15 | 744,38 | 3,5638 | 2,1539 | 2,5501 | 946,57 | 111,52 | 386,65 |
| 400,00 | 661,36 | 770,08 | 3,6289 | 2,1934 | 2,5896 | 914,11 | 109,36 | 355,17 |
| 410,00 | 653,49 | 796,18 | 3,6933 | 2,2327 | 2,6294 | 882,17 | 107,25 | 327,23 |
| 420,00 | 645,54 | 822,67 | 3,7571 | 2,2718 | 2,6694 | 850,69 | 105,20 | 302,24 |
| 430,00 | 637,48 | 849,57 | 3,8204 | 2,3106 | 2,7096 | 819,63 | 103,21 | 279,73 |
| 440,00 | 629,31 | 876,86 | 3,8832 | 2,3491 | 2,7499 | 788,93 | 101,29 | 259,35 |
| 450,00 | 621,00 | 904,56 | 3,9454 | 2,3871 | 2,7902 | 758,55 | 99,426 | 240,80 |
| 460,00 | 612,55 | 932,67 | 4,0072 | 2,4248 | 2,8307 | 728,44 | 97,622 | 223,84 |
| 470,00 | 603,93 | 961,18 | 4,0685 | 2,4621 | 2,8713 | 698,55 | 95,877 | 208,26 |
| 480,00 | 595,12 | 990,09 | 4,1294 | 2,4989 | 2,9121 | 668,85 | 94,192 | 193,92 |
| 490,00 | 586,10 | 1019,4 | 4,1899 | 2,5353 | 2,9530 | 639,29 | 92,566 | 180,67 |
| 500,00 | 576,84 | 1049,2 | 4,2499 | 2,5712 | 2,9943 | 609,82 | 90,998 | 168,38 |
| 510,00 | 567,30 | 1079,3 | 4,3096 | 2,6066 | 3,0360 | 580,39 | 89,487 | 156,97 |
| 520,00 | 557,46 | 1109,9 | 4,3690 | 2,6417 | 3,0783 | 550,96 | 88,034 | 146,35 |
| 530,00 | 547,27 | 1140,9 | 4,4280 | 2,6763 | 3,1215 | 521,46 | 86,638 | 136,43 |
| 540,00 | 536,67 | 1172,3 | 4,4868 | 2,7105 | 3,1657 | 491,84 | 85,299 | 127,15 |
| 550,00 | 525,59 | 1204,2 | 4,5453 | 2,7444 | 3,2114 | 462,01 | 84,015 | 118,44 |
| 560,00 | 513,96 | 1236,5 | 4,6036 | 2,7780 | 3,2592 | 431,88 | 82,785 | 110,24 |
| 570,00 | 501,65 | 1269,4 | 4,6617 | 2,8114 | 3,3099 | 401,36 | 81,609 | 102,51 |
| 580,00 | 488,53 | 1302,8 | 4,7198 | 2,8447 | 3,3647 | 370,28 | 80,482 | 95,169 |
| 590,00 | 474,40 | 1336,7 | 4,7778 | 2,8780 | 3,4256 | 338,45 | 79,399 | 88,172 |
| 600,00 | 458,95 | 1371,3 | 4,8359 | 2,9117 | 3,4959 | 305,60 | 78,349 | 81,446 |
| 610,00 | 441,73 | 1406,7 | 4,8944 | 2,9460 | 3,5815 | 271,31 | 77,312 | 74,901 |
| 620,00 | 421,97 | 1443,0 | 4,9535 | 2,9818 | 3,6950 | 234,91 | 76,247 | 68,409 |
| 630,00 | 398,14 | 1480,8 | 5,0139 | 3,0204 | 3,8674 | 195,29 | 75,058 | 61,738 |
| 640,00 | 366,57 | 1520,9 | 5,0771 | 3,0656 | 4,2057 | 150,35 | 73,474 | 54,358 |
| 650,00 | 313,42 | 1567,3 | 5,1490 | 3,1304 | 5,3770 | 97,446 | 70,266 | 44,332 |
| 660,00 | 204,33 | 1633,9 | 5,2507 | 3,1932 | 6,5478 | 75,447 | 60,916 | 27,785 |
| 670,00 | 154,30 | 1687,3 | 5,3310 | 3,1739 | 4,5797 | 92,052 | 57,199 | 21,344 |
| 680,00 | 132,86 | 1729,9 | 5,3941 | 3,1684 | 4,0300 | 104,98 | 56,547 | 18,964 |
| 690,00 | 119,74 | 1768,9 | 5,4510 | 3,1727 | 3,7955 | 115,15 | 56,752 | 17,691 |
| 700,00 | 110,45 | 1806,1 | 5,5046 | 3,1826 | 3,6723 | 123,60 | 57,347 | 16,907 |
| p=3,0 МПа | | | | | | | | |
| 250,00 | 776,40 | 423,10 | 2,5488 | 1,6355 | 2,0895 | 1500,5 | 146,30 | 3054,9 |
| 260,00 | 768,57 | 444,10 | 2,6311 | 1,6666 | 2,1111 | 1451,9 | 143,91 | 2378,0 |
| 270,00 | 760,82 | 465,33 | 2,7112 | 1,6992 | 2,1353 | 1405,3 | 141,42 | 1898,6 |
| 280,00 | 753,14 | 486,81 | 2,7894 | 1,7331 | 2,1620 | 1360,6 | 138,86 | 1549,5 |
| 290,00 | 745,51 | 508,57 | 2,8657 | 1,7682 | 2,1908 | 1317,5 | 136,27 | 1289,2 |
| 300,00 | 737,93 | 530,63 | 2,9405 | 1,8043 | 2,2214 | 1276,0 | 133,67 | 1090,8 |
| 310,00 | 730,38 | 553,01 | 3,0139 | 1,8414 | 2,2537 | 1235,8 | 131,08 | 936,75 |
| 320,00 | 722,84 | 575,71 | 3,0860 | 1,8792 | 2,2875 | 1196,9 | 128,52 | 814,84 |

*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** |
| 330,00 | 715,32 | 598,76 | 3,1569 | 1,9176 | 2,3224 | 1159,1 | 125,98 | 716,74 |
| 340,00 | 707,79 | 622,17 | 3,2267 | 1,9565 | 2,3584 | 1122,3 | 123,49 | 636,51 |
| 350,00 | 700,26 | 645,93 | 3,2956 | 1,9957 | 2,3953 | 1086,5 | 121,05 | 569,93 |
| 360,00 | 692,70 | 670,07 | 3,3636 | 2,0352 | 2,4329 | 1051,5 | 118,66 | 513,88 |
| 370,00 | 685,11 | 694,59 | 3,4308 | 2,0748 | 2,4712 | 1017,3 | 116,32 | 466,10 |
| 380,00 | 677,49 | 719,50 | 3,4972 | 2,1145 | 2,5099 | 983,82 | 114,04 | 424,89 |
| 390,00 | 669,80 | 744,79 | 3,5629 | 2,1541 | 2,5490 | 950,98 | 111,83 | 388,96 |
| 400,00 | 662,06 | 770,48 | 3,6280 | 2,1936 | 2,5885 | 918,73 | 109,67 | 357,34 |
| 410,00 | 654,25 | 796,56 | 3,6924 | 2,2329 | 2,6281 | 887,02 | 107,58 | 329,28 |
| 420,00 | 646,35 | 823,04 | 3,7562 | 2,2720 | 2,6680 | 855,78 | 105,54 | 304,18 |
| 430,00 | 638,35 | 849,92 | 3,8194 | 2,3108 | 2,7079 | 824,97 | 103,57 | 281,59 |
| 440,00 | 630,24 | 877,20 | 3,8821 | 2,3492 | 2,7480 | 794,55 | 101,67 | 261,14 |
| 450,00 | 622,01 | 904,88 | 3,9443 | 2,3873 | 2,7881 | 764,47 | 99,819 | 242,52 |
| 460,00 | 613,64 | 932,96 | 4,0061 | 2,4249 | 2,8283 | 734,69 | 98,033 | 225,51 |
| 470,00 | 605,11 | 961,45 | 4,0673 | 2,4621 | 2,8685 | 705,17 | 96,309 | 209,89 |
| 480,00 | 596,41 | 990,34 | 4,1281 | 2,4989 | 2,9089 | 675,87 | 94,645 | 195,51 |
| 490,00 | 587,50 | 1019,6 | 4,1885 | 2,5352 | 2,9494 | 646,74 | 93,041 | 182,23 |
| 500,00 | 578,38 | 1049,3 | 4,2485 | 2,5710 | 2,9901 | 617,75 | 91,498 | 169,93 |
| 510,00 | 569,01 | 1079,4 | 4,3081 | 2,6064 | 3,0312 | 588,87 | 90,014 | 158,50 |
| 520,00 | 559,35 | 1109,9 | 4,3674 | 2,6414 | 3,0726 | 560,04 | 88,589 | 147,87 |
| 530,00 | 549,37 | 1140,9 | 4,4263 | 2,6758 | 3,1147 | 531,23 | 87,224 | 137,96 |
| 540,00 | 539,03 | 1172,2 | 4,4850 | 2,7099 | 3,1575 | 502,38 | 85,918 | 128,69 |
| 550,00 | 528,26 | 1204,0 | 4,5433 | 2,7436 | 3,2015 | 473,45 | 84,672 | 120,01 |
| 560,00 | 517,01 | 1236,3 | 4,6014 | 2,7770 | 3,2471 | 444,38 | 83,484 | 111,85 |
| 570,00 | 505,18 | 1269,0 | 4,6593 | 2,8101 | 3,2946 | 415,09 | 82,354 | 104,17 |
| 580,00 | 492,66 | 1302,2 | 4,7170 | 2,8429 | 3,3451 | 385,50 | 81,280 | 96,909 |
| 590,00 | 479,32 | 1335,9 | 4,7746 | 2,8757 | 3,3997 | 355,51 | 80,260 | 90,020 |
| 600,00 | 464,96 | 1370,2 | 4,8323 | 2,9086 | 3,4600 | 324,98 | 79,288 | 83,447 |
| 610,00 | 449,29 | 1405,1 | 4,8900 | 2,9417 | 3,5292 | 293,74 | 78,354 | 77,129 |
| 620,00 | 431,91 | 1440,8 | 4,9481 | 2,9754 | 3,6121 | 261,55 | 77,437 | 70,987 |
| 630,00 | 412,14 | 1477,5 | 5,0067 | 3,0104 | 3,7184 | 228,11 | 76,497 | 64,919 |
| 640,00 | 388,82 | 1515,3 | 5,0663 | 3,0474 | 3,8683 | 193,07 | 75,453 | 58,758 |
| 650,00 | 359,70 | 1555,1 | 5,1280 | 3,0883 | 4,1109 | 156,31 | 74,109 | 52,208 |
| 660,00 | 319,97 | 1598,3 | 5,1939 | 3,1359 | 4,5710 | 119,53 | 71,956 | 44,674 |
| 670,00 | 263,08 | 1647,5 | 5,2679 | 3,1853 | 5,2410 | 93,340 | 67,958 | 35,528 |
| 680,00 | 207,27 | 1699,2 | 5,3444 | 3,2043 | 4,9021 | 92,617 | 63,572 | 27,638 |
| 690,00 | 174,07 | 1745,0 | 5,4114 | 3,2059 | 4,3154 | 102,44 | 61,556 | 23,428 |
| 700,00 | 153,94 | 1786,4 | 5,4710 | 3,2103 | 4,0017 | 112,16 | 60,987 | 21,131 |
| p=4 МПа | | | | | | | | |
| 260,00 | 769,17 | 445,06 | 2,6298 | 1,6675 | 2,1108 | 1457,1 | 144,26 | 2404,5 |
| 270,00 | 761,45 | 466,28 | 2,7099 | 1,7000 | 2,1349 | 1410,7 | 141,78 | 1919,6 |
| 280,00 | 753,81 | 487,76 | 2,7880 | 1,7339 | 2,1615 | 1366,2 | 139,24 | 1566,6 |

*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** |
| 290,00 | 746,22 | 509,52 | 2,8644 | 1,7690 | 2,1902 | 1323,3 | 136,67 | 1303,4 |
| 300,00 | 738,68 | 531,57 | 2,9391 | 1,8051 | 2,2208 | 1282,0 | 134,09 | 1102,9 |
| 310,00 | 731,17 | 553,94 | 3,0125 | 1,8421 | 2,2530 | 1242,1 | 131,51 | 947,10 |
