

پیشران‌های کامپوزیتی زیست‌پذیر
نانوپودر آلومینیوم-یخ

www.ketab.ir

سرشناسه: کلاه گر آذری، کاوه، ۱۳۶۲ -

عنوان و نام پدیدآور: پیشران‌های کامپوزیتی زیست‌پذیر نانو بودر آلومینیوم - یخ‌نویسندگان کاوه کلاه‌گر آذری، علی‌علیزاده، علی شجاعی.

مشخصات نشر: تهران: هوانورد، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۱۵۶ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: 978-622-99624-0-4

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۵۲ - ۱۵۶.

موضوع: Solid propellants -- Combustion

موضوع: Space vehicles -- Propulsion systems

موضوع: Iron-aluminum alloys -- Corrosion

موضوع: Nanostructured materials

موضوع: Materials science

موضوع: Composite materials

موضوع: سوخت جامد موشک - احتراق

موضوع: فضاپیماها - سامانه‌های پیش‌رانش

موضوع: آلیاژهای آهن و آلومینیوم - خوردگی

موضوع: مواد نانوساختار

موضوع: مهندسی مواد

موضوع: مهندسی

شناسه افزوده: سیزاده، علی، ۱۳۵۳ - شهرپور -

شناسه افزوده: شجاعی، علی، ۱۳۶۱ -

رده بندی کنگره: ۳۹۷ پ۹ک TL ۷۸۰

رده بندی دیویی: ۶۷۵۲۴/۴۷۵۲۴

شماره کتابشناسی ملی: ۴۸۳۶۱

هوانورد

ناشر تخصصی هوافضا
هوانوردی و فناوری دفاعی

AVIATOR

نام کتاب: پیشران‌های کامپوزیتی زیست‌پذیر نانو بودر آلومینیوم - یخ

نویسندگان: مهندس کاوه کلاه‌گر آذری

(عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران)

دکتر علی‌علیزاده، مهندس علی شجاعی

صفحه‌آرایی و طراحی جلد: برا گرافیک

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۱۹۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۹۶۲۴-۰-۴

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

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

برای تهیه این کتاب می‌توانید به وبگاه WWW.AEROSHOP.IR مراجعه کنید یا با شماره تلفن

۰۲۱ - ۷۷۲۸۰۶۷۵ تماس حاصل فرمائید.

فهرست مطالب

ط	فهرست مطالب
م	فهرست اشکال
ع	فهرست جداول
غ	پیشگفتار
۲۱	فصل اول - مقدمه
۲۲	۱.۱ پیشران جامد
۲۳	۱.۱.۱ همگن یا دو مبنایی
۲۳	۲.۱.۱ پیشران‌های کامپوزیتی
۲۵	۲.۱ مقایسه واکنش آلومینیوم-هوا با آل-سیو-آر
۲۷	۳.۱ پیشینه پژوهش و کاربردهای پیشران آلومینیوم-یخ
۲۹	۴.۱ مزایا و کاربردها
۳۰	۵.۱ مفاهیم پایه
۳۱	۶.۱ سیر تدریجی گزارش
۳۳	فصل دوم - بررسی پیشران آلومینیوم-یخ
۳۳	جهت تولید نیروی محرکه
۳۷	۱.۲ روش تجربی
۳۷	۱.۱.۲ تعیین مشخصات واکنش دهنده‌ها
۴۱	۲.۱.۲ اختلاط پیشران و آماده‌سازی نمونه
۴۳	۳.۱.۲ آزمایش استرنند پیشران در حجم ثابت

