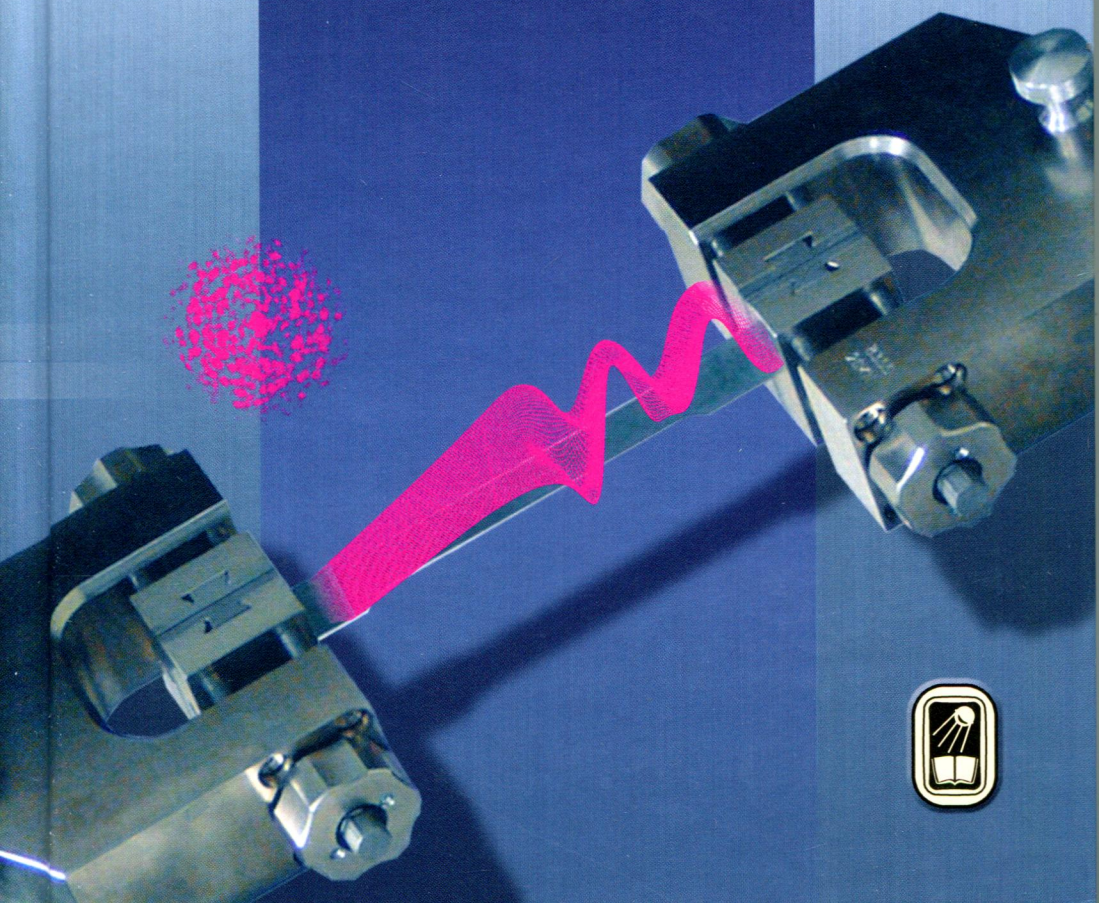


Л.Б. Зуев

**АВТОВОЛНОВАЯ
ПЛАСТИЧНОСТЬ
ЛОКАЛИЗАЦИЯ
И КОЛЛЕКТИВНЫЕ МОДЫ**



Л.Б. Зуев

**АВТОВОЛНОВАЯ
ПЛАСТИЧНОСТЬ
ЛОКАЛИЗАЦИЯ
И КОЛЛЕКТИВНЫЕ МОДЫ**

Ответственный редактор
член-корр. РАН
С. Г. Псахье



**МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2018**

УДК 539.3;
620.171.2
ББК 22.251
393



Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных
исследований по проекту 18-18-00006,
не подлежит продаже

Зуев Л. Б. **Автоволновая пластичность. Локализация и коллективные моды.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-9221-1824-8.

Монография посвящена проблемам пластического течения в твердых телах, связанным с развитием локализованного пластического течения. Показано, что специфические картины — паттерны локализованного пластического течения — соответствуют автоволновым модам, которые генерируются в деформируемом образце. Паттерны локализованной пластичности коррелируют со стадиями деформационного упрочнения, выявляемыми при механических испытаниях. Построена и проанализирована двухкомпонентная модель развития локализованной деформации, учитывающая взаимодействие упругой и пластической компонент деформации. В рамках этой модели описаны механизмы генерации автоволновых мод локализованной пластичности в ряде материалов. Установлены общие закономерности развития локализованного пластического течения на разных стадиях деформационного упрочнения. Введен упругопластический инвариант деформации, определяющий взаимосвязь между упругими и пластическими свойствами материалов. Показано, что основные свойства деформируемых сред являются следствиями такого инварианта.

Книга адресована научным работникам, изучающим природу пластической деформации твердых тел, инженерам-специалистам в области прочности и материаловедения, а также аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

Ответственный редактор:
член-корреспондент РАН С.Г. Псахье

ISBN 978-5-9221-1824-8

© ФИЗМАТЛИТ, 2018

© Л. Б. Зуев, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора	7
Предисловие	9
Введение	12
Краткий терминологический словарь	16
Глава 1. Пластическое течение. Важнейшие закономерности	19
1.1. Разномасштабная неоднородность пластического течения	20
1.1.1. Дислокационный уровень деформации (20). 1.1.2. Мезомасштабный уровень деформации (25). 1.1.3. Макромасштабный уровень деформации (27). 1.1.4. Решеточный масштабный уровень деформации (32). 1.1.5. Временная неоднородность пластического течения (33).	
1.2. Модели разномасштабных процессов пластического течения	35
1.2.1. Дислокационные модели (35). 1.2.2. Крупномасштабность в распределении деформации (37).	
1.3. Пластическая деформация как самоорганизация среды	38
1.3.1. О возможностях синергетики в теории пластичности (39). 1.3.2. О коллективных явлениях в пластичности (40).	
1.4. Проблема описания пластичности	43
1.4.1. Локализация и самоорганизация пластического течения (44). 1.4.2. О принципах построения модели пластического течения (45).	

