

М О Н О Г Р А Ф И И Н Г Т У

И. А. БАЛАГАНСКИЙ, Л. А. МЕРЖИЕВСКИЙ

**ВЗРЫВНЫЕ СИСТЕМЫ
С ИНЕРТНЫМИ
ВЫСОКОМОДУЛЬНЫМИ
ЭЛЕМЕНТАМИ**



И. А. БАЛАГАНСКИЙ, Л. А. МЕРЖИЕВСКИЙ

**ВЗРЫВНЫЕ СИСТЕМЫ
С ИНЕРТНЫМИ
ВЫСОКОМОДУЛЬНЫМИ
ЭЛЕМЕНТАМИ**



**НОВОСИБИРСК
2 0 1 6**

УДК 623.454.255
Б 20

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В.Ю. Ульяницкий*
д-р физ.-мат. наук, профессор *А.В. Федоров*

Балаганский И.А.

Б 20 Взрывные системы с инертными высококомодульными элементами: монография / И.А. Балаганский, Л.А. Мержиевский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – 172 с. (серия «Монографии НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-2988-4

В монографии обобщены результаты экспериментальных, численных и теоретических исследований взрывных систем, которые содержат высококомодульные керамические элементы. Подробно описаны явления, возникающие в таких системах: десенсибилизация ВВ, нестационарные детонационные процессы, кумуляция энергии, возникновение Маховских волн. Описано возникновение высокоскоростных потоков керамических частиц, возникающих при взрывном обжати керамических трубок. Рассмотрены возможности создания взрывозащитных структур на основе высококомодульных керамических материалов.

Монография предназначена для специалистов в области использования энергии взрыва и взрывобезопасности. Она будет также полезна студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

УДК 623.454.255

ISBN 978-5-7782-2988-4

© Балаганский И.А., Мержиевский Л.А., 2016
© Новосибирский государственный
технический университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. ПРИМЕРЫ НЕСТАЦИОНАРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕТОНАЦИИ В РЕАЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ	13
1.1. Канальный эффект	13
1.2. Детонация удлиненных зарядов ВВс полостями.....	16
1.3. Влияние на процесс детонации стенки оболочек из материала, скорость звука в котором выше скорости детонации	21
Резюме	26
Библиографический список	27
Глава 2. ЭФФЕКТЫ В ЗАРЯДАХ СО СТЕРЖНЕВЫМИ ИНЕРТНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ.....	29
2.1 «Размазывание» ударных волн в стержнях из карбида кремния	29
2.1.1. Эксперименты с керамическими стержнями	29
2.1.2. Численное моделирование распространения ударных волн в стержнях из карбида кремния.....	36
2.2. Десенсибилизация гетерогенных ВВ после нагружения опере- жающей волной, прошедшей через элемент из карбида кремния	40
2.2.1. Эксперименты по передаче детонации.....	41
2.2.2. Расчет процесса передачи детонации при инициировании через инертные вставки	46
2.3. Явление кумуляции энергии в пассивном заряде ВВ	51
2.3.1. Анализ образцов-свидетелей	51
2.3.2. Оптическая съемка в режиме щелевой развертки	54
2.3.3. Оптическая съемка в кадровом режиме	57
2.3.4. Численное моделирование явления кумуляции энергии	62
Резюме	64
Библиографический список	65
Глава 3. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ДЕТОНАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ГРАНИЦЕ ВВ С ИНЕРТНЫМИ ПЛАСТИНАМИ	69
3.1. Измерения манганиновыми датчиками	70
3.2. Оптическая съемка в режиме щелевой развертки	75



3.3. Моделирование детонации зарядов, граничащих с керамической пластиной	79
Резюме	85
Библиографический список	85
Глава 4. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ В ЗАРЯДАХ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ОБОЛОЧКАМИ	87
4.1. Нестационарные процессы при детонации зарядов в оболочках из карбида кремния	87
4.2. Численный анализ влияния оболочек на процесс детонации	103
Резюме	114
Библиографический список	115
Глава 5. ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ КУМУЛЯТИВНЫЕ СТРУИ	117
5.1. Экспериментальные исследования обжатия керамических трубок продуктами детонации	118
5.2. Моделирование процесса струеобразования	124
Резюме	129
Библиографический список	131
Глава 6. ЗАЩИТНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	133
6.1. Передача детонации через дисперсные керамические среды	134
6.2. Реализация защитных свойств керамических материалов	139
Библиографический список	141
СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРОВ ПО ТЕМЕ МОНОГРАФИИ	145
Приложения	150
Приложение 1. Характеристики динамических свойств высокомодульных материалов	150
Приложение 2. Методы, применявшиеся для исследования взрывных систем, содержащих высокомодульные инертные материалы	162