

مواد پرانرژی: خواص ترموشیمیایی و کارایی

مؤلفان:

دکتر محمد حسین کشاورز

دکتر حمیدرضا پوراعتدال

مهندس عباس زالی

سرشناسه: کشاورز، محمد حسین، mohamad hossein, keshavarz - مولف، دکتر -
 عنوان و نام: یادآور: مواد پر انرژی خواص ترموشیمیایی و کاربرایی / مولفان: محمد حسین کشاورز، حمیدرضا پور اعتدال، عباس زالی.
 مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری: د: ۲۶۰ ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک: ۸-۱۷-۵۶۶۵-۶۰۰-۹۷۸-۹۵۰۰۰ ریال فهرست نویسی: فیبا
 موضوع: مواد منفجره موضوع: مواد منفجره نظمی
 شناسه افزوده: پور اعتدال، حمیدرضا شناسه افزوده: زالی، عباس، abas, zali مولفه مهندس -
 شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 رده بندی کنگره: ۱۳۰۰ ۸۸ TP۲۷۰/۴۵ رده بندی دیویی: ۶۶۲/۲ کتابشناسی ملی: ۲۶۳۸۵۴۹



انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر



دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 مجتمع دانشگاهی علوم کاربردی

عنوان کتاب: مواد پر انرژی خواص ترموشیمیایی و کاربرایی
 مولف: محمد حسین کشاورز، حمیدرضا پور اعتدال، عباس زالی
 ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 طرح روی جلد: فریناز عسگری
 لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 صفحه آرای رایانه ای: امین پژوهش جهرمی
 ویراستار ادبی: امین پژوهش جهرمی
 شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
 نوبت چاپ: اول، زمستان ۹۰
 قیمت: ۹۵۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5665-17-8

شابک: ۸-۱۷-۵۶۶۵-۶۰۰-۹۷۸

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 خدمات علمی تهران

مدیریت انتشارات، تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

پیش‌گفتار

مواد پُرانرژی به موادی اطلاق می‌شود که در ساختار ملکولی آن‌ها پیوندهای پُرانرژی وجود داشته باشد. امروزه، این مواد در صنایع دفاعی و غیردفاعی کاربرد روزافزونی یافته‌اند. کتاب تصنیفی "مواد پُرانرژی: خواص ترموشیمیایی و کارایی" کتابی تخصصی در زمینه مواد پُرانرژی بوده که برای محققان ارشد صنایع دفاعی، دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری که با این دسته از مواد سروکار دارند، مفید است. کتاب حاضر به بررسی دستاوردهای پژوهشی مربوط به محاسبات ترموشیمیایی، روش‌های تجربی و مکانیک کوانتومی به‌کار رفته در زمینه مواد پُرانرژی می‌پردازد. بحث عمده کتاب مربوط به ترکیباتی بوده که در ساختار ملکولی آن‌ها، پیوندهای پُرانرژی نیترو یا نیترات وجود داشته باشد. این کتاب مشتمل بر نه فصل است که به ترتیب موضوعات زیر در آن‌ها به بحث گذاشته می‌شود:

- ۱- محاسبات تعادلی و استفاده از کدهای عددی: در این فصل ضمن معرفی اجمالی کدهای ترموشیمیایی متداول و معادلات حالت، به بررسی استفاده از محمولات تعادلی و پیش‌بینی خواص انفجاری به وسیله آن‌ها پرداخته می‌شود.
- ۲- گرمای انفجار: گرمای انفجار پارامتر مهمی در تعیین کارایی انفجاری مواد پُرانرژی به شمار می‌رود. در این فصل با ارائه روش‌های محاسباتی مختلف جدید، چگونگی محاسبه آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۳- دمای انفجار: یکی از پارامترهای انفجاری مهم، دمای انفجار است. در این قسمت چگونگی اندازه‌گیری و روش‌های محاسباتی آن به بحث گذاشته می‌شود. اندازه‌گیری آن دشوار بوده و داده‌های تجربی کمی در مورد آن وجود دارد.

۴- فشار انفجار: این پارامتر نقش بسزایی در تعیین کارایی انفجاری مواد پرنرژي دارد. هرچه اندازه‌گیری تجربی آن نسبت به دمای انفجار ساده‌تر بوده ولی در مقایسه با سرعت انفجار مشکل‌تر است. روش‌های محاسباتی مختلف در این فصل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۵- سرعت انفجار: اندازه‌گیری تجربی سرعت انفجار نسبت به پارامترهای انفجاری دیگر ساده‌تر است. به همین علت، داده‌های تجربی زیادی در مورد سرعت انفجار مواد پرنرژي مختلف در منابع گزارش شده است. برخی از روش‌های محاسباتی متداول و جدید در این فصل مرور خواهند شد.