Глава 2. Макроскопическая локализация пластического течения	47
2.1. Методика наблюдения картин локализованной пластичности	47
2.1.1. Комплекс <i>ALMEC</i> . Принцип работы (48). 2.1.2. Комплекс <i>ALMEC-tv</i> . Принцип работы (52).	
2.2. Паттерны локализованной пластичности	53
2.2.1. Паттерны локализованной пластичности и общая деформация (54). 2.2.2. Паттерны локализованной пластичности. Качественный анализ (55). 2.2.3. Паттерны локализованной пластичности. Количественный анализ (56). 2.2.4. Кинетика развития паттернов (56).	
2.3. О выборе материалов для исследования	58
2.4. Стадийность пластической деформации и паттерны локализации.	60
2.4.1. Выделение стадий кривой пластического течения (60). 2.4.2. Стадия площадки текучести (61). 2.4.3. Стадия легкого скольжения и линейного упрочнения (64). 2.4.4. Стадия параболического упрочнения (68). 2.4.5. Стадия предразрушения (68).	
2.5. Эволюция паттернов локализации при межстадийных переходах.	74
2.5.1. Закономерности переходов (74). 2.5.2. Правило соответствия (75).	
Глава 3. Пластическое течение как автоволновой процесс	79
3.1. Локализация как самоорганизация пластического течения.	80
3.1.1. Актуальные свойства пластически деформируемых сред (80). 3.1.2. Гипотеза об автоволновом характере локализованной деформации (83). 3.1.3. Энтропия волновых и автоволновых процессов деформации (86).	
3.2. Автоволновые уравнения пластического течения	88
3.2.1. О структуре автоволновых уравнений (88). 3.2.2. Уравнения автоволн локализованного пластического течения (90). 3.2.3. Анализ автоволновых уравнений (93).	
3.3. Генерация автоволновых мод пластической деформации.	98
3.3.1. Генерация автоволн концентраторами напряжений (98). 3.3.2. Автоволновые моды локализации пластического течения (102). 3.3.3. Деформация как эволюция автоволновой структуры (105).	

3.4. Основные характеристики автоволн локализованной деформации	106
3.4.1. Скорость распространения автоволн (107).	
3.4.2. Дисперсия автоволн (111).	
3.4.3. Масштабный эффект при локализации деформации (114).	
3.4.4. Автоволновые параметры и структура материала (116).	
Глава 4. Двухкомпонентная модель пластического течения	124
4.1. О принципах построения модели пластического течения	124
4.2. Построение двухкомпонентной модели пластичности	126
4.2.1. Двухкомпонентная модель: структура и функционирование (126).	
4.2.2. Численные оценки возможностей модели (129).	
4.3. Основное уравнение модели — упругопластический инвариант	135
4.3.1. Введение упругопластического инварианта деформации (135).	
4.3.2. Упругопластический инвариант и характеристики среды (139).	
4.3.3. О природе упругопластического инварианта деформации (141).	
4.4. Следствия из двухкомпонентной модели	144
4.4.1. Скорость распространения фазовых автоволн (145).	
4.4.2. Дисперсия фазовых автоволн локализованной деформации (145).	
4.4.3. Константы в дисперсионном соотношении для автоволн (146).	
4.4.4. Связь длины автоволны с размером зерна в поликристалле (146).	
4.4.5. Масштабный эффект для автоволн локализованной пластичности (147).	
4.4.6. Уравнение автоволны локализованной пластичности (147).	
4.4.7. Автоволны и уравнение дислокационной кинетики Тейлора–Орована (148).	
4.4.8. О причине генерации автоволн (150).	
4.4.9. Оценка коэффициента линейного деформационного упрочнения (151).	
4.4.10. Упругопластический инвариант и соотношение Холла–Петча (151).	
4.4.11. Связь упругой и пластической компонент деформации (152).	
4.4.12. О связи дислокационного и мезоскопического масштабов (152).	
4.4.13. Плотность подвижных дислокаций (155).	
4.5. Обобщение двухкомпонентной модели пластичности	155
Глава 5. Квазичастичный подход в физике пластичности	159
5.1. Об использовании квантовомеханических идей в физике пластичности	159

5.2. Масса, ассоциированная с автоволной локализованной деформации	161
5.3. Введение квазичастицы — автолокализона	165
5.4. Квазичастичное представление локализованной деформации	167
5.4.1. Скачкообразная пластическая деформация (167).	
5.4.2. Длина автоволны — длина пробега автолокализона (168).	
5.4.3. Уругопластический инвариант деформации и автолокализон (170).	
5.5. Спектр элементарных возбуждений деформируемой среды.	170
5.5.1. Гибридизация спектров уруго- и пластически деформируемой среды (171).	
5.5.2. Дисперсия и эффективная масса автолокализона (173).	
5.5.3. Конденсация квазичастиц в процессе пластического течения (173).	
5.5.4. Общий смысл введения автолокализона (175).	
5.5.5. Пластичность как макроскопическое квантовое явление (176).	
Заключение.	180
Список литературы	182