



ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ



ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ



НОВОСИБИРСК
2 0 1 3

УДК 662.1/.4(075.8)
В 932

Коллектив авторов:

В.В. Андреев, А.В. Гуськов, К.Е. Милевский, Е.Ю. Слесарева

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, проф. *В.Е. Зарко*,
д-р техн. наук, проф. *Е.А. Хмельников*

В 932 Высокоэнергетические материалы : учеб. пособие /
В.В. Андреев, А.В. Гуськов, К.Е. Милевский, Е.Ю. Слесарева. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 326 с. – (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-2314-1

Приведены основные сведения о теории взрывчатых веществ, а также о порохам, инициирующих и бризантных взрывчатых веществах и методах снаряжения боеприпасов. Описаны основные методы определения характеристик высокоэнергетических веществ, применяемых при теоретических расчетах, а также методы расчета напряжений, возникающих в разрывном заряде при выстреле. Изложены сведения об электродетонаторах и особенности применения средств взрывания.

УДК 662.1/.4(075.8)

ISBN 978-5-7782-2314-1

© Коллектив авторов, 2013
© Новосибирский государственный
технический университет, 2013

Оглавление

Глава 1. Взрывчатые вещества. Элементы теории взрыва.....	9
1.1. Общие сведения о взрывчатых веществах.....	9
1.2. Классификация ВВ и требования, предъявляемые к ним.....	13
1.2.1. Классификация ВВ.....	13
1.2.2. Требования, предъявляемые к взрывчатым веществам.....	25
1.3. Состав продуктов взрыва, теплота взрыва.....	27
1.3.1. Состав продуктов взрыва.....	27
1.3.2. Теплота взрыва.....	31
1.4. Расчет термодинамических параметров продуктов взрыва.....	34
1.5. Возникновение и распространение детонации.....	39
1.5.1. Общее представление о механизме распространения детонации.....	39
1.5.2. Общие сведения об ударной волне.....	40
1.5.3. Основные параметры ударной волны.....	41
1.5.4. Гидродинамическая теория детонации.....	45
1.5.5. Опытное определение скорости детонации.....	49
1.6. Зависимость скорости и устойчивости детонации от свойств взрывчатых веществ и характеристик заряда.....	53
1.6.1. Влияние свойств ВВ.....	53
1.6.2. Влияние диаметра заряда.....	55
1.6.3. Влияние плотности заряда.....	58
1.6.4. Влияние наличия и прочности оболочки заряда на изменение величин $d_{кр}$ и $d_{пр}$	59
1.7. Чувствительность ВВ.....	60
1.7.1. Начальный или инициирующий импульс.....	60
1.7.2. Передача детонации через влияние.....	69
1.7.3. Факторы, влияющие на чувствительность ВВ.....	70
Вопросы для самоконтроля.....	72
Библиографический список.....	74
Глава 2. Общее и местное действие взрыва.....	75
2.1. Виды действия взрыва.....	75
2.2. Работоспособность и потенциал ВВ.....	76
2.2.1. Бризантное действие.....	83
2.2.2. Активная часть заряда и направленное действие взрыва.....	85
2.2.3. Кумулятивное действие взрыва.....	87
2.3. Действие взрыва на расстоянии и безопасные расстояния.....	89
Вопросы для самоконтроля.....	91
Библиографический список.....	92



Глава 3. Иницирующие взрывчатые вещества	93
3.1. Общая характеристика иницирующих ВВ.....	93
3.2. Индивидуальные иницирующие ВВ	95
3.3. Иницирующие смеси	99
3.3.1. Назначение и классификация иницирующих смесей.....	99
3.3.2. Компоненты воспламенительных составов	101
3.3.3. Состав и применение основных иницирующих смесей.....	102
Вопросы для самоконтроля	104
Библиографический список.....	104
Глава 4. Средства инициирования	105
4.1. Назначение и классификация средств инициирования.....	105
4.2. Требования к средствам инициирования	108
4.3. Патронные капсулы-воспламенители	109
4.4. Трубочные капсулы-воспламенители	112
4.5. Электрические средства воспламенения.....	114
4.5.1. Назначение и классификация	114
4.5.2. Электровоспламенители, применяемые в подрывном деле.....	116
4.5.3. Патронные электровоспламенители	117
4.5.4. Трубочные электровоспламенители	119
Вопросы для самоконтроля	120
Библиографический список.....	121
Глава 5. Средства взрывания	123
5.1. Лучевые капсулы-детонаторы	124
5.2. Накольные капсулы-детонаторы.....	126
5.3. Электрические средства взрывания.....	126
5.3.1. Подрывные электродетонаторы	127
5.3.2. Боеприпасные электродетонаторы.....	128
5.4. Средства передачи иницирующих импульсов.....	130
5.4.1. Огнепроводный шнур.....	130
5.4.2. Детонирующий шнур	132
Вопросы для самоконтроля	134
Библиографический список.....	134
Глава 6. Бризантные взрывчатые вещества	135
6.1. Общая характеристика бризантных ВВ	135
6.2. Индивидуальные бризантные ВВ	138
6.2.1. Физические и химические свойства бризантных ВВ	139
6.2.2. Взрывчатые свойства и применение бризантных ВВ.....	141
6.3. Получение бризантных ВВ.....	144
6.4. Общая характеристика смесевых бризантных ВВ	146
6.4.1. Смеси и сплавы индивидуальных ВВ (ВВ + ВВ)	148
6.4.2. Флегматизированные ВВ	152



