

НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ

Г.И. Горбунов, А.Д. Жуков

# НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ISBN 978-5-7264-1318-1

© НИУ МГСУ, 2016  
© Оформление.  
ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2016

Москва 2016

УДК 517.28+536.491+699.86

ББК 22.161+22.317+38.637

Г67

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

**Р е ц е н з е н т ы :**

доктор технических наук, профессор *А.Ф. Бурьянов*,  
исполнительный директор Российской гипсовой ассоциации;  
кандидат экономических наук *Е.Ю. Боброва*,  
директор центра развития малоэтажного строительства НИУ ВШЭ

*Монография рекомендована к публикации научно-техническим советом НИУ МГСУ*

**Горбунов, Г.И.**

Г67 Научные основы формирования структуры и свойств строительных материалов [Электронный ресурс] : монография / Г.И. Горбунов, А.Д. Жуков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (11 Мб). — Москва : НИУ МГСУ, 2016. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ). — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Загл. с титул.экрана.

ISBN 978-5-7264-1318-1 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-1317-4 (локальное)

Рассмотрены физико-химические и термодинамические аспекты строительного материаловедения, комплексы технологических приемов получения строительных материалов различной природы. Определены пути совершенствования свойств и технологий современных строительных материалов. Осуществлена систематизация строительных материалов в соответствии с концепцией строительного материаловедения.

Для научных и инженерно-технических работников строительной отрасли, отрасли производства строительных материалов, изделий и конструкций, а также аспирантов и студентов магистратуры, направления подготовки «Строительство».

*Научное электронное издание*

© НИУ МГСУ, 2016

© Оформление.

ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2016

Редактор *Ю.Ю. Желтова*  
 Технический редактор *Е.А. Копылова*  
 Корректор *А.С. Скрябина*  
 Компьютерная верстка *С.С. Сизумовой*  
 Дизайн первого экрана *Д.Л. Разумного*

*Для создания электронного издания использовано:*  
 Microsoft Word 2007, приложение pdf2swf из ПО Swftools, ПО IPRbooks Reader,  
 разработанное на основе Adobe Air

Подписано к использованию 03.06.2016. Уч.-изд. л. 33,75. Объем данных 11 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский  
 Московский государственный строительный университет»  
 (НИУ МГСУ).  
 129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.  
 Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.  
 E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru.

ООО «Ай Пи Эр Медиа».  
 Тел. 8-800-555-22-35, (8452) 24-77-97, вн. 208,  
 E-mail: izdat@iprmedia.ru, mail@iprbookshop.ru  
 www.iprbookshop.ru

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	9
1. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ .....	11
1.1. Энергетическое состояние и устойчивость системы.....	11
1.1.1. Процессы конденсации и диспергации.....	11
1.1.2. Изменение агрегатного состояния .....	12
1.2. Гетерогенные системы и поверхностные явления .....	14
1.2.1. Дисперсии, основные понятия, термины и определения .....	14
1.2.2. Поверхностные явления и причины их возникновения .....	17
1.2.3. Расклинивающее давление .....	24
1.2.4. Агрегативная устойчивость гетерогенных систем .....	25
1.3. Общие принципы получения материалов с заданными свойствами.....	27
1.3.1. Технологические воздействия .....	27
1.3.2. Принципиальная схема получения материалов.....	29
2. ПРИРОДНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	32
2.1. Виды и процессы формирования природных материалов .....	32
2.1.1. Основные понятия, термины, определения .....	32
2.1.2. Процессы образования минералов.....	33
2.2. Основные свойства и отличительные признаки минералов.....	35
2.2.1. Оптические свойства.....	35
2.2.2. Физические свойства .....	36
2.2.3. Химические свойства.....	38
2.3. Классификация и физические свойства минералов.....	39
2.3.1. Силикаты.....	39
2.3.2. Карбонаты .....	48
2.3.3. Оксиды и гидрооксиды .....	49
2.3.4. Сульфаты и сульфиды.....	52
2.3.5. Галоиды и фосфаты.....	55
2.3.6. Самородные элементы .....	56
2.3.7. Генетическая классификация горных пород .....	59
2.4. Магматические (изверженные) горные породы .....	59
2.4.1. Химический и минералогический составы магматических горных пород .....	59
2.4.2. Структура и текстура пород.....	61
2.4.3. Виды и классификация магматических горных пород.....	62

