

پیشرا نه ها و مواد منفجره

ترجمه:

دکتر محمد حسین کاواوز

فهیمة ستوده پور حسا

کوبوتا، نامی نوسوکه Kubota, Naminosuke

سرشناسه:

پیشترانه ها و مواد منفجره/نامی نوسوکه کوبوتا

عنوان و نام پدیدآور:

محمدحسین کشاورز، فهیمه ستوده پورحسن

مترجم:

تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۳

مشخصات نشر:

۷۲۵ ص.

مشخصات ظاهری:

فیبا.

وضعیت فهرست نویسی:

یادداشت:

Propellants and explosives thermochemical aspects of combustion, 2nd. Ed, 2007. عنوان اصلی: ترجمه و ویراست قبلی کتاب حاضر قبلاً تحت عنوان

"پیشترانه‌ها و مواد منفجره: گرمایشی احتراق" توسط انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، موسسه چاپ و انتشارات در سال ۱۳۵۸ منتشر شده است.

پیشترانه ها و مواد منفجره: گرمایشی احتراق.

عنوان دیگر:

احتراق.

موضوع:

مواد منفجره.

موضوع:

پیشترانه ها.

موضوع:

کشاورز، محمدحسین، ۱۳۴۴ - مترجم

شناسه افزوده:

ستوده پورحسن، فهیمه، ۱۳۶۰ - مترجم

شناسه افزوده:

دانشگاه صنعتی مالک اشتر

شناسه افزوده:

QD ۵۱۶/۵۹، ۳۹

رده بندی کنگره:

۵۳۴

رده بندی دیویی:

۶۱۶۸۹

کتابشناسی ملی:



دانشگاه صنعتی مالک اشتر

مجمع دانشگاهی و پژوهشی

عنوان کتاب: پیشترانه ها و مواد منفجره
مترجمین: محمدحسین کشاورز، فهیمه ستوده پورحسن
ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد: فریناز عسگری
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه‌آرایی رایانه ای: مهدی ملایی
ویراستار ادبی: فرزاد حقیقی
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، زمستان ۹۳
قیمت: ۲۸۰،۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-7736-03-6

شابک: ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۷۷۳۶ - ۰۳ - ۶

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: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فہرست مطالب

فصل اول: اساس پیرو دینامیک ها ۳

۱-۱-۱- گرما و فشار ۳

۱-۱-۱- قانون اول ترمودینامیک ۳

۱-۱-۲- گرمای ویژه ۴

۱-۳- تغییر آنتروپی ۷

۲-۱- ترمودینامیک جریان ۸

۱-۱-۱- جریان یک بعدی ایستا ۸

۱-۲-۱-۱- سرعت صوت و عدد ماخ ۸

۲-۱-۲-۱- معادلات پایستگی در زمینه جریان ۹

۲-۱-۲-۱-۲-۱- معادله ایستایی ۹

۲-۲-۱- تشکیل موج های ضربه ای ۱۰

۳-۲-۱- جریان نازل مافوق صوت ۱۵

۳-۱- شکل گیری نیروهای جلوبرندگی ۱۸

۱-۳-۱- تغییر ممنتوم و تراست ۱۸

۲-۳-۱- جلوبرندگی موشک ۲۰

۱-۲-۳-۱- ضریب تراست ۲۱

۲-۲-۳-۱- سرعت مشخصه ۲۲

۳-۲-۳-۱- ضربه ویژه ۲۳

۳-۳-۱- جلوبرندگی اسلحه ۲۴

۱-۳-۳-۱- فرایند ترموشیمیایی جلوبرندگی اسلحه ۲۴

۲-۳-۳-۱- بالستیک های داخلی ۲۶

۴-۱- تشکیل نیروهای مخرب ۲۸

۱-۴-۱- فشار و موج ضربه ۲۸

۲-۴-۱- انتشار موج ضربه و انعکاس در مواد جامد ۲۹

۳۰..... منابع

۳۳..... فصل دوم: ترموشیمی احتراق

۳۳..... ۱-۲- تولید انرژی گرمایی

۳۳..... ۱-۱-۲- انرژی پیوند شیمیایی

۳۴..... ۲-۱-۲- گرمای تشکیل و گرمای انفجار

۳۵..... ۲-۱-۳- تعادل گرمایی

۳۷..... ۲-۲- دمای آدیباتیک شعله

۴۲..... ۳-۱- واکنش شیمیایی

۴۲..... ۱-۳-۲- بقیه (تجزیه) حرارتی

۴۳..... ۲-۳-۲- سرعت واکنش

۴۴..... ۴-۲- ارزیابی انرژی شیمیایی

۴۵..... ۱-۴-۲- گرمای تشکیل واکنش دهنده‌ها و محصولات

۴۹..... ۲-۴-۲- بالانس اکسیژن (از اکسیژن)

