

مواد پرانرژی

(مواد منفجره، پشرانه و پیروتکنیک)

مترجمان: یداله بیات، هاتف ایروانی، اصغر ساکی نژاد، احسان
نریمانی و محسن محقق

سرشناسه: آگراوال، ج. پی. Agrawal' J. P.

عنوان و نام پدیدآور: مواد پر انرژی (مواد منفجره، پیشرانه و پیروتکنیک) [ج. پی آگراوال؛ مترجمان یدالله بیات ... (و دیگران)].
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۳. مشخصات ظاهری: م. ۶۹۶ ص.

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی: High energy materials.

یادداشت: مترجمان یدالله بیات، هاتف ایروانی، اصغر ساکی نژاد، احسان نریمانی و محسن محقق.

یادداشت: کتاب حاضر نخستین بار تحت عنوان "مواد پر انرژی (منفجره، پیشرانه، پیروتکنیک) پیشرانه‌ها" در سال ۱۳۹۳ توسط دانشگاه جامع امام حسین (ع)، موسسه چاپ و انتشارات فیبا گرفته است.

عنوان دیگر: مواد پر انرژی (منفجره، پیشرانه، پیروتکنیک) پیشرانه‌ها.

موضوع: مواد منفجره

شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی مالک اشتر

شناسه افزوده: بیات، یدالله. - مترجم ۱۳۴۹ -

کتابشناسی ملی: ۳۵۴۸۳۷۵

رده‌بندی دیویی: ۶۶۲/۳

رده‌بندی کلاس: ۱۳۹۳ م ۸/۱۷ TP۲۷۰



انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر



دانشگاه صنعتی مالک اشتر

مجمع دانشگاهی شیمی و مهندسی شیمی

عنوان کتاب: مواد پر انرژی (مواد منفجره، پیشرانه و پیروتکنیک)

مترجمین: یدالله بیات، هاتف ایروانی، اصغر ساکی نژاد،

احسان نریمانی، محسن محقق

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر

طرح روی جلد: حسین دهقانی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر

صفحه‌آرایی رایانه‌ای: سید عسگری

ویراستار ادبی: زری جلیلی آل‌سعدی

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، تابستان ۹۳

قیمت: ۳۱۶.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5665-85-7

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۶۵-۸۵-۷

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و مدیریت دانش.

مدیریت انتشارات. تلفن: ۳۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیشگفتار مولف	۱
سیاسگذاری ها	۵
پیشگفتار ترجمه	۷
فصل اول. نکات های بارز مواد منفجره	۳
۱-۱- مقدمه	۳
۲-۱- تعریف	۶
۱-۲-۱- رها سازی حرما	۶
۲-۲-۱- سرعت واکنش	۷
۳-۱- طبقه بندی	۹
۱-۳-۱- مواد منفجره نظامی	۱۰
۱-۳-۱-۱- منفجر شونده ها یا مواد منفجره فوی	۱۱
۱-۳-۱-۲- مواد منفجره با سرعت سوختن پایین یا مواد منفجره ضعیف	۱۳
۱-۳-۱-۳-۱- پیرو تکنیک ها	۱۵
۲-۳-۱- مواد منفجره غیر نظامی	۱۸
۱-۲-۳-۱- مواد منفجره مجاز	۱۹
۲-۲-۳-۱- مواد منفجره غیر مجاز	۱۹
۴-۱- مشخصه های اساسی	۲۳
۱-۴-۱- سازگاری و پایداری	۲۴
۲-۴-۱- موازنه اکسیژن	۲۹

- ۳-۴-۱ حساسیت پذیری و حساسیت ۳۳
- ۱-۳-۴-۱ حساسیت پذیری به ضربه ۳۳
- ۲-۳-۴-۱ حساسیت پذیری به اصطکاک ۳۴
- ۳-۳-۴-۱ حساسیت پذیری به شوک ۳۴
- ۱-۳-۴-۱ حساسیت پذیری به جرقه ۳۵
- ۵-۱-۴-۱ حساسیت پذیری به گرما ۳۵
- ۴-۴-۱ گرمای تحریک ۴۱
- ۵-۴-۱ گرمای انفجار و سوالات گازی ۴۴
- ۶-۴-۱ سرعت انفجار (VOD) ۴۹
- ۷-۴-۱ فشار انفجار (P_{ej} یا D_1) ۵۲
- ۸-۴-۱ توان یا قدرت ماده منفجره ۵۲
- ۹-۴-۱ قدرت شکستن ۵۳
- ۵-۵-۱ الزامات اضافی برای مواد منفجره نظامی ۵۵
- ۱-۵-۱ فراریت ۵۵
- ۲-۵-۱ سمیت ۵۵
- ۳-۵-۱ رطوبت پذیری ۵۶
- ۴-۵-۱ دانسیته ۵۶
- ۵-۵-۱ عمر ۵۷
- ۶-۵-۱ قابلیت دسترسی، قیمت و غیرنظامی کردن یا بازیافت ۵۷
- ۷-۵-۱ سازگاری با محیط زیست ۵۸
- ۶-۱ کاربردهای مواد منفجره ۶۱

