

ЛАТВИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛАТВИЙСКОЙ ССР

Л.-Х. Б. ЦИМЕРМАНИС

ТЕРМОДИНАМИКА
ВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ
И ТВЕРДЕНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ



РИГА «ЗИНАТНЕ» 1985

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ОТ АВТОРА	7
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	9

Часть I

ТЕРМОДИНАМИКА РАВНОВЕСНОГО ВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ

Глава 1. Предварительные сведения и замечания	11
1.1. Строительные материалы как термодинамическая система	11
1.2. Основные теоретические и эмпирические уравнения сорбции	13
1.3. Потенциал оводнения	18
1.4. Зависимость между массой и потенциальной энергией в идеальной системе	24
1.5. Термодинамическая теория активности реального газа	26
Глава 2. Основы термодинамической теории влажностного состояния	30
2.1. Энергия распределения	30
2.2. Основное соотношение между влагосодержанием и потенциалом оводнения	35
2.3. Активность оводнения	36
2.4. Емкость поля сил оводнения	38
2.5. Количественное соотношение между влагосодержанием и энергией связи влаги с материалом	39
2.6. Основные положения термодинамической теории влажностного состояния	42
Глава 3. Анализ экспериментальных данных	45
3.1. Гигротермическая область	45
3.1.1. Зависимость равновесного влагосодержания строительных материалов от температуры (45). 3.1.2. Классификация материалов по изменению активности оводнения (52). 3.1.3. Изменение активности и емкости оводнения при гигротермическом увлажнении типичных капиллярно-пористых материалов (53). 3.1.4. Изменение активности оводнения при гигротермическом увлажнении капиллярно-пористых коллоидных материалов (57). 3.1.5. Характерные изотермы равновесного состояния (62). 3.1.6. Гистерезис насыщения (64)	
3.2. Гидротермическая область	66
3.2.1. Равновесие капиллярно-пористого тела с водяным паром (66). 3.2.2. Равновесие капиллярно-пористых тел в закрытой системе (71)	
Глава 4. Термодинамические влажностные характеристики и активность оводнения	76
4.1. Основные термодинамические влажностные характеристики	76
4.2. Удельная изотермическая массоемкость	77
4.3. Изопотенциальный температурный коэффициент	80
4.4. Изменение энтропии оводнения	82
4.5. Теплота испарения	84

Часть II

ТЕРМОДИНАМИКА ТВЕРДЕНИЯ ВЯЖУЩИХ СИСТЕМ

Глава 5. Введение в проблему твердения вяжущих систем	87
5.1. Вяжущие системы и их структурообразование	87
5.2. Современные представления о твердении системы с химическими реакциями	88

5.3.	Современные представления о твердении систем высыхания	94
5.4.	Пористость — основная структурная характеристика вяжущих систем	98
5.5.	Основная задача решения проблемы твердения вяжущих систем	102
Глава 6.	Основы термодинамического анализа твердения вяжущих систем	103
6.1.	Развитие полей межмолекулярных сил оводнения	103
6.2.	Основные термодинамические соотношения процесса твердения вяжущих систем	106
6.3.	Степень завершенности структурообразования	111
6.4.	Структурное сродство	114
6.5.	Химическое сродство	117
6.6.	Особенности термодинамического описания твердения открытых систем	119
Глава 7.	Экспериментальные данные по твердению вяжущих систем	120
7.1.	Закрытые системы вяжущих веществ с химическими реакциями	120
7.1.1.	Потенциалометрический метод и особенности методики экспериментального исследования (120).	
7.1.2.	Исследованные вяжущие системы (127).	
7.1.3.	Потенциалограммы твердения (128).	
7.1.4.	Изменение активности оводнения (132).	
7.1.5.	Комплексный термодинамический анализ экспериментальных данных (135).	
7.1.6.	Собственные скорости и перекрестный эффект структурообразования и гидратообразования (152).	
7.1.7.	Схема структурных состояний вяжущих систем с химическими реакциями в процессе твердения (156)	
7.2.	Открытые вяжущие системы высыхания	161
7.2.1.	Основные исследованные системы (161).	
7.2.2.	Равновесные и неравновесные изотермы влажностного состояния (161).	
7.2.3.	Активность оводнения (166).	
7.2.4.	Степень завершенности структурообразования (169).	
7.2.5.	Схема структурных состояний системы глина—вода в процессе твердения (174).	
7.2.6.	Принцип стационарности процесса структурообразования (175)	
Глава 8.	Процессы переноса в структурообразующих системах	182
8.1.	Возрастание энтропии	182
8.2.	Феноменологические уравнения процессов переноса вблизи термодинамического равновесия	183
8.3.	Феноменологические коэффициенты и количества изотермического переноса	185
8.4.	Выражение потоков массы, энтропии и тепла через градиенты потенциала оводнения	191
8.5.	Энтропия переноса	194
8.6.	Экспериментальное исследование массопереноса при неравномномерном структурообразовании	201
8.7.	О возрастании энтропии при существенном отклонении системы от термодинамического равновесия	207
8.8.	Феноменологические уравнения переноса при существенном отклонении системы от термодинамического равновесия	208
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	210
	ПРИЛОЖЕНИЯ	214
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	227