

تحلیل و طراحی
استحکامی موتور کیس سوخت جامد
با پوسته کامپوزیتی



مولفان: مهندس علی رضا شکری، مهدی یوسفزاده

امیر مروتی

سرشناسه : شكري، عليرضا، ۱۳۳۷ -
 عنوان و نام پديدآور : تحليل و طراحي استحکامي موتور کيس سوخت جامد با پوسته کامپوزيتي [کتاب] /
 مولف عليرضا شكري ، مهدي يوسفزاده ، امير مروتی .
 مشخصات نشر : تهران: آرنا، ۱۳۹۲.
 مشخصات ظاهري : ۱۶۰ ص.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۱۴-۰۰-۸ :
 وضعیت فهرست نویسی : فپا
 موضوع : موشک‌های سوخت جامد
 ژانر : یوسفزاده، مهدي، ۱۳۵۷ -
 شناسه خزوده : مروتی، امير، ۱۳۶۴ -
 رده بندي کنگ : ۳/۷۸۳/ش ۳۷ ت ۱۳۹۲
 رده بندي ديويي : ۴۷۵۲۴
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۸۱/۷



نشر آرنا

عنوان : تحليل و طراحي استحکامي موتور کيس سوخت جامد با پوسته کامپوزيتي
 نويسندگان : عليرضا شكري ، مهدي يوسفزاده ، امير مروتی
 ناشر : آرنا
 طرح جلد : مرتضی هانی
 چاپ : اول ۱۳۹۲
 شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه قیمت: ۱۲۰۰۰ تومان

www.arnapub.com

من از همکاران بیش از آن که علم و تجربه‌هایشان را طی سال‌ها با اینجانب تقسیم کردن علی‌الخصوص از دکتر کدوری، مهندس سید حسین تقویان، آقای حقیقی، مهندس بهروز افطاری و همکارانم در مرکز کتابت پیشرفته، تشکر می‌کنم، و اما چون هیچ کاری خالی از اشکال نیست لذا از همکاران گرامی، اساتید و دانشجویان محترم تقاضا دارم چنانچه موارد اشکال در متن کتاب مشاهده نمودند به منظور اصلاح و چاپ‌های بعدی از طریق آدرس ایمیل Mahdi_yousefzadeh@yahoo.com یادآور شوند

چکیده

امروزه با رشد روزافزون رقابت های فضایی میان کشورها، بهینه سازی تجهیزات موجود، و استفاده از یافته های جدید در این راه، جزء استراتژی های مهم صنایع هوافضا قرار گرفته است. در این راستا یکی از مهمترین و کارآمدترین ابزارها حامل های پرتابگر می باشد. از اینرو دستیابی به حداکثر برد ممکن و همچنین حداکثر بار قابل حمل، جزء اصلی ترین اهداف طراحان این نوع از موشک ها به شمار می رود. بر این اساس یکی از روشهایی که امروزه برای افزایش کارایی حامل ها ماهر بار بر بار می رود، استفاده از مواد کامپوزیتی در ساخت بخش ها و قطعات مختلف آنها می باشد. مواد کامپوزیتی با ارائه استحکام و سختی نسبتاً بالا، در برابر وزن پایین در میان دیگر مواد پیشنهادی، انتخاب ایده آل برای سازه های هوافضا محسوب می شوند. این مسئله در حالی است که وزن کلی موشک ها اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از اینرو کامپوزیتی کردن بخش های مختلف موشک های می رود، از جمله پروژه های روز صنایع هوافضا محسوب می شوند.

همان طور که ذکر شد صنایع نظامی و بخصوص صنایع هوافضا بستر مناسبی جهت رشد مواد مرکب یا کامپوزیت ها می باشند. دلیل این امر نیاز این صنایع به قطعاتی سبک تر و کاراتر به عنوان جایگزین فلزات و دیگر مواد سنتی می باشد. بر پایه همین ملاحظات در دهه ۱۹۴۰ برای اولین بار از این مواد در ساخت اجزاء موشک ها استفاده شد و در همین دوران بود که مفهوم مخازن تحت فشار فیلامنتی (Filament winding) متولد گردید.