۶۲	۱-۶-۱- کاربردهای نظامی
۶۴	۱-۱-۶-۱- پوسته ها
۶۴	۱-۶-۱-۲- بمب ها
۶۵	۱-۶-۱-۳- نارنجک ها
۶۶	۱-۶-۱-۴- اژدرها
۶۶	۱-۶-۱-۵- خرج های اصلی انفجاری
۶۷	۱-۶-۱-۶- سربسنگ ها
۷۱	۱-۶-۲- کاربردهای تجاری
۷۲	۱-۶-۲-۱- استخراج زغال سنگ
۷۳	۱-۶-۲-۲- تونل زنی
۷۴	۱-۶-۲-۳- معدن سنگ
۷۴	۱-۶-۲-۴- سایر معدن کاری ها
۷۴	۱-۶-۳- مواد منفجره نظامی در کاربردهای تجاری
۷۵	۱-۶-۳-۱- آغازگرها
۷۵	۱-۶-۳-۲- سامانه جهشی صندلی خلبان
۷۶	۱-۶-۳-۳- سوخت در ارتفاع بالا
۷۷	۱-۶-۳-۴- ترکیب احیا کننده هوا
۷۸	۱-۶-۳-۵- روکش کاری و جوشکاری فلزی
۸۰	۱-۶-۳-۶- فلز کاری
۸۰	۱-۶-۳-۷- شکل دهی انفجاری
۸۱	۱-۶-۳-۸- برش کاری انفجاری

- ۱-۴-۶-۱ کاربردهای فضایی ۸۱
- ۱-۴-۶-۱ راکت‌های جامد و مایع برای کاربردهای فضایی ۸۱
- ۱-۴-۶-۲ وسایل مختلف پرتاب ماهواره هندی ۸۵
- ۱-۴-۶-۳ مواد منفجره، پیشرانه‌ها ۸۷
- ۱-۴-۶-۵ کاربردهای هسته‌ای ۸۹
- ۱-۴-۶-۱ انواع سلاح‌های هسته‌ای ۸۹
- ۱-۴-۶-۲ ساخت ۹۱
- ۱-۴-۶-۳ مواد شکافتنی و لیزهای انفجاری ۹۳
- ۱-۴-۶-۴ مواد منفجره و آلودگی‌های به کار رفته در سلاح‌های هسته‌ای ۹۷
- ۱-۴-۶-۶ کاربردهای متفرقه و کوانتوم ۱۰۱
- ۱-۴-۶-۱ کشاورزی ۱۰۱
- ۱-۴-۶-۲ فرمولاسیون‌های انفجاری و PLX های مورد ۱۰۱
- ۱-۴-۶-۳ صنعت دارویی ۱۰۱
- ۱-۴-۶-۴ صنعت غذایی ۱۰۲
- ۱-۴-۶-۵ مهندسی عمران ۱۰۳
- ۱-۴-۶-۶ صنعت خودرو ۱۰۴
- ۱-۴-۶-۷ صنعت نفت و گاز ۱۰۴
- ۷-۱ مراجع ۱۰۶
- فصل دوم: وضعیت مواد منفجره ۱۱۵
- ۱-۲ مقدمه ۱۱۵
- ۱-۱ جنبه‌های تاریخی ۱۱۵

۱۱۸.....	۲-۲- وضعیت کنونی و آینده مواد منفجره
۱۱۸.....	۲-۲-۱- بودر سیاه
۱۱۹.....	۲-۲-۲- تری نیترو تولوئن
۱۲۰.....	۲-۲-۳- تریل
۱۲۱.....	۲-۲-۴- نیترو گلیسرین
۱۲۲.....	۲-۲-۵- پنا میت
۱۲۳.....	۲-۲-۶- تانارون تترائترات
۱۲۳.....	۲-۲-۷- نیترو سار
۱۲۶.....	۲-۲-۸- پلی وینیل نیترات
۱۲۷.....	۲-۲-۹- فولمینات جیوه
۱۲۸.....	۲-۲-۱۰- آزید سرب
۱۳۱.....	۲-۲-۱۱- پیکریک اسید، پیکرات سرب، پیکرات آمونیوم
۱۳۲.....	۲-۲-۱۲- استیفات سرب (۲، ۴، ۶- تری نیترو ریمینات سرب)
۱۳۴.....	۲-۲-۱۳- دی آزو دی نیترو فنول
۱۳۵.....	۲-۲-۱۴- ترازن
۱۳۶.....	۲-۲-۱۵- مرکوریک-۵- نیترو ترازول
۱۳۸.....	۲-۲-۱۶- ترکیب انفجاری سازمان تحقیقات
۱۳۹.....	۲-۲-۱۷- ترکیب انفجاری دیرگداز
۱۴۱.....	۲-۲-۱۸- مواد منفجره «مقاوم در برابر حرارت» یا «پایدار در برابر گرما»
۱۴۲.....	۲-۲-۱۸-۱- روش های متداول برای سنتز TATB، ۵.....
۱۵۸.....	۲-۲-۱۸-۲- ترکیب ۳، ۳'- دی آمینو- ۲، ۲'، ۴، ۴'، ۶، ۶'- هگزانیترو.....

