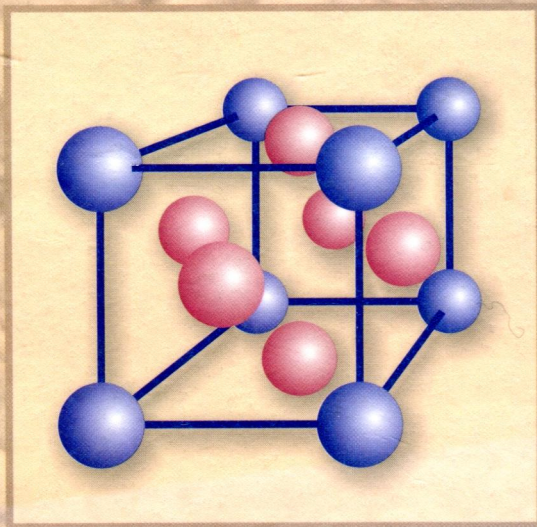
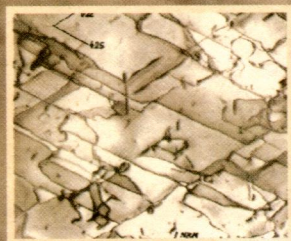


В.А. Старенченко
Ю.В. Соловьева
С.В. Старенченко
Т.А. Ковалевская

ТЕРМИЧЕСКОЕ И ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ СПЛАВОВ СО СВЕРХСТРУКТУРОЙ $L1_2$



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.А. Старенченко, Ю.В. Соловьева,
С.В. Старенченко, Т.А. Ковалевская

**ТЕРМИЧЕСКОЕ И ДЕФОРМАЦИОННОЕ
УПРОЧНЕНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ СПЛАВОВ
СО СВЕРХСТРУКТУРОЙ L_1_2**



Томск – 2006

УДК 539.25/.3.001.4:517.958
Т 352

**Старенченко В. А., Соловьева Ю. В., Старенченко С. В.,
Т 352 Ковалевская Т. А.** Термическое и деформационное упрочнение монокристаллов сплавов со сверхструктурой $L1_2$. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 292 с.: ил.

ISBN 5-89503-265-6

В монографии изложены результаты экспериментального исследования и математического моделирования пластического поведения интерметаллидов со сверхструктурой $L1_2$. Особое внимание уделяется изучению явления аномальной температурной зависимости предела текучести и напряжений течения. Приведены результаты исследований механических свойств, дислокационной структуры монокристаллов различной ориентации в широком интервале температур и деформаций. Основываясь на результатах собственных экспериментальных исследований и литературных данных, делаются выводы об основных закономерностях и механизмах, определяющих термическое упрочнение этих сплавов.

Полученные из экспериментов параметры и некоторые феноменологические соотношения положены в основу модели термического и деформационного упрочнения сплавов, упорядочивающихся в процессе пластической деформации по типу $L1_2$. Модель описывает деформационное и термическое упрочнение как сплавов с совершенным дальним порядком, так и сплавов с промежуточным состоянием дальнего порядка. Проведены численные расчёты модели для сплавов с высокой и низкой энергией антифазных границ.

Для широкого круга специалистов – научных сотрудников, инженеров, работающих в области материаловедения и физики прочности и пластичности. Может быть полезна студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

УДК 539.25/.3.001.4:517.958

Рецензенты: Коротяев А. Д. – д.ф.-м.н., профессор
Томского государственного университета;
Слободской М. И. – д.ф.-м.н., профессор, ректор
Томского государственного архитектурно-строительного
университета

ISBN 5-89503-265-6

В.А. Старенченко, Ю.В. Соловьева,
С.В. Старенченко, Т.А. Ковалевская,
2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Часть I. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОНОКРИСТАЛЛОВ СПЛАВОВ СО СВЕРХСТРУКТУРОЙ $L1_2$.....	6
Глава 1. Механические свойства монокристаллов сплавов со сверхструктурой $L1_2$	6
1.1. Аномалия температурной зависимости предела текучести. Многостадийность	6
1.2. Кривые течения	27
1.3. Опыты с вариацией температуры испытания	30
1.4. Опыты с вариацией скорости деформации	37
1.5. Потеря устойчивости однородной пластической деформации монокристаллов Ni_3Ge	45
ЛИТЕРАТУРА к главе 1.....	51
Глава 2. Строение дислокаций в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	54
2.1. Структура ядра скользящих дислокаций.....	54
2.2. Строение и формирование дислокационного барьера Кира – Вильсдорфа.....	57
2.3. Ориентационная зависимость и асимметрия критического скальвающего напряжения сдвига при растяжении и сжатии	62
2.4. Разрушение дислокационного барьера Кира – Вильсдорфа	64
2.5. Дислокационные барьеры диффузионного типа	68
2.6. Влияние дислокаций леса на формирование и разрушение дислокационных барьеров.....	72
2.7. Экспериментальные доказательства существования различных типов сверхдислокаций и дислокационных барьеров в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	82
2.8. Измерение энергии плоских дефектов	85