2.5. Осадочные горные породы .....	73
2.5.1. Виды и классификация осадочных горных пород.....	73
2.5.2. Химический и минералогический составы осадочных пород.....	74
2.5.3. Обломочные и глинистые породы .....	75
2.5.4. Цементированные породы .....	85
2.5.5. Пирокластические породы.....	88
2.5.6. Химические и биохимические осадки .....	90
2.5.7. Кремнистые породы.....	96
2.5.8. Углеродистые породы (каустобиолиты).....	97
2.5.9. Аллитовые породы.....	100
2.6. Метаморфические горные породы .....	102
2.6.1. Понятие о метаморфических процессах .....	102
2.6.2. Массивные (зернистые) метаморфические породы .....	106
2.6.3. Сланцеватые породы.....	108
2.7. Эффузивные горные породы .....	110
2.7.1. Общая характеристика .....	110
2.7.2. Виды эффузивных горных пород .....	110
2.8. Строительные материалы из природного камня .....	112
2.8.1. Классификация материалов из природного камня .....	112
2.8.2. Требования к материалам из природного камня .....	113
2.8.3. Виды материалов из природного камня .....	114
3. ИСКУССТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	133
3.1. Обжиговые материалы.....	133
3.1.1. Классификация.....	133
3.1.2. Сырьевые материалы .....	133
3.1.3. Пластичность и формуемость глинистых материалов .....	135
3.1.4. Спекаемость глин и свойства керамического черепка .....	142
3.1.5. Основные пределы в технологии обжиговых материалов .....	157
3.2. Изделия строительной керамики .....	159
3.2.1. Общая классификация .....	159
3.2.2. Стеновые керамические изделия и их характеристики .....	160
3.2.3. Специальные керамические изделия .....	167
3.2.4. Сыпучие керамические материалы.....	177
3.3. Плавленные материалы.....	184
3.3.1. Основные понятия, термины, определения .....	184
3.3.2. Способность веществ к стеклообразованию .....	187
3.3.3. Структура стекла.....	190
3.3.4. Основные свойства стекла .....	193
3.4. Технические шлаки.....	203
3.4.1. Основные понятия, термины, определения .....	203
3.4.2. Состав доменных шлаков .....	204

3.4.3. Вязкость и плавкость шлаков .....	205
3.4.4. Гидролитические свойства доменных шлаков .....	207
3.5. Глазури, эмали и краски .....	211
3.5.1. Основные понятия, термины, определения .....	211
3.5.2. Основные виды и свойства глазури .....	213
3.6. Строительные стекла .....	215
3.6.1. Основные понятия, термины, определения .....	215
3.6.2. Строительное стекло: сырье и технология .....	215
3.6.3. Виды, свойства и применение стекол .....	217
3.7. Минеральные волокна и изделия из них .....	224
3.7.1. Основные понятия, термины, определения .....	224
3.7.2. Сырьевые материалы .....	225
3.7.3. Свойства расплавов и механизм волокнообразования .....	229
3.7.4. Получение и применение минераловатных изделий .....	232
3.8. Пеностекло (ячеистое стекло).....	233
3.8.1. Механизм образования ячеистой структуры .....	233
3.8.2. Основные параметры получения пеностекла .....	235
3.8.3. Сырьевые материалы и их характеристики .....	235
3.8.4. Этапы получения пеностекла и его свойства .....	237
3.9. Каменное литьё .....	238
3.9.1. Общие положения .....	238
3.9.2. Технологические приемы получения литых изделий.....	239
4. ГИДРАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СИСТЕМЫ) .....	242
4.1. Общие положения гидратации .....	242
4.1.1. Основные понятия, термины, определения .....	242
4.1.2. Механизм гидратации вяжущих веществ .....	242
4.1.3. Сравнительные характеристики минеральных вяжущих .....	246
4.2. Портландцемент.....	247
4.2.1. Принцип и условия получения портландцемента .....	247
4.2.2. Твердение портландцемента .....	249
4.2.3. Свойства портландцемента и его применение .....	251
4.2.4. Разновидности портландцемента.....	254
4.3. Гипсовые вяжущие вещества.....	256
4.3.1. Характеристика гипсовых вяжущих .....	256
4.3.2. Дегидратация и гидратация гипсового вяжущего .....	259
5. ИСКУССТВЕННЫЕ БЕЗОБЖИГОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ .....	261
5.1. Бетоны и изделия из них.....	261
5.1.1. Основные понятия, термины .....	261
5.1.2. Классификация бетонов .....	262
5.1.3. Тяжелый бетон .....	265
5.1.4. Легкие бетоны .....	309