- ۱۵۹..... ۳-۱۸-۲-۲ سری مواد منفجره N^2 و N^4 و N^6 -تری پیکریل
- ۱۶۰..... ۴-۱۸-۲-۲ ترانیترو دی بنزو-۱، ۳، ۴، ۴a-ترا آزا پنتالن
- ۱۶۲..... ۵-۱۸-۲-۲ ترکیب ۲، ۶- بیس (پیکریل آمینو)-۳، ۵-دی نیترو پیریدین
- ۱۶۲..... ۶-۱۸-۲-۲ ترکیب ۲، ۵-دی پیکریل-۱، ۳، ۴-اکسادی آزول
- ۱۶۳..... ۱۸-۲-۲ ترکیب ۲، ۲'، ۴، ۴'، ۴'، ۶'، ۶'-نونانیترو ترفنیل
- ۱۶۴..... ۱۸-۲-۲ ترکیب ۳، ۵-دی آمینو-۲، ۶-دی نیترو پیریدین-N-اکساید
- ۱۶۴..... ۱۸-۲-۲ ترکیب N-N بیس (۱، ۲، ۴-تری آزول-۳-ایل)
- ۱۶۸..... ۱۹-۲-۲ مواد منفجره با کاربرد بالا (دانسیته و سرعت انفجار بالا)
- ۱۶۸..... ۱۹-۲-۲ روش های کلی ایستادن مواد منفجره با
- ۱۷۸..... ۲-۱۹-۲-۲ ترکیب ۱، ۳، ۴، ۶-انبرو گلیکول یوریل
- ۱۷۹..... ۳-۱۹-۲-۲ ترانیترو پروپان دی اوره
- ۱۸۱..... ۴-۱۹-۲-۲ ترکیب ۱، ۳، ۵، ۵-ترانیترو هگزا هیدرو پیریمیدین
- ۱۸۲..... ۲۰-۲-۲ مواد منفجره قابل ریخته گری
- ۱۸۳..... ۱-۲۰-۲-۲ تریس-X و متیل تریس-X
- ۱۸۴..... ۲-۲۰-۲-۲ ترکیب ۱، ۳، ۳-تری نیترو آزتیدین
- ۱۸۵..... ۳-۲۰-۲-۲ ترکیب ۴، ۴'-دی نیترو-۲، ۳'-بی فورازان
- ۱۸۷..... ۲۱-۲-۲ مواد منفجره قوی غیر حساس
- ۱۸۹..... ۱-۲۱-۲-۲ اکسی نیترو تریازول یا نیترو تری آزولون
- ۱۹۲..... ۲-۲۱-۲-۲ دی نیترو گلیکواایموریل
- ۱۹۲..... ۳-۲۱-۲-۲ آمینونیترو تریازول
- ۱۹۴..... ۴-۲۱-۲-۲ ترانس-۱، ۴، ۵، ۸-ترانیترو-۱، ۴، ۵، ۸-ترا آزا دکالین

