

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ

Синтез. Свойства.

Конструкция. Технология



М. А. Илюшин
А. С. Мазур
В. К. Попов
Г. Г. Савенков



**М. А. ИЛЮШИН,
А. С. МАЗУР,
В. К. ПОПОВ,
Г. Г. САВЕНКОВ**

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ СИНТЕЗ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Под редакцией Г. Г. Савенкова

ДОПУЩЕНО

*ФУМО в сфере высшего образования
по укрупненной группе специальностей
и направлений подготовки «Химические технологии»
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по специальности
«Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»*



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА
КРАСНОДАР
2021

УДК 662.4

ББК 35я73

В 93 **Высококочувствительные энергонасыщен-ные материалы и средства инициирования. Синтез. Свойства. Конструкция. Технология : учебное пособие для вузов / М. А. Илюшин, А. С. Мазур, В. К. Попов, Г. Г. Савенков ; под редакцией Г. Г. Савенкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 412 с. : ил. — Текст : непосредственный.**

ISBN 978-5-8114-8536-9

Приведены сведения по химии, технологии производства инициирующих взрывчатых веществ как традиционных, так и перспективных и составам для средств инициирования. Изложены основные понятия и принципы применения. Подробно описаны конструктивные схемы современных средств инициирования. Рассмотрены вопросы физики горения и взрыва.

Содержание учебного пособия соответствует курсу лекций, читаемых авторами студентам 4 и 5 курсов, обучающихся по УГНС «Химическая технология» по направлению подготовки «Химия и технология энергонасыщенных материалов и изделий», а также многочисленным публикациям, посвященным исследованиям и разработкам инициирующих ВВ и средств инициирования.

УДК 662.4

ББК 35я73

Рецензенты:

В. А. МОРОЗОВ — доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой физической механики Санкт-Петербургского государственного университета, член Совета по горению и взрыву Северо-Западного отделения РАН;

В. В. СЕЛИВАНОВ — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой высокоточных деталей аппаратов Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, заслуженный деятель науки РФ, академик РАРАН и РАЕН, лауреат премии Правительства РФ.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2021

© Коллектив авторов, 2021

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Основные понятия о взрывчатых превращениях, энергонасыщенных материалах и средствах инициирования	5
1.1. Исторические сведения о возникновении и развитии производства средств инициирования	5
1.2. Формы и режимы взрывчатого превращения	12
1.3. Классификация энергонасыщенных материалов	16
1.4. Классификация средств инициирования	19
Вопросы к главе 1	22
Список литературы к главе 1	23
Глава 2. Иницирующие взрывчатые вещества и составы. Синтез, свойства, технология получения	25
2.1. Общие сведения. Требования к ИВВ	25
2.2. Соли гремучей кислоты и ее свойства	27
2.2.1. Общие сведения и получение гремучей ртути	27
2.2.2. Свойства гремучей ртути	33
2.2.3. Взрывчатые свойства гремучей ртути	35
2.2.4. Технология получения гремучей ртути	37
2.3. Неорганические и органические азиды	43
2.3.1. Общие сведения о неорганических азидах	43
2.3.2. Методы получения азотистоводородной кислоты и ее солей. Строение азотистоводородной кислоты	47
2.3.3. Свойства азотистоводородной кислоты	48
2.3.4. Азиды щелочных и щелочноземельных металлов	50
2.3.5. Азиды тяжелых металлов	58
2.4. Стифниновая кислота и ее соли	78
2.4.1. Свойства стифниновой кислоты	78
2.4.2. Технология изготовления стифниновой кислоты	80
2.4.3. Соли стифниновой кислоты	84
Вопросы к главе 2	95
Список литературы к главе 2	96
Глава 3. Другие классы иницирующих взрывчатых веществ	97
3.1. Соли диазония	97
3.2. Оксидиазосоединения	98
3.3. Тетразен и тетразолы	106
3.3.1. Тетразен	106
3.3.2. Соли тетразолов	111
3.4. Органические пероксиды	113
3.5. Ацетилениды	116
3.6. «Зеленые» иницирующие взрывчатые вещества	118
3.7. Пиротехнические составы, применяемые в средствах инициирования	133
3.8. Ударно-воспламенительные составы	137

