

شعلهٔ کروی

دکتر مهدی بیدآبادی
استاد محترم و عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر سید علی حسینی
کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

مهندس باقر وحدت‌آزاد
عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی
دانشگاه صنعتی شریف

شعله کروی

تألیف مهدی بیدآبادی، بهزاد سادات‌نیا، ایدم وحدت‌آزاد

ناشر: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف

چاپ اول: ۱۳۹۲

شمارگان: ۵۰ نسخه

بها: ۷۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN 978-964-208-089-2

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۰۸۹-۲

ویرایش و آماده‌سازی پیش از چاپ این کتاب را مؤلف انجام داده است.

تلفن: ۰۷۲-۶۶۱۶۴۰۷۰ - ۶۶۰۱۳۰۹

دفتر مرکزی: خیابان آزادی - دانشگاه صنعتی شریف

دفتر فروش: میدان انقلاب - خیابان شهید منیری جاوید (اردیبهشت) - ساختمان ۲۵۳ - طبقه چهارم - ۴۰۰۰۰۰۰۰

پست الکترونیکی: publication@mehr.sharif.edu

تلفن: ۶۶۴۰۵۱۳۲-۶۶۹۶۷۸۹۶

موضوع: شعله

شناسه افزودن: سادات‌نیا، بهزاد

شناسه افزودن: وحدت‌آزاد، ایدم

شناسه افزودن: دانشگاه صنعتی شریف

رده‌بندی کنگره: ۷ش/۹/۵۱۶.QD

رده‌بندی دیویی: ۵۴۱/۳۶۱

شماره کتابشناسی ملی: ۳۲۸۰۳۱۰

سرشناسه: بیدآبادی، مهدی

عنوان و نام‌پیدا: شعله کروی/تألیف مهدی بیدآبادی، بهزاد سادات‌نیا، ایدم وحدت‌آزاد

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی ۱۳۹۲.

مشخصات ظاهری: ۱۵۲ ص. ج. مصور، جدول.

شابک: 978-964-208-089-2

وضعیت فهرست نویسی: فیا.

موضوع: اختراق

فهرست مطالب

چهار

پیشگفتار

فصل ۱ مقدمه و تعاریف

۱.۱ مقدمه

۲.۱ رفتار شعله های کروی

۳.۱ مروری بر فعالیت های انجام شده پیرامون شعله کروی

۱.۳.۱ شروع احتراق و حداقل انرژی احتراق

۲.۳.۱ احتراق کروی ابر قطرات سوخت مایع

۴.۱ تعاریف عوامل مهم احتراقی

۱.۴.۱ دمای آدیاباتیک شعله و شعله آدیاباتیک

۲.۴.۱ شعله آرام

۳.۴.۱ سرعت انتشار شعله

۴.۴.۱ سرعت سوزش

۵.۴.۱ حدود اشتعال

۶.۴.۱ فاصله خاموشی

۷.۴.۱ نرخ واکنش

۹	فصل ۲ شعله کروی
۹	۱.۲ مقدمه
۹	۲.۲ آغاز شعله کروی
۱۱	۳.۲ ساختار شعله
۱۲	۴.۲ سرعت شعله
۱۳	۵.۲ کشیدگی شعله
۱۶	۶.۲ نرخ کشیدگی شعله
۱۷	۷.۲ نمای شماتیک
۱۸	۸.۲ انتشار شعله و سرعت شعله آرام
۱۸	۹.۲ طول شعله اشتاین و کشیدگی شعله
۲۱	۱۰.۲ خاموشی شعله و دود اشتعال پذیری
۲۳	فصل ۳ شعله کروی نفوذی
۲۳	۱.۳ مقدمه
۲۳	۲.۳ شعله کروی نفوذی ایجاد شده با مشت
۲۶	۱.۲.۳ فرمول بندی
۳۳	۳.۳ شعله های کروی نفوذی نوسانی
۳۳	۴.۳ شعله های کروی نفوذی تحت شرایط جاذبه
۳۴	۵.۳ اشتعال جرعه ای شعله های کروی نفوذی
۳۶	۶.۳ شعله کروی نفوذی تحت چرخش با عدد لوییس اول
۴۹	فصل ۴ شعله کروی پیش مخلوط
۴۹	۱.۴ مقدمه
۴۹	۲.۴ معادلات اساسی
۵۰	۱.۲.۴ معادلات اساسی بقاء
۵۱	۲.۲.۴ معادلات حالت
۵۲	۳.۲.۴ مدل های شیمیایی و انتقالی
۵۴	۴.۲.۴ معادلات احتراق
۵۵	۳.۴ شعله کروی
۵۵	۱.۳.۴ بیان شماتیک
۵۶	۴.۴ مدل سازی انتشار شعله کروی
۵۷	۱.۴.۴ مدل گسترش شعله
۵۷	۱.۱.۴.۴ انتشار شعله
۵۸	۲.۱.۴.۴ جریان گازها