۶- پیش‌بینی سرعت‌های انفجار مواد منفجره آلموینیم‌دار: با توجه به انحراف زیادی که محاسبه پارامترهای انفجاری مواد منفجره آلموینیم‌دار نسبت به مواد منفجره عاری از آلموینیم با استفاده از کدهای ترموشیمیایی متداول از خود نشان می‌دهند، چگونگی محاسبات این دسته از مواد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. روش‌های محاسباتی تجربی جدید نیز بررسی خواهند شد.

۷- نمای آدیاباتیک: یک پارامتر مهم در ارزیابی مواد منفجره بوده که توسط آن می‌توان ارتباط بین سرعت انفجار و فشار انفجار را به دست آورد. در این فصل چند مدل تجربی مختلف جدید همراه با ذکر معایب و محاسن آن‌ها مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۸- محاسبه انرژی خروجی و سرعت گارنی^۱ مواد منفجره: یکی از موارد کاربرد مواد منفجره، ایجاد ترکش است. در این فصل، تأثیر شکل هندسی پوسته بررسی

می‌شود. همچنین ضمن معرفی سرعت گارنی، نقش این پارامتر در تعیین سرعت ترکش و انرژی خروجی بررسی شده و مدل‌های جدید محاسبه آن بیان می‌گردد.

۹- کارایی احتراقی: این فصل به بررسی کارایی احتراقی مواد پراثری می‌پردازد و مدل جدیدی در مورد ارتباط ضربه ویژه به عنوان یک پارامتر کارایی احتراقی با سرعت انفجار مواد پراثری بررسی خواهد شد.

هر چند سعی شده است در کتاب تخصصی حاضر، مفاهیم به صورت ساده‌ای بیان شود، ولی نیاز است که خواننده دانش ابتدایی در مورد مواد پراثری و مفاهیم بنیادی ترمودینامیک را داشته باشد. همچنین با توجه به گستره وسیعی از منابع علمی، خوانندگان برای دانستن جزئیات محاسبات می‌توانند به مراجع ذکر شده مراجعه نمایند.