| 320,00 | 723,69 | 576,64 | 3,0845 | 1,8799 | 2,2866 | 1203,4 | 128,97 | 823,87 |
| 330,00 | 716,22 | 599,68 | 3,1554 | 1,9183 | 2,3214 | 1165,8 | 126,45 | 724,71 |
| 340,00 | 708,75 | 623,07 | 3,2253 | 1,9571 | 2,3573 | 1129,4 | 123,98 | 643,64 |
| 350,00 | 701,27 | 646,82 | 3,2941 | 1,9964 | 2,3940 | 1093,8 | 121,55 | 576,35 |
| 360,00 | 693,78 | 670,95 | 3,3621 | 2,0358 | 2,4315 | 1059,1 | 119,18 | 519,73 |
| 370,00 | 686,26 | 695,46 | 3,4292 | 2,0754 | 2,4696 | 1025,3 | 116,87 | 471,47 |
| 380,00 | 678,70 | 720,34 | 3,4956 | 2,1150 | 2,5081 | 992,15 | 114,62 | 429,86 |
| 390,00 | 671,10 | 745,62 | 3,5612 | 2,1546 | 2,5470 | 959,69 | 112,42 | 393,59 |
| 400,00 | 663,45 | 771,29 | 3,6262 | 2,1941 | 2,5862 | 927,83 | 110,29 | 361,69 |
| 410,00 | 655,73 | 797,34 | 3,6906 | 2,2334 | 2,6256 | 896,54 | 108,22 | 333,38 |
| 420,00 | 647,93 | 823,80 | 3,7543 | 2,2724 | 2,6651 | 865,76 | 106,22 | 308,08 |
| 430,00 | 640,05 | 850,65 | 3,8175 | 2,3111 | 2,7047 | 835,45 | 104,28 | 285,31 |
| 440,00 | 632,07 | 877,89 | 3,8801 | 2,3495 | 2,7444 | 805,55 | 102,40 | 264,70 |
| 450,00 | 623,98 | 905,53 | 3,9422 | 2,3875 | 2,7840 | 776,04 | 100,59 | 245,96 |
| 460,00 | 615,76 | 933,57 | 4,0039 | 2,4251 | 2,8237 | 746,88 | 98,836 | 228,83 |
| 470,00 | 607,41 | 962,01 | 4,0650 | 2,4622 | 2,8634 | 718,03 | 97,149 | 213,12 |
| 480,00 | 598,90 | 990,84 | 4,1257 | 2,4989 | 2,9030 | 689,46 | 95,524 | 198,67 |
| 490,00 | 590,22 | 1020,1 | 4,1860 | 2,5351 | 2,9427 | 661,14 | 93,962 | 185,33 |
| 500,00 | 581,35 | 1049,7 | 4,2458 | 2,5708 | 2,9824 | 633,04 | 92,463 | 172,98 |
| 510,00 | 572,26 | 1079,7 | 4,3053 | 2,6061 | 3,0223 | 605,12 | 91,027 | 161,53 |
| 520,00 | 562,94 | 1110,1 | 4,3643 | 2,6408 | 3,0623 | 577,38 | 89,654 | 150,88 |
| 530,00 | 553,35 | 1141,0 | 4,4231 | 2,6751 | 3,1026 | 549,77 | 88,344 | 140,96 |
| 540,00 | 543,46 | 1172,2 | 4,4814 | 2,7090 | 3,1434 | 522,27 | 87,098 | 131,71 |
| 550,00 | 533,23 | 1203,8 | 4,5395 | 2,7423 | 3,1847 | 494,87 | 85,916 | 123,05 |
| 560,00 | 522,61 | 1235,9 | 4,5973 | 2,7753 | 3,2268 | 467,53 | 84,798 | 114,95 |
| 570,00 | 511,56 | 1268,4 | 4,6547 | 2,8079 | 3,2699 | 440,24 | 83,745 | 107,34 |
| 580,00 | 500,01 | 1301,3 | 4,7120 | 2,8402 | 3,3144 | 412,97 | 82,757 | 100,19 |
| 590,00 | 487,88 | 1334,7 | 4,7690 | 2,8722 | 3,3608 | 385,71 | 81,834 | 93,440 |
| 600,00 | 475,07 | 1368,5 | 4,8259 | 2,9040 | 3,4097 | 358,43 | 80,974 | 87,062 |
| 610,00 | 461,47 | 1402,9 | 4,8827 | 2,9357 | 3,4620 | 331,13 | 80,173 | 81,011 |
| 620,00 | 446,90 | 1437,8 | 4,9395 | 2,9673 | 3,5189 | 303,81 | 79,427 | 75,244 |
| 630,00 | 431,17 | 1473,3 | 4,9963 | 2,9991 | 3,5820 | 276,50 | 78,725 | 69,718 |
| 640,00 | 414,01 | 1509,4 | 5,0532 | 3,0311 | 3,6538 | 249,29 | 78,047 | 64,386 |
| 650,00 | 395,06 | 1546,4 | 5,1105 | 3,0636 | 3,7378 | 222,35 | 77,361 | 59,192 |
| 660,00 | 373,86 | 1584,3 | 5,1683 | 3,0967 | 3,8387 | 196,08 | 76,612 | 54,078 |
| 670,00 | 349,85 | 1623,2 | 5,2269 | 3,1303 | 3,9612 | 171,23 | 75,715 | 48,981 |
| 680,00 | 322,57 | 1663,5 | 5,2867 | 3,1638 | 4,1042 | 149,17 | 74,554 | 43,865 |
| 690,00 | 292,23 | 1705,3 | 5,3476 | 3,1951 | 4,2405 | 132,03 | 73,043 | 38,795 |

*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 | 260,90 | 1748,1 | 5,4092 | 3,2212 | 4,2954 | 122,17 | 71,309 | 34,064 |
| p=5 МПа | | | | | | | | |
| 260,00 | 769,76 | 446,02 | 2,6285 | 1,6683 | 2,1104 | 1462,2 | 144,60 | 2431,3 |
| 270,00 | 762,08 | 467,24 | 2,7086 | 1,7008 | 2,1346 | 1416,0 | 142,14 | 1940,8 |
| 280,00 | 754,47 | 488,72 | 2,7867 | 1,7347 | 2,1610 | 1371,7 | 139,62 | 1583,9 |
| 290,00 | 746,93 | 510,47 | 2,8630 | 1,7697 | 2,1897 | 1329,1 | 137,06 | 1317,7 |
| 300,00 | 739,43 | 532,51 | 2,9378 | 1,8058 | 2,2201 | 1288,0 | 134,50 | 1115,0 |
| 310,00 | 731,96 | 554,88 | 3,0111 | 1,8428 | 2,2522 | 1248,2 | 131,94 | 957,52 |
| 320,00 | 724,52 | 577,56 | 3,0831 | 1,8806 | 2,2857 | 1209,8 | 129,41 | 832,96 |
| 330,00 | 717,10 | 600,59 | 3,1540 | 1,9190 | 2,3204 | 1172,5 | 126,91 | 732,73 |
| 340,00 | 709,68 | 623,98 | 3,2238 | 1,9578 | 2,3562 | 1136,3 | 124,46 | 650,79 |
| 350,00 | 702,26 | 647,72 | 3,2926 | 1,9970 | 2,3928 | 1101,0 | 122,05 | 582,80 |
| 360,00 | 694,83 | 671,83 | 3,3605 | 2,0364 | 2,4301 | 1066,7 | 119,70 | 525,60 |
| 370,00 | 687,38 | 696,32 | 3,4276 | 2,0760 | 2,4680 | 1033,1 | 117,41 | 476,86 |
| 380,00 | 679,89 | 721,20 | 3,4940 | 2,1156 | 2,5064 | 1000,3 | 115,18 | 434,84 |
| 390,00 | 672,37 | 746,45 | 3,5596 | 2,1552 | 2,5451 | 968,22 | 113,01 | 398,24 |
| 400,00 | 664,80 | 772,10 | 3,6245 | 2,1946 | 2,5840 | 936,74 | 110,90 | 366,04 |
| 410,00 | 657,17 | 798,13 | 3,6888 | 2,2339 | 2,6232 | 905,85 | 108,86 | 337,49 |
| 420,00 | 649,48 | 824,56 | 3,7525 | 2,2728 | 2,6624 | 875,50 | 106,88 | 311,97 |
| 430,00 | 641,70 | 851,38 | 3,8156 | 2,3115 | 2,7017 | 845,64 | 104,96 | 289,02 |
| 440,00 | 633,84 | 878,60 | 3,8781 | 2,3499 | 2,7410 | 816,24 | 103,12 | 268,26 |
| 450,00 | 625,88 | 906,20 | 3,9402 | 2,3878 | 2,7803 | 787,26 | 101,33 | 249,39 |
| 460,00 | 617,82 | 934,20 | 4,0017 | 2,4253 | 2,8195 | 758,67 | 99,613 | 232,15 |
| 470,00 | 609,62 | 962,59 | 4,0628 | 2,4624 | 2,8586 | 730,43 | 97,960 | 216,34 |
| 480,00 | 601,30 | 991,37 | 4,1233 | 2,4990 | 2,8977 | 702,53 | 96,371 | 201,81 |
| 490,00 | 592,82 | 1020,5 | 4,1835 | 2,5351 | 2,9366 | 674,93 | 94,847 | 188,40 |
| 500,00 | 584,18 | 1050,1 | 4,2432 | 2,5707 | 2,9756 | 647,61 | 93,388 | 176,00 |
| 510,00 | 575,35 | 1080,1 | 4,3025 | 2,6058 | 3,0144 | 620,55 | 91,994 | 164,51 |
| 520,00 | 566,32 | 1110,4 | 4,3614 | 2,6405 | 3,0533 | 593,74 | 90,666 | 153,83 |
| 530,00 | 557,06 | 1141,1 | 4,4200 | 2,6746 | 3,0923 | 567,16 | 89,404 | 143,90 |
| 540,00 | 547,56 | 1172,2 | 4,4781 | 2,7082 | 3,1314 | 540,80 | 88,209 | 134,64 |
| 550,00 | 537,78 | 1203,8 | 4,5359 | 2,7414 | 3,1707 | 514,65 | 87,080 | 126,00 |
| 560,00 | 527,69 | 1235,7 | 4,5934 | 2,7741 | 3,2103 | 488,70 | 86,020 | 117,92 |
| 570,00 | 517,26 | 1268,0 | 4,6506 | 2,8063 | 3,2504 | 462,96 | 85,029 | 110,35 |
| 580,00 | 506,45 | 1300,7 | 4,7075 | 2,8382 | 3,2912 | 437,43 | 84,107 | 103,26 |
| 590,00 | 495,21 | 1333,8 | 4,7641 | 2,8697 | 3,3327 | 412,12 | 83,255 | 96,599 |
| 600,00 | 483,48 | 1367,3 | 4,8205 | 2,9008 | 3,3754 | 387,06 | 82,473 | 90,332 |
| 610,00 | 471,22 | 1401,3 | 4,8766 | 2,9317 | 3,4194 | 362,26 | 81,760 | 84,426 |
| 620,00 | 458,34 | 1435,7 | 4,9326 | 2,9622 | 3,4651 | 337,79 | 81,115 | 78,848 |
| 630,00 | 444,76 | 1470,6 | 4,9884 | 2,9926 | 3,5129 | 313,71 | 80,532 | 73,568 |
| 640,00 | 430,38 | 1506,0 | 5,0441 | 3,0228 | 3,5634 | 290,12 | 80,006 | 68,556 |
| 650,00 | 415,11 | 1541,9 | 5,0998 | 3,0529 | 3,6171 | 267,16 | 79,526 | 63,785 |

*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** |
| 660,00 | 398,83 | 1578,3 | 5,1554 | 3,0828 | 3,6744 | 245,03 | 79,073 | 59,229 |
| 670,00 | 381,43 | 1615,4 | 5,2112 | 3,1126 | 3,7357 | 224,01 | 78,626 | 54,866 |
| 680,00 | 362,84 | 1653,1 | 5,2670 | 3,1420 | 3,8005 | 204,46 | 78,152 | 50,680 |
| 690,00 | 343,04 | 1691,4 | 5,3229 | 3,1709 | 3,8671 | 186,82 | 77,620 | 46,665 |
| 700,00 | 322,18 | 1730,4 | 5,3791 | 3,1986 | 3,9305 | 171,67 | 77,002 | 42,834 |
| p=10 МПа | | | | | | | | |
