

УДК 536.7:536.42

ББК 22.317

Т 66

Интернет-магазин
MATHESIS

<http://shop.rcd.ru>

• **физика**
• **математика**
• **биология**
• **нефтегазовые**
 технологии

Третьяков Ю. М.

Вода. Структура и теплофизические параметры. — М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — 552 с.

Рассмотрены общие свойства воды.

Разработана феноменологическая модель структуры воды. Рассчитаны массовые доли элементов структуры воды в широком диапазоне изменения параметров.

Показано соотношение внутренней энергии, энтальпии, ионного произведения, энтропии, теплоемкости и других теплофизических параметров с элементами структуры воды.

Величина энтальпии определяется не только температурой, но и соотношением массы составляющих воду элементов. Предложено учитывать их вклад в интегральную изобарную теплоемкость, в том числе и при фазовом переходе.

Изменение структуры воды с ростом температуры и давления определяет минимальный удельный объем воды при 4 °С, особенности поведения теплоемкости, диффузии, скорости звука и т. п. в околокритической области.

Рассмотрены модели и уравнения состояния воды без водородной связи.

Анализ сопровождается большим количеством графиков и аппроксимирующих зависимостей.

Для инженеров и научных сотрудников, занимающихся изучением и расчетом структуры веществ, явлений и процессов, связанных с изменением структуры вещества, а также для студентов теплотехнических, теплофизических, физических и химических специальностей.

ISBN 978-5-4344-0135-7

ББК 22.317

© Ю. М. Третьяков, 2013

© Ижевский институт компьютерных исследований, 2013

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ВВЕДЕНИЕ. Свойства воды	9
<p>Развитие представлений о воде (9). Как появилась вода (10). Вода и человек (11). Распространение воды в природе (15). Круговорот воды на Земле (16). Источники воды на Земле (17). Разновидности льда (22). Удивительная талая вода (23). Изменение объема воды при замерзании (24). Изотопы воды (25). Фотосинтез и дыхание растений (27). Поверхностное натяжение воды (29). Вода — растворитель (30). Использование воды в сельском хозяйстве и промышленности (32). Сорок одна особенность воды (33). Водный мостик (37). Ученые научились поджигать воду (37). Кавитация (38). Литература (40).</p>	
ГЛАВА 1. Модель структуры воды	43
1.1. Обзор литературы	43
1.2. Основные элементы модели воды и методы их расчета	62
1.3. Расчет элементов структуры воды при температуре 380 °С	73
1.4. Расчет элементов структуры воды и результирующие графики при температуре от 0 до 1000 °С	87
1.5. Изменение внутренней энергии и структуры воды	96
1.6. Предельный удельный объем ассоциатов воды и второй вириальный коэффициент	107
1.7. Уравнение идеального газа и свободные молекулы воды	114
1.8. Соотношение p , v , $p v$ и структуры воды	125
1.9. Соотношение удельного объема и давления воды	130
Литература	134
ГЛАВА 2. Теплофизические параметры воды	139
2.1. Составляющие изобарной теплоемкости	139
2.2. Соотношение энтальпии и структуры воды	143
2.3. Соотношение скрытой теплоты парообразования и структуры воды	153
2.4. Ионное произведение воды	166
2.5. Влияние структуры на ионное произведение воды	174
2.6. Соотношение «энтропия–удельный объем воды»	193
2.7. Изменение энтропии системы при образовании элементов структуры воды	198

2.8. Энтропия и ионное произведение воды.....	206
2.9. Свободная энергия, структура и ионное произведение воды	210
ГЛАВА 3. Теплофизические параметры воды и пара на линии насыщения	231
3.1. Элементы структуры воды в паровой и жидкой фазах	231
3.2. Энтальпия, внутренняя энергия, скрытая теплота парообразования и структура воды	239
3.3. Энтропия и структура воды	261
3.4. Диэлектрическая постоянная и водное число на линии насыщения	271
3.5. Изобарная теплоемкость на линии насыщения и продолжение в зону СКД	285
3.6. Удельный объем воды и пара на линии насыщения	295
3.7. Свободная энергия, энтальпия и энтропия на линии насыщения	302
3.8. Коэффициент распределения примесей и элементов структуры между водой и паром	309
Литература	323
ГЛАВА 4. Уравнения состояния воды	325
4.1. Введение.....	325
4.2. Вириальные уравнения состояния воды.....	327
4.3. Вода – 1	334
4.4. Уравнение состояния жидкой фазы воды.....	347
4.5. Параметры воды и льда при высоких значениях давления	361
4.6. Фазовая диаграмма воды	377
4.7. Формы существования воды	393
Литература	402
ГЛАВА 5. Диффузия, изобарная теплоемкость и структура воды	405
5.1 Обзор литературы	405
5.2. Растворимость примесей в водном теплоносителе	410
5.3. Оценка коэффициента диффузии в околокритической области водного теплоносителя	423
5.4. Влияние коэффициента диффузии на отложение примеси в паровых котлах СКД.....	433
5.5. Диффузия и структура воды	450
5.6. Изобарная теплоемкость, температуропроводность, скорость звука и структура воды	458
5.7. Изобарная теплоемкость при высоком давлении	478
Литература	483

ГЛАВА 6. Характеристики воды в особых видах существования.....	486
6.1. Адсорбция воды	486
6.2. Свойства связанной воды.....	501
6.3. Вода плотная.....	508
6.4. Вода переохлажденная	527
6.5. Вода как теплоноситель.....	536
6.6. Сверхкритические флюиды	544
Литература	548