

# Содержание

Предисловие к третьему изданию: 2019.....	xi
Предисловие ко второму изданию: 2010.....	xii
Предисловие к первому изданию: 1985.....	xiv
Об авторах.....	xvi
Предисловие переводчика.....	xvii
<b>Часть 1</b> Введение.....	<b>1</b>
Ознакомление с энергетическими материалами.....	1
Черный порох: начало пиротехники.....	3
Краткая история и культурное значение.....	5
<b>Часть 2</b> Основные химические понятия.....	<b>9</b>
Атомы и молекулы.....	9
Понятие молей.....	17
Реакции переноса электронов.....	19
Окислительно-восстановительная теория.....	19
Метод пировалентности: простой, но эффективный.....	21
Балансирование уравнений реакций.....	24
Обогащено ли химическое соединение топливом или кислородом?.....	25
Расчеты весовых коэффициентов.....	26
Анализ смеси методом пировалентности.....	27
Трехкомпонентные составы.....	27
Упражнения с пировалентностью.....	28
Другие примеры решений методом пировалентности.....	31
Электрохимия.....	32
Термодинамика.....	34
Введение в термодинамику.....	34
Теплота реакции.....	36
Скорость химической реакции.....	39
Высокоэнергетичные связи.....	42
Состояние вещества.....	43
Газы.....	44
Жидкости.....	45
Твердое состояние.....	46
Другие состояния материи.....	48
Кислоты и основания.....	48
Световое излучение.....	50
Молекулярное излучение.....	53
Излучение/эмиссия «черного тела».....	54
«Зеленая» химия и пиротехника: введение.....	54
Основные химические понятия: заключение.....	55

<b>Часть 3</b>	<b>Компоненты энергетических композиций.....</b>	<b>57</b>
	Введение.....	58
	Окислители.....	60
	Требования.....	60
	Нитрат калия ( $KNO_3$ ).....	64
	Хлорат калия ( $KClO_3$ ).....	64
	Перхлорат калия ( $KClO_4$ ).....	68
	Зеленая пиротехника: проблема перхлоратов.....	69
	Перхлорат аммония ( $NH_4ClO_4$ ).....	71
	Перхлорат аммония в сводках происшествий.....	72
	Динитрамиды: «зеленая» замена перхлоратов?.....	73
	Периодаты: «зеленая» замена перхлоратов?.....	74
	5-Аминотетразол: «зеленая» замена перхлоратов?.....	75
	Нитрат стронция [ $Sr(NO_3)_2$ ].....	75
	Нитрат бария [ $Ba(NO_3)_2$ ].....	76
	Оксид железа [ $Fe_2O_3$ и $Fe_3O_4$ ].....	76
	Другие окислители.....	77
	Окислители без кислорода.....	78
	Резюме по окислителям и их применению.....	78
	Выбор окислителя: сравнение.....	79
	Топливо.....	79
	Требования.....	79
	Обзор металлического топлива.....	81
	Алюминий (Al).....	83
	Магний (Mg).....	84
	Демилитаризация магния: регенерация методом «зеленой» пиротехники.....	85
	Магналий (магниево-алюминиевый сплав).....	85
	Железо (Fe).....	86
	Другие металлы.....	86
	Обзор неметаллического / элементарного топлива.....	87
	Сера.....	87
	Бор.....	89
	Кремний.....	90
	Фосфор.....	91
	Сульфидные соединения.....	92
	Обзор органического топлива.....	92
	Натуральное органическое топливо: шеллак и красная смола.....	94
	Древесный уголь.....	94
	Углеводы.....	95
	Другое органическое топливо.....	96
	Связующие вещества.....	97
	Обзор связующих веществ.....	97
	Большинство связующих веществ, также являются топливом.....	101
	Негорючие компоненты.....	102
	Краткая справка о цветных красителях.....	103
	Катализаторы.....	104
		104

	Соображения по объему газа: обзор.....	
	Примеры.....	105
	Заключение и практический выбор компонентов.....	105
<b>Часть 4</b>	<b>Принципы пиротехники.....</b>	<b>107</b>
	Введение.....	107
	Технические параметры пиротехнического явления.....	108
	Изменчивость пиротехнических составов.....	113
	Требования к «хорошей» высокоэнергетической смеси.....	119
	Приготовление высокоэнергетических смесей: введение.....	121
	Изменчивость изо дня в день.....	122
	Возможные области, в которых могут возникать изменения в производительности и чувствительности пиротехнических смесей в процессе производства .....	123
	Влияние старения на пиротехнические составы.....	124
	Пиротехнические принципы: заключение.....	125
<b>Часть 5</b>	<b>Пиротехническая лаборатория и анализ.....</b>	<b>127</b>
	Введение.....	127
	Пиротехническая лаборатория.....	128
	Место хранения.....	128
	Безопасность: средства индивидуальной защиты и общепринятая практика.....	129
	Приготовление составов.....	131
	Калибровка частиц и порошков.....	133
	Взвешивание химических веществ.....	135
	Смешивание композиций.....	136
	Использование лабораторного вытяжного шкафа в качестве «стрельбища».....	137
	Подготовка лабораторного вытяжного шкафа/полигона для стрельбы.....	137
	Воспламенение состава.....	137
	Очистка и заключительные замечания по безопасности.....	138
	Анализ в пиротехнике.....	139
	Введение в анализ пиротехнических составов.....	139
	Термический анализ.....	140
	Измерение тепловой мощности.....	144
	Спектроскопия.....	144
	Микроскопия.....	145
	Измерение влажности.....	145
	Другое оборудование и техника.....	145
	Анализ технологических рисков.....	146
	Пиротехническая лаборатория и анализ: заключение.....	146
<b>Часть 6</b>	<b>Воспламенение и распространение.....</b>	<b>147</b>
	Ознакомление с принципами воспламенения.....	148
	Воспламенение: методы.....	148
	Воспламенение: начало и дальнейший процесс.....	149