۲-۲-۲۲- بایندرها و نرم کننده‌های پرانرژی ۱۹۵

۲-۲-۲۲-۱- بایندرها و پرانرژی ۱۹۵

۲-۲-۲۲-۲- نرم کننده‌های پرانرژی ۱۹۷

۲-۲-۲۳- مواد پرانرژی سنتز شده با استفاده از دی‌نیترژن پتوکسید ۱۹۷

۲-۲-۲۴- مواد منفجره نوین ۲۰۰

۲-۲-۲۵- فرمولاسیون‌های مهم بر پایه TATB، CI-20، NTO ۲۰۳

۲-۲-۲۵-۱- فرمولاسیون‌های بر پایه TATB ۲۰۴

۲-۲-۲۵-۲- فرمولاسیون‌های بر پایه CI-20 ۲۰۷

۲-۲-۲۵-۳- فرمولاسیون‌های بر پایه NTO ۲۱۰

۲-۲-۲۵-۴- PBX های SNPE ۲۱۵

۲-۲-۲۵-۵- مواد منفجره LOI ۲۱۶

۲-۲-۲۵-۶- فرمولاسیون‌های آمریکایی ۲۱۸

۲-۲-۲۶- سرب آزید پایه ۲۱۹

۲-۲-۲۷- هگزاکس (آزیدو متیل) بنزن ۲۲۳

۲-۲-۲۸- تتراآمین-سیس-سیس (۵-نیترو-۲H-تترازول-۵-یل) (N) ۲۲۵

۲-۲-۲۹- اکتانیتروکوبان (ONC) ۲۲۹

۲-۲-۳۰- نیکل هیدرازین نترات ۲۳۲

۲-۲-۳۱- مواد منفجره بر پایه فورازان، فوراکسان و تترازین ۲۳۴

۲-۲-۳۲- مواد پرانرژی با محتوای بالای نیترژن ۲۳۶

۲-۲-۳۳- مواد منفجره هوا-سوخت ۲۴۱

۲-۲-۳۳- رویکرد تحقیقات آینده ۲۴۵

- ۲۴۵..... ۱-۳-۲- مواد منفجره با کارایی بالا، پایدار در مقابل حرارت و غیرحساس
- ۲۴۷..... ۲-۳-۲- مواد منفجره قابل ذوب و ریخته‌گری
- ۲۴۷..... ۳-۳-۲- بایندرها و نرم‌کننده‌های پرانرژی
- ۲۴۷..... ۴-۳-۲- اندازه ذرات مواد منفجره
- ۲۴۹..... ۵-۳-۲- مواد منفجره و فرایندهای تولید دوست‌دار محیط زیست
- ۲۵۰..... ۴-۲- مرجع
- ۲۷۱..... فصل سوم: فنون فرآیندی و ارزیابی مواد منفجره
- ۲۷۱..... ۱-۳- مقدمه
- ۲۷۱..... ۲-۳- فنون فرایندی مواد منفجره
- ۲۷۲..... ۱-۲-۳- ریخته‌گری
- ۲۷۲..... ۱-۱-۲-۳- ریخته‌گری مذاب
- ۲۷۴..... ۲-۱-۲-۳- ریخته‌گری عادی
- ۲۷۶..... ۳-۱-۲-۳- ریخته‌گری ارتعاشی یا ته‌نشینی
- ۲۷۶..... ۴-۱-۲-۳- ریخته‌گری فشرده یا فشاری
- ۲۷۶..... ۲-۲-۳- اکستروژن (عملیات فشارکاری)
- ۲۷۷..... ۳-۲-۳- پرس کاری
- ۲۷۷..... ۱-۳-۲-۳- پرس کاری یک طرفه
- ۲۷۷..... ۲-۳-۲-۳- پرس کاری دو طرفه
- ۲۷۸..... ۳-۳-۲-۳- پرس کاری افزایشی
- ۲۷۸..... ۴-۳-۲-۳- پرس کاری هیدرواستاتیکی
- ۲۷۹..... ۵-۳-۲-۳- پرس کاری ایزواستاتیکی

۲۸۲	۳-۳-۳- اصول مربوط به فرمولاسیون
۲۸۲	۳-۳-۱- فرمولاسیون‌های رایج
۲۸۴	۳-۳-۲- فرمولاسیون‌های انفجاری آلومینیوم‌دار شده
۲۸۵	۳-۳-۳- مواد منفجره ورقه‌ای
۲۸۶	۳-۳-۴- مواد منفجره پلیمری
۲۹۰	۳-۴-۲- رزایی مواد منفجره
۲۹۱	۳-۴-۱- بین‌بارداری و پایداری مواد منفجره
۲۹۳	۳-۴-۱-۱- تعیین پایداری، خلأ
۲۹۷	۳-۴-۱-۲- آزمون حرارت
۲۹۷	۳-۴-۱-۳- آزمون حساسیت به ضربه
۲۹۸	۳-۴-۲- حساسیت مواد منفجره به گرما، ضربه، اصطکاک، جرقه و شوک
۲۹۹	۳-۴-۱-۲- نحوه تعیین حساسیت گرمایی
۳۱۱	۳-۴-۲-۲- تعیین حساسیت به ضربه
۳۱۹	۳-۴-۲-۳- تعیین حساسیت به اصطکاک
۳۲۲	۳-۴-۲-۴- تعیین حساسیت به جرقه الکتریکی
۳۲۳	۳-۴-۲-۵- تعیین حساسیت به شوک
۳۲۴	۳-۴-۳- تعیین سرعت دتوئیشن
۳۲۵	۳-۴-۱-۳- روش لرزش سنج پینی (DOT)
۳۳۰	۳-۴-۲-۲- روش داوتریج
۳۳۲	۴-۴-۳- تعیین فشار موج انفجاری
۳۳۳	۴-۴-۵- تعیین قدرت

۳۳۶	۵-۳- مراجع
۳۴۲	فصل چهارم: پیشرانه‌ها
۳۴۲	۱-۴- مقدمه
۳۴۲	۲-۴- طبقه‌بندی پیشرانه‌ها
۳۴۴	۳-۴- پیشرانه‌های مایع
۳۴۹	۴-۴- پیشرانه‌های جامد
۳۵۰	۱-۴-۴- پیشرانه‌های هم‌گن
۳۵۰	۱-۱-۴-۴- پیشرانه‌های تک‌پایه
۳۵۰	۲-۱-۴-۴- پیشرانه‌های دوپایه
۳۵۱	۲-۴-۴- پیشرانه‌های غیرهمگن
۳۵۱	۱-۲-۴-۴- پیشرانه‌های کامپوزیت
۳۵۲	۲-۲-۴-۴- پیشرانه دوپایه اصلاح شده کامپوزیت (CMDF)
۳۵۲	۳-۲-۴-۴- پیشرانه‌های غنی شده فلزی
۳۵۵	۵-۴- پیشرانه‌های هیبریدی
۳۵۶	۶-۴- پیشرانه‌های تیکسوتروپیک
۳۵۷	۷-۴- عملکرد پیشرانه‌ها
۳۵۷	۱-۷-۴- پیشرانه‌های تفنگی
۳۵۸	۱-۱-۷-۴- ثابت نیرو
۳۵۹	۲-۱-۷-۴- ضریب سرعت سوزش
۳۵۹	۳-۱-۷-۴- چالاکی
۳۵۹	۴-۱-۷-۴- سرعت دهانه

