

УДК 662.1/.4(075.8)

А 655

Рецензенты:

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

Андреев В.В.

А 655 Взрывчатые вещества : учебное пособие / В.В. Андреев, А.В. Гуськов, К.Е. Милевский. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 342 с. – (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-3695-0

Приведены основные сведения о теории взрывчатых веществ, а также о порохах, инициирующих и бризантных взрывчатых веществах и методах снаряжения боеприпасов. Описаны основные методы определения характеристик высокоэнергетических веществ, применяемых как при теоретических расчетах, так и используемых для решения практических задач, 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 978-5-7782-3695-0

© Андреев В.В., Гуськов А.В.,
Милевский К.Е., 2018
© Новосибирский государственный
технический университет, 2018

Оглавление

Принятые сокращения.....	9
Предисловие.....	11
Глава 1. Эксплозивные вещества. Элементы теории взрыва	17
1.1. Общие сведения об explosивных веществах.....	17
1.2. Классификация ВВ и требования, предъявляемые к ним.....	21
1.2.1. Классификация ВВ.....	21
1.2.2. Требования, предъявляемые к взрывчатым веществам.....	34
1.3. Состав продуктов взрыва, теплота взрыва.....	35
1.3.1. Состав продуктов взрыва.....	35
1.3.2. Теплота взрыва.....	40
1.4. Расчет термодинамических параметров продуктов взрыва.....	43
1.5. Возникновение и распространение детонации.....	48
1.5.1. Общее представление о механизме распространения детонации.....	48
1.5.2. Общие сведения об ударной волне.....	49
1.5.3. Основные параметры ударной волны.....	50
1.5.4. Гидродинамическая теория детонации.....	55
1.5.5. Опытное определение скорости детонации.....	58
1.6. Зависимость скорости и устойчивости детонации от свойств взрыв- чатых веществ и характеристик заряда.....	63
1.6.1. Влияние свойств ВВ.....	63
1.6.2. Влияние диаметра заряда.....	64
1.6.3. Влияние плотности заряда.....	68
1.6.4. Влияние наличия и прочности оболочки заряда на изменение величин $d_{кр}$ и $d_{пр}$	69
1.7. Чувствительность ВВ.....	72
1.7.1. Начальный или инициирующий импульс.....	72
1.7.2. Передача детонации через влияние.....	82
1.7.3. Факторы, влияющие на чувствительность ВВ.....	83
Вопросы для самоконтроля.....	86
Библиографический список.....	87
Глава 2. Общее и местное действие взрыва	89
2.1. Виды действия взрыва.....	89
2.2. Работоспособность и потенциал ВВ.....	90
2.2.1. Бризантное действие.....	97
2.2.2. Активная часть заряда и направленное действие взрыва.....	100
2.2.3. Кумулятивное действие взрыва.....	102
2.3. Действие взрыва на расстоянии и безопасные расстояния.....	103
Вопросы для самоконтроля.....	105
Библиографический список.....	106



Глава 3. Иницирующие взрывчатые вещества	107
3.1. Общая характеристика иницирующих ВВ	107
3.2. Индивидуальные иницирующие ВВ	109
3.3. Иницирующие смеси	113
3.3.1. Назначение и классификация иницирующих смесей	113
3.3.2. Компоненты воспламенительных составов	115
3.3.3. Состав и применение основных иницирующих смесей	116
Вопросы для самоконтроля	118
Библиографический список	118
Глава 4. Средства инициирования	119
4.1. Назначение и классификация средств инициирования	119
4.2. Требования к средствам инициирования	122
4.3. Патронные капсюли-воспламенители	123
4.4. Трубочные капсюли-воспламенители	126
4.5. Электрические средства воспламенения	128
4.5.1. Назначение и классификация	128
4.5.2. Электровоспламенители, применяемые в подрывном деле	130
4.5.3. Патронные электровоспламенители	131
4.5.4. Трубочные электровоспламенители	134
Вопросы для самоконтроля	135
Библиографический список	136
Глава 5. Средства взрывания	137
5.1. Лучевые капсюли-детонаторы	138
5.2. Накольные капсюли-детонаторы	140
5.3. Электрические средства взрывания	140
5.3.1. Подрывные электродетонаторы	141
5.3.2. Боеприпасные электродетонаторы	142
5.4. Средства передачи иницирующих импульсов	144
5.4.1. Огнепроводный шнур	144
5.4.2. Детонирующий шнур	146
Вопросы для самоконтроля	148
Библиографический список	148
Глава 6. Бризантные взрывчатые вещества	149
6.1. Общая характеристика бризантных ВВ	149
6.2. Индивидуальные бризантные ВВ	152
6.2.1. Физические и химические свойства бризантных ВВ	153
6.2.2. Взрывчатые свойства и применение бризантных ВВ	155
6.3. Получение бризантных ВВ	157
6.4. Общая характеристика смесевых бризантных ВВ	160
6.4.1. Смеси и сплавы индивидуальных ВВ (ВВ + ВВ)	161
6.4.2. Флегматизированные ВВ	165