تحلیل استحکامی موتورهای سوخت جامد با توجه با فرضیات مخازن تحت فشار انجام می گیرد ما در این کتاب به تحلیل استحکامی موتورهای سوخت جامد که توسط فرآیند رشته پیچی ساخته شده اند پرداخته ایم و تمامی عکس های داخلی، از مرکز کامپوزیت پیشرفته می باشد.

۱- فیلامنت وایندینگ

۱۱

۱-۱- مقدمه

۱۱

۲-۱- شسته پیچی

۱۱

۱-۱-۱- رل

۱۳

۲-۱-۲- الیاف

۱۴

۳-۲-۱- الگوی پیکش

۱۶

۴-۲-۱- پارامترهای پیکش

۱۸

۵-۲-۱- نرم افزار پیچه

۱۹

۳-۱- تاریخچه کاربرد مواد کامپوزیت در صنعت هوافضا

۲۴

۲- مقدمه

۳۰

۱-۲- ارتباط تنش- کرنش مواد، در حالات مختلف

۳۱

۲-۲- سختی ها، سازگاری ها و ثابت های مهندسی مواد ارتوتروپ

۳۵

۳-۲- ارتباط تنش- کرنش مواد ارتوتروپ بر اساس تنش های شیار

۳۹

۴-۲- ارتباط تنش- کرنش برای تک لایه با جهت دلخواه

۴۱

۵-۲- ارتباط تنش- کرنش در چند لایه ها

۴۶

۶-۲- فرضیات

۴۷

۷-۲- نیروها و ممان های چند لایه ها

۵۲

۸-۲- ضرایب مهندسی معادل چند لایه

۵۴

۹-۲- حالت های خاص ماتریس سختی های چند لایه ی

۵۵

۱-۹-۲- چند لایه متقارن

۵۵

۲-۹-۲- چند لایه پاد متقارن

۵۶

- ۵۷ ۲-۹-۳- چند لایه‌های شبه ایزوتروپ
- ۵۸ ۲-۱۰- نکاتی درباره خصوصیات تعداد لایه‌ها در استوانه‌های رشته پیچی شده
- ۶۲ ۲-۱۱- میکرو مکانیک
- ۶۳ ۲-۱۱-۱- معادلات تجربی

۶۵

۳- روابط طراحی

- ۶۹ ۳-۱- تئوری تحلیل مخازن تحت فشار
- ۷۰ ۳-۱-۱- محاسبه تنش‌ها در پوسته استوانه‌ای
- ۷۳ ۳-۱-۲- تنش در مخازن حلقوی جدار نازک
- ۷۶ ۳-۲- تحلیل استحکامی مخازن کامپوزیتی (رشته پیچی)
- ۷۷ ۳-۲-۱- تحلیل NE, T, N, G
- ۷۹ ۳-۲-۲- تحلیل NE, T, N, G برای مخازن تحت فشار کامپوزیتی (روش دوم)
- ۸۱ ۳-۳- تئوری و روابط طراحی معادله مسير بهینه عدسی‌ها مخازن کامپوزیتی
- ۸۲ ۳-۳-۱- محاسبه N_α و N_β بعنوان تابعی از $f(z', z'', r, t, P)$
- ۸۴ ۳-۳-۲- محاسبه تنش‌های اصلی σ_1, σ_2 و τ_{12} بعنوان تابعی از N_α و N_β
- ۸۶ ۳-۳-۳- تحلیل ضخامت عدسی و معادله مسیر بهینه عدسی

۱۰۳

۴- تست‌ها

- ۱۰۳ مقدمه
- ۱۰۳ ۴-۱- کنترل کیفیت
- ۱۰۴ ۴-۲- کنترل رزین
- ۱۰۵ ۴-۲-۱- اندازه گیری عدد اسیدی رزین
- ۱۰۵ ۴-۲-۲- آزمون طیف نگاری
- ۱۰۶ ۴-۲-۳- آزمون گرانیوی
- ۱۰۶ ۴-۲-۴- تعیین مقدار مواد جامد رزین (پرکننده‌ها)
- ۱۰۶ ۴-۲-۵- تعیین میزان مواد فرار در رزین مایع

