

А.Х. Цечоева

**ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ
НАГРУЖЕНИИ**

Монография

RU
science
RU-SCIENCE.COM

А.Х. Цечоева

**ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ
КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ
НАГРУЖЕНИИ**

Монография

RU
science
RU-SCIENCE.COM

Москва

2019

УДК 725
ББК 85.11
Ц29

Ц29 **Щечоева, Аминат Хусеновна.**
Процесс разрушения некоторых конструкционных материалов при динамическом нагружении : монография / А.Х. Щечоева. — Москва : РУСАЙНС, 2019. — 164 с.

ISBN 978-5-4365-3468-8

В монографии рассматриваются законы сохранения и движения в гидродинамике, основы физики ударных волн, основы физики плазмы, современные методы ускорения макрочастиц и их диагностика – составные части современной физики высоких плотностей энергии. Особое внимание уделено термодинамическим свойствам твердых тел, в том числе и полимерам при высоких давлениях и температурах, рассмотрены современные модели уравнений состояния и методы расчета функции Грюнайзена конструкционных полимерных материалов.

Изложены результаты экспериментального и теоретического исследования процессов разрушения и кратерообразования в некоторых конструкционных полимерах при ударно-волновом нагружении. Приведены ударные адиабаты, диаграммы состояния, зависимости функции Грюнайзена от температуры, коэффициента эффективной пористости полимеров и некоторых их композитов.

Монография предназначена студентам, магистрам и аспирантам, преподавателям и всем тем, кто интересуется современными проблемами разрушения некоторых конструкционных полимерных материалов

Ключевые слова: функция Грюнайзена, термодинамическая температура, полимеры, металлы, поверхностное выглаживание, обработка поверхностей.

УДК 725
ББК 85.11

ISBN 978-5-4365-3468-8

© Щечоева А.Х., 2019
© ООО «РУСАЙНС», 2019

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Основы физики высоких плотностей энергии.....	7
1.1. Физика ударных волн.....	7
1.1.1. Уравнение состояния.....	7
1.1.2. Одномерное изэнтропическое движение газа.....	9
1.1.3. Условия возникновения ударных волн.....	13
1.1.4. Элементарная теория ударных волн.....	15
1.1.5. Плоская прямая ударная волна.....	18
1.1.6. Свойства ударных волн.....	21
1.2. Основы физики плазмы.....	26
1.2.1. Некоторые следствия кулоновского характера взаимодействия.....	27
1.2.2. Кулоновское сечение для передачи импульса.....	27
1.2.3. Дебаевское экранирование.....	28
1.2.4. Плазменные колебания.....	31
1.2.5. Параметры, характеризующие плазму.....	32
1.2.6. Общий анализ фазовой диаграммы твердых тел (металлов). Параметр неидеальности плазмы.....	34
Глава 2. Поведение твердых тел при экстремальных давлениях и температурах.....	36
2.1. Термодинамические свойства твердых тел при высоких давлениях и температурах.....	36
2.1.1. Сжатие холодного вещества.....	36
2.1.2. Тепловое движение атомов.....	38
2.2. Уравнение состояния тела, атомы которого совершают малые колебания.....	41
2.2.1. Тепловое возбуждение электронов.....	43
2.2.2. Трехчленные уравнения состояния.....	45
2.2.3. Ударная адиабата конденсированного вещества.....	45
2.2.4. Аналитические представления ударной адиабаты.....	47
2.2.5. Выход на очень слабой ударной волны на свободную поверхность тела.....	48
2.2.6. Ударные волны слабой интенсивности.....	52
2.2.7. Ударное сжатие пористого вещества.....	53
Глава 3. Современные источники высоких динамических давлений.....	57
3.1. Газодинамические ускорители.....	57
3.2. Электродинамические ускорители.....	61
3.3. Магнитоплазменный ускоритель (МПУ).....	63
Глава 4. Современные методы диагностики профилей давления, волновых и массовых скоростей.....	67
4.1. Методы регистрации профилей давления.....	67
4.1.1. Манганиновые датчики.....	67
4.1.2. Кварцевые датчики.....	68
4.1.3. Диелектрические и сегнетоэлектрические пленочные датчики.....	68
4.2. Методы регистрации скорости движения вещества.....	70
4.2.1. Емкостные датчики.....	70
4.2.2. Магнитоэлектрический метод.....	70
4.2.3. Лазерные доплеровские измерители скорости.....	71
4.3. Особенности методики диагностики и работы на МПУ.....	72

Глава 5. Уравнения состояния конденсированных сред	77
5.1. Уравнения состояния некоторых твердых тел	77
5.2. Уравнения состояния полимеров	85
5.3. Исследование функции Грюнайзена некоторых полимерных материалов.....	93
5.4. Диаграммы состояния полимеров при высоких плотностях энергии	95
5.5. Исследование процесса взаимодействия лазерного излучения с полимерами	99
Глава 6. Исследование процессов разрушения полиметилметакрилата при динамическом нагружении	106
6.1. Этапы ударного взаимодействия и зависимость картины разрушения полиметилметакрилата от скорости импульсного нагружения (скорости ударника)..	106
6.2. Кратерообразование в полиметилметакрилате, модель отколного разрушения	108
6.3. Зависимость размеров кратера в полиметилметакрилате от параметров ударного взаимодействия.....	114
6.4. Исследование напряжений сжатия и формы кратера в ПММА при высокоскоростном ударе.....	117
Глава 7. Диаграммы состояния полиметилметакрилата в экстремальных условиях ..	123
7.1. Исследование функции Грюнайзена полиметилметакрилата	123
7.2. Зависимость функции Грюнайзена полиметилметакрилата от температуры	124
7.3. Зависимость функции Грюнайзена полиметилметакрилата от плотности и коэффициента пористости	126
7.4. Расчет диаграмм состояния полиметилметакрилата в широкой области фазовой диаграммы с использованием современных моделей	128
Глава 8. Уравнение состояния и функция Грюнайзена некоторых полимерных материалов.....	135
8.1 Исследование функции Грюнайзена полиэтилена и синтетического бутадиенового каучука в экстремальных условиях.....	135
8.2. Диаграммы состояния гомополимеров – полиэтилена и синтетического бутадиенового каучука	139
8.3. Диаграммы состояния полимерных композитов на основе полиэтилена и синтетического бутадиенового каучука при высоких давлениях и температурах....	143
Глава 9. Исследование процессов разрушения гомо и композитных материалов при динамическом нагружении	147
9.1. Процессы кратерообразования и разрушения полиэтилена при высокоскоростном нагружении.....	147
9.2. Гидродинамическая модель разрушения ПЭ и зависимости параметров кратерообразования от скорости ударника	151
9.3. Процесс разрушения композитного материала на основе полиимида при динамическом нагружении	155
Заключение.....	161
Литература	162