

УДК 22.375
ББК 536.42
К 938

Интернет-магазин
MAFFESIS
<http://shop.rcd.ru>

- физика
- математика
- биология
- нефтегазовые технологии

Курц У., Фишер Д.

Фундаментальные основы затвердевания. — М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. — 300 с.

Книга написана Уилфредом Курцем — современным классиком науки — о фазовых превращениях, в частности — о затвердевании, в соавторстве с его учеником Д. Фишером. Она представляет собой прекрасный обзор фундаментальных основ затвердевания металлов, сплавов, эвтектик и перитектик. Кратко и информативно изложены основные принципы затвердевания через зарождение и рост кристаллов в однофазных и многофазных металлических системах. Рассмотрены условия устойчивости роста кристаллов и условия для морфологического превращения одних форм роста в другие. Анализируются режимы малых и высоких скоростей затвердевания, в частности, дан анализ затвердевания в обычных условиях, а также при отсутствии локального термодинамического равновесия, когда скорости фазового превращения становятся аномально большими. Систематизированы термодинамические свойства и кинетические явления на поверхности раздела кристаллических фаз и жидкостей. Книга уже выдержала четыре переиздания и является настольной книгой теоретиков, экспериментаторов и практиков как в западных странах, так и в развивающихся странах Востока (например, книга переведена на китайский язык). Будучи широко известной в СССР и являясь необычайно популярной в России по литературным ссылкам, книга Курца и Фишера по-прежнему остается малодоступной для российских студентов, аспирантов, исследователей и практиков. Для настоящего русскоязычного издания авторами книги специально добавлены новые теоретические, экспериментальные и литературные материалы по затвердеванию и росту кристаллов, опубликованные за последние пятнадцать лет.

ISBN 978-5-4344-0131-9

ББК 536.42

Translation of the book entitled *Fundamentals of Solidification, 4th ed.* by W. Kurz and D. J. Fisher published by Trans Tech Publications.

© Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, 1998

© Ижевский институт компьютерных исследований, перевод на русский язык, 2013

<http://shop.rcd.ru>
<http://ics.org.ru>

Оглавление

О переводе книги У.Курца и Д.Фишера «Фундаментальные основы затвердевания»	7
Предисловие авторов к русскоязычному изданию	11
Предисловие	13
Благодарности	14
ГЛАВА 1. Введение	17
1.1. Важность затвердевания	17
1.2. Теплоотвод	20
1.3. Микроструктуры при затвердевании	23
1.4. Капиллярные эффекты	25
1.5. Перераспределение растворенных веществ	28
ГЛАВА 2. Переход атомов через межфазную границу твердое/жидкое	35
2.1. Условия для образования зародышей	36
2.2. Скорость образования зародышей	41
2.3. Структура межфазной границы	46
2.4. Атомная кинетика на границе фаз	53
ГЛАВА 3. Морфологическая неустойчивость поверхности раздела твердое/жидкое	59
3.1. Неустойчивость поверхности раздела для чистых веществ	59
3.2. Накопление растворенного вещества на плоской поверхности раздела твердое/жидкое	62
3.3. Неустойчивость границы раздела для сплавов	63
3.4. Анализ возмущений	67
ГЛАВА 4. Микроструктура затвердевания: ячейки и дендриты	73
4.1. Вынужденный и свободный рост	74
4.2. Морфология и кристаллография дендритов	75
4.3. Диффузионное поле у вершины иглообразного кристалла	78
4.4. Условия роста иглообразного кристалла — радиус вершины	81
4.5. Первичные междоусные промежутки дендритов при направленном росте	88
4.6. Вторичные междоусные промежутки дендритов при направленном или равноосном росте	91
4.7. Переход от столбчатой к равноосной структуре	94
4.8. Моделирование первичной микроструктуры	96
ГЛАВА 5. Микроструктура затвердевания: эвтектика и перитектика	103
5.1. Регулярная и иррегулярная эвтектика	103
5.2. Диффузионно-совместный рост эвтектики	105
5.3. Капиллярные эффекты	110
5.4. Условия роста эвтектики	111

5.5. Совместный рост дендритов и эвтектики	115
5.6. Перитектический рост	116
ГЛАВА 6. Перераспределение растворенных компонентов	125
6.1. Баланс массы при направленном затвердевании	126
6.2. Начальный переходный этап	126
6.3. Стационарный этап	129
6.4. Конечный переходный этап	129
6.5. Быстрая диффузия в жидкой фазе — малые системы	129
6.6. Микроликвация	132
ГЛАВА 7. Микроструктуры при быстром затвердевании	139
7.1. Отклонение от локального равновесия	140
7.2. Абсолютная стабильность	144
7.3. Быстрый дендритный/ячеистый рост	146
7.4. Быстрый эвтектический рост	150
7.5. Перераспределение растворенного вещества в промежутках между ячейками	154
Краткие выводы	159
Приложение A1. Математическое моделирование затвердевания	165
Приложение A2. Расчет потоков теплоты и вещества, связанных с формированием микроструктуры	177
Приложение A3. Локальное равновесие на границе раздела фаз	195
Приложение A4. Кинетика образования центров кристаллизации в чистых веществах	205
Приложение A5. Атомная структура границы раздела фаз	209
Приложение A6. Термодинамика быстрого затвердевания	213
Приложение A7. Анализ устойчивости межфазной границы	221
Приложение A8. Диффузия на вершине дендрита	231
Приложение A9. Радиус вершины и междусные промежутки дендрита	239
Приложение A10. Эвтектический рост	259
Приложение A11. Переходные процессы при диффузии растворенного вещества	275
Приложение A12. Уравнения массового баланса	279
Приложение A13. Гомогенизация междендритной неоднородности в твердом состоянии	287
Приложение A14. Важные физические свойства веществ, растворов и расплавов при затвердевании	291
Список символов	293