| 260,00 | 772,67 | 450,83 | 2,6221 | 1,6725 | 2,1091 | 1487,0 | 146,27 | 2568,4 |
| 270,00 | 765,15 | 472,04 | 2,7021 | 1,7049 | 2,1329 | 1441,8 | 143,89 | 2049,3 |
| 280,00 | 757,72 | 493,50 | 2,7801 | 1,7386 | 2,1590 | 1398,5 | 141,44 | 1671,9 |
| 290,00 | 750,35 | 515,22 | 2,8564 | 1,7736 | 2,1872 | 1356,8 | 138,96 | 1390,8 |
| 300,00 | 743,04 | 537,25 | 2,9310 | 1,8096 | 2,2173 | 1316,8 | 136,47 | 1176,7 |
| 310,00 | 735,78 | 559,58 | 3,0043 | 1,8465 | 2,2489 | 1278,1 | 133,99 | 1010,6 |
| 320,00 | 728,56 | 582,23 | 3,0762 | 1,8842 | 2,2819 | 1240,8 | 131,53 | 879,16 |
| 330,00 | 721,37 | 605,22 | 3,1469 | 1,9224 | 2,3162 | 1204,7 | 129,12 | 773,48 |
| 340,00 | 714,20 | 628,55 | 3,2166 | 1,9612 | 2,3514 | 1169,7 | 126,75 | 687,14 |
| 350,00 | 707,04 | 652,25 | 3,2853 | 2,0003 | 2,3874 | 1135,7 | 124,43 | 615,55 |
| 360,00 | 699,89 | 676,30 | 3,3530 | 2,0396 | 2,4241 | 1102,6 | 122,17 | 555,38 |
| 370,00 | 692,74 | 700,73 | 3,4200 | 2,0790 | 2,4613 | 1070,5 | 119,97 | 504,16 |
| 380,00 | 685,58 | 725,53 | 3,4861 | 2,1185 | 2,4989 | 1039,2 | 117,83 | 460,06 |
| 390,00 | 678,40 | 750,71 | 3,5515 | 2,1580 | 2,5368 | 1008,6 | 115,76 | 421,69 |
| 400,00 | 671,20 | 776,27 | 3,6162 | 2,1973 | 2,5748 | 978,76 | 113,75 | 388,00 |
| 410,00 | 663,97 | 802,21 | 3,6802 | 2,2364 | 2,6130 | 949,58 | 111,81 | 358,16 |
| 420,00 | 656,71 | 828,53 | 3,7437 | 2,2752 | 2,6511 | 921,05 | 109,95 | 331,55 |
| 430,00 | 649,41 | 855,23 | 3,8065 | 2,3137 | 2,6892 | 893,11 | 108,15 | 307,65 |
| 440,00 | 642,06 | 882,31 | 3,8688 | 2,3519 | 2,7272 | 865,74 | 106,42 | 286,06 |
| 450,00 | 634,66 | 909,77 | 3,9305 | 2,3896 | 2,7649 | 838,91 | 104,76 | 266,47 |
| 460,00 | 627,20 | 937,61 | 3,9916 | 2,4269 | 2,8025 | 812,60 | 103,17 | 248,61 |
| 470,00 | 619,67 | 965,82 | 4,0523 | 2,4638 | 2,8397 | 786,79 | 101,65 | 232,27 |
| 480,00 | 612,07 | 994,40 | 4,1125 | 2,5001 | 2,8767 | 761,46 | 100,20 | 217,28 |
| 490,00 | 604,39 | 1023,4 | 4,1722 | 2,5359 | 2,9134 | 736,61 | 98,825 | 203,47 |
| 500,00 | 596,63 | 1052,7 | 4,2314 | 2,5712 | 2,9496 | 712,21 | 97,517 | 190,73 |
| 510,00 | 588,78 | 1082,3 | 4,2902 | 2,6059 | 2,9855 | 688,26 | 96,281 | 178,95 |
| 520,00 | 580,83 | 1112,4 | 4,3485 | 2,6401 | 3,0210 | 664,77 | 95,116 | 168,04 |
| 530,00 | 572,77 | 1142,8 | 4,4064 | 2,6737 | 3,0561 | 641,72 | 94,022 | 157,92 |
| 540,00 | 564,61 | 1173,5 | 4,4638 | 2,7067 | 3,0908 | 619,13 | 93,000 | 148,51 |
| 550,00 | 556,34 | 1204,6 | 4,5208 | 2,7392 | 3,1250 | 597,00 | 92,051 | 139,77 |
| 560,00 | 547,94 | 1236,0 | 4,5775 | 2,7712 | 3,1588 | 575,34 | 91,176 | 131,63 |
| 570,00 | 539,41 | 1267,8 | 4,6337 | 2,8026 | 3,1922 | 554,16 | 90,373 | 124,04 |
| 580,00 | 530,76 | 1299,8 | 4,6895 | 2,8335 | 3,2251 | 533,49 | 89,645 | 116,97 |
| 590,00 | 521,97 | 1332,3 | 4,7449 | 2,8638 | 3,2575 | 513,33 | 88,991 | 110,37 |
| 600,00 | 513,04 | 1365,0 | 4,7999 | 2,8936 | 3,2894 | 493,72 | 88,413 | 104,22 |
| 610,00 | 503,97 | 1398,0 | 4,8545 | 2,9230 | 3,3209 | 474,67 | 87,909 | 98,470 |
| 620,00 | 494,76 | 1431,4 | 4,9088 | 2,9518 | 3,3518 | 456,22 | 87,480 | 93,105 |

*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** |
| 630,00 | 485,41 | 1465,1 | 4,9626 | 2,9802 | 3,3823 | 438,40 | 87,125 | 88,094 |
| 640,00 | 475,91 | 1499,0 | 5,0161 | 3,0081 | 3,4121 | 421,24 | 86,844 | 83,415 |
| 650,00 | 466,29 | 1533,3 | 5,0693 | 3,0355 | 3,4414 | 404,76 | 86,636 | 79,045 |
| 660,00 | 456,53 | 1567,9 | 5,1220 | 3,0625 | 3,4701 | 389,00 | 86,497 | 74,964 |
| 670,00 | 446,66 | 1602,7 | 5,1744 | 3,0891 | 3,4981 | 373,98 | 86,427 | 71,155 |
| 680,00 | 436,67 | 1637,8 | 5,2265 | 3,1153 | 3,5255 | 359,73 | 86,422 | 67,599 |
| 690,00 | 426,60 | 1673,2 | 5,2781 | 3,1410 | 3,5521 | 346,27 | 86,479 | 64,281 |
| 700,00 | 416,46 | 1708,9 | 5,3294 | 3,1664 | 3,5779 | 333,62 | 86,594 | 61,187 |
| p=20 МПа | | | | | | | | |
| 270,00 | 770,95 | 481,71 | 2,6897 | 1,7130 | 2,1306 | 1490,3 | 147,14 | 2279,1 |
| 280,00 | 763,82 | 503,14 | 2,7676 | 1,7466 | 2,1561 | 1448,6 | 144,82 | 1857,7 |
| 290,00 | 756,78 | 524,83 | 2,8438 | 1,7813 | 2,1836 | 1408,7 | 142,46 | 1544,5 |
| 300,00 | 749,81 | 546,82 | 2,9183 | 1,8171 | 2,2130 | 1370,3 | 140,09 | 1306,3 |
| 310,00 | 742,90 | 569,10 | 2,9914 | 1,8539 | 2,2440 | 1333,5 | 137,74 | 1121,6 |
| 320,00 | 736,05 | 591,70 | 3,0631 | 1,8913 | 2,2763 | 1298,0 | 135,41 | 975,69 |
| 330,00 | 729,25 | 614,63 | 3,1337 | 1,9295 | 2,3098 | 1263,7 | 133,13 | 858,45 |
| 340,00 | 722,49 | 637,90 | 3,2031 | 1,9680 | 2,3442 | 1230,7 | 130,88 | 762,77 |
| 350,00 | 715,77 | 661,52 | 3,2716 | 2,0070 | 2,3794 | 1198,7 | 128,70 | 683,54 |
| 360,00 | 709,08 | 685,49 | 3,3391 | 2,0461 | 2,4151 | 1167,7 | 126,57 | 617,06 |
| 370,00 | 702,41 | 709,82 | 3,4058 | 2,0854 | 2,4514 | 1137,7 | 124,50 | 560,58 |
| 380,00 | 695,76 | 734,52 | 3,4716 | 2,1248 | 2,4880 | 1108,6 | 122,51 | 512,04 |
| 390,00 | 689,13 | 759,58 | 3,5367 | 2,1640 | 2,5248 | 1080,3 | 120,58 | 469,91 |
| 400,00 | 682,51 | 785,02 | 3,6011 | 2,2031 | 2,5617 | 1052,8 | 118,72 | 433,00 |
| 410,00 | 675,89 | 810,82 | 3,6648 | 2,2421 | 2,5987 | 1026,1 | 116,93 | 400,40 |
| 420,00 | 669,28 | 836,99 | 3,7279 | 2,2807 | 2,6355 | 1000,1 | 115,22 | 371,38 |
| 430,00 | 662,67 | 863,53 | 3,7904 | 2,3190 | 2,6722 | 974,82 | 113,57 | 345,39 |
| 440,00 | 656,05 | 890,43 | 3,8522 | 2,3570 | 2,7087 | 950,18 | 112,00 | 321,98 |
| 450,00 | 649,43 | 917,70 | 3,9135 | 2,3945 | 2,7449 | 926,17 | 110,51 | 300,78 |
| 460,00 | 642,80 | 945,33 | 3,9742 | 2,4316 | 2,7808 | 902,78 | 109,08 | 281,51 |
| 470,00 | 636,16 | 973,32 | 4,0344 | 2,4681 | 2,8162 | 879,99 | 107,73 | 263,91 |
| 480,00 | 629,51 | 1001,7 | 4,0941 | 2,5042 | 2,8513 | 857,78 | 106,45 | 247,80 |
| 490,00 | 622,84 | 1030,3 | 4,1532 | 2,5397 | 2,8859 | 836,14 | 105,25 | 233,00 |
| 500,00 | 616,16 | 1059,4 | 4,2118 | 2,5746 | 2,9199 | 815,05 | 104,11 | 219,37 |
| 510,00 | 609,46 | 1088,7 | 4,2700 | 2,6090 | 2,9535 | 794,51 | 103,05 | 206,80 |
| 520,00 | 602,74 | 1118,4 | 4,3277 | 2,6428 | 2,9865 | 774,51 | 102,06 | 195,17 |
| 530,00 | 596,01 | 1148,5 | 4,3849 | 2,6761 | 3,0189 | 755,05 | 101,14 | 184,40 |
| 540,00 | 589,26 | 1178,8 | 4,4416 | 2,7087 | 3,0507 | 736,12 | 100,30 | 174,42 |
| 550,00 | 582,49 | 1209,5 | 4,4979 | 2,7408 | 3,0820 | 717,71 | 99,520 | 165,15 |
| 560,00 | 575,70 | 1240,4 | 4,5537 | 2,7722 | 3,1126 | 699,84 | 98,815 | 156,54 |
| 570,00 | 568,90 | 1271,7 | 4,6090 | 2,8031 | 3,1426 | 682,49 | 98,180 | 148,53 |
| 580,00 | 562,08 | 1303,3 | 4,6639 | 2,8335 | 3,1720 | 665,66 | 97,615 | 141,07 |
| 590,00 | 555,25 | 1335,2 | 4,7184 | 2,8632 | 3,2007 | 649,36 | 97,119 | 134,13 |

*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** |
| 600,00 | 548,41 | 1367,3 | 4,7724 | 2,8925 | 3,2289 | 633,59 | 96,692 | 127,65 |
| 610,00 | 541,55 | 1399,7 | 4,8260 | 2,9212 | 3,2564 | 618,35 | 96,334 | 121,62 |
| 620,00 | 534,70 | 1432,4 | 4,8792 | 2,9494 | 3,2833 | 603,64 | 96,044 | 115,99 |
| 630,00 | 527,84 | 1465,4 | 4,9319 | 2,9771 | 3,3096 | 589,45 | 95,820 | 110,74 |
| 640,00 | 520,98 | 1498,6 | 4,9843 | 3,0043 | 3,3353 | 575,79 | 95,663 | 105,84 |
| 650,00 | 514,13 | 1532,1 | 5,0362 | 3,0311 | 3,3604 | 562,66 | 95,570 | 101,27 |