۵۲..... ۳-۴-۲- انرژی ترمودینامیک

۵۴..... منابع

۵۹..... فصل سوم: انتشار موج احتراق

۵۹..... ۱-۳- واکنش‌های احتراق

۵۹..... ۱-۱-۳- آفروزش و احتراق

۶۰..... ۲-۱-۳- شعله‌های دیفیوژنی و پیش مخلوط

۶۱..... ۳-۱-۳- شعله‌های آرام و آشفته

۶۲..... ۲-۳- موج احتراق گاز پیش مخلوط

۶۲..... ۱-۲-۳- معادلات موج احتراق

۶۳..... ۲-۲-۳- روابط رنگین - هوگونو

۶۶..... ۳-۲-۳- نقاط چمن جویگت

۶۹	۳-۳- ساختارهای موج احتراق.....
۶۹	۳-۳-۱- موج انفجار.....
۷۲	۳-۳-۲- موج سوختن.....
۷۵	۴-۳- واکنش‌های آفروزش (اشتعال).....
۷۵	۳-۴-۱- فرآیند آفروزش.....
۷۶	۳-۴-۲- نظریه حرارتی (گرمایی) آفروزش.....
۷۷	۳-۴-۳- حد اشتعال پذیری.....
۷۸	۵-۳- امواج احتراق مواد پراثرژی.....
۷۸	۳-۱-۱- نظریه حرارتی سرعت سوزش.....
۷۸	۱-۱-۵-۱- مدل حرارتی ساختار موج احتراق.....
۸۱	۵-۲- ساختار حرارتی در فاز متراکم.....
۸۲	۳-۵-۱-۱- ساختار حرارتی فاز گاز.....
۸۶	۳-۵-۱-۴- مدل سرعت سوزش.....
۸۸	۳-۵-۲- فاصله خاموشی شعاع.....
۸۹	۳-۵-۳- ویژگی‌های سرعت سوزش مواد پراثرژی.....
۸۹	۳-۵-۳-۱- نمای فشار سرعت سوزش.....
۹۰	۳-۵-۳-۲- حساسیت دمایی سرعت سوزش.....
۹۰	۳-۵-۴- بررسی حساسیت دمایی سرعت سوزش.....
۹۳	منابع.....

۹۷	فصل چهارم: پیشرانده‌های پراثرژی و مواد منفجره.....
۹۷	۴-۱- مواد کریستالین (بلوری).....
۹۷	۴-۱-۱- خواص شیمی فیزیکی مواد کریستالین.....
۱۰۰	۴-۱-۲- پرکلرات‌ها.....
۱۰۰	۴-۱-۲-۱- آمونیوم پرکلرات.....
۱۰۱	۴-۱-۲-۲- نیترونیوم پرکلرات.....

- ۱۰۱..... ۴-۱-۳-۳- پتاسیم پرکلرات
- ۱۰۲..... ۴-۱-۳- نیترات‌ها
- ۱۰۲..... ۴-۱-۳- آمونیوم نیترات
- ۱۰۴..... ۴-۱-۳-۲- پتاسیم نیترات و سدیم نیترات
- ۱۰۴..... ۴-۱-۳-۳- پنتا اریتریتول تترانیترات
- ۱۰۴..... ۴-۱-۳-۴- تری آمینو گوانیدین نیترات
- ۱۰۵..... ۴-۱-۴- ترکیبات نیترو
- ۱۰۶..... ۴-۱-۸- نیترا آمین‌ها
- ۱۰۸..... ۲-۱- مواد پلیمری
- ۱۰۸..... ۴-۲-۱- حواص شیمی فیزیکی مواد پلیمری
- ۱۰۹..... ۴-۲-۲- نرات استرها
- ۱۱۱..... ۴-۲-۳- پلیمرهای بی اثر
- ۱۱۶..... ۴-۲-۴- پلیمرهای آرید
- ۱۱۶..... ۴-۲-۴-۱- CAP
- ۱۱۹..... ۴-۲-۴-۲- بامو
- ۱۲۱..... ۴-۳- طبقه‌بندی پیشرانده‌ها و مواد منفجره
- ۱۲۵..... ۴-۴- فرمولاسیون پیشرانده‌ها
- ۱۲۷..... ۴-۵- پیشرانده‌های نیترو پلیمری
- ۱۲۷..... ۴-۵-۱- پیشرانده‌های تک پایه
- ۱۲۸..... ۴-۵-۲- پیشرانده‌های دوبایه
- ۱۲۹..... ۴-۵-۲-۱- پیشرانده‌های نیتروسلولز- نیترو گلیسرین
- ۱۳۱..... ۴-۵-۲-۲- پیشرانده NC- TMETN
- ۱۳۲..... ۴-۵-۳- پیشرانده‌های پلیمری نیترو آزید
- ۱۳۴..... ۴-۵-۴-۲- مواد شیمیایی پیشرانده‌های دوبایه
- ۱۳۵..... ۴-۶- پیشرانده‌های کامپوزیتی
- ۱۳۶..... ۴-۶-۱- پیشرانده‌های کامپوزیتی آمونیوم پرکلرات

۱۳۶	۴-۶-۱-۱- پیشران‌های AP- HTPB
۱۳۹	۴-۶-۱-۲- پیشران‌های AP-GAP
۱۴۰	۴-۶-۱-۳- مواد شیمیایی پیشران‌های کامپوزیتی آمونیوم پرکلرات
۱۴۱	۴-۶-۲- پیشران‌های کامپوزیتی آمونیوم‌نیترات
۱۴۲	۴-۶-۳- پیشران‌های کامپوزیتی نیتراآمینی
۱۴۴	۴-۶-۴- پیشران‌های کامپوزیتی HNF
۱۴۵	۴-۶-۵- پیشران‌های کامپوزیتی TAGN
۱۴۶	۴-۷-۲- پیشران‌های دویانه اصلاح شده کامپوزیتی
۱۴۷	۴-۷-۱- پیشران‌های AP-CMDB
۱۴۸	۴-۷-۱- پیشران‌های نیتراآمینی CMDB
۱۴۹	۴-۷-۱- پیشران‌های سه پایه
۱۵۰	۴-۸- باروت سیاه
۱۵۱	۴-۹- فرمولاسیون مواد منفجره
۱۵۲	۴-۹-۱- مواد منفجره - غیر
۱۵۲	۴-۹-۱-۱- مواد منفجره (AN)
۱۵۳	۴-۹-۱-۲- مواد منفجره دریایی
۱۵۴	۴-۹-۲- مواد منفجره نظامی
۱۵۴	۴-۹-۲-۱- مواد منفجره با پایه TNT
۱۵۴	۴-۹-۲-۲- مواد منفجره پلاستیکی
۱۵۵	منابع
۱۶۱	فصل پنجم: احتراق مواد پلیمری و کریستالین
۱۶۱	۵-۱- احتراق مواد کریستالین
۱۶۱	۵-۱-۱- آمونیوم پرکلرات (AP)
۱۶۱	۵-۱-۱-۱- تجزیه حرارتی
۱۶۲	۵-۱-۱-۲- سرعت سوزش