6.4.3. Металлосодержащие взрывчатые смеси	153
6.4.4. Пластичные ВВ.....	155
6.5. Аммонийно-селитренные ВВ.....	159
6.5.1. Общая характеристика аммонийно-селитренных ВВ	159
6.5.2. Характеристика АСВВ.....	160
Вопросы для самоконтроля	163
Библиографический список.....	164
Глава 7. Снаряжение боеприпасов	165
7.1. Общая характеристика разрывных зарядов.....	165
7.1.1. Требования, предъявляемые к разрывным зарядам	166
7.1.2. Причины преждевременных взрывов разрывных зарядов	170
7.2. Способы снаряжения боеприпасов.....	174
7.2.1. Общая характеристика способов снаряжения.....	174
7.2.2. Снаряжение боеприпасов заливкой	176
7.2.3. Снаряжение боеприпасов прессованием	180
7.2.4. Снаряжение боеприпасов шнекованием.....	186
7.3. Технологический процесс снаряжения боеприпасов.....	191
7.4. Контроль качества разрывных зарядов	195
Вопросы для самоконтроля.....	197
Библиографический список.....	198
Глава 8. Расчет энергетических характеристик взрывчатых веществ.....	199
8.1. Энергетические характеристики взрывчатых веществ.....	199
8.2. Метод расчета энергетических характеристик ВВ.....	210
8.3. Экспресс-методы оценки энергетических характеристик конденсированных ВВ.....	220
8.4. Примеры расчета энергетических характеристик ВВ различных групп.....	223
8.4.1. Расчет энергетических характеристик бризантного ВВ 3-й группы.....	223
8.4.2. Расчет энергетических характеристик бризантного ВВ 1-й группы.....	231
8.4.3. Расчет энергетических характеристик метательного ВВ.....	235
Вопросы для самоконтроля	247
Библиографический список.....	248
Глава 9. Современные системы взрывания, взрывчатые материалы и технологии взрывания, используемые в промышленности при ведении взрывных работ	249
9.1. Основные типы взрывчатых материалов, применяемых при проведении взрывных работ	249
9.2. Индивидуальные ВВ для КД.....	254



9.3. Системы инициирования ВВ.....	256
9.3.1. Неэлектрическая система взрывания.....	256
9.3.2. Неэлектрическая система взрывания на основе ударно-волновой трубки.....	258
9.4. Электродетонаторы.....	261
9.4.1. Электродетонаторы с электронным замедлением.....	263
9.4.2. Детонатор промежуточный малогабаритный.....	265
9.4.3. Заряды мягкого взрывания.....	267
9.5. Особенности применения средств взрывания.....	267
9.5.1. Короткозамедленное взрывание (КЗВ).....	267
9.5.2. Интерференция.....	268
9.5.3. Создание новых поверхностей.....	269
9.5.4. Соударение.....	270
9.5.5. Электрическое взрывание.....	271
9.5.6. Взрывание зарядов с применением детонирующих шнуров и пиротехнических реле.....	273
9.5.7. Неэлектрическое и комбинированное взрывание.....	276
9.5.8. Неэлектрическое взрывание в шахтах, опасных по взрыву газа и пыли.....	281
9.5.9. Взрывание с применением электронных систем.....	284
9.6. Перспективные разработки средств взрывания.....	290
9.6.1. Электробезопасная лазерная световолоконная система инициирования ВВ.....	290
9.6.2. Нешумящие пиротехнические системы замедления и разводки детонации.....	292
9.6.3. Системы инициирования с УВТ и цифровым замедлением.....	294
Вопросы для самоконтроля.....	296
Библиографический список.....	298
Приложения.....	299
<i>Приложение 1.</i> Расчет максимальных напряжений в разрывном заряде.....	299
<i>Приложение 2.</i> Теплота образования некоторых взрывчатых веществ и компонентов порохов.....	310
<i>Приложение 3.</i> Таблица перевода величин из технической системы единиц (дм, кгс, кал) в систему СИ.....	311
<i>Приложение 4.</i> Варианты домашнего задания.....	312
<i>Приложение 5.</i> Массовое взрывание на земной поверхности с применением традиционных средств.....	314
<i>Приложение 6.</i> Классификация взрывчатых материалов по группам совместимости.....	322
Библиографический список.....	324