| 660,00 | 507,28 | 1565,8 | 5,0877 | 3,0574 | 3,3850 | 550,06 | 95,542 | 97,005 |
| 670,00 | 500,45 | 1599,8 | 5,1388 | 3,0833 | 3,4090 | 537,97 | 95,578 | 93,021 |
| 680,00 | 493,64 | 1634,0 | 5,1894 | 3,1089 | 3,4325 | 526,41 | 95,675 | 89,302 |
| 690,00 | 486,86 | 1668,5 | 5,2397 | 3,1340 | 3,4555 | 515,35 | 95,832 | 85,829 |
| 700,00 | 480,10 | 1703,1 | 5,2896 | 3,1589 | 3,4781 | 504,80 | 96,049 | 82,585 |
| p=40 МПа | | | | | | | | |
| 280,00 | 774,83 | 522,68 | 2,7446 | 1,7622 | 2,1535 | 1538,4 | 150,75 | 2272,5 |
| 290,00 | 768,30 | 544,34 | 2,8206 | 1,7966 | 2,1802 | 1501,0 | 148,57 | 1885,3 |
| 300,00 | 761,86 | 566,29 | 2,8950 | 1,8321 | 2,2087 | 1465,2 | 146,38 | 1592,0 |
| 310,00 | 755,50 | 588,52 | 2,9679 | 1,8685 | 2,2387 | 1430,9 | 144,19 | 1365,3 |
| 320,00 | 749,22 | 611,07 | 3,0395 | 1,9057 | 2,2701 | 1398,0 | 142,04 | 1186,6 |
| 330,00 | 743,02 | 633,93 | 3,1098 | 1,9435 | 2,3026 | 1366,4 | 139,92 | 1043,3 |
| 340,00 | 736,87 | 657,12 | 3,1791 | 1,9818 | 2,3361 | 1336,1 | 137,85 | 926,73 |
| 350,00 | 730,79 | 680,65 | 3,2473 | 2,0205 | 2,3703 | 1306,8 | 135,83 | 830,42 |
| 360,00 | 724,76 | 704,53 | 3,3145 | 2,0594 | 2,4050 | 1278,6 | 133,87 | 749,82 |
| 370,00 | 718,78 | 728,75 | 3,3809 | 2,0985 | 2,4403 | 1251,4 | 131,97 | 681,55 |
| 380,00 | 712,85 | 753,33 | 3,4465 | 2,1376 | 2,4758 | 1225,1 | 130,14 | 623,08 |
| 390,00 | 706,97 | 778,27 | 3,5112 | 2,1766 | 2,5115 | 1199,7 | 128,38 | 572,49 |
| 400,00 | 701,12 | 803,57 | 3,5753 | 2,2155 | 2,5473 | 1175,2 | 126,69 | 528,34 |
| 410,00 | 695,31 | 829,22 | 3,6386 | 2,2542 | 2,5831 | 1151,4 | 125,07 | 489,47 |
| 420,00 | 689,54 | 855,23 | 3,7013 | 2,2926 | 2,6188 | 1128,4 | 123,52 | 455,01 |
| 430,00 | 683,80 | 881,59 | 3,7633 | 2,3307 | 2,6543 | 1106,1 | 122,05 | 424,26 |
| 440,00 | 678,09 | 908,31 | 3,8248 | 2,3685 | 2,6896 | 1084,5 | 120,65 | 396,65 |
| 450,00 | 672,42 | 935,38 | 3,8856 | 2,4058 | 2,7245 | 1063,6 | 119,32 | 371,73 |
| 460,00 | 666,77 | 962,80 | 3,9458 | 2,4426 | 2,7591 | 1043,3 | 118,06 | 349,15 |
| 470,00 | 661,15 | 990,56 | 4,0056 | 2,4790 | 2,7933 | 1023,7 | 116,87 | 328,59 |
| 480,00 | 655,55 | 1018,7 | 4,0647 | 2,5148 | 2,8270 | 1004,6 | 115,76 | 309,81 |
| 490,00 | 649,99 | 1047,1 | 4,1233 | 2,5501 | 2,8602 | 986,09 | 114,72 | 292,61 |
| 500,00 | 644,45 | 1075,9 | 4,1815 | 2,5848 | 2,8930 | 968,15 | 113,74 | 276,79 |
| 510,00 | 638,93 | 1105,0 | 4,2391 | 2,6190 | 2,9251 | 950,76 | 112,84 | 262,23 |
| 520,00 | 633,44 | 1134,4 | 4,2962 | 2,6525 | 2,9568 | 933,89 | 112,00 | 248,78 |
| 530,00 | 627,97 | 1164,1 | 4,3528 | 2,6855 | 2,9878 | 917,54 | 111,23 | 236,34 |
| 540,00 | 622,53 | 1194,1 | 4,4089 | 2,7179 | 3,0183 | 901,70 | 110,53 | 224,82 |
| 550,00 | 617,12 | 1224,5 | 4,4646 | 2,7497 | 3,0482 | 886,34 | 109,89 | 214,13 |
| 560,00 | 611,73 | 1255,1 | 4,5198 | 2,7809 | 3,0776 | 871,46 | 109,32 | 204,19 |
| 570,00 | 606,37 | 1286,0 | 4,5745 | 2,8116 | 3,1063 | 857,05 | 108,81 | 194,95 |

*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** |
| 580,00 | 601,04 | 1317,2 | 4,6288 | 2,8417 | 3,1344 | 843,10 | 108,36 | 186,35 |
| 590,00 | 595,73 | 1348,7 | 4,6826 | 2,8712 | 3,1620 | 829,60 | 107,98 | 178,32 |
| 600,00 | 590,46 | 1380,5 | 4,7360 | 2,9002 | 3,1890 | 816,54 | 107,66 | 170,84 |
| 610,00 | 585,21 | 1412,5 | 4,7889 | 2,9286 | 3,2155 | 803,91 | 107,40 | 163,85 |
| 620,00 | 580,00 | 1444,8 | 4,8414 | 2,9566 | 3,2414 | 791,70 | 107,20 | 157,33 |
| 630,00 | 574,82 | 1477,3 | 4,8934 | 2,9840 | 3,2668 | 779,91 | 107,06 | 151,22 |
| 640,00 | 569,67 | 1510,1 | 4,9451 | 3,0110 | 3,2916 | 768,52 | 106,98 | 145,52 |
| 650,00 | 564,55 | 1543,1 | 4,9963 | 3,0376 | 3,3161 | 757,53 | 106,95 | 140,18 |
| 660,00 | 559,47 | 1576,4 | 5,0471 | 3,0637 | 3,3400 | 746,92 | 106,98 | 135,17 |
| 670,00 | 554,43 | 1609,9 | 5,0975 | 3,0894 | 3,3635 | 736,69 | 107,07 | 130,49 |
| 680,00 | 549,43 | 1643,7 | 5,1475 | 3,1148 | 3,3867 | 726,84 | 107,21 | 126,10 |
| 690,00 | 544,46 | 1677,7 | 5,1971 | 3,1398 | 3,4094 | 717,34 | 107,40 | 121,98 |
| 700,00 | 539,54 | 1711,9 | 5,2464 | 3,1645 | 3,4318 | 708,20 | 107,65 | 118,12 |
| p=60 МПа | | | | | | | | |
| 300,00 | 772,43 | 586,05 | 2,8740 | 1,8465 | 2,2077 | 1548,3 | 151,71 | 1917,4 |
| 310,00 | 766,49 | 608,27 | 2,9469 | 1,8826 | 2,2371 | 1515,8 | 149,64 | 1640,9 |
| 320,00 | 760,64 | 630,80 | 3,0184 | 1,9195 | 2,2679 | 1484,8 | 147,59 | 1423,7 |
| 330,00 | 754,87 | 653,64 | 3,0886 | 1,9571 | 2,2999 | 1455,0 | 145,57 | 1250,2 |
| 340,00 | 749,17 | 676,80 | 3,1578 | 1,9952 | 2,3327 | 1426,4 | 143,60 | 1109,3 |
| 350,00 | 743,55 | 700,29 | 3,2259 | 2,0336 | 2,3664 | 1399,0 | 141,68 | 993,20 |
| 360,00 | 737,99 | 724,13 | 3,2930 | 2,0723 | 2,4006 | 1372,6 | 139,82 | 896,32 |
| 370,00 | 732,50 | 748,31 | 3,3593 | 2,1112 | 2,4352 | 1347,2 | 138,02 | 814,49 |
| 380,00 | 727,06 | 772,83 | 3,4247 | 2,1501 | 2,4702 | 1322,7 | 136,28 | 744,60 |
| 390,00 | 721,68 | 797,71 | 3,4893 | 2,1890 | 2,5054 | 1299,1 | 134,61 | 684,31 |
| 400,00 | 716,35 | 822,94 | 3,5532 | 2,2277 | 2,5406 | 1276,3 | 133,01 | 631,84 |
| 410,00 | 711,08 | 848,52 | 3,6163 | 2,2662 | 2,5759 | 1254,4 | 131,48 | 585,78 |
| 420,00 | 705,85 | 874,46 | 3,6788 | 2,3045 | 2,6110 | 1233,1 | 130,02 | 545,07 |
| 430,00 | 700,67 | 900,74 | 3,7407 | 2,3424 | 2,6460 | 1212,6 | 128,63 | 508,83 |
| 440,00 | 695,53 | 927,38 | 3,8019 | 2,3800 | 2,6808 | 1192,7 | 127,32 | 476,39 |
| 450,00 | 690,43 | 954,36 | 3,8626 | 2,4172 | 2,7152 | 1173,5 | 126,07 | 447,19 |
| 460,00 | 685,38 | 981,68 | 3,9226 | 2,4539 | 2,7493 | 1155,0 | 124,89 | 420,79 |
| 470,00 | 680,36 | 1009,3 | 3,9821 | 2,4901 | 2,7830 | 1137,0 | 123,79 | 396,80 |
| 480,00 | 675,39 | 1037,3 | 4,0410 | 2,5258 | 2,8162 | 1119,6 | 122,75 | 374,94 |
| 490,00 | 670,45 | 1065,7 | 4,0994 | 2,5609 | 2,8490 | 1102,7 | 121,78 | 354,93 |
| 500,00 | 665,55 | 1094,3 | 4,1573 | 2,5955 | 2,8813 | 1086,4 | 120,87 | 336,58 |
| 510,00 | 660,69 | 1123,3 | 4,2147 | 2,6296 | 2,9131 | 1070,6 | 120,04 | 319,70 |
| 520,00 | 655,87 | 1152,6 | 4,2716 | 2,6630 | 2,9444 | 1055,3 | 119,27 | 304,12 |
| 530,00 | 651,08 | 1182,2 | 4,3279 | 2,6959 | 2,9750 | 1040,4 | 118,56 | 289,73 |
| 540,00 | 646,33 | 1212,1 | 4,3838 | 2,7282 | 3,0052 | 1026,0 | 117,92 | 276,40 |
| 550,00 | 641,61 | 1242,3 | 4,4393 | 2,7599 | 3,0348 | 1012,1 | 117,34 | 264,04 |
| 560,00 | 636,93 | 1272,8 | 4,4942 | 2,7910 | 3,0638 | 998,62 | 116,82 | 252,56 |
| 570,00 | 632,28 | 1303,6 | 4,5487 | 2,8216 | 3,0923 | 985,56 | 116,36 | 241,87 |

*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** |
| 580,00 | 627,67 | 1334,6 | 4,6027 | 2,8515 | 3,1202 | 972,90 | 115,97 | 231,92 |
| 590,00 | 623,10 | 1366,0 | 4,6563 | 2,8810 | 3,1475 | 960,65 | 115,63 | 222,63 |
| 600,00 | 618,56 | 1397,6 | 4,7094 | 2,9098 | 3,1744 | 948,78 | 115,35 | 213,96 |
| 610,00 | 614,05 | 1429,4 | 4,7621 | 2,9382 | 3,2007 | 937,29 | 115,13 | 205,86 |
| 620,00 | 609,59 | 1461,6 | 4,8143 | 2,9661 | 3,2265 | 926,17 | 114,96 | 198,28 |
| 630,00 | 605,15 | 1494,0 | 4,8662 | 2,9934 | 3,2518 | 915,40 | 114,85 | 191,19 |
| 640,00 | 600,76 | 1526,6 | 4,9176 | 3,0203 | 3,2767 | 904,99 | 114,80 | 184,54 |
| 650,00 | 596,40 | 1559,5 | 4,9686 | 3,0468 | 3,3011 | 894,91 | 114,79 | 178,31 |