- ۳۶۰..... ۴-۷-۱-۵- بازده سامانه تفنگ و خرج
- ۳۶۱..... ۴-۷-۲- پیشران‌های راکتی
- ۳۶۱..... ۴-۷-۲-۱- سرعت سوزش
- ۳۶۳..... ۴-۷-۲-۲- تراست
- ۳۶۳..... ۴-۷-۳-۱- ایمپالس ویژه (lsp)
- ۳۶۵..... ۴-۷-۳-۲- فشار محفظه
- ۳۶۵..... ۴-۷-۳-۲-۸- نسبت مشخصه (C^*)
- ۳۶۵..... ۴-۷-۳-۲-۶- نسبت دبی
- ۳۶۸..... ۴-۸- فرمولاسیون پیشران‌های تفنگی
- ۳۷۰..... ۴-۹- اجزای پیشران‌های تفنگی
- ۳۷۱..... ۴-۹-۱-۱- پیشران‌های پرائرژری (باتش بال)
- ۳۷۲..... ۴-۹-۱-۱-۹- پیشران‌های تفنگی با آسیب‌پذیری کم (LOVA)
- ۳۷۲..... ۴-۹-۱-۱-۱-۱- اجزای پیشران‌های تفنگی LOVA
- ۳۷۶..... ۴-۹-۲- پیشران‌های تفنگی مایع
- ۳۷۷..... ۴-۹-۲-۱- پیشران‌های تفنگی مایع هیدروکسیل آمونیوم نترات
- ۳۸۰..... ۴-۹-۲-۲- پیشران‌های تفنگی مایع DMAZ
- ۳۸۱..... ۴-۱۰-۱- اجزای پیشران‌های جامد راکت
- ۳۸۲..... ۴-۱۰-۱-۱- اکسیدکننده‌ها
- ۳۸۴..... ۴-۱۰-۱-۱-۱- آمونیوم نترات
- ۳۸۶..... ۴-۱۰-۱-۲- آمونیوم دی‌نتر آمید
- ۳۸۹..... ۴-۱۰-۱-۳- هیدرازنیوم نیتروفرمات

۳۹۶	۴-۱۰-۲-بایندر ها
۳۹۷	۴-۱۰-۱-۱-خصوصیات بایندر ها
۳۹۸	۴-۱۰-۲-۲-بایندرهای پلی یورتان
۴۰۶	۴-۱۰-۲-۳-بایندرهای جدید
۴۳۰	۴-۱۰-۳-ترخه های فلزی
۴۳۳	۴-۱۰-۱-۱-نرم کننده ها
۴۳۳	۴-۱۰-۱-۱-طیله بندی نرم کننده ها
۴۳۴	۴-۱۰-۲-۲-خصوصیات نرم کننده ها
۴۳۵	۴-۱۰-۲-۳-عمل کردن نرم کننده ها
۴۳۶	۴-۱۰-۴-۴-مهاجرت نرم کننده ها
۴۳۹	۴-۱۰-۵-۴-نرم کننده های جدید
۴۴۶	۴-۱۰-۵-عوامل پیوندی
۴۴۹	۴-۱۰-۶-پایدار کننده ها
۴۵۳	۴-۱۰-۷-اصلاح کننده های سرعت سوزش
۴۵۴	۴-۱۰-۷-۱-اصلاح کننده سرعت سوزش برای پیشرانه های LB
۴۵۷	۴-۱۰-۷-۲-اصلاح کننده های غیرسمی و کم سمی برای پیشرانه های LB
۴۵۸	۴-۱۰-۷-۳-اصلاح کننده های سرعت سوزش برای پیشرانه های CMDB
۴۵۸	۴-۱۰-۷-۴-اصلاح کننده های سرعت سوزش برای پیشرانه های کامپوزیت
۴۶۷	۴-۱۱-۱۱-محافظت کاری پیشرانه های راکتی
۴۶۸	۴-۱۱-۱-۱-خصوصیات مواد محافظت کننده
۴۶۹	۴-۱۱-۲-آزمون محافظت کننده ها

۴۶۹.....	۳-۱۱-۴-ارزیابی بالستیکی پیشرانه‌های محافظت‌شده
۴۷۱.....	۴-۱۱-۴-مواد محافظت‌کننده
۴۷۳.....	۵-۱۱-۴-فنون محافظت‌کاری
۴۷۳.....	۴-۱۱-۵-۱-فن ماسوره
۴۷۳.....	۴-۱۱-۲-۲-فن نواریچی
۴۷۳.....	۴-۱۱-۵-۱-فن ریخته‌گری
۴۷۴.....	۴-۱۱-۵-۴-۴-فن ریخته‌گری
۴۷۶.....	۴-۱۱-۵-۵-۵-۵-فن محافظت‌کاری ماسوره‌ای
۴۷۸.....	۶-۱۱-۴-محافظت‌کاری پیشرانه‌ای دوطایه
۴۸۱.....	۴-۱۱-۶-۱-مناسب‌سازی مواد پلی‌استرهای غیراشباع
۴۸۳.....	۴-۱۱-۶-۲-گرایش‌ها و تلاش‌های اخیر
۴۸۴.....	۷-۱۱-۴-محافظت‌کاری پیشرانه‌های کامپوزیت
۴۸۵.....	۴-۱۱-۷-۱-شیمی رزین‌های اپوکسی
۴۹۳.....	۴-۱۱-۷-۲-سامانه‌های جدید
۴۹۴.....	۴-۱۱-۷-۳-مهاجرت نرم‌کننده در پیشرانه‌های کامپوزیت
۴۹۴.....	۸-۱۱-۴-محافظت پیشرانه‌های CMDB
۵۰۰.....	۴-۱۲-۱۲-عایق‌کاری موتورهای راکت
۵۰۱.....	۴-۱۲-۱-خواص مواد عایق یا عایق‌کننده‌ها
۵۰۲.....	۴-۱۲-۲-مواد عایق‌کاری
۵۰۳.....	۴-۱۲-۳-فرایند عایق‌کاری موتورها
۵۰۴.....	۴-۱۲-۴-آینده مواد عایق