6.4.3. Металлосодержащие взрывчатые смеси	167
6.4.4. Пластичные ВВ	169
6.5. Аммонийно-селитренные ВВ	173
6.5.1. Общая характеристика аммонийно-селитренных ВВ	173
6.5.2. Характеристика АСВВ	174
Вопросы для самоконтроля	177
Библиографический список	177
Глава 7. Снаряжение боеприпасов	179
7.1. Общая характеристика разрывных зарядов	179
7.1.1. Требования, предъявляемые к разрывным зарядам	180
7.1.2. Причины преждевременных взрывов разрывных зарядов	184
7.2. Способы снаряжения боеприпасов	188
7.2.1. Общая характеристика способов снаряжения	188
7.2.2. Снаряжение боеприпасов заливкой	190
7.2.3. Снаряжение боеприпасов прессованием	195
7.2.4. Снаряжение боеприпасов шнекованием	201
7.3. Технологический процесс снаряжения боеприпасов	206
7.4. Контроль качества разрывных зарядов	209
Вопросы для самоконтроля	211
Библиографический список	212
Глава 8. Расчет энергетических характеристик взрывчатых веществ	213
8.1. Энергетические характеристики взрывчатых веществ	213
8.2. Метод расчета энергетических характеристик ВВ	224
8.3. Экспресс-методы оценки энергетических характеристик конденсированных ВВ	234
8.4. Примеры расчета энергетических характеристик ВВ различных групп	237
8.4.1. Расчет энергетических характеристик бризантного ВВ 3-й группы	237
8.4.2. Расчет энергетических характеристик бризантного ВВ 1-й группы	246
8.4.3. Расчет энергетических характеристик метательного ВВ	250
Вопросы для самоконтроля	262
Библиографический список	263
Глава 9. Современные системы взрывания, взрывчатые материалы и технологии взрывания, используемые в промышленности при ведении взрывных работ	265
9.1. Основные типы взрывчатых материалов, применяемых при проведении взрывных работ	265
9.2. Индивидуальные ВВ для КД	270



9.3. Системы инициирования ВВ.....	272
9.3.1. Неэлектрическая система взрывания.....	272
9.3.2. Неэлектрическая система взрывания на основе ударно-волновой трубки.....	273
9.4. Электродетонаторы.....	277
9.4.1. Электродетонаторы с электронным замедлением.....	279
9.4.2. Детонатор промежуточный малогабаритный.....	281
9.4.3. Заряды мягкого взрывания.....	282
9.5. Особенности применения средств взрывания.....	283
9.5.1. Короткозамедленное взрывание (КЗВ).....	283
9.5.2. Интерференция.....	284
9.5.3. Создание новых поверхностей.....	285
9.5.4. Соударение.....	286
9.5.5. Электрическое взрывание.....	287
9.5.6. Взрывание зарядов с применением детонирующих шнуров и пиротехнических реле.....	289
9.5.7. Неэлектрическое и комбинированное взрывание.....	292
9.5.8. Неэлектрическое взрывание в шахтах, опасных по взрыву газа и пыли.....	297
9.5.9. Взрывание с применением электронных систем.....	300
9.5.10. Влияние систем взрывания на сейсмическое воздействие.....	305
9.6. Перспективные разработки средств взрывания.....	306
9.6.1. Электробезопасная лазерная световолоконная система инициирования ВВ.....	306
9.6.2. Нешумящие пиротехнические системы замедления и разводки детонации.....	308
9.6.3. Системы инициирования с УВТ и цифровым замедлением.....	310
Вопросы для самоконтроля.....	312
Библиографический список.....	313
Приложения.....	315
Приложение 1. Расчет максимальных напряжений в разрывном заряде.....	315
Приложение 2. Теплота образования некоторых взрывчатых веществ и компонентов порохов.....	326
Приложение 3. Таблица перевода величин из технической системы единиц (дм, кгс, кал) в систему СИ.....	327
Приложение 4. Варианты домашнего задания.....	328
Приложение 5. Массовое взрывание на земной поверхности с применением традиционных средств.....	330
Приложение 6. Классификация взрывчатых материалов по группам совместимости.....	338
Библиографический список.....	339