| 660,00 | 592,08 | 1592,6 | 5,0191 | 3,0728 | 3,3251 | 885,16 | 114,85 | 172,46 |
| 670,00 | 587,80 | 1626,0 | 5,0693 | 3,0985 | 3,3486 | 875,73 | 114,95 | 166,98 |
| 680,00 | 583,56 | 1659,6 | 5,1191 | 3,1238 | 3,3719 | 866,62 | 115,10 | 161,82 |
| 690,00 | 579,35 | 1693,4 | 5,1685 | 3,1487 | 3,3947 | 857,80 | 115,31 | 156,98 |
| 700,00 | 575,18 | 1727,5 | 5,2175 | 3,1733 | 3,4173 | 849,28 | 115,56 | 152,42 |
| p=80 МПа | | | | | | | | |
| 310,00 | 776,30 | 628,24 | 2,9276 | 1,8962 | 2,2377 | 1591,9 | 154,37 | 1952,8 |
| 320,00 | 770,78 | 650,77 | 2,9992 | 1,9328 | 2,2681 | 1562,3 | 152,38 | 1690,4 |
| 330,00 | 765,35 | 673,60 | 3,0694 | 1,9701 | 2,2996 | 1533,8 | 150,43 | 1481,4 |
| 340,00 | 760,01 | 696,76 | 3,1386 | 2,0080 | 2,3321 | 1506,6 | 148,53 | 1312,3 |
| 350,00 | 754,74 | 720,25 | 3,2066 | 2,0462 | 2,3653 | 1480,5 | 146,67 | 1173,4 |
| 360,00 | 749,54 | 744,07 | 3,2737 | 2,0847 | 2,3991 | 1455,4 | 144,86 | 1057,9 |
| 370,00 | 744,41 | 768,23 | 3,3399 | 2,1233 | 2,4334 | 1431,3 | 143,12 | 960,51 |
| 380,00 | 739,34 | 792,74 | 3,4053 | 2,1621 | 2,4681 | 1408,1 | 141,44 | 877,58 |
| 390,00 | 734,34 | 817,59 | 3,4699 | 2,2007 | 2,5029 | 1385,7 | 139,83 | 806,24 |
| 400,00 | 729,39 | 842,80 | 3,5337 | 2,2393 | 2,5378 | 1364,2 | 138,28 | 744,31 |
| 410,00 | 724,50 | 868,35 | 3,5968 | 2,2777 | 2,5727 | 1343,4 | 136,80 | 690,11 |
| 420,00 | 719,67 | 894,25 | 3,6592 | 2,3158 | 2,6076 | 1323,4 | 135,39 | 642,31 |
| 430,00 | 714,88 | 920,50 | 3,7209 | 2,3536 | 2,6423 | 1304,1 | 134,06 | 599,87 |
| 440,00 | 710,15 | 947,09 | 3,7821 | 2,3911 | 2,6767 | 1285,4 | 132,79 | 561,96 |
| 450,00 | 705,46 | 974,03 | 3,8426 | 2,4281 | 2,7109 | 1267,3 | 131,58 | 527,92 |
| 460,00 | 700,82 | 1001,3 | 3,9026 | 2,4647 | 2,7447 | 1249,8 | 130,45 | 497,20 |
| 470,00 | 696,23 | 1028,9 | 3,9620 | 2,5007 | 2,7782 | 1233,0 | 129,39 | 469,35 |
| 480,00 | 691,68 | 1056,9 | 4,0208 | 2,5363 | 2,8112 | 1216,6 | 128,39 | 444,01 |
| 490,00 | 687,17 | 1085,1 | 4,0791 | 2,5714 | 2,8438 | 1200,8 | 127,46 | 420,86 |
| 500,00 | 682,70 | 1113,7 | 4,1369 | 2,6059 | 2,8758 | 1185,5 | 126,60 | 399,65 |
| 510,00 | 678,28 | 1142,7 | 4,1941 | 2,6398 | 2,9074 | 1170,7 | 125,80 | 380,16 |
| 520,00 | 673,89 | 1171,9 | 4,2509 | 2,6732 | 2,9385 | 1156,3 | 125,06 | 362,21 |
| 530,00 | 669,55 | 1201,4 | 4,3071 | 2,7059 | 2,9691 | 1142,4 | 124,39 | 345,63 |
| 540,00 | 665,24 | 1231,3 | 4,3629 | 2,7381 | 2,9991 | 1128,9 | 123,78 | 330,28 |
| 550,00 | 660,98 | 1261,4 | 4,4182 | 2,7697 | 3,0285 | 1115,9 | 123,23 | 316,05 |
| 560,00 | 656,75 | 1291,8 | 4,4731 | 2,8008 | 3,0574 | 1103,2 | 122,74 | 302,84 |
| 570,00 | 652,55 | 1322,6 | 4,5274 | 2,8312 | 3,0858 | 1091,0 | 122,31 | 290,54 |
| 580,00 | 648,40 | 1353,6 | 4,5813 | 2,8611 | 3,1137 | 1079,1 | 121,93 | 279,09 |

*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** |
| 590,00 | 644,28 | 1384,8 | 4,6348 | 2,8904 | 3,1410 | 1067,6 | 121,62 | 268,41 |
| 600,00 | 640,20 | 1416,4 | 4,6878 | 2,9192 | 3,1678 | 1056,4 | 121,36 | 258,43 |
| 610,00 | 636,15 | 1448,2 | 4,7404 | 2,9475 | 3,1941 | 1045,6 | 121,15 | 249,09 |
| 620,00 | 632,15 | 1480,3 | 4,7925 | 2,9753 | 3,2199 | 1035,1 | 121,00 | 240,36 |
| 630,00 | 628,17 | 1512,6 | 4,8443 | 3,0026 | 3,2452 | 1025,0 | 120,91 | 232,17 |
| 640,00 | 624,24 | 1545,2 | 4,8956 | 3,0294 | 3,2701 | 1015,1 | 120,86 | 224,50 |
| 650,00 | 620,34 | 1578,0 | 4,9464 | 3,0558 | 3,2945 | 1005,6 | 120,87 | 217,29 |
| 660,00 | 616,48 | 1611,0 | 4,9969 | 3,0818 | 3,3186 | 996,33 | 120,93 | 210,53 |
| 670,00 | 612,65 | 1644,3 | 5,0470 | 3,1074 | 3,3422 | 987,37 | 121,04 | 204,16 |
| 680,00 | 608,85 | 1677,9 | 5,0967 | 3,1326 | 3,3656 | 978,69 | 121,20 | 198,18 |
| 690,00 | 605,10 | 1711,7 | 5,1460 | 3,1575 | 3,3886 | 970,28 | 121,41 | 192,55 |
| 700,00 | 601,38 | 1745,7 | 5,1949 | 3,1820 | 3,4112 | 962,14 | 121,66 | 187,24 |
| p=100 МПа | | | | | | | | |
| 330,00 | 774,80 | 693,74 | 3,0517 | 1,9825 | 2,3009 | 1605,5 | 154,71 | 1739,8 |
| 340,00 | 769,73 | 716,91 | 3,1209 | 2,0201 | 2,3330 | 1579,3 | 152,85 | 1538,0 |
| 350,00 | 764,75 | 740,40 | 3,1890 | 2,0581 | 2,3660 | 1554,2 | 151,03 | 1372,8 |
| 360,00 | 759,84 | 764,23 | 3,2561 | 2,0964 | 2,3995 | 1530,1 | 149,26 | 1235,8 |
| 370,00 | 755,00 | 788,39 | 3,3223 | 2,1349 | 2,4335 | 1507,0 | 147,56 | 1120,7 |
| 380,00 | 750,22 | 812,90 | 3,3877 | 2,1734 | 2,4679 | 1484,8 | 145,91 | 1022,9 |
| 390,00 | 745,52 | 837,75 | 3,4522 | 2,2119 | 2,5025 | 1463,4 | 144,33 | 939,07 |
| 400,00 | 740,87 | 862,95 | 3,5160 | 2,2503 | 2,5372 | 1442,8 | 142,82 | 866,45 |
| 410,00 | 736,28 | 888,50 | 3,5791 | 2,2885 | 2,5719 | 1422,9 | 141,37 | 803,04 |
| 420,00 | 731,75 | 914,39 | 3,6415 | 2,3265 | 2,6065 | 1403,8 | 140,00 | 747,26 |
| 430,00 | 727,27 | 940,63 | 3,7032 | 2,3642 | 2,6410 | 1385,3 | 138,69 | 697,85 |
| 440,00 | 722,84 | 967,21 | 3,7644 | 2,4015 | 2,6752 | 1367,4 | 137,45 | 653,82 |
| 450,00 | 718,47 | 994,13 | 3,8249 | 2,4384 | 2,7092 | 1350,2 | 136,27 | 614,36 |
| 460,00 | 714,14 | 1021,4 | 3,8848 | 2,4748 | 2,7429 | 1333,5 | 135,17 | 578,82 |
| 470,00 | 709,86 | 1049,0 | 3,9441 | 2,5108 | 2,7762 | 1317,4 | 134,13 | 546,66 |
| 480,00 | 705,62 | 1076,9 | 4,0029 | 2,5462 | 2,8091 | 1301,9 | 133,15 | 517,44 |
| 490,00 | 701,43 | 1105,2 | 4,0612 | 2,5812 | 2,8415 | 1286,8 | 132,25 | 490,79 |
| 500,00 | 697,29 | 1133,7 | 4,1189 | 2,6156 | 2,8735 | 1272,2 | 131,40 | 466,41 |
| 510,00 | 693,18 | 1162,6 | 4,1761 | 2,6494 | 2,9049 | 1258,1 | 130,63 | 444,04 |
| 520,00 | 689,12 | 1191,8 | 4,2328 | 2,6826 | 2,9359 | 1244,4 | 129,91 | 423,44 |
| 530,00 | 685,09 | 1221,3 | 4,2890 | 2,7153 | 2,9664 | 1231,1 | 129,25 | 404,44 |
| 540,00 | 681,11 | 1251,2 | 4,3448 | 2,7474 | 2,9963 | 1218,3 | 128,66 | 386,87 |
| 550,00 | 677,17 | 1281,3 | 4,4000 | 2,7789 | 3,0257 | 1205,8 | 128,13 | 370,59 |
| 560,00 | 673,26 | 1311,7 | 4,4548 | 2,8099 | 3,0546 | 1193,7 | 127,65 | 355,47 |
| 570,00 | 669,39 | 1342,4 | 4,5091 | 2,8403 | 3,0829 | 1182,0 | 127,23 | 341,41 |
| 580,00 | 665,56 | 1373,3 | 4,5630 | 2,8701 | 3,1107 | 1170,7 | 126,87 | 328,31 |
| 590,00 | 661,77 | 1404,6 | 4,6164 | 2,8993 | 3,1380 | 1159,7 | 126,57 | 316,10 |
| 600,00 | 658,01 | 1436,1 | 4,6693 | 2,9280 | 3,1648 | 1149,0 | 126,32 | 304,68 |
| 610,00 | 654,29 | 1467,9 | 4,7219 | 2,9563 | 3,1911 | 1138,7 | 126,13 | 294,01 |

*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** |
| 620,00 | 650,60 | 1499,9 | 4,7740 | 2,9840 | 3,2169 | 1128,6 | 125,98 | 284,01 |
| 630,00 | 646,95 | 1532,2 | 4,8256 | 3,0112 | 3,2422 | 1118,9 | 125,90 | 274,65 |
| 640,00 | 643,33 | 1564,8 | 4,8769 | 3,0379 | 3,2672 | 1109,4 | 125,86 | 265,85 |
| 650,00 | 639,75 | 1597,5 | 4,9277 | 3,0642 | 3,2917 | 1100,2 | 125,87 | 257,60 |
| 660,00 | 636,21 | 1630,6 | 4,9782 | 3,0901 | 3,3158 | 1091,3 | 125,93 | 249,84 |
| 670,00 | 632,69 | 1663,9 | 5,0282 | 3,1157 | 3,3395 | 1082,7 | 126,05 | 242,53 |
| 680,00 | 629,21 | 1697,4 | 5,0779 | 3,1408 | 3,3629 | 1074,3 | 126,21 | 235,66 |
| 690,00 | 625,77 | 1731,1 | 5,1271 | 3,1656 | 3,3859 | 1066,2 | 126,41 | 229,18 |
| 700,00 | 622,35 | 1765,1 | 5,1760 | 3,1901 | 3,4087 | 1058,3 | 126,67 | 223,07 |

Таблица Б.5 – Теплофизические свойства н-Ундекана 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** |