5.1.5. Ячеистые бетоны.....	317
5.1.6. Бетоны специального назначения.....	322
5.1.7. Сборный и монолитный железобетон .....	326
5.2. Строительные растворы.....	333
5.2.1. Понятия, термины и классификация.....	333
5.2.2. Свойства строительных растворов .....	334
5.2.3. Применение растворов различных видов.....	338
5.3. Силикатные материалы и изделия .....	342
5.3.1. Понятия термины, классификация.....	342
5.3.2. Основы производства силикатных материалов и изделий .....	343
5.3.3. Силикатный кирпич .....	345
5.3.4. Силикатные бетоны .....	347
5.3.5. Гипсовые и гипсобетонные изделия .....	349
5.3.6. Хризотилцементные материалы и изделия.....	353
6. ОРГАНИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ....	376
6.1. Древесина и древесные строительные материалы .....	376
6.1.1. Основные преимущества и недостатки древесины .....	376
6.1.2 Микро- и макроструктура древесины.....	377
6.1.3. Физические свойства древесины .....	381
6.1.4. Пороки древесины.....	393
6.1.5. Древесные породы, применяемые в строительстве.....	396
6.1.6. Изделия из древесины.....	398
6.1.7. Повышение долговечности древесины.....	406
6.2. Строительные материалы, изделия и конструкции из пластмасс .....	413
6.2.1. Основные понятия, термины, классификация .....	413
6.2.2. Сырьевые материалы и способы получения пластических масс .....	419
6.2.3. Структура и свойства пластических масс.....	424
6.2.4. Переработка пластических масс в изделия.....	437
6.2.5. Виды и применение пластмасс .....	439
6.2.6. Полимерные строительные материалы для покрытия полов .....	460
6.3. Битумные и дегтевые вяжущие вещества и материалы на их основе .....	470
6.3.1. Битумные вяжущие вещества .....	470
6.3.2. Дегти .....	477
6.3.3. Смешанные вяжущие вещества на основе битумов , дегтей.....	479
6.3.4. Модифицированные битумы .....	481
6.3.5. Материалы на основе битумов и дегтей .....	486
7. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ...	493
7.1. Кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы....	493
7.1.1. Основные понятия, термины и классификация.....	493
7.1.2. Рулонные кровельные материалы.....	494
7.1.3. Полимерные мембраны и пленки .....	504

7.1.4. Листовые и штучные материалы .....	515
7.1.5. Обмазочные материалы .....	517
7.1.6. Герметизирующие материалы .....	520
7.2. Теплоизоляционные материалы и изделия .....	521
7.2.1. Основные понятия, термины, классификация .....	521
7.2.2. Структура и свойства теплоизоляционных материалов .....	523
7.2.3. Органические теплоизоляционные материалы и изделия .....	527
7.2.4. Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия .....	531
7.3. Акустические материалы и изделия .....	537
7.3.1. Основные понятия, термины, определения .....	537
7.3.2. Звукопоглощающие материалы и изделия .....	539
7.3.3. Звукоизоляционные материалы и изделия .....	541
7.4. Композиционные строительные материалы (композиты) .....	543
7.4.1. Основные понятия, термины, определения .....	543
7.4.2. Классификация композитов по структурным признакам .....	545
7.4.3. Механизм разрушения композитов .....	547
7.4.4. Межфазовое взаимодействие и механические свойства композитов .....	550
Заключение .....	552
Библиографический список .....	553