2.9. Качественные особенности дислокационной структуры и наблюдения движения сверхдислокаций <i>in-situ</i>	87
ЛИТЕРАТУРА к главе 2	92
Глава 3. Эволюция дислокационной структуры сплавов со сверхструктурой $L1_2$	96
3.1. Качественные закономерности эволюции дислокационной структуры	97
3.2. Изменение плотности дислокаций с температурой и деформацией для кристаллов Ni_3Ge различной ориентации	107
3.3. Связь напряжения течения и плотности дислокаций	109
3.4. Анализ вкладов в сопротивление деформированию механизмов различной природы	111
3.5. Эволюция плотности прямолинейных дислокаций с изменением температуры и деформации	116
3.6. Анализ вкладов в сопротивление деформированию со стороны дальнедействующих и контактных дислокационных взаимодействий	119
3.7. Статистический анализ дислокационной структуры	121
ЛИТЕРАТУРА к главе 3	128
Глава 4. Разрушение дальнего порядка под действием пластической деформации в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	129
4.1. Дальний порядок и сверхструктура $L1_2$	129
4.2. Разрушения дальнего атомного порядка в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	138
ЛИТЕРАТУРА к главе 4	158
Часть II. МОДЕЛЬ ТЕРМИЧЕСКОГО И ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ СПЛАВОВ СО СВЕРХСТРУКТУРОЙ $L1_2$	164
ВВЕДЕНИЕ	164
Глава 1. Накопление дефектов кристаллической решетки в сплавах со сверхструктурой $L1_2$ при пластической деформации	167
1.1. Накопление дислокаций в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	167

1.1.1. Генерация сдвигообразующих дислокаций.....	168
1.1.2. Накопление дислокаций, связанное с образованием сверхдислокационных барьеров	169
1.1.3. Аннигиляция дислокаций в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	171
1.2. Накопление точечных дефектов в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	174
1.2.1. Генерация точечных дефектов.....	174
1.2.2. Аннигиляция точечных дефектов на дислокациях.....	181
1.2.3. Взаимная аннигиляция точечных дефектов	182
ЛИТЕРАТУРА к главе 1.....	183
Глава 2. Изменение дальнего атомного порядка в сплавах со сверхструктурой $L1_2$ при пластической деформации	184
2.1. Разрушение дальнего атомного порядка вблизи антифазных границ	184
2.2. Механизмы деформационного разрушения дальнего атомного порядка в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	186
2.2.1. Деформационное разрушение дальнего атомного порядка, обусловленное размножением термических антифазных границ	186
2.2.2. Деформационное разрушение дальнего атомного порядка, обусловленное генерацией трубок АФГ порогами, движущимися консервативно вдоль винтовых дислокаций.....	189
2.2.3. Деформационное разрушение дальнего атомного порядка, обусловленное переползанием краевых дислокаций	190
2.2.4. Деформационное разрушение дальнего атомного порядка, обусловленное накоплением сверхдислокаций	191
2.2.5. Деформационное разрушение дальнего атомного порядка, обусловленное движением одиночных дислокаций	193
2.2.6. Деформационное разрушение дальнего атомного порядка, обусловленное осаждением межузельных атомов на вакантные места	194
2.3. Диффузионное упорядочение.....	196
ЛИТЕРАТУРА к главе 2.....	198

Глава 3. Формирование сопротивления деформированию в сплавах со сверхструктурой $L1_2$	200
ЛИТЕРАТУРА к главе 3	202
Глава 4. Математическая модель деформационного упрочнения сплавов со сверхструктурой $L1_2$	203
ЛИТЕРАТУРА к главе 4	229
Глава 5. Вклады механизмов генерации антифазных границ в сопротивление деформации монокристаллов сплавов со сверхструктурой $L1_2$	231
ЛИТЕРАТУРА к главе 5	239
Глава 6. Деформационное и термическое упрочнение монокристаллов сплавов со сверхструктурой $L1_2$, упорядочивающихся в процессе пластической деформации	240
6.1. Модели, учитывающие атомное упорядочение при пластической деформации сплавов со сверхструктурой $L1_2$	240
6.2. Результаты расчетов.....	255
6.2.1. Кривые деформационного упрочнения и разрушения дальнего атомного порядка.....	256
6.2.2. Генерация и аннигиляция точечных дефектов и накопление дислокаций	260
ЛИТЕРАТУРА к главе 6	267
Глава 7. Моделирование высокотемпературной суперлоклизации деформации в монокристаллах сплавов со сверхструктурой $L1_2$	269
ЛИТЕРАТУРА к главе 7	279
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	280