| 248,00 | 0,00000047118 | 776,28 | 0,000035718 | 416,04 | 808,07 | 2,5359 | 4,1167 | 2,0862 | 1,4266 | 1495,5 | 117,06 | 145,77 | 8,1320 | 3115,0 | 3,4245 |
| 253,00 | 0,00000084564 | 772,29 | 0,000062837 | 426,50 | 815,25 | 2,5777 | 4,1142 | 2,0965 | 1,4463 | 1470,4 | 118,20 | 144,58 | 8,3468 | 2731,8 | 3,5106 |
| 258,00 | 0,0000014768 | 768,33 | 0,00010761 | 437,01 | 822,53 | 2,6188 | 4,1131 | 2,1075 | 1,4663 | 1445,9 | 119,33 | 143,35 | 8,5680 | 2412,5 | 3,5967 |
| 263,00 | 0,0000025136 | 764,38 | 0,00017968 | 447,57 | 829,91 | 2,6594 | 4,1131 | 2,1192 | 1,4867 | 1421,8 | 120,45 | 142,10 | 8,7957 | 2144,3 | 3,6831 |
| 268,00 | 0,0000041767 | 760,45 | 0,00029299 | 458,20 | 837,39 | 2,6994 | 4,1143 | 2,1316 | 1,5073 | 1398,3 | 121,56 | 140,83 | 9,0297 | 1917,4 | 3,7695 |
| 273,00 | 0,0000067851 | 756,54 | 0,00046726 | 468,89 | 844,98 | 2,7389 | 4,1166 | 2,1445 | 1,5281 | 1375,2 | 122,66 | 139,53 | 9,2700 | 1724,1 | 3,8562 |
| 278,00 | 0,000010790 | 752,64 | 0,00072974 | 479,65 | 852,67 | 2,7780 | 4,1198 | 2,1580 | 1,5492 | 1352,5 | 123,74 | 138,23 | 9,5166 | 1558,5 | 3,9429 |
| 283,00 | 0,000016820 | 748,76 | 0,0011175 | 490,47 | 860,47 | 2,8166 | 4,1240 | 2,1721 | 1,5705 | 1330,3 | 124,82 | 136,91 | 9,7694 | 1415,7 | 4,0298 |
| 288,00 | 0,000025729 | 744,89 | 0,0016797 | 501,37 | 868,37 | 2,8547 | 4,1291 | 2,1867 | 1,5921 | 1308,4 | 125,88 | 135,59 | 10,028 | 1292,0 | 4,1167 |
| 293,00 | 0,000038662 | 741,02 | 0,0024811 | 512,34 | 876,38 | 2,8925 | 4,1350 | 2,2017 | 1,6138 | 1287,0 | 126,93 | 134,26 | 10,293 | 1184,1 | 4,2038 |
| 298,00 | 0,000057127 | 737,16 | 0,0036047 | 523,39 | 884,50 | 2,9299 | 4,1417 | 2,2173 | 1,6357 | 1265,9 | 127,97 | 132,93 | 10,565 | 1089,7 | 4,2910 |
| 303,00 | 0,000083080 | 733,31 | 0,0051563 | 534,51 | 892,73 | 2,9669 | 4,1491 | 2,2332 | 1,6578 | 1245,1 | 129,01 | 131,61 | 10,842 | 1006,6 | 4,3782 |
| 308,00 | 0,00011902 | 729,47 | 0,0072678 | 545,72 | 901,06 | 3,0036 | 4,1573 | 2,2496 | 1,6801 | 1224,7 | 130,02 | 130,28 | 11,125 | 933,08 | 4,4655 |
| 313,00 | 0,00016810 | 725,63 | 0,010102 | 557,01 | 909,51 | 3,0400 | 4,1661 | 2,2663 | 1,7025 | 1204,6 | 131,03 | 128,97 | 11,414 | 867,82 | 4,5528 |
| 318,00 | 0,00023424 | 721,78 | 0,013858 | 568,38 | 918,06 | 3,0760 | 4,1756 | 2,2834 | 1,7250 | 1184,7 | 132,03 | 127,65 | 11,710 | 809,60 | 4,6402 |
| 323,00 | 0,00032225 | 717,94 | 0,018773 | 579,84 | 926,72 | 3,1118 | 4,1857 | 2,3008 | 1,7476 | 1165,2 | 133,01 | 126,35 | 12,011 | 757,45 | 4,7276 |
| 328,00 | 0,00043799 | 714,10 | 0,025133 | 591,39 | 935,49 | 3,1472 | 4,1963 | 2,3185 | 1,7704 | 1145,9 | 133,98 | 125,05 | 12,318 | 710,54 | 4,8150 |
| 333,00 | 0,00058848 | 710,26 | 0,033272 | 603,03 | 944,37 | 3,1825 | 4,2075 | 2,3365 | 1,7932 | 1126,8 | 134,93 | 123,77 | 12,631 | 668,16 | 4,9024 |
| 338,00 | 0,00078208 | 706,41 | 0,043580 | 614,76 | 953,35 | 3,2174 | 4,2192 | 2,3548 | 1,8162 | 1108,0 | 135,87 | 122,49 | 12,951 | 629,75 | 4,9898 |
| 343,00 | 0,0010286 | 702,55 | 0,056507 | 626,58 | 962,44 | 3,2521 | 4,2313 | 2,3733 | 1,8392 | 1089,4 | 136,79 | 121,23 | 13,276 | 594,79 | 5,0772 |
| 348,00 | 0,0013395 | 698,69 | 0,072568 | 638,49 | 971,64 | 3,2866 | 4,2439 | 2,3920 | 1,8623 | 1071,0 | 137,69 | 119,97 | 13,607 | 562,85 | 5,1645 |
| 353,00 | 0,0017281 | 694,82 | 0,092349 | 650,50 | 980,94 | 3,3209 | 4,2570 | 2,4109 | 1,8855 | 1052,9 | 138,57 | 118,73 | 13,944 | 533,58 | 5,2517 |
| 358,00 | 0,0022095 | 690,94 | 0,11651 | 662,60 | 990,35 | 3,3549 | 4,2704 | 2,4300 | 1,9088 | 1034,9 | 139,43 | 117,50 | 14,287 | 506,67 | 5,3388 |
| 363,00 | 0,0028011 | 687,05 | 0,14579 | 674,80 | 999,86 | 3,3887 | 4,2842 | 2,4493 | 1,9322 | 1017,1 | 140,27 | 116,29 | 14,636 | 481,83 | 5,4259 |
| 368,00 | 0,0035222 | 683,14 | 0,18100 | 687,10 | 1009,5 | 3,4224 | 4,2984 | 2,4687 | 1,9557 | 999,51 | 141,09 | 115,09 | 14,992 | 458,85 | 5,5128 |
| 373,00 | 0,0043947 | 679,22 | 0,22305 | 699,49 | 1019,2 | 3,4558 | 4,3129 | 2,4883 | 1,9792 | 982,06 | 141,88 | 113,90 | 15,353 | 437,52 | 5,5996 |
| 378,00 | 0,0054430 | 675,29 | 0,27293 | 711,98 | 1029,0 | 3,4891 | 4,3277 | 2,5080 | 2,0028 | 964,77 | 142,64 | 112,73 | 15,721 | 417,67 | 5,6863 |

*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** |
| 383,00 | 0,0066939 | 671,34 | 0,33173 | 724,57 | 1038,9 | 3,5222 | 4,3428 | 2,5278 | 2,0265 | 947,62 | 143,37 | 111,57 | | 16,094 | | 399,14 | | 5,7728 |
| 388,00 | 0,0081770 | 667,36 | 0,40063 | 737,26 | 1048,9 | 3,5551 | 4,3582 | 2,5478 | 2,0502 | 930,61 | 144,07 | 110,42 | | 16,474 | | 381,81 | | 5,8591 |
| 393,00 | 0,0099247 | 663,37 | 0,48090 | 750,05 | 1059,0 | 3,5878 | 4,3739 | 2,5678 | 2,0741 | 913,73 | 144,74 | 109,29 | | 16,861 | | 365,55 | | 5,9453 |
| 398,00 | 0,011972 | 659,36 | 0,57392 | 762,94 | 1069,2 | 3,6204 | 4,3898 | 2,5880 | 2,0980 | 896,97 | 145,37 | 108,17 | | 17,253 | | 350,28 | | 6,0313 |
| 403,00 | 0,014358 | 655,32 | 0,68118 | 775,94 | 1079,4 | 3,6529 | 4,4060 | 2,6082 | 2,1220 | 880,33 | 145,97 | 107,07 | | 17,652 | | 335,89 | | 6,1172 |
| 408,00 | 0,017122 | 651,26 | 0,80425 | 789,03 | 1089,8 | 3,6851 | 4,4223 | 2,6285 | 2,1460 | 863,79 | 146,52 | 105,98 | | 18,058 | | 322,31 | | 6,2029 |
| 413,00 | 0,020309 | 647,17 | 0,94485 | 802,23 | 1100,2 | 3,7173 | 4,4389 | 2,6489 | 2,1702 | 847,35 | 147,03 | 104,91 | | 18,471 | | 309,46 | | 6,2884 |
| 418,00 | 0,023966 | 643,04 | 1,1048 | 815,52 | 1110,8 | 3,7493 | 4,4556 | 2,6694 | 2,1944 | 831,01 | 147,50 | 103,85 | | 18,890 | | 297,30 | | 6,3738 |
| 423,00 | 0,028143 | 638,89 | 1,2859 | 828,93 | 1121,4 | 3,7811 | 4,4725 | 2,6899 | 2,2187 | 814,75 | 147,92 | 102,80 | | 19,315 | | 285,76 | | 6,4591 |
| 428,00 | 0,032893 | 634,71 | 1,4904 | 842,43 | 1132,1 | 3,8128 | 4,4896 | 2,7105 | 2,2431 | 798,57 | 148,30 | 101,77 | | 19,748 | | 274,80 | | 6,5443 |
| 433,00 | 0,038272 | 630,49 | 1,7204 | 856,04 | 1142,8 | 3,8444 | 4,5068 | 2,7312 | 2,2675 | 782,46 | 148,62 | 100,76 | | 20,188 | | 264,36 | | 6,6295 |
| 438,00 | 0,044340 | 626,23 | 1,9781 | 869,75 | 1153,7 | 3,8759 | 4,5242 | 2,7519 | 2,2921 | 766,41 | 148,89 | 99,755 | | 20,635 | | 254,42 | | 6,7147 |
| 443,00 | 0,051157 | 621,93 | 2,2661 | 883,57 | 1164,6 | 3,9072 | 4,5416 | 2,7728 | 2,3167 | 750,43 | 149,10 | 98,769 | | 21,089 | | 244,94 | | 6,8000 |
| 448,00 | 0,058791 | 617,58 | 2,5869 | 897,49 | 1175,6 | 3,9384 | 4,5592 | 2,7936 | 2,3415 | 734,49 | 149,25 | 97,796 | | 21,550 | | 235,88 | | 6,8855 |
| 453,00 | 0,067307 | 613,20 | 2,9434 | 911,51 | 1186,6 | 3,9695 | 4,5769 | 2,8146 | 2,3663 | 718,61 | 149,34 | 96,838 | | 22,019 | | 227,21 | | 6,9711 |
| 458,00 | 0,076778 | 608,76 | 3,3384 | 925,64 | 1197,8 | 4,0005 | 4,5947 | 2,8357 | 2,3913 | 702,76 | 149,37 | 95,894 | | 22,496 | | 218,92 | | 7,0572 |
| 463,00 | 0,087277 | 604,27 | 3,7752 | 939,88 | 1208,9 | 4,0314 | 4,6125 | 2,8568 | 2,4164 | 686,95 | 149,33 | 94,965 | | 22,980 | | 210,98 | | 7,1436 |
| 468,00 | 0,098880 | 599,73 | 4,2570 | 954,22 | 1220,2 | 4,0622 | 4,6305 | 2,8781 | 2,4416 | 671,16 | 149,22 | 94,050 | | 23,472 | | 203,36 | | 7,2307 |
| 473,00 | 0,11167 | 595,13 | 4,7874 | 968,67 | 1231,5 | 4,0928 | 4,6485 | 2,8994 | 2,4670 | 655,40 | 149,04 | 93,149 | | 23,973 | | 196,04 | | 7,3185 |