۵۹	۳.۱.۴.۴ ساختار داخلی شعله
۶۲	۲.۴.۴ خطمشی و پیاده سازی
۶۲	۱.۲.۴.۴ خطمشی محاسباتی
۶۳	۵.۴ سرعت ها
۶۳	۱.۵.۴ شعله ثابت و یکنواخت
۶۴	۲.۵.۴ شعله های انفجاری و انبساطی
۶۷	۶.۴ ترخ انبساط شعله
۷۰	۷.۴ ضخامت شعله

۷۵	فصل ۵ پایداری شعله های کروی
۷۵	۱.۵ مقدمه
۷۷	۲.۵ وضعیت فیزیکی
۷۷	۱.۲.۵ معادلات حاکم
۷۸	۲.۲.۵ شعله های دوپج
۸۰	۳.۵ پایداری
۸۱	۴.۵ مسئله متقارن کروی
۸۱	۱.۴.۵ روش عددی
۸۴	۵.۵ ارزیابی اثر شرایط مرزی

۸۷	فصل ۶ شعله کروی با سوخت مایع
۸۷	۱.۶ مقدمه
۸۷	۲.۶ برخی از فعالیت های صورت گرفته مرتبط
۸۹	۳.۶ مدل
۹۱	۴.۶ ساده سازی معادلات اساسی
۹۲	۵.۶ تطابق و شرایط مرزی
۹۳	۶.۶ حل

۱۰۱	فصل ۷ مدل سازی انتشار شعله کروی ابر ذرات ارگانیك
۱۰۱	۱.۷ مقدمه
۱۰۱	۲.۷ مدل سه ناحیه ای
۱۰۱	۱.۲.۷ توصیف مدل شعله کروی
۱۰۴	۲.۲.۷ معادلات حاکم
۱۰۴	۳.۲.۷ بی بعد سازی معادلات
۱۰۶	۴.۲.۷ شرایط مرزی
۱۰۶	۵.۲.۷ حل معادلات

۱۰۸	۶.۲.۷ اعتبار سنجی
۱۱۶	۷.۲.۷ نتایج و بحث و بررسی
۱۲۲	۳.۷ تحلیل انتشار کروی شعله ابر ذرات ارگانیک در حضور رطوبت
۱۲۲	۱.۳.۷ تئوری
۱۲۴	۲.۳.۷ مدل ریاضی
۱۲۵	۱.۲.۳.۷ معادلات حاکم
۱۲۷	۲.۲.۳.۷ بی بعد سازی معادلات
۱۲۹	۳.۲.۳.۷ شرایط مرزی
۱۳۱	۳.۲.۷ حل معادله دما
۱۳۲	۴.۳.۷ منبرها، کسر جرمی
۱۳۲	۴.۳.۷ زیر ناحیه اول
۱۳۲	۲.۴.۳.۷ زیر ناحیه دوم
۱۳۳	۳.۴.۳.۷ زیر ناحیه سوم
۱۳۳	۴.۴.۳.۷ زیر ناحیه چهارم
۱۳۵	۵.۴.۳.۷ ناحیه پس از ویشر
۱۳۵	۵.۳.۷ حل معادلات در ناحیه اکت



پیشگفتار

احتراق تأثیر قابل توجهی بر زندگی روزمره ما انسانها از زمان آغاز تاریخ بشر داشته است. احتراق مهم‌ترین ابزاری است که بشر برای تولید قدرت استفاده کرده است. حدود هشتاد و پنج درصد از انرژی جهان ناشی از احتراق سمخت‌های فسیلی است. علاوه بر این پیشرفت و توسعه محفظه‌های احتراق، موتورهای احتراق داخلی، موتور جت و موشک و مشعل‌ها منوط به توسعه و پیشرفت علم احتراق است.

پیشگیری‌های ذاتی متعدد پدیده احتراق، بحث شده است که مدل‌سازی پدیده احتراق، همواره با ساده‌سازی‌های فراوان همراه باشد. مختصات کروی، به عنوان مختصات نزدیک‌تر به شکل انتشار واقعی شعله، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه بر روی انتشار شعله کروی، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر شروع احتراق، انتشار شعله و عوامل دینامیکی شعله را فراهم می‌کند. علاوه بر این، مطالعه شعله کروی و آشنایی با مفاهیم آن برای ورود به بحث احتراق حجم ثابت و پدیده انفجار امری ضروری است.

امید است مفاهیم و مطالب ارائه شده در این کتاب راهنمای محققان، دانشجویان و صنعتگران حوزه ی احتراق باشد.