دکتر محمد حسین کشاورز

دکتر حمیدرضا پوراعتدال

مهندس عباس زالی

فهرست مطالب

فصل نخست: محاسبات تعادلی و استفاده از کدهای عددی..... ۳

۱-۱- محاسبات تعادلی..... ۴

۲-۱- فاکتورهای هم‌حجم..... ۶

۳-۱- کالیبره کردن β و θ ۱۰

۱-۳-۱- مواد منفجره مایع..... ۱۱

۲-۳-۱- مواد منفجره جامد..... ۱۳

۴-۱- فشار و دمای انفجار..... ۱۸

محاسبات HMX ۱۸

خواص ترمودینامیکی HMX ۲۲

محصولات تعادلی HMX ۲۲

پیشران‌های برپایه HMX ۲۳

محاسبات تعادلی پیروتکنیکی..... ۲۴

خواص ترمودینامیکی..... ۲۴

محصولات تعادلی..... ۲۵

فصل دوم: گرمای انفجار..... ۳۳

۱-۲- مقدمه..... ۳۳

۲-۲- معرفی روش‌های محاسبه گرمای انفجار..... ۳۴

۳-۲- روش کاملت و جاکوبس (KJ) برای تخمین گرمای انفجار..... ۳۶

۴-۲- پیش‌بینی گرمای انفجار با کاربرد محاسبات مکانیک کوانتومی..... ۳۷

۱-۴-۲- جزییات محاسبات کوانتم مکانیکی..... ۳۹

۴۴.....	۲-۴-۲- نتایج و بحث مربوط به محاسبات کوانتم مکانیکی
۵۳.....	۲-۵- استفاده از گرمای تشکیل فاز متراکم و محصولات انفجاری جدید (روش KP)
۵۵.....	۲-۶- محاسبه گرمای انفجار با استفاده از گرمای تشکیل فاز گازی
۶۰.....	۲-۷- نتیجه گیری
۶۵.....	فصل سوم: دمای انفجار
۶۵.....	۳-۱- دمای انفجار
۶۵.....	۳-۲- محاسبه دمای انفجار با استفاده از ظرفیت گرمایی محصولات انفجار
۷۲.....	۳-۳- تعیین تجربی دمای انفجار
۷۹.....	۳-۴- روش های متداول تعیین دمای انفجار
۸۱.....	۳-۵- تعیین دمای انفجار با استفاده از آذرسنج فیبر نوری دو رنگ
۸۶.....	۳-۶- استفاده از معادلات حالات $BKWR$ و $BKWS$ برای تعیین دمای انفجار
۱۰۰.....	۳-۷- استفاده از گرمای تشکیل فاز متراکم ماده منفجره برای تعیین دمای انفجار
۱۰۶.....	۳-۸- ارائه روشی مناسب برای تعیین دمای انفجار با استفاده از گرمای تشکیل فاز گازی ماده منفجره
۱۱۱.....	۳-۹- نتیجه گیری
۱۱۵.....	فصل چهارم: فشار انفجار
۱۱۵.....	۴-۱- مقدمه
۱۱۶.....	۴-۲- روش کامل و همکارانش جهت تعیین فشار انفجار
۱۱۸.....	۴-۳- محاسبه فشار انفجار با استفاده از کد رایانه ای و معادله حالت
۱۲۰.....	۴-۴- روش جدید محاسبه فشار انفجار ماده منفجره $CHNO$ با استفاده از دمای تخمینی احتراق
۱۲۳.....	۴-۴-۱- مقایسه نتایج روش جدید با روش کامل-همکاران و کد رایانه ای BKW
۱۲۴.....	۴-۴-۲- محاسبه فشار انفجار مخلوط مواد منفجره با استفاده از روش جدید
۱۲۷.....	۴-۵- تعیین فشار انفجار مواد منفجره $CaHbNcOdFeClf$ با استفاده از گرمای تشکیل فاز متراکم ماده منفجره و تخمین محصولات انفجار

- ۴-۶- تعیین ساده فشار انفجار مواد منفجره $C_6H_6N_6O_4$ با استفاده از گرمای تشکیل فاز گازی ماده منفجره و تعداد مول کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن ۱۳۲
- ۴-۷- نتیجه گیری ۱۳۷

فصل پنجم: سرعت انفجار ۱۴۱

- ۵-۱- معرفی سرعت انفجار ۱۴۱
- ۵-۲- روش های تعیین سرعت انفجار ۱۴۱
- ۵-۳- سرعت انفجار به عنوان تابعی از اکسیژن بالانس ۱۴۷
- ۵-۴- استفاده از دمای تقریبی انفجار جهت تعیین سرعت انفجار ۱۵۱
- ۵-۵- استفاده از گرمای تشکیل فاز گازی جهت تعیین سرعت انفجار ۱۵۶
- ۵-۶- پیش بینی سرعت انفجار با استفاده از ساختار ملکولی ماده منفجره ۱۶۱
- ۵-۷- ارائه روش مناسب برای تخمین سرعت انفجار مواد منفجره با فرمول $C_6H_6N_6O_4FeCl_f$ ۱۶۵

فصل ششم: پیش بینی سرعت و فشار انفجار مواد منفجره آلومینیم دار ۱۷۵

- ۶-۱- رفتار انفجاری مواد منفجره غیریاده آل آلومینیم دار ۱۷۵
- ۶-۲- پیش بینی سرعت انفجار مواد منفجره آلومینیم دار با استفاده از گرمای تشکیل و تعداد مول عناصر ۱۷۹
- ۶-۳- استفاده از درصد عناصر برای محاسبه سرعت انفجار مواد منفجره غیریاده آل آلومینه ۱۸۵
- ۶-۴- فشار انفجار مواد منفجره غیریاده آل ۱۹۰

فصل هفتم: نمای آدیاباتیک ۱۹۵

- ۷-۱- معرفی نمای آدیاباتیک ۱۹۵
- ۷-۲- توسعه و بسط همبستگی کاملت-شورت برای محدوده وسیع دانسیته بارگیری ۱۹۸
- ۷-۳- توسعه همبستگی جدید جهت تعیین نمای آدیاباتیک در دامنه وسیعی از دانسیته بارگیری ۲۰۰

فصل هشتم: محاسبه انرژی خروجی و سرعت گارنی مواد منفجره ۲۰۵

۲۰۵.....	۸-۱- مقدمه
۲۰۷.....	۸-۲- شتاب در مدل گارنی
۲۲۱.....	۸-۳- تکه تکه شدن سیلندرها
۲۲۷.....	۸-۴- چگونگی پرتاب قطعات
۲۳۳.....	۸-۵- توسعه همبستگی‌های جدید
۲۴۱.....	فصل نهم: کارایی احتراقی
۲۴۲.....	۹-۱- استفاده از داده <i>BKW</i> جهت مطالعه ضربه ویژه
۲۴۳.....	۹-۲- همبستگی جدید
۲۴۷.....	مراجع