| 478,00 | 0,12572 | 590,47 | 5,3702 | 983,23 | 1242,8 | 4,1234 | 4,6665 | 2,9209 | 2,4926 | 639,65 | 148,79 | 92,263 | | 24,482 | | 189,02 | | 7,4073 |
| 483,00 | 0,14113 | 585,75 | 6,0096 | 997,89 | 1254,2 | 4,1539 | 4,6846 | 2,9426 | 2,5183 | 623,91 | 148,45 | 91,391 | | 24,999 | | 182,27 | | 7,4972 |
| 488,00 | 0,15798 | 580,95 | 6,7100 | 1012,7 | 1265,7 | 4,1842 | 4,7027 | 2,9644 | 2,5443 | 608,17 | 148,03 | 90,533 | | 25,526 | | 175,77 | | 7,5885 |
| 493,00 | 0,17636 | 576,08 | 7,4761 | 1027,5 | 1277,2 | 4,2145 | 4,7208 | 2,9864 | 2,5706 | 592,42 | 147,53 | 89,690 | | 26,061 | | 169,51 | | 7,6815 |
| 498,00 | 0,19636 | 571,14 | 8,3130 | 1042,5 | 1288,7 | 4,2447 | 4,7390 | 3,0086 | 2,5972 | 576,67 | 146,94 | 88,862 | | 26,606 | | 163,49 | | 7,7764 |
| 503,00 | 0,21809 | 566,11 | 9,2266 | 1057,6 | 1300,3 | 4,2748 | 4,7572 | 3,0311 | 2,6241 | 560,89 | 146,25 | 88,047 | | 27,160 | | 157,68 | | 7,8737 |
| 508,00 | 0,24163 | 560,99 | 10,223 | 1072,9 | 1311,9 | 4,3048 | 4,7753 | 3,0539 | 2,6515 | 545,09 | 145,46 | 87,248 | | 27,725 | | 152,08 | | 7,9738 |
| 513,00 | 0,26711 | 555,77 | 11,308 | 1088,2 | 1323,5 | 4,3348 | 4,7934 | 3,0770 | 2,6793 | 529,26 | 144,57 | 86,463 | | 28,300 | | 146,67 | | 8,0771 |

*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** |
| 518,00 | 0,29462 | 550,45 | 12,491 | 1103,6 | 1335,1 | 4,3646 | 4,8116 | 3,1005 | 2,7078 | 513,39 | 143,58 | 85,693 | | 28,886 | | 141,45 | | 8,1842 |
| 523,00 | 0,32427 | 545,02 | 13,778 | 1119,2 | 1346,8 | 4,3944 | 4,8296 | 3,1244 | 2,7369 | 497,47 | 142,47 | 84,938 | | 29,483 | | 136,40 | | 8,2957 |
| 528,00 | 0,35618 | 539,47 | 15,180 | 1134,9 | 1358,5 | 4,4241 | 4,8477 | 3,1489 | 2,7668 | 481,49 | 141,24 | 84,199 | | 30,093 | | 131,52 | | 8,4124 |
| 533,00 | 0,39046 | 533,79 | 16,705 | 1150,7 | 1370,2 | 4,4538 | 4,8656 | 3,1739 | 2,7976 | 465,45 | 139,88 | 83,474 | | 30,715 | | 126,80 | | 8,5350 |
| 538,00 | 0,42724 | 527,98 | 18,367 | 1166,6 | 1381,9 | 4,4834 | 4,8835 | 3,1997 | 2,8296 | 449,33 | 138,40 | 82,765 | | 31,350 | | 122,23 | | 8,6646 |
| 543,00 | 0,46665 | 522,01 | 20,178 | 1182,6 | 1393,5 | 4,5129 | 4,9014 | 3,2263 | 2,8628 | 433,12 | 136,77 | 82,072 | | 32,000 | | 117,80 | | 8,8024 |
| 548,00 | 0,50882 | 515,88 | 22,152 | 1198,8 | 1405,2 | 4,5424 | 4,9191 | 3,2538 | 2,8977 | 416,80 | 134,99 | 81,394 | | 32,665 | | 113,50 | | 8,9497 |
| 553,00 | 0,55388 | 509,57 | 24,308 | 1215,1 | 1416,8 | 4,5719 | 4,9367 | 3,2826 | 2,9346 | 400,38 | 133,06 | 80,732 | | 33,346 | | 109,33 | | 9,1081 |
| 558,00 | 0,60198 | 503,06 | 26,664 | 1231,5 | 1428,4 | 4,6013 | 4,9541 | 3,3127 | 2,9737 | 383,82 | 130,96 | 80,086 | | 34,046 | | 105,28 | | 9,2796 |
| 563,00 | 0,65328 | 496,33 | 29,245 | 1248,1 | 1440,0 | 4,6307 | 4,9715 | 3,3445 | 3,0158 | 367,11 | 128,68 | 79,456 | | 34,764 | | 101,34 | | 9,4664 |
| 568,00 | 0,70793 | 489,37 | 32,077 | 1264,8 | 1451,4 | 4,6601 | 4,9886 | 3,3783 | 3,0615 | 350,23 | 126,20 | 78,842 | | 35,505 | | 97,499 | | 9,6715 |
| 573,00 | 0,76611 | 482,13 | 35,194 | 1281,7 | 1462,8 | 4,6895 | 5,0055 | 3,4146 | 3,1117 | 333,15 | 123,52 | 78,243 | | 36,270 | | 93,755 | | 9,8982 |
| 578,00 | 0,82799 | 474,58 | 38,636 | 1298,8 | 1474,1 | 4,7189 | 5,0222 | 3,4541 | 3,1676 | 315,85 | 120,61 | 77,659 | | 37,062 | | 90,098 | | 10,151 |
| 583,00 | 0,89378 | 466,69 | 42,453 | 1316,0 | 1485,3 | 4,7483 | 5,0387 | 3,4976 | 3,2310 | 298,28 | 117,45 | 77,089 | | 37,885 | | 86,517 | | 10,435 |
| 588,00 | 0,96369 | 458,40 | 46,706 | 1333,4 | 1496,3 | 4,7777 | 5,0548 | 3,5463 | 3,3043 | 280,41 | 114,03 | 76,532 | | 38,745 | | 83,002 | | 10,758 |
| 593,00 | 1,0379 | 449,65 | 51,475 | 1351,0 | 1507,1 | 4,8073 | 5,0705 | 3,6019 | 3,3909 | 262,18 | 110,31 | 75,985 | | 39,647 | | 79,540 | | 11,129 |
| 598,00 | 1,1168 | 440,34 | 56,864 | 1368,8 | 1517,7 | 4,8369 | 5,0858 | 3,6670 | 3,4961 | 243,52 | 106,28 | 75,445 | | 40,601 | | 76,116 | | 11,560 |
| 603,00 | 1,2006 | 430,37 | 63,013 | 1386,9 | 1527,9 | 4,8667 | 5,1005 | 3,7456 | 3,6282 | 224,34 | 101,89 | 74,906 | | 41,619 | | 72,710 | | 12,069 |
| 608,00 | 1,2896 | 419,58 | 70,117 | 1405,3 | 1537,8 | 4,8967 | 5,1146 | 3,8443 | 3,8010 | 204,53 | 97,102 | 74,359 | | 42,718 | | 69,298 | | 12,680 |
| 613,00 | 1,3841 | 407,73 | 78,460 | 1424,0 | 1547,1 | 4,9270 | 5,1278 | 3,9751 | 4,0393 | 183,93 | 91,881 | 73,790 | | 43,925 | | 65,843 | | 13,429 |
| 618,00 | 1,4848 | 394,47 | 88,484 | 1443,2 | 1555,7 | 4,9578 | 5,1399 | 4,1618 | 4,3914 | 162,33 | 86,172 | 73,173 | | 45,282 | | 62,290 | | 14,377 |
| 623,00 | 1,5921 | 379,16 | 100,93 | 1463,0 | 1563,4 | 4,9892 | 5,1503 | 4,4598 | 4,9672 | 139,43 | 79,915 | 72,460 | | 46,863 | | 58,545 | | 15,623 |
| 628,00 | 1,7066 | 360,58 | 117,22 | 1483,7 | 1569,4 | 5,0219 | 5,1584 | 5,0333 | 6,0769 | 114,73 | 73,019 | 71,552 | | 48,816 | | 54,421 | | 17,368 |
| 633,00 | 1,8295 | 335,44 | 140,89 | 1506,3 | 1572,6 | 5,0570 | 5,1619 | 6,6694 | 9,0886 | 87,467 | 65,264 | 70,161 | | 51,521 | | 49,423 | | 20,115 |
| 638,00 | 1,9620 | 283,02 | 192,35 | 1536,2 | 1565,6 | 5,1036 | 5,1496 | 36,538 | 50,802 | 57,063 | 55,548 | 66,335 | | 57,200 | | 40,397 | | 26,827 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**ПОЛЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Таблица В.1 – Поля неопределенности расчета плотности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *р*,  МПа | Температура, К | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 680 | 700 |
| 0,5 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 1,00 | 0,8 | 0,60 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| 1,5 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 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 | 0,10 | 0,15 | 0,30 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| 5,0 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 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 | 0,12 | 0,12 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,60 | 0,60 | 0,70 |
| 50,0 | - | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 680 | 700 |
| 0,5 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1,5 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 1,00 | 1,40 | 1,50 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 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 | 1,50 | 1,40 | 1,30 |
| 5,0 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,30 | 1,80 | 1,50 | 1,50 | 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 | - | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 680 | 700 |
| 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,5 | 1,5 | 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 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 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 | 1,7 | 1,6 | 1,6 |
| 5,0 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 680 | 700 |
| 0,5 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 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 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 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 | - | 1,8 | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 620 | 640 | 650 | 660 | 680 | 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 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 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 | 4,0 | 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'',  % |