۴۴	۴.۱.۲ محفظه احتراق سوخت جامد
۴۶	۲.۲ نتایج و بحث
۴۶	۱.۲.۲ نتایج آزمایش استرند
۴۹	۲.۲.۲ نتایج آزمایش راکت مقیاس آزمایشگاهی
۵۴	۳.۲.۲ سوخت جامد کامپوزیتی
۵۵	۳.۲ بررسی اندازه راکت‌ها
۵۸	۴.۲ نتیجه گیری
۵۹	فصل سوم- نحوه انتشار شعله از مخلوط‌های ذرات آلومینیوم و یخ
۶۱	۱.۳ آزمایش
۶۲	۲.۳ چارچوب نظری
۶۴	۱.۲.۳ ناحیه آلومینیوم-یخ (I)
۶۵	۲.۲.۳ ناحیه آلومینیوم-آب (II)
۶۶	۳.۲.۳ ناحیه بخار آلومینیوم-آب (III)
۶۹	۳.۳ نتایج و بحث
۷۵	۴.۳ نتیجه گیری
۷۷	فصل چهارم- مطالعه امکان‌سنجی و اثبات تجربی پیشران آلومینیوم و یخ
۷۹	۱.۴ تکنیک‌های مخلوط کردن
۸۰	۲.۴ تکنیک‌های اندازه‌گیری نرخ اشتعال و نتایج
۸۲	۳.۴ پیش‌بینی عملکرد موتور
۸۵	۴.۴ آزمایش‌های پایه تراست استاتیکی کشتی جنگی ALICE
۹۰	۵.۴ پیش‌بینی عملکرد موتور با در نظر گرفتن مشتعل‌کننده

۶.۴	طراحی و پرتاب پرنده.....	۹۲
۷.۴	نتیجه گیری.....	۹۸
فصل پنجم - استفاده از آلومینیوم.....		
۱۰.۱	برای پیشرانه های فضایی.....	۱۰۱
۱.۵	عملکرد راکت آلومینیوم-آب ایده آل.....	۱۰۴
۲.۵	اشتعال ذرات آلومینیوم با بخار.....	۱۱۴
۳.۵	سینتیک ها، احتراق.....	۱۱۹
۴.۵	متصل بودن سطل در میکرو راکت ها.....	۱۲۲
۵.۵	نتیجه گیری.....	۱۲۲
فصل ششم - طراحی، شبیه سازی، و ساخت میکرو تراستر با سوخت آلومینیوم و		
یخ.....		
۱.۶	طراحی میکرو تراستر.....	۱۲۷
۲.۶	مدل سازی و شبیه سازی میکرو تراستر برای سوخت $HTPB/Al$	۱۲۸
۱.۲.۶	هندسه میکرو تراستر و مشخصات سوخت.....	۱۲۸
۲.۲.۶	معادلات حاکم.....	۱۲۹
۳.۲.۶	شرایط مرزی.....	۱۳۰
۴.۲.۶	محاسبات.....	۱۳۲
۵.۲.۶	نتایج محاسباتی.....	۱۳۳
۳.۶	مدل سازی و شبیه سازی میکرو تراستر برای سوخت آلومینیوم-یخ.....	۱۴۰
۴.۶	ساخت میکرو تراستر دوبعدی.....	۱۴۲
۵.۶	آزمایش اولیه.....	۱۴۵

۶.۶ نتیجه‌گیری ۱۴۷

فصل هفتم - نتیجه‌گیری ۱۴۹

دستاوردهای طرح ۱۵۳

منابع و مراجع ۱۵۵

www.ketab.ir

پیشگفتار

پیشران آلومینیوم-یخ (*ALICE*) به دلیل قابلیت نگهداری به مدت طولانی، ارزان بودن و همچنین پتانسیل احیای محصولات احتراق آن به سوخت آلومینیوم در محل، تبدیل به یکی از موضوعات محبوب محققان مأموریت‌های زمین به مدار در سال‌های اخیر شده است. پیشران آلومینیوم-یخ را می‌توان هم در مرحله صعود فضاپیما و هم در مرحله حرکت مداری استفاده کرد. در این کتاب نحوه سنتز و تولید پیشران به تفصیل توضیح داده می‌شود. دو آزمایش استرنز و مایور در مقیاس آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در ادامه یک چارچوب نظری برای تجزیه و تحلیل احتراق مخلوط‌های استوکیومتری آلومینیوم-یخ بررسی می‌شود.