- ۱۶۴..... ۵-۱-۱-۳- ساختمان موج احتراق
- ۱۶۴..... ۵-۱-۲- آمونیوم نیترات (AN)
- ۱۶۴..... ۵-۱-۲- تجزیه حرارتی
- ۱۶۵..... ۵-۱-۳- HMX
- ۱۶۵..... ۵-۱-۳- تجزیه حرارتی
- ۱۶۶..... ۵-۱-۳- سرعت سوزش
- ۱۶۷..... ۵-۱-۳- واکنش فاز گاز
- ۱۶۸..... ۵-۱-۳- ساختار موج احتراق و انتقال حرارت
- ۱۷۱..... ۵-۱-۴- تری آمینوگوانیدین (TAGN)
- ۱۷۱..... ۵-۱-۴- تجزیه حرارتی
- ۱۷۵..... ۵-۱-۲- سرعت سوزش
- ۱۷۵..... ۵-۱-۲- ساختار موج احتراق و انتقال حرارت
- ۱۷۹..... ۵-۱-۵- آمونیوم دینیترات (ADN)
- ۱۸۰..... ۵-۱-۶- هیدرازینیو نیتره‌ها (HNF)
- ۱۸۱..... ۵-۲- مواد پلیمری احتراق
- ۱۸۱..... ۵-۲-۱- نیترات استرها
- ۱۸۲..... ۵-۲-۱-۱- تجزیه متیل نیترات
- ۱۸۲..... ۵-۲-۱-۲- تجزیه اتیل نیترات
- ۱۸۳..... ۵-۲-۱-۳- فرآیند تجزیه کلی نیترات استرها
- ۱۸۴..... ۵-۲-۱-۴- واکنش‌های فاز گاز NO_2 و IO
- ۱۸۷..... ۵-۲-۲- پلیمر گلیسیدیل آزید (GAP)
- ۱۸۷..... ۵-۲-۲-۱- تجزیه حرارتی و سرعت سوزش
- ۱۹۰..... ۵-۲-۲-۲- ساختار موج احتراق
- ۱۹۱..... ۵-۲-۳- بیس آزید متیل آکستان (BAMO)
- ۱۹۱..... ۵-۲-۳-۱- تجزیه حرارتی و سرعت سوزش
- ۱۹۶..... ۵-۲-۳-۲- ساختار موج احتراق و انتقال گرما

2.5

- ۲۰۵.....۱-۶- احتراق پیشرانه‌های نیتروسلولز-نیتروگلیسرین
- ۲۰۵.....۱-۱-۶- ویژگی‌های سرعت سوزش
- ۲۰۷.....۲-۱-۶- ساختار موج احتراق
- ۲۱۲.....۳-۱-۶- مدل سرعت سوزش
- ۲۱۲.....۱-۳-۱-۶- مدلی برای برگشت حرارتی از فاز گاز به فاز مایع
- ۲۱۳.....۲-۳-۱-۶- سرعت سوزش محاسبه شده با مدل گازی ساده
- ۲۱۵.....۴-۱-۶- مواد پرانرژی فاز گازی و سرعت سوزش
- ۲۲۳.....۵-۱-۶- سازه‌های سرعت سوزش
- ۲۲۷.....۲-۶- احتراق پیشرانه‌های NC-TMETN
- ۲۲۷.....۱-۲-۶- مشخصات سرعت سوزش
- ۲۲۹.....۲-۲-۶- ساختار موج احتراق
- ۲۲۹.....۳-۶- احتراق پیشرانه‌های نیترو-آز
- ۲۲۹.....۱-۳-۶- مشخصات سرعت سوزش
- ۲۳۱.....۲-۳-۶- ساختار موج احتراق
- ۲۳۲.....۴-۶- پیشرانه‌های دویانه کاتالیز شده
- ۲۳۲.....۱-۴-۶- سوزش فوق سریع، مسطح و تپه‌ای
- ۲۳۴.....۲-۴-۶- اثرات کانالیست‌های سرب
- ۲۳۴.....۱-۲-۴-۶- رفتار سرعت سوزش نیترات استرهای مایع کاتالیز شده
- ۲۳۵.....۲-۲-۴-۶- اثر ترکیبات سرب بر واکنش‌های فاز گاز
- ۲۳۷.....۳-۴-۶- احتراق پیشرانه‌های دویانه کاتالیز شده
- ۲۳۷.....۱-۳-۴-۶- ویژگی‌های سرعت سوزش
- ۲۴۲.....۲-۳-۴-۶- ساز و کار واکنش در ناحیه تاریک
- ۲۴۴.....۳-۳-۴-۶- ساز و کار واکنش در ناحیه جوش