۵۰۷.....	۱۳-۴-مراجع
۵۲۱.....	فصل پنجم: پیروتکنیک‌ها
۵۲۱.....	۱-۵- معرفی
۵۲۳.....	۲-۵- گونه‌های عمومی پیروتکنیک‌ها
۵۲۴.....	۳-۵- اجزاء فرمولاسیون‌های پیروتکنیک
۵۲۴.....	۳-۵- ساخت‌ها
۵۲۶.....	۳-۵-۲- اکسیدکننده
۵۲۷.....	۳-۵-۳- بایندرها
۵۲۸.....	۳-۵-۴- خنک‌کننده‌ها
۵۲۸.....	۳-۵-۵- تأخیراندازها
۵۲۸.....	۳-۵-۶- رنگ‌ها
۵۲۸.....	۳-۵-۷- شدت دهنده‌های رنگ
۵۲۹.....	۳-۵-۸- تعدیل‌کننده‌ها
۵۲۹.....	۴-۵- خواص مهم اجزاء برای فرمولاسیون‌های پیروتکنیک
۵۳۰.....	۴-۵-۱- چگالی
۵۳۰.....	۴-۵-۲- رطوبت‌پذیری
۵۳۱.....	۴-۵-۳- دمای ذوب و جوش و تجزیه
۵۳۲.....	۴-۵-۴- محتوای اکسیژن اکسیدکننده
۵۳۳.....	۴-۵-۵- هدایت حرارتی سوخت‌ها و نگهدارنده‌ها
۵۳۳.....	۴-۵-۶- طبیعت محصولات احتراق
۵۳۳.....	۴-۵-۷- میزان سمیت اجزاء ترکیبی

۵-۵-۵-۱- فرمولاسیون‌های پیرو تکنیکی ۵۳۵

۵-۵-۵-۲- فرمولاسیون نورافشان ۵۳۵

۵-۵-۵-۳- ماهیت شیمیایی سوخت و اکسید کننده، نسبت و اندازه ذرات ۵۳۷

۵-۵-۵-۴- فرمولاسیون رسام ۵۴۳

۵-۵-۵-۵- فرمولاسیون تولید کننده فوتوفلاش ۵۴۵

۵-۵-۵-۶- فرمولاسیون‌های تولید کننده سیگنال ۵۴۶

۵-۵-۵-۷- فرمولاسیون‌های شعله مادون قرمز ۵۴۷

۵-۵-۵-۸- برنج ریزنده های فرمولاسیون نورافشان ۵۵۲

۵-۵-۵-۹- فرمولاسیون‌های تأخیری ۵۵۶

۵-۵-۵-۱۰- الزامات یک فرمولاسیون پیروتکنیک تأخیری ۵۵۷

۵-۵-۵-۱۱- عوامل مؤثر بر عملکرد فرمولاسیون تأخیری ۵۵۹

۵-۵-۵-۱۲- انواع فرمولاسیون‌های تأخیری ۵۶۰

۵-۵-۵-۱۳- فرمولاسیون تولید کننده دود ۵۶۳

۵-۵-۵-۱۴- الزامات دود ۵۶۴

۵-۵-۵-۱۵- طبقه بندی دود ۵۶۵

۵-۵-۵-۱۶- انواع عوامل دودزا ۵۶۶

۵-۵-۵-۱۷- دودهای رنگی ۵۶۹

۵-۵-۵-۱۸- گاز اشک آور ۵۷۱

۵-۵-۵-۱۹- گازهای غیر سمی و سازگار با محیط زیست ۵۷۲

۵-۵-۵-۲۰- دودهای استتاری مادون قرمز ۵۷۴

۵-۵-۵-۲۱- شیمی فسفر ۵۷۷

۵۸۵	۴-۵-۵- فرمولاسیون‌های آتش افروز:
۵۸۷	۴-۵-۱- خصوصیات مواد آتش افروز
۵۸۹	۴-۵-۲- آتش افروزهای مایع
۵۹۱	۴-۵-۳- آتش افروزهای جامد
۵۹۵	۴-۵-۴- شیمی ناپالم
۵۹۷	۶-۵-۱- ارزیابی عملکرد از فرمولاسیون پیروتکنیک
۵۹۸	۶-۵-۱- دمای اشتعال
۵۹۸	۶-۵-۲- خواص مکانیکی
۵۹۸	۶-۵-۳- جذب رطوبت
۵۹۹	۶-۵-۴- حرارت خروجی و حجم از
۵۹۹	۶-۵-۵- شدت نور
۶۰۰	۶-۵-۶- شدت IR
۶۰۱	۶-۵-۷- سرعت سوزش
۶۰۳	۶-۵-۸- عملکرد استتاری دود
۶۰۳	۶-۵-۸-۱- قدرت تیره‌سازی کل
۶۰۵	۶-۵-۸-۲- عملکرد عاملی (Y)
۶۰۵	۶-۵-۸-۳- جرم ضریب خاموشی (α)
۶۰۶	۶-۵-۸-۴- بازده تیره‌سازی
۶۰۶	۷-۵- عمر مهمات دستگاه‌های پیروتکنیکی
۶۰۹	۸-۵- نانومواد: جنبه‌های مختلف و استفاده در فرمولاسیون‌های IHEM
۶۱۱	۸-۵-۱- سنتز نانو مواد