| 250 | 1,50 | 0,10 | 1,50 | 0,5 | 0,5 | 0,430 | 0,40 | 0,5 | 2,0 | 2,5 | 4,0 | 2,0 |
| 300 | 0,80 | 0,10 | 0,80 | 0,5 | 0,5 | 0,40 | 0,40 | 0,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,7 |
| 350 | 0,20 | 0,10 | 0,20 | 0,5 | 0,6 | 0,40 | 0,40 | 0,5 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,7 |
| 400 | 0,15 | 0,10 | 0,25 | 0,6 | 0,8 | 0,40 | 0,40 | 0,7 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,7 |
| 450 | 0,20 | 0,10 | 0,30 | 0,7 | 0,8 | 0,40 | 0,40 | 0,7 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,0 |
| 500 | 0,25 | 0,10 | 0,50 | 0,8 | 1,0 | 0,42 | 0,42 | 0,8 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,5 |
| 550 | 0,30 | 0,15 | 0,80 | 1,0 | 1,5 | 0,42 | 0,42 | 1,0 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,5 |
| 600 | 0,50 | 0,20 | 1,50 | 1,5 | 2,0 | 0,44 | 0,44 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 2,8 |
| 620 | 1,00 | 0,40 | 2,00 | 2,0 | 2,5 | 0,44 | 0,44 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 630 | 1,40 | 0,80 | 3,00 | 2,5 | 4,0 | 0,50 | 0,50 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 635 | 1,50 | 1,30 | 5,00 | 3,0 | 6,0 | 0,55 | 0,55 | 5,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |

**2. 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. 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.
5. M. L. Huber Transport Properties of n-Dodecane / M. L. Huber,A. Laesecke, R. Perkins //Energy & Fuels. – 2004. – V. 18. – P. 968-975.
6. 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.
7. 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.
8. Doolittle, A.K. Specific volumes of n-alkanes / A.K. Doolittle // J. Chem. Eng. Data. – 1964. – Vol. 9, № 2. – P. 275 – 279.
9. 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.
10. 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.
11. Camin, D.L. Physical Properties of 14 American Petroleum Institute Research Hydrocarbons, C(9) to C(15) / D.L. Camin, F.D. Rossini // J. Phys. Chem. – 1955. – Vol. 59. – P. 1173 – 1179.
12. Stadnicki, J.S. Tonometric Investigations of Binary and Ternary Azeotropes. IV. Binary System Aniline-n-Undecane / J.S. Stadnicki // Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim. – 1962. – Vol. 10. – P. 299 – 301.
13. Krafft, F. UeberNeunzehnHohereNormalparaffine C(n)H(2n+2) und einEinfachesVolumgesetz fur den TropfbarFlussigenZustand / F. Krafft // Ber. Dtsch. Chem. Ges. – 1882. – Vol. 15. - P. 1687-1712.
14. 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.
15. Чмыхало П.А. Методика расчетного определения давления насыщенного пара н-алканов (*С*1 – *С*100) и водорода на линии кипения. ДССДД 7-2005 / П.А. Чмыхало. – Киев: Держспоживстандарт Украины, 2005. – 34 с.
16. 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.
17. Bingham, E.C. Chemical constitution and association / E.C. Bingham, H.J. Fornwalt // J. Rheology. – 1930. – Vol. 1, № 4. – P. 372 - 417.
18. 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.
19. Vogel, A.I. Physical properties and chemical constitution. Part IX. Aliphatic hydrocarbons / A.I. Vogel // J. Chem. Soc. – 1946. – Vol. 146. – P. 133 – 139.
20. Doolittle, A.K. Preparation and physical properties of a series of n-alkanes / A.K. Doolittle, R.H. Peterson // J. Am. Chem. Soc. – 1951. – Vol. 73. – P. 2145 – 2151.
21. Excess volumes of (n-nonane + n-undecane) between 288.15 and 308.15 K / M. Garcia [et al.] // J. Chem. Eng. Data. – 1988. – Vol. 33, № 1. – P. 46-48.
22. 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.
23. Wu, J. Viscometric properties of multicomponent liquid n-alkane systems / J. Wu, Z. Shan, A.-F.A. Asfour // Fluid Phase Equilib. – 1998. – Vol. 143. – P. 263 – 274.
24. Iwahashi M. Dynamical structures of normal alkanes, alcohols, and fatty acids in the liquid state as determined by viscosity, self-diffusion coefficient, infrared spectra, and CNMR spin-lattice relaxation time measurements / M. Iwahashi, Y. Yamagughi, Y. Ogura, M. Suzuki // Bull. Chim. Soc. Japan. – 1990. – V.63, No.8. – P.2154 – 2158.
25. Casas, L.M. Thermophysical properties of acetone or methanol + n-alkane (C9 to C12) mixtures / L.M. Casas, A. Tourino, B. Orge, et. al. // J. Chem. Eng. Data. – 2002. – Vol. 47. – P. 887 – 893.
26. Morawetz, E. A non-equilibrium low vapor pressure heat of vaporization calorimeter / E. Morawetz // Acta Chem. Scand. – 1968. – Vol. 22. – P. 1509-1531.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. Golik, O.Z. Molecular structure, density, compressibility, and viscosity of n-alkanes in the liquid state / O.Z. Golik, I.I. Ivanova // Zh. Fiz. Khim. – 1962. – Vol. 36. - P. 1768-1770.
31. 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.
32. 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.
33. Tardajos, G. Speed of Sound in Pure Liquids by a Pulse-Echo-Overlap Method / G. Tardajos, M.D. Pena, E. Aicart // J. Chem. Thermodyn. – 1986. – Vol. 18. - P. 683-689.
34. Isentropic thermophysical properties of pure n-paraffins as a function of temperature and chain length / F. Plantier [et al.] // High Temp.-High Press. – 2000. – Vol. 32, № 3. – P. 305-310.
35. Bauer, H.; Meerlender, G Precise Viscosity Measurement of Newtonian Liquids with .nu.>1 mm2/s for the Selection of Suitable Standards //Rheol. Acta, 1984, 23, 514
36. Assael M.J., Papadaki M. Measurements of the Viscosity of n-Heptane, n-Nonane, and n-Undecane at Pressures up to 70 MPa // Int. J. Thermophys. – 1991. – V.12, No. 5. – P.801-810.
37. Wu, J.; Shan, Z.; Asfour, A. A. Viscometric properties of multicomponent liquid n-alkane systems //Fluid Phase Equilib., 1998, 143, 263-274
38. КерамидиА.С. Экспериментальное исследование коэффициента динамической вязкости жидких парафиновых углеводородов и нефтепродуктов: Автореф. дис. … канд. техн. наук / ОТИХП: Одесса, 1972. – 33 с.
39. Люстерник В.Е., Жданов А.Г. Вязкость углеводородов метанового, этиленового и ацетиленового ряда в газовой фазе // В кн.: Теплофизические свойства веществ и материалов.- М.: Изд-востандартов , 1973.- Вып. 3.- С.95-114.
40. Golubev, I. F. Viscosity of Gases and Gas Mixtures, 1959, Pg. 207, Fizmat Press: Moscow
41. 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.
42. Мустафаев Р.А. Теплофизические свойства углеводородов при высоких параметрах состояния. – М.: Изд-во «Энергия», 1980. – 296 с.
43. Варгафтик Н.Б. Теплопроводность жидкостей и газов / Н.Б. Варгафтик, Л.П. Филиппов, А.А. Тарзиманов, Е.Е. Тоцкий.- М.: Изд-во стандартов, 1978. – 472 с.
44. Tarzimanov, A. A.; Mashirov, V. E. Experimental Investigation of the Thermal Conductivity of Vapours of Normal Saturated Hydrocarbons at Temperatures up to 450 deg C. / A.A. Tarzimanov, V.E. Mashirov // Teploenergetika. – 1967. – V. 14. – P. 67.
45. Calado, J. C. G.; Fareleira, J. M. N. A.; Nieto de Castro, C. A. Thermal Conductivity of Five Hydrocarbons Along the Saturtion Line Int. J. Thermophys., 1983, 4, 193.
46. 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.