3.9. Перспективные инициирующие взрывчатые вещества и составы	142
3.10. Нанокристаллические взрывчатые вещества. Общие понятия. Свойства.....	145
Вопросы к главе 3	154
Список литературы к главе 3.....	155
Глава 4. Чувствительность и инициирующая способность ИВВ и методы испытаний для их определения.....	160
4.1. Чувствительность к механическим воздействиям	160
4.1.1. Теория чувствительности взрывчатых веществ.....	160
4.1.2. Испытания ИВВ на чувствительность к удару	164
4.1.3. Определение чувствительности ИВВ к трению	168
4.1.4. Факторы, влияющие на механическую чувствительность ИВВ	170
4.2. Чувствительность ИВВ к тепловому воздействию	172
4.3 Инициирующая способность. Влияющие факторы. Методы определения	176
Вопросы к главе 4	183
Список литературы к главе 4.....	184
Глава 5. Химическая и физическая стойкость ИВВ и методы их определения. Обеспечение безопасности при эксплуатации ИВВ	186
5.1. Химическая стойкость ИВВ и методы ее определения	186
5.2. Физическая стойкость ИВВ	191
5.3. Обеспечение безопасности при эксплуатации ИВВ	191
Вопросы к главе 5	197
Список литературы к главе 5.....	197
Глава 6. Элементы физики горения и взрыва инициирующих взрывчатых веществ и составов. Физический взрыв проводника и полупроводника.....	199
6.1. Предвзрывные явления в инициирующих ВВ	199
6.1.1. Общие замечания	199
6.1.2. Механизмы предвзрывных процессов в инициирующих ВВ при механических воздействиях малой интенсивности	203
6.2. Горение инициирующих ВВ и воспламенительных составов	207
6.2.1. Горение ИВВ	207
6.2.2. Горение ударно-воспламенительных составов.....	212
6.2.3. Особенности горения замедлительных составов.....	214
6.3. Детонация инициирующих взрывчатых веществ.....	217
6.4. Понятие о кумулятивном действии взрыва. Основы теории проникания кумулятивных струй.....	223
6.5. Электрический взрыв проводников и полупроводников	229
Вопросы к главе 6	233
Список литературы к главе 6.....	233
Глава 7. Средства инициирования. Конструкции. Технология	238
7.1. Типовые цепи инициирования	238
7.1.1. Общие сведения.....	238

7.1.2. Огневые цепи взрывателей	239
7.2. Средства воспламенения	241
7.2.1. Классификация средств воспламенения и технические требования к ним	241
7.2.2. Капсюли-воспламенители и технология их снаряжения	242
7.2.3. Средства воспламенения патронов малокалиберной артиллерии	285
7.2.4. Средства воспламенения боеприпасов среднего и крупного калибра	289
7.2.5. Электрические средства воспламенения для двигателей и систем пиропатроники ракетной техники	295
7.2.6. Средства воспламенения специального назначения	304
7.3. Средства детонирования	307
7.3.1. Классификация средств детонирования и технические требования к ним	307
7.3.2. Лучевые капсюли-детонаторы	308
7.3.3. Накольные капсюли-детонаторы	310
7.3.4. Технология снаряжения капсюлей-детонаторов лучевого и кольного действия	311
7.3.5. Капсюли-детонаторы электрического действия	312
7.3.6. Подрывные средства инициирования и технология их изготовления	325
7.3.7. Перспективные (полупроводниковые, оптические и электромеханические) детонаторы	342
7.4. Детонирующие шнуры и шнуровые кумулятивные заряды	352
7.4.1. Детонирующие шнуры	352
7.4.2. Шнуровые кумулятивные заряды	364
7.5. Средства разделения	365
7.5.1. Удлиненные кумулятивные заряды и технология их изготовления	366
7.5.2. Разрывные болты	376
7.6. Пиропатроны	382
Список вопросов к главе 7	388
Список литературы к главе 7	390
Глава 8. Методы испытаний средств инициирования	396
8.1. Испытания СИ неэлектрического действия	397
8.2. Испытания СИ электрического действия	398
Список вопросов к главе 8	405
Список литературы к главе 8	406
Заключение	407