۶۱۱.....	۵-۸-۱-۱- روش های فیزیکی
۶۱۲.....	۵-۸-۱-۲- روش شیمیایی
۶۱۵.....	۵-۸-۲- نانولوله های کربنی
۶۱۶.....	۵-۸-۲-۱- سنتز CNT ها
۶۱۶.....	۵-۸-۲-۲- برخی از خواص و کاربردهای CNT ها
۶۱۷.....	۵-۸-۳- ساخت نانومتري
۶۱۸.....	۵-۸-۳-۱- نانوپودر آلومینوم
۶۲۰.....	۵-۸-۳-۲- پودرهای نانویی دیگر
۶۲۱.....	۵-۸-۴- نانو اکسیدکننده ها
۶۲۳.....	۵-۸-۵- خواص عمومی نانومواد
۶۲۴.....	۵-۸-۶- نانومواد برای فرمولاسیون پیروتکنیک
۶۲۷.....	۵-۸-۷- نانومواد برای فرمولاسیون پیشرانه
۶۲۸.....	۵-۸-۸- نانومواد برای فرمولاسیون های مواد منفجره
۶۲۹.....	۵-۹-۹- گرایش های اخیر و آینده در پیروتکنیک ها
۶۲۹.....	۵-۹-۱- اکسیدکننده، نرم کننده و بایندرهای پیرانرژی
۶۳۰.....	۵-۹-۲- نمک های نامتعارف لیتیوم، روییدیم و سزیم و فرمولاسیون آنها
۶۳۳.....	۵-۹-۳- نمک های دینتر آمید فلزات قلیایی و فرمولاسیون آنها
۶۳۴.....	۵-۹-۴- پوشش مقاوم در برابر رطوبت برای پودرهای فلزی
۶۳۵.....	۵-۹-۵- سوخت های جدید به عنوان جایگزین هایی برای زغال
۶۳۷.....	۵-۹-۶- مواد پیرانرژی با محتوای انرژی بالا برای فرمولاسیون پیروتکنیک
۶۳۹.....	۵-۱۰- مراجع

فصل ششم: ایمنی مواد منفجره و شیمیایی	۶۴۹
۱-۶- مقدمه	۶۴۹
۲-۶- ایمنی	۶۴۹
۳-۶- ایمنی ماده منفجره	۶۵۱
۳-۶-۱- د. مبنی ایالات متحده (UN) برای کالاها و مواد شیمیایی خطرناک	۶۵۵
۳-۶-۱-۱- طبقات خطر	۶۵۷
۳-۶-۱-۲- گر. های بارگاری برای مواد منفجره و مهمات	۶۵۹
۳-۶-۱-۳- طبقه بندی خطر	۶۶۱
۴-۶- ایمنی آتش	۶۶۲
۴-۶-۱- طبقات آتش	۶۶۲
۴-۶-۲- انواع آتش، آتش خاموش کن ها و قایم با آتش	۶۶۵
۴-۶-۱-۲- انواع آتش	۶۶۵
۴-۶-۲- طراحی و دسته بندی خاموش کننده های آتش	۶۶۶
۴-۶-۳- روش های مقابله با آتش	۶۶۶
۵-۶- جنبه های ایمنی برای نقل و انتقال مواد منفجره و مهمات	۶۶۸
۶-۶- جنبه های ایمنی برای ذخیره مواد منفجره و مهمات	۶۷۰
۷-۶- جنبه های ایمنی برای کار کردن با مواد منفجره و مهمات	۶۷۶
۸-۶- خطرات بار الکتریکی	۶۷۷
۹-۶- مواد منفجره و مهمات بی نهایت غیر حساس	۶۸۰
۱۰-۶- آنالیز خطر	۶۸۴
۱۰-۶-۱- خطرات و قابلیت اصلاح (HAZOP)	۶۸۵

۶۸۵.....	۶-۱۰-۲- آنالیز خطر (HAZAN)
۶۸۶.....	۶-۱۱- ایمنی شیمیایی
۶۸۶.....	۶-۱۲- پیشگیری و رفع انفجارها و آتش سوزی های تصادفی
۶۸۷.....	۶-۱۲-۱- عملکردها و مقررات
۶۸۸.....	۶-۱۲-۲- طریقه برخورد با مواد منفجره
۶۸۹.....	۶-۱۲-۲- استفاده از تجهیزات محافظت شخصی
۶۹۰.....	۶-۱۲-۴- تلفات محرز کار
۶۹۱.....	۶-۱۲-۵- جمع آوری و انبارام ضایعات
۶۹۳.....	۶-۱۲-۶- آموزش
۶۹۵.....	۶-۱۳- مراجع

پیشگفتار مولف

اصطلاح مواد پرانرژی به وسیله انجمن مواد منفجره به منظور پوشش تحقیقات بر دسته‌ای از مواد معروف به مواد منفجره پیش‌رانه‌ها و پیروتکنیک‌ها ارائه شده است. به عبارت دیگر، HEMS یک اصطلاح عمومی است که برای این دسته از مواد به کار می‌رود. اگرچه مواد پرانرژی در هیاهوی جنگ و در انجام دست کاری، جابه‌جایی و ذخیره‌سازی، مواد اهریمنی تلقی می‌شوند، از سوی دیگر، به عنوان رشته تلقی می‌گردند. کتاب‌های متعددی به مواد منفجره، پیش‌رانه‌ها و پیروتکنیک‌ها، اختصاص یافته است اما اکثر آن‌ها یا به صورت عمومی مطرح شده‌اند یا روی بعضی موضوع‌های خاص متمرکز شده‌اند. از طرف دیگر هیچ یک از این کتاب‌ها، با جزئیات آخرین پیشرفت‌ها سروکار ندارند. با اینکه تعدادی از مقاله‌های مروری بسیار خوب، برای پر کردن این خلأ در علم منتشر شده است، با هنوز در شریه‌های متنی مجزا که پیشرفت‌های اخیر و گرایش‌های آینده در رشته HEMS را در بر بگیرد، در دسترس نمی‌باشد. این کتاب که با عنوان مواد پرانرژی: پیش‌رانه‌ها، مواد منفجره و پیروتکنیک‌ها نام‌گذاری