همچنین نشان داده می‌شود که سوخت‌های جامد منجمد شده می‌تواند برای موتورهای راکت جوی مورد استفاده قرار گیرد. سوخت *ALICE* نوید یک سوخت راکت در پرتاب‌های استاتیکی را نشان داده است. شش آزمایش استاتیکی مقیاس کوچک در مقایسه با کدهای پیش‌بینی شده نتایج سازگاری را نشان داده است. اگرچه این فرمولاسیون سوخت در حال حاضر مقداری بهینه نشده است، بهبودها در روش مخلوط کردن باعث ایجاد یک سوخت سازگار و یکنواخت می‌شود. در حالی که عملکرد *ALICE* برای استفاده عملی بسیار کم است، دانش حاصل از فرمولاسیون و آزمایش ذرات در مقیاس انوار در مخلوط ساده سبب شده که فعالیت‌های تحقیقاتی در حال انجام حول این سوخت پیشرفته افزایش یابد.

همچنین یک مدل بالستیک داخلی که برای پشتیبانی از آزمایشات بررسی می‌شود که یک تخمینی ساده از مجموعه‌ای از وقایع درون مشتعل‌کننده و محفظه احتراق اصلی را فراهم می‌کند. این مدل بر اساس پارامترهای اندازه‌گیری شده نرخ اشتعال و هندسه‌ای دقیق گرین آزمایش‌شده در آزمایشگاه‌های پیشران پوردو است. اختلافات به مدل را می‌توان برای نشان دادن کاهش قطر دهانه نازل به علت رسوب آلومینا و به حساب آوردن اتلافات در محفظه احتراق و نازل، معرفی کرد.

در ادامه تعادل (ایمپالس ویژه، دمای شعله و ترکیبات در محفظه احتراق) آلومینیوم و بخار به طور خلاصه آنالیز و نحوه انجام واکنش‌ها و شکسته‌شدن و تشکیل پیوندها حین احتراق آلومینیوم-یخ گزارش می‌شود. به نظر می‌رسد که عملکرد آلومینیوم با H_2O برای پیشران

ماهواره / میکرو راکت بسیار امیدوارکننده باشد. عملیات در نسبت هم‌ارزی $3 \sim O/F$ منجر به درجه حرارت $2800 K \sim$ و ایمپالس ویژه جالب ($3000 m/s \sim$) شد. این درجه حرارت‌ها بالا هستند اما منع‌کننده نیست و در نگه داشتن شعله متصل در محفظه‌های میکرو راکت‌ها مفید هستند؛ محاسبات ساده شده نشان می‌دهد که ذرات کوچک (1 میلی‌متر و کمتر) زمان‌های گرمایش از مرتبه $415 ps$ و زمان مخلوط کردن $10 \mu s$ با زمان گرمایش کل و تاخیر احتراق در حدود $10 \mu s$ را تضمین می‌کنند، محاسبه برای حضور پوشش Al_2O_3 انجام شده است. در این شرایط به نظر می‌رسد که احتراق $Al - H_2O$ جایگزین قابل توجهی برای سوخت‌های مرسوم است.

تحقیقات برای اندازه‌گیری تراست و ایمپالس میکرو مقیاس تولید شده با میکرو تراسترهای واحد بابعاد مختلف و آرایه‌های میکرو تراستر ادامه دارد. کاربرد قانون کلاسیکی آهنگ سوختن $r_b = aP^n$ در پیش‌رانه میکرو مقیاس، محدودیت دارد. مشخصات تجربی این قانون سفارشی‌سازی شده برای میکرو تراستر بررسی شده ضروری بوده و بعداً بررسی خواهد شد. کاربرد سوخت‌های جامد آلومینیوم-یخ و $HTPB$ با استفاده از مدل‌سازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج امیدوارکننده این شبیه‌سازی حاکی از آن است که سوخت آلومینیوم-یخ توانایی استفاده در میکرو تراسترهایی نظیر $MEMS$ و مشابه آن را داشته باشد.