- ۴-۴-۶- مدل‌های احتراق سوزش سریع، مسطح (تخت) و تپه‌ای..... ۲۴۵
- ۵-۴-۶- پیشرا نه‌های دوپایه کاتالیز شده با لیتیم فلئورید..... ۲۴۸
- ۶-۴-۶- پیشرا نه‌های دوپایه کاتالیز شده با نیکل..... ۲۵۱
- ۷-۴-۶- ممانعت از سوزش سریع و مسطح..... ۲۵۳
- منابع..... ۲۵۶

فصل هفتم: احتراق پیشرا نه‌های کامپوزیتی..... ۲۶۳

- ۱-۷- احتراق پیشرا نه‌های آمونیوم پرکلرات..... ۲۶۳
- ۱-۱-۱- ساختار موج احتراق..... ۲۶۳
- ۱-۱-۱- شعله پیش مخلوط ذرات آمونیوم پرکلرات و شعله نفوذی..... ۲۶۴
- ۱-۱-۲- ساختار موج احتراق پیشرا نه‌های غنی از اکسیدکننده..... ۲۶۹
- ۲-۱-۲- ویژگی‌های سرعت سوزش..... ۲۷۴
- ۱-۲-۱-۷- اثر اندازه ذرات آمونیوم پرکلرات..... ۲۷۴
- ۲-۲-۱-۷- اثر ایندر..... ۲۷۶
- ۳-۲-۱-۷- حساسیت دما..... ۲۷۹
- ۳-۱-۷- پیشرا نه‌های کامپوزیتی کاتالیست شده آمونیوم پرکلرات..... ۲۸۳
- ۱-۳-۱-۷- کاتالیست‌های مثبت..... ۲۸۳
- ۲-۳-۱-۷- کاتالیست منفی لیتیم فلئورید..... ۲۸۷
- ۳-۳-۱-۷- کاتالیست منفی استرانسیم ریباید..... ۲۹۱
- ۲-۷- پیشرا نه‌های کامپوزیتی نیترا آمینی..... ۲۹۵
- ۱-۲-۷- ویژگی‌های سرعت سوزش..... ۲۹۶
- ۱-۱-۲-۷- اثر اندازه ذرات نیترا آمین..... ۲۹۶
- ۲-۱-۲-۷- اثر بایندر..... ۲۹۶
- ۲-۲-۷- ساختار موج احتراق..... ۲۹۸
- ۳-۲-۷- پیشرا نه‌های HMX-GAP..... ۳۰۲
- ۱-۲-۲-۷- خواص شیمی فیزیکی پیشرا نه‌ها..... ۳۰۲

۳۰۲	۲-۳-۲-۷- سرعت سوزش و ساختار موج احتراق
۳۰۶	۴-۲-۷- پیشراندهای کامپوزیتی نیترا آمینی کاتالیز شده
۳۰۶	۱-۴-۲-۷- سوزش فوق سریع پیشراندهای کامپوزیتی HMX
۳۰۹	۲-۴-۲-۷- سوزش فوق سریع پیشراندهای HMX-GAP
۳۱۱	۳-۴-۲-۷- کاتالیزهای لیتیم فلوئورید برای سوزش فوق سریع
۳۱۴	۴-۴-۲-۷- اثر کاتالیز لیتیم فلوئورید بر موج احتراق
۳۱۷	۳-۷- پیشراندهای کامپوزیتی نیترا آمین-آمونوم پرکلرات
۳۱۷	۱-۳-۷- عملکرد نظری
۳۲۰	۳-۷- سرعت سوزش
۳۲۰	۱-۲-۳- تأثیر نسبت مخلوط AP/RDX و اندازه ذرات
۳۲۴	۲-۲-۳-۷- دینامیک
۳۲۶	۴-۷- پیشراندهای کامپوزیتی TAGN-GAP
۳۲۶	۱-۴-۷- خواص شیمی فیزیکی
۳۲۷	۲-۴-۷- سرعت سوزش و ساختار موج احتراق
۳۲۹	۵-۷- پیشراندهای کامپوزیتی پرمیو آمونوم نترات-آزید
۳۲۹	۱-۵-۷- پیشراندهای کامپوزیتی نیترا آمین-آزید GAP
۳۳۲	۲-۵-۷- پیشراندهای کامپوزیتی آمونوم نترات
۳۳۴	۶-۷- پیشراندهای کامپوزیتی AP-GAP
۳۳۶	۷-۷- پیشراندهای کامپوزیتی AND, HNF و T.NIW
۳۳۸	منابع

فصل هشتم: احتراق پیشراندهای CMDB ۳۴۵

۳۴۵	۱-۸- ویژگیهای پیشراندهای CMDB
۳۴۶	۲-۸- پیشراندهای AP-CMDB
۳۴۶	۱-۲-۸- ساختار شعله و حالت احتراق
۳۴۸	۲-۲-۸- مدل های سرعت سوزش