شده، متنی است که تمام گستره مواد پرانرژی، از جمله حالت‌های رایج آن‌ها، را در یک جلد پوشش می‌دهد و هدفش پر کردن این شکاف در علم می‌باشد. روش کار این کتاب چنین می‌باشد:

- گردآوری حالت‌های رایج مواد پرانرژی، که به شکل مقاله‌های تحقیقاتی /

مروری اما به‌طور پراکنده در نوشته‌های ۵۰ سال اخیر گزارش شده‌اند،

- کتاب ظرفیت‌های مربوط به مواد پرانرژی و کاربردهای متنوع آن‌ها که برگرفته

از نیاز فزاینده کنونی از جمله، مقرون به صرفه بودن، قابل بازیافت بودن و

سازگار با محیط زیست بودن می‌باشد.

- شناسایی محدوده‌های مطمئن برای تحقیق بیشتر در این حوزه.

بنابراین اطلاعات مربوط به مواد پرانرژی که به‌صورت پراکنده در هر بخش از نوشته‌ها در طول ۵۰

سال اخیر گزارش شده، برای تحقیق به‌آسانی در یک کتاب در دسترس خواهد بود. گذشته از این،

سطح علم شیمی که در این کتاب نگارش یافته با مقایسه با بسیاری از کتاب‌های تخصصی که

جنبه‌های گوناگونی را در برمی‌گیرند و نگاه بسطی موشکافانه‌ای در مواد پرانرژی دارند، نیست.

خوانندگان علاقه‌مند به یادگیری بهتر و فهمیدن جزئیات شیمیایی آن‌ها را می‌تواند به

منفجره (J.P.Agrawal and R.D.Hodgson) ارجاع داده می‌شود که در تفصیل اطلاعاتی در مورد

روش‌های گوناگون ستر گستره وسیعی از مواد پرانرژی و شیمی مربوط به آن‌ها ارائه می‌دهد.

فصل اول این کتاب با عنوان نکته‌های بارز مواد منفجره و فصل ۶ با عنوان راد منفجره و ایمنی

شیمیایی به همراه فصل‌های مربوط به مواد منفجره، پشرانه‌ها و پیروتکنیک‌ها، توجه متخصصان و

اشخاصی که دارای پیش‌زمینه یا فاقد پیش‌زمینه علمی مرتبط با این موضوع هستند، را جلب خواهد کرد.

این کتاب به ۶ فصل خوش تعریف، تقسیم شده است: نکته‌های بارز مواد منفجره، وضعیت مواد

منفجره، پردازش و ارزیابی مواد منفجره، پشرانه‌ها، پیروتکنیک‌ها و مواد منفجره و ایمنی شیمیایی.

به علاوه این کتاب شامل یک فهرست جامع در پایان هر فصل می باشد. (مجموع منابع ذکر شده بیش از ۱۰۰۰ عنوان است). همچنین در این کتاب حالت های مواد پیرانرژی که به طور عمده در طول ۵۰ سال اخیر گزارش شده است، شامل جنبه هایی از کاربردهای نظامی آنها در پرتو خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، گرمایی و انفجاری شان تهیه شده است. گذشته از این، حوزی هایی که احتمال پیشرفت در آنها می رود، برای تحقیق پیرنگ تر شده است. اگر چنانچه یزان ایمنی تشریح شده در این کتاب اجرا شود، این امکان می رود که اتفاقات، آتش سوزی ها و انفجارها در صنایع شیمیایی و مواد منفجره پیش بینی شود یا کاهش یابد.

امیدوارم این کتاب مورد توجه همه افرادی که با مواد پیرانرژی سروکار دارند - صرف نظر از پیش زمینه ای که دارند، تکرر گردد، از جمله آزمایشگاه های تحقیق و توسعه (R & D)، دانشگاه ها و انجمن ها، مؤسسه های تولیدی، مؤسسه های تضمین کیفیت، امنیت کشوری، آزمایشگاه های قانونی، صنایع شیمیایی و نهادهای مسلح (ارتش، نیروی دریایی و هوایی). همچنین این کتاب برای سازمان هایی که با تولید تجارت مواد منفجره و صنایع شیمیایی مرتبط با آن سروکار دارند، کاربرد بسیار خوبی خواهد داشت. در مجموع تلاش کرده ام تا در حین نگارش این جلد نگرش تازه ای به موضوع داشته باشم و بیشترین میام را برای جمع آوری تمام اطلاعات مربوط به مواد پیرانرژی انجام داده ام تا اینکه بتواند در عرصه ارتش و همچنین کاربرهای تجاری قرار گیرد. بالاین حال، این امکان وجود دارد که نکته حائز اهمیت و مرتبط با مواد پیرانرژی به صورت ناخواسته از چشم افتاده باشد که عذرخواهی خود را ابراز می دارم و از تمام خوانندگان تقاضا دارم که نسبت به حذف های ناخواسته، بنده یا ناشر را مطلع کرده تا در ویرایش های بعدی مورد توجه قرار گیرد.