- ۱۰۶ ۴-۲-۶- آزمون زمان ژل شدن در دمای اتاق
- ۱۰۷ ۴-۲-۷- عمر کاری
- ۱۰۷ ۴-۲-۸- آزمون‌های تعیین خواص مکانیکی
- ۱۰۸ ۴-۳- کنترل الیاف
- ۱۰۸ ۴-۴- تست نمونه‌های کامپوزیت
- ۱۰۹ ۴-۱- محاسبات خصوصیات مکانیکی
- ۱۱۳ ۴-۲- آزمون تاثیرات عوامل محیطی بر استحکام کامپوزیت
- ۱۱۴ ۴-۴- ضرایب انبساط حرارتی و رطوبتی
- ۱۱۴ ۴-۴-۴- محاسبه مقاومت پسماند
- ۱۱۵ ۴-۵- محاسبه خصوصیات فیزیکی
- ۱۱۶ ۴-۵- نمونه‌های تست فرسایش و فرسایش وایندینگ
- ۱۱۷ ۴-۵-۱- تست رینگ *NOL*
- ۱۱۸ ۴-۵-۲- تست کشش هیدرولیک رینگ *HYDRAULIC TENSION RING TEST*
- ۱۲۰ ۴-۵-۳- تست فشاری *COMPRESSIVE TEST*
- ۱۲۱ ۴-۵-۴- تست تراکم محوری *AXIAL COMPRESSIVE TEST*
- ۱۲۲ ۴-۵-۵- تست مخزن درمقیاس کوچک
- ۱۲۴ ۴-۶- تست استاندارد ابلیشن با گاز اکسی استیلن *ASTM A 285-80*
- ۱۳۱ ۴-۷- تست پذیرش و صلاحیت موتورکیس‌های کامپوزیتی
- ۱۳۱ ۴-۷-۱- آزمون‌های عملکرد موتورکیس کامپوزیتی
- ۱۳۳ ۴-۷-۲- تست تخریب
- ۱۳۴ ۴-۷-۳- تست نشتی (*NDT: LEAKAGE*)
- ۱۳۶ ۴-۸- آزمونهای غیر مخرب
- ۱۳۶ ۴-۸-۱- سیستم التراسونیک
- ۱۳۶ ۴-۸-۲- سیستم رادیوگرافی
- ۱۳۷ ۴-۸-۳- سیستم میکروویو

۵- عایق داخلی موتور

۱۳۹

- ۱-۵- عایق داخلی موتور کیس ۱۳۹
- ۵-۱-۱- افزودنی‌های کندسوز کننده و افزایش دهنده کارایی عایق ۱۴۱
- ۵-۱-۲- فرآیند ساخت عایق داخلی موتور ۱۴۲
- ۵-۲- آماده سازی دستگاه فیلامنت وایندینگ ۱۴۶
- ۵-۲-۱- تعیین نیروی کشش الیاف در حین پیچش ۱۴۶
- ۵-۲-۲- فشار ناشی از نیروی کششی بین لایه‌های کامپوزیتی (الیاف) ۱۴۷
- ۵-۲-۳- تعیین پارامترهای سینماتیکی پیچش الیاف توسط دستگاه فیلامنت وایندینگ ۱۴۷
- ۵-۲-۴- محاسبه خمش برای مندرل (لایه آبد) ۱۴۹
- ۵-۳- فلنج‌های سه تایی ذخزن در موتور کیس‌های کامپوزیتی ۱۵۰
- ۵-۳-۱- پیچش الیاف پشت بر روی دامنه فلنج ۱۵۱
- ۵-۳-۲- ایجاد شیب منفی در دامنه فلنج ۱۵۲
- ۵-۳-۳- کنگره دار کردن دامنه فلنج ۱۵۲
- ۵-۳-۴- انباشتگی الیاف بر روی دامنه فلنج ۱۵۲
- ۵-۳-۵- ساخت یکپارچه فلنج (بدون خط جوش) ۱۵۳
- ۵-۳-۶- معرفی پارامترهای ابعادی و روابط طراحی فلنج در موتور کیس‌های کامپوزیتی ۱۵۳