۳۵۱.....	۳-۸- پیشراندهای نیتروآمین- CMDB
۳۵۱.....	۱-۳-۸- ساختار شعله و حالت احتراق
۳۵۵.....	۲-۳-۸- ویژگیهای سرعت سوزش
۳۵۷.....	۳-۳-۸- ساختار موج حرارتی
۳۶۵.....	۴-۳-۸- مدل سرعت سوزش
۳۶۷.....	۴-۸- سوزش مسطح پیشراندهای کاتالیز شده HMX-CMDB
۳۶۷.....	۱-۴-۸- ویژگیهای سرعت سوزش
۳۶۹.....	۲-۴-۸- ساختار موج احتراق
۳۶۹.....	۱-۲-۴-۸- فاصله خاموشی شعله
۳۷۱.....	۲-۲-۸- فعالیت کاتالیز
۳۷۳.....	۳-۱-۴-۸- انتقال حرارت در سطح سوزش
۳۷۵.....	منابع
۳۷۹.....	فصل نهم: احتراق مواد منفجره
۳۷۹.....	۱-۹- ویژگیهای انفجار
۳۷۹.....	۱-۱-۹- سرعت و فشار انفجار
۳۸۱.....	۲-۱-۹- تخمین سرعت انفجار مواد منفجره CHNO
۳۸۲.....	۳-۱-۹- معادله حالت انفجار ماده منفجره
۳۸۳.....	۲-۹- دانسیته و سرعت انفجار
۳۸۳.....	۱-۲-۹- مواد منفجره پراورزی
۳۸۵.....	۲-۲-۹- مواد منفجره صنعتی
۳۸۵.....	۱-۲-۲-۹- مواد منفجره ANFO
۳۸۶.....	۲-۲-۲-۹- مواد منفجره دوغابی و امولسیون
۳۸۷.....	۳-۲-۹- مواد منفجره نظامی
۳۸۸.....	۱-۳-۲-۹- مواد منفجره پایه TNT
۳۸۹.....	۲-۳-۲-۹- مواد منفجره پلاستیکی

۳۹۰	۳-۹- قطر بحرانی
۳۹۱	۴-۹- کاربردهای بدیده انفجار
۳۹۱	۴-۹-۱- تشکیل موج انفجار مسطح
۳۹۳	۴-۹-۲- اثر منرو
۳۹۵	۴-۹-۳- اثر هایکینسون
۳۹۷	۴-۹-۴- انفجار زیر آب
۳۹۸	منابع

فصل دوم: تشکیل پیرولان‌های پرانرژی

۴۰۳	۱۰-۱-۱- توت پیشرا نه‌ها، مواد منفجره و پیرولان‌ها
۴۰۴	۱۰-۱-۱-۱- انرژی تودینامیکی پیرولان‌ها
۴۰۵	۱۰-۱-۲- ویژگی‌ها، تودینامیکی
۴۰۷	۱۰-۲-۱- پیرولان‌های پرانرژی
۴۰۷	۱۰-۲-۱-۱- واکنش‌ها و تودینامیکی
۴۰۸	۱۰-۲-۲- تولید گرما و فرآورده
۴۱۰	۱۰-۳-۱- عناصر پرانرژی
۴۱۰	۱۰-۳-۱-۱- ویژگی‌های شیمی فیزیکی عناصر پرانرژی
۴۱۳	۱۰-۳-۲- گرماهای احتراق عناصر
۴۱۹	۱۰-۴-۱- انتخاب معیار مواد شیمیایی
۴۱۹	۱۰-۴-۱-۱- ویژگی‌های پیرولان‌ها
۴۲۰	۱۰-۴-۲- خواص شیمی فیزیکی پیرولان‌ها
۴۲۲	۱۰-۴-۳- تهیه پیرولان‌ها
۴۲۶	۱۰-۵-۱- ترکیبات اکسیدکننده
۴۲۸	۱۰-۵-۱-۱- اکسیدکننده‌های بلوری فلزی
۴۲۸	۱۰-۵-۱-۱-۱- پتاسیم نترات
۴۲۹	۱۰-۵-۱-۲- پتاسیم پرکلرات

۴۲۹.....	۱۰-۵-۱-۳- پتاسیم کلرات.....
۴۲۹.....	۱۰-۵-۱-۴- باریم نیترات.....
۴۳۰.....	۱۰-۵-۱-۵- باریم کلرات.....
۴۳۰.....	۱۰-۵-۱-۶- استرانسیم نیترات.....
۴۳۰.....	۱۰-۵-۱-۷- سدیم نیترات.....
۴۳۱.....	۱۰-۵-۲- اکسیدهای فلزی.....
۴۳۲.....	۱۰-۵-۳- سولفیدهای فلزی.....
۴۳۲.....	۱۰-۵-۴- ترکیبات فلئوئور.....
۴۳۳.....	۱۰-۵-۵- ترکیبات سوخت.....
۴۳۳.....	۱۰-۵-۶- سوخت‌های فلزی.....
۴۳۴.....	۱۰-۵-۲- سوخت‌های جامد غیر فلزی.....
۴۳۴.....	۱۰-۵-۱-۲- بور.....
۴۳۷.....	۱۰-۵-۱-۲- کربن.....
۴۳۸.....	۱۰-۵-۲-۳- سیلیسیم.....
۴۳۸.....	۱۰-۵-۲-۴- گوگرد.....
۴۳۸.....	۱۰-۵-۳- سوخت‌های پلیمری.....
۴۳۹.....	۱۰-۵-۳-۱- نیتروپلیمرها.....
۴۳۹.....	۱۰-۵-۳-۲- پلیمرهای آزیدی.....
۴۴۰.....	۱۰-۵-۳-۳- پلیمرهای هیدروکربنی.....
۴۴۰.....	۱۰-۵-۷- آزیدهای فلزی.....
۴۴۱.....	منابع.....

۴۴۵.....	فصل یازدهم: انتشار احتراق پیرولان‌ها.....
۴۴۵.....	۱۱-۱- ساختار شیمی فیزیکی امواج احتراق.....
۴۴۵.....	۱۱-۱-۱- تجزیه حرارتی و فرآیند آزاد شدن انرژی.....
۴۴۶.....	۱۱-۲- پیرولان‌های همگن.....