Горение, дефлаграция и детонация.....	149
Факторы воспламенения: часть 1.....	150
Структура решетки, движение, реактивность и «температура Таммана».....	152
Факторы воспламенения: часть 2.....	153
Температура воспламенения.....	157
Методы определения температуры воспламенения.....	158
Воспламенение: заключение.....	161
Распространение горения.....	161
Введение и оценка распространения.....	161
Влияние выбора компонентов.....	162
Влияние соотношения масс и стехиометрии.....	163
Влияние других факторов: теплопередачи, плотности загрузки и влажности.....	164
Влияние внешнего давления и сдерживания.....	165
Влияние внешней температуры.....	168
Площадь горящей поверхности.....	169
Дефлаграционно – детонационные переходы (ДДП).....	170
Скорость горения: обзор.....	171
Температура пламени.....	171
Индекс распространения.....	175
Воспламенение и распространение: заключение.....	176
<b>Часть 7</b> Чувствительность.....	177
Тестирование чувствительности: введение.....	177
Чувствительность к воспламенению: статистическое событие.....	178
Тестирование чувствительности: проблемы безопасности.....	179
Изменчивость результатов тестирования чувствительности.....	180
Чувствительность к искре.....	181
Чувствительность к трению.....	184
Чувствительность к удару.....	186
Тепловая чувствительность.....	189
Обзор тепловой чувствительности.....	189
Разнонаправленное изменение чувствительности.....	192
Шоковая чувствительность: краткое примечание.....	193
Перепроектирование композиции с учетом соображений чувствительности.....	194
Пиротехническая чувствительность: заключение.....	195
<b>Часть 8</b> Тепловые составы: зажигательные смеси, замедлители и термиты.....	197
Производство тепла.....	198
Воспламенители и замедлители: терминология.....	198
Воспламенительные и первичные составы.....	201
Замедлительные составы.....	204
Термодинамика замедлительных составов.....	206
Стехиометрия замедлительных составов.....	207
«Зеленая пиротехника» для систем задержки.....	209
Термит и терматные смеси.....	210

	Тепловые составы: заключение.....	212
<b>Часть 9</b>	<b>Пропелленты: краткий обзор.....</b>	<b>213</b>
	Пропелленты: введение.....	214
	Первый пропеллент: черный порох.....	215
	Бездымный порох.....	216
	Топливо для ракет-носителей.....	220
	Пропелленты для снарядов в сравнении с ракетным топливом.....	221
	Современные пропелленты.....	222
<b>Часть 10</b>	<b>Производство света и цвета.....</b>	<b>225</b>
	Введение.....	226
	Композиции белого света.....	226
	Обзор условий получения белого света.....	226
	Осветительные композиции и факелы.....	227
	«Фотоосветительные» составы.....	230
	«Зеленая пиротехника» для фотоосветительных композиций.....	231
	Производство искр.....	231
	Стробы или «мерцающие» составы.....	233
	Другие световые эффекты: флиттер и глиттер.....	234
	Производство цветного света.....	235
	Обзор производства цветного света.....	235
	Выбор окислителя.....	238
	Топливо и скорость горения.....	239
	Серия цветов Велайна.....	240
	Интенсификация цвета с помощью хлора.....	240
	Составы красных огней: классические системы на основе стронция.....	242
	Составы красных огней: альтернатива на основе лития.....	243
	Составы зеленых огней: классические системы на основе бария.....	245
	Составы зеленых огней: «зеленая пиротехника» с составами на основе бора.....	248
	Составы синих огней: классические системы на основе хлорида меди.....	248
	Составы синих огней: «зеленая пиротехника» с составами на основе йодида и бромида меди.....	251
	Составы пурпурных огней.....	251
	Составы желтых огней: натрий.....	252
	Примеси натрия: осторожность в производстве цвета.....	253
	Составы оранжевого пламени: комбинации кальция и натрия / стронция.....	254
	Пиротехническое инфракрасное излучение.....	254
	Производство света и цвета: заключение.....	256
<b>Часть 11</b>	<b>Производство дыма.....</b>	<b>257</b>
	Введение.....	257
	Генерация и диспергирование твердых частиц.....	258
	Испарение летучих веществ.....	259
	Цветные дымовые смеси.....	259

Обзор производства цветного дыма.....	259
«Зеленая пиротехника»: экологически чистый желтый дым.....	262
Производство белого дыма.....	264
Представление о производстве белого дыма.....	264
«Зеленая пиротехника»: исследование замены дыма НС.....	267
Заключение: проблемы и возможности дымообразования.....	269
<b>Часть 12</b> Производство звука.....	271
Производство шума: разрыв.....	271
Свистки.....	274
Трещащий эффект.....	275
Заключительные замечания по изучению пиротехнической химии.....	277
<b>Часть 13</b> Благодарности и дальнейшее исследование.....	279
Благодарности и признательность.....	279
Дополнительные ресурсы для изучения пиротехники.....	280
Ссылки на публикации.....	283
Алфавитный указатель.....	299