۴۴۷	۱۱-۱-۳- پیرولان‌های ناهمگن
۴۴۸	۱۱-۱-۴- پیرولان‌های بدون آتشزنه
۴۵۰	۱۱-۲- احتراق ذرات فلزی
۴۵۱	۱۱-۲-۱- فرآیند احتراق و اکسیداسیون
۴۵۱	۱۱-۲-۱-۱- ذرات آلومینیوم
۴۵۱	۱۱-۲-۲- ذرات منیزیم
۴۵۲	۱۱-۲-۳- ذرات بور
۴۵۲	۱۱-۲-۴- ذرات زیرکونیم
۴۵۲	۱۱-۳- باروت
۴۵۲	۱۱-۳-۱- خواص شیمی فیزیکی
۴۵۳	۱۱-۳-۳- فرایند آتش و سرعت سوزش
۴۵۳	۱۱-۴- پیرولان‌های نیتروگن‌دار
۴۵۳	۱۱-۴-۱- واکنش‌پذیری نیترو
۴۵۴	۱۱-۴-۲- خواص شیمیایی گسترده هگزافلوراید
۴۵۴	۱۱-۵- پیرولان‌های زیرکونیم
۴۵۵	۱۱-۵-۱- واکنش‌پذیری با باریم پرمات
۴۵۵	۱۱-۵-۲- واکنش‌پذیری با Fe_2O_3
۴۵۶	۱۱-۶- پیرولان‌های منیزیم-تترافلوروآنتیلن
۴۵۶	۱۱-۶-۱- خواص ترموشیمیایی و انرژی
۴۵۸	۱۱-۶-۲- واکنش‌پذیری منیزیم و تترافلوروآنتیلن
۴۵۹	۱۱-۶-۳- ویژگی‌های سرعت سوزش
۴۶۳	۱۱-۶-۴- ساختار موج احتراق
۴۶۵	۱۱-۷- پیرولان $B-KNO_3$
۴۶۵	۱۱-۷-۱- ویژگی‌های ترمودینامیکی و انرژی
۴۶۷	۱۱-۷-۲- ویژگی‌های سرعت سوزش
۴۶۸	۱۱-۸- پیرولان‌های $Ti-KNO_3$ و $Zr-KNO_3$

- ۴۶۸..... ۱۱-۸-۱- فرآیند اکسیداسیون
- ۴۶۹..... ۱۱-۸-۲- مشخصات سرعت سوزش
- ۴۶۹..... ۱۱-۹-۱- پیرولان‌های فلز-GAP
- ۴۶۹..... ۱۱-۹-۱- دمای شعله و محصولات احتراق
- ۴۷۱..... ۱۱-۹-۲- فرآیند تجزیه حرارتی
- ۴۷۱..... ۱۱-۹-۳- مشخصات سرعت سوزش
- ۴۷۲..... ۱۱-۱۰-۱- پیرولان‌های تیتانیوم-کربن
- ۴۷۲..... ۱۱-۱۰-۱- خواص ترموشیمیایی تیتانیوم و کربن
- ۴۷۳..... ۱۱-۱۰-۲- واکنش‌پذیری تفلون با پیرولان تیتانیوم-کربن
- ۴۷۳..... ۱۱-۱۰-۳- مشخصات سرعت سوزش
- ۴۷۴..... ۱۱-۱۱-۱- پیرولان‌های سدیم آزید
- ۴۷۴..... ۱۱-۱۱-۱- خواص ترموشیمیایی سدیم آزید
- ۴۷۵..... ۱۱-۱۱-۲- ترمولایون، پیرولان سدیم آزید
- ۴۷۶..... ۱۱-۱۱-۳- مشخصات سرعت سوزش
- ۴۷۷..... ۱۱-۱۱-۴- آنالیز باقیمانده احتراق
- ۴۷۷..... ۱۱-۱۲-۱- پیرولان‌های آمونیوم نیترات-GAP
- ۴۷۷..... ۱۱-۱۲-۱- ویژگی‌های ترموشیمیایی
- ۴۷۸..... ۱۱-۱۲-۲- مشخصات سرعت سوزش
- ۴۷۸..... ۱۱-۱۲-۳- ساختار موج احتراق و انتقال حرارت
- ۴۷۹..... ۱۱-۱۳-۱- پیرولان‌های نیترآمین
- ۴۷۹..... ۱۱-۱۳-۱- خواص شیمی فیزیکی
- ۴۸۰..... ۱۱-۱۳-۲- ساختار موج احتراق
- ۴۸۱..... ۱۱-۱۴-۱- پیرولان‌های آمونیوم پرکلرات-بور
- ۴۸۱..... ۱۱-۱۴-۱- مشخصات ترموشیمیایی
- ۴۸۲..... ۱۱-۱۴-۲- ویژگی‌های سرعت سوزش
- ۴۸۶..... ۱۱-۱۴-۳- بررسی سرعت سوزش

۴۸۸	۱۱-۱۴-۴- موقعیت و حالت بور در موج احتراق
۴۸۹	۱۱-۱۵- حساسیت به اصطکاک پیرولان‌ها
۴۸۹	۱۱-۱۵-۱- توصیف انرژی اصطکاک
۴۹۰	۱۱-۱۵-۲- اثر ترکیبات آلی آهن و بور
۴۹۵	منابع

فصل دوازدهم: نشر محصولات احتراق

۴۹۹	۱۲-۱- اصول نشر نور
۴۹۹	۱۲-۱-۱- طبیعت نشر نور
۵۰۰	۱۲-۱-۲- تابش، جسم سیاه
۵۰۱	۱۲-۱-۳- زبر و جاب گازها
۵۰۳	۱۲-۲- نشر نور از شعله
۵۰۳	۱۲-۲-۱- نشر از شعله ای گرمی
۵۰۴	۱۲-۲-۲- نشر پیوسته از درات داغ
۵۰۴	۱۲-۲-۳- نشرکننده های نور بادی
۵۰۶	۱۲-۳- انتشار دود
۵۰۶	۱۲-۳-۱- دود فیزیکی و دود شیمیایی
۵۰۷	۱۲-۳-۲- نشرکننده های دود سفید
۵۰۸	۱۲-۳-۳- نشرکننده های دود سیاه
۵۰۹	۱۲-۴- پیرولان های بدون دود
۵۰۹	۱۲-۴-۱- پیرولان های نیتروپلیمر
۵۱۱	۱۲-۴-۲- پیرولان های آمونیوم نترات
۵۱۲	۱۲-۵- ویژگی های دود پیرولان ها
۵۲۱	۱۲-۶- ویژگی های دود و شعله موتورهای موشک
۵۲۱	۱۲-۶-۱- دود کاهش یافته و بدون دود
۵۲۳	۱۲-۶-۲- کاهش پلوم موشک

- ۵۲۵.....۱۲-۶-۲-۱- اثر کاهش واکنش شیمیایی
- ۵۲۹.....۱۲-۶-۲-۲- اثر انبساط نازل
- ۵۳۱.....۱۲-۷-۱- احیای HCl از پیشراشه آمونیوم پرکلرات
- ۵۳۱.....۱۲-۷-۱- زمینه احیای HCl
- ۵۳۳.....۱۲-۷-۲- احیای هیدروژن کلرید با تشکیل کلریدهای فلزی
- ۵۳۷.....۱۲-۸- کاهش نشر مادون قرمز از فرآورده های احتراق
- ۵۳۸.....منابع
- ۵۴۳.....حاصل سیزدهم: احتراق گذرای پیشراشه ها و پیرولان ها
- ۵۴۳.....۱۳-۱-۱- اشتعال گذرا
- ۵۴۳.....۱۳-۱-۱- اشتعال رسانایی و همرفتی
- ۵۴۷.....۱۳-۱-۲- اشتعال باشی
- ۵۴۸.....۱۳-۲- اشتعال برای احتراق
- ۵۴۸.....۱۳-۲-۱- توصیف فرآیند اشتعال
- ۵۵۱.....۱۳-۲-۲- فرآیند اشتعال
- ۵۵۲.....۱۳-۳- پدیده های سوزش سایشی
- ۵۵۲.....۱۳-۳-۱- سرعت آستانه
- ۵۵۵.....۱۳-۳-۲- اثر جریان عرضی
- ۵۵۶.....۱۳-۳-۳- انتقال حرارت از لایه مرزی
- ۵۵۸.....۱۳-۳-۴- تعیین پارامترهای لنویر-روبیارد
- ۵۶۲.....۱۳-۴- ناپایداری احتراق
- ۵۶۲.....۱۳-۴-۱- T^* ناپایداری احتراق
- ۵۶۵.....۱۳-۴-۲- L^* ناپایداری احتراق
- ۵۶۹.....۱۳-۴-۳- ناپایداری احتراق صوتی
- ۵۶۹.....۱۳-۴-۳-۱- ماهیت احتراق نوسانی
- ۵۷۱.....۱۳-۴-۳-۲- آزمایش ناپایداری احتراق

۵۸۳.....	۱۳-۴-۳- مدلی برای توقف ناپایداری احتراق
۵۸۴.....	۱۳-۵- احتراق تحت شتاب
۵۸۴.....	۱۳-۵-۱- افزایش سرعت سوزش
۵۸۵.....	۱۳-۵-۲- اثر ذرات آلومینیوم
۵۸۷.....	۱۳-۶- سوزش پیشرانه سیمی
۵۸۷.....	۱۳-۶-۱- فرآیند انتقال حرارت
۵۸۹.....	۱۳-۶-۲- افزایش سرعت سوزش
۵۹۴.....	منابع

۵۹۹.....	فصل چهارم: تعدیل تراست موشک
۵۹۹.....	۱۴-۱- پدیده‌های احتراقی در موتور موشک
۵۹۹.....	۱۴-۱-۱- تراست در مان سوزش
۶۰۲.....	۱۴-۱-۲- بازده احتراق در موتور موشک
۶۰۷.....	۱۴-۱-۳- معیارهای پایری موتور موشک
۶۱۰.....	۱۴-۱-۴- حساسیت دمایی نسبت به موتور موشک
۶۱۲.....	۱۴-۲- موتور دو تراستی
۶۱۲.....	۱۴-۲-۱- اصول موتور دو تراستی
۶۱۳.....	۱۴-۲-۲- موتور دو تراستی تک گرینی
۶۱۶.....	۱۴-۲-۳- موتور دو تراستی دو گرینی
۶۱۶.....	۱۴-۳-۱- نرخ جرم تولیدی و خروجی (نرخ تولد و خروج جرم)
۶۱۸.....	۱۴-۳-۲- تعیین پارامترهای طراحی
۶۲۲.....	۱۴-۳-۳- تعدیل کننده تراست
۶۲۳.....	۱۴-۴- سوزش فرسایشی در موتور موشک
۶۲۳.....	۱۴-۴-۱- فشار ابتدا و انتها
۶۲۵.....	۱۴-۴-۲- تعیین اثر سوزش فرسایشی
۶۲۸.....	۱۴-۵- موتور موشک بدون نازل

- ۶۲۸..... ۱۴-۵-۱- اصول موئور موشك بدون نازل
- ۶۳۰..... ۱۴-۵-۲- مشخصات جریان در موشك بدون نازل
- ۶۳۳..... ۱۴-۵-۳- بررسی عملكرد احتراق
- ۶۳۴..... ۱۴-۶-۶- موشك های گاز هیبریدی
- ۶۳۴..... ۱۴-۶-۱- اصول موشك های گاز هیبریدی
- ۶۳۷..... ۱۴-۶-۲- تراست و فشار احتراق
- ۶۳۸..... ۱۴-۶-۳- پیرولان های مورد استفاده به عنوان تولیدکننده گاز
- ۶۴۳..... مناس

- ۶۴۷..... فصل پانزدهم : جابروندگی موشك های محصور
- ۶۴۷..... ۱۵-۱-۱- بیانیه بلورندگی موشك های محصور
- ۶۴۷..... ۱۵-۱-۱- موشك های جامد، رمجت های مایع و موشك های محصور
- ۶۴۸..... ۱۵-۱-۲- ساختمان و فزاینده عملكردی
- ۶۵۰..... ۱۵-۲-۱- پارامترهای طراحی موشك های محصور
- ۶۵۰..... ۱۵-۲-۱- تراست و كشتی
- ۶۵۲..... ۱۵-۲-۲- تعیین پارامترهای طراحی
- ۶۵۴..... ۱۵-۲-۳- پوشش پرواز بهینه
- ۶۵۵..... ۱۵-۲-۴- ضربه ویژه عدد ماخ پرواز
- ۶۵۶..... ۱۵-۳-۱- بررسی عملكرد موشك های محصور
- ۶۵۶..... ۱۵-۳-۱- سامانه جریان سوخت
- ۶۵۷..... ۱۵-۳-۱-۱- سامانه جریان سوخت بدون مسدودیت
- ۶۵۷..... ۱۵-۳-۱-۲- سامانه جریان سوخت ثابت
- ۶۵۸..... ۱۵-۳-۱-۳- سامانه با جریان سوخت متغیر
- ۶۵۸..... ۱۵-۴-۱- اصول موشك محصور با جریان متغیر
- ۶۵۸..... ۱۵-۴-۱- بهینه سازی تغییرات انرژی
- ۶۵۹..... ۱۵-۴-۲- کنترل سرعت جریان سوخت

۶۶۳	۱۵-۵- پیرولان‌های تولیدکننده گاز پراترزی
۶۶۳	۱۵-۵-۱- خواص شیمی فیزیکی مورد نیاز
۶۶۴	۱۵-۵-۲- مشخصات سرعت سوزش پیرولان‌های تولیدکننده گاز
۶۶۴	۱۵-۵-۲-۱- سرعت سوزش و نمای فشار
۶۶۶	۱۵-۵-۲-۲- پیرولان‌های تولیدکننده گاز سیمی
۶۶۷	۱۵-۵-۳- پیرولان‌های موشک‌های محصور با جریان سوخت متغیر
۶۶۸	۱۵-۵-۴- پیرولان‌های GAP
۶۷۰	۱۵-۵-۵- ذرات فلزی به عنوان ترکیبات سوخت
۶۷۲	۱۵-۵-۶- پیرولان‌های GAP-B
۶۷۴	۱۵-۵-۷- پیرولان کامپوزیتی AP
۶۷۵	۱۵-۵-۸- اثر اندازه ذرات بر پایداری احتراق
۶۷۶	۱۵-۶- آزمایش‌های احتراق موشک‌های محصور
۶۷۶	۱۵-۶-۱- تجهیزات آزمایش احتراق
۶۷۸	۱۵-۶-۲- احتراق در تولید کننده گاز با جریان متغیر
۶۸۴	۱۵-۶-۳- بازده احتراق در مداخل ورود هوا با چند دریچه
۶۸۸	منابع

۶۹۳	پیوست الف: انتقال جرم و حرارت در موج احتراق
۶۹۴	الف-۱- معادلات پایداری حالت ایستا در جریان یک بعدی
۶۹۴	الف-۱-۱- معادله پایداری جرم
۶۹۴	الف-۱-۲- معادله پایداری ممنتوم (اندازه حرکت)
۶۹۵	الف-۱-۳- معادله پایداری انرژی
۶۹۵	الف-۱-۴- معادلات پایداری گونه‌های شیمیایی
۶۹۷	الف-۲- معادلات کلی پایداری حالت پایا در میدان جریان
۷۰۱	پیوست ب: انتشار موج ضربه در میدان جریان دوبعدی

- ب-۱- موج ضربه مایل ۷۰۱
- ب-۲- موج انبساط ۷۰۶
- ب-۳- موج ضربه الماسی ۷۰۷

پیوست پ: ورودی هوای مافوق صوت ۷۱۱

پ-۱- مشخصات تراکمی نفوذکننده ها ۷۱۱

پ-۱-۱- اصول نفوذکننده ۷۱۱

پ-۱-۲- بهبود (بازیابی) فشار ۷۱۳

پ-۱- سامانه ورودی هوا ۷۱۶

پ-۲- سامانه تراکم خارجی ۷۱۶

پ-۲-۱- سامانه تراکم داخلی ۷۱۷

پ-۲-۲- تراکم ورودی هوا ۷۱۷

پیوست ت: اندازه گیری سرعت سوزش و ساختار موج احتراق ۷۲۳

www.ketab.ir