



دانشگاه سمنان

مکاتیک و تحلیل مواد مرکب

مؤلفان:

دکتر عبدالحسین فریدون

مهندس امین اکبرپور

سرشناسه : فریدون، عبدالحسین، ۱۳۳۴ -
 عنوان و نام پدیدآور: مکانیک و تحلیل مواد مرکب / مولفین عبدالحسین فریدون، امین اکبرپور .
 مشخصات نشر : سمنان: دانشگاه سمنان، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : ۴۲۱ص: مصور، جدول .
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۴۰-۳۴-۳
 یادداشت : کتابنامه .
 موضوع: مواد چندسازه
 موضوع: مواد چندسازه -- خواص مکانیکی
 شناسه افزوده: اکبرپور، امین، ۱۳۶۴ -
 شناسه افزوده: دانشگاه سمنان
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۰ ۴۹۴/ج ۹۴۱۸/TA۹
 رده بندی دیویی: ۱۱۸/۶۴۲
 شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۹۱۷۵۹



مکانیک و تحلیل مواد مرکب

- مؤلفان: دکتر عبدالحسین فریدون - مهندس امین اکبرپور
- طرح روی جلد و صفحه آرائی: مهندس امین اکبرپور
- نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۰
- چاپ: نفیس سمنان
- شمارگان: ۲۰۰ جلد
- قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۴۰-۳۴-۳

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمنان می باشد.

تلفن انتشارات: ۰۲۳۱-۳۳۲۰۲۹۵

در دهه‌های اخیر تحولات عظیمی در تولید و کاربرد مواد مورد نیاز در مهندسی اتفاق افتاده است. تنوع کاربرد در سازه‌ها، صنایع نظامی، دریایی، فضایی و غیره ضرورت استفاده از مواد پیشرفته بخصوص مواد مرکب را اجتناب ناپذیر ساخته است. تغییر در خواص مواد به منظور بهینه سازی خواص مواد، کاهش هزینه‌ها بخصوص صرفه‌جویی در انرژی و استفاده از انرژی‌های نو بخش عظیمی از مطالعات و تحقیقات را متوجه این زمینه کاری نمود. لذا تحقیقات و مطالعات زیادی در خصوص مواد مرکب و مواد پیشرفته صورت گرفته و مقالات متعدد و گزارش‌های تحقیقاتی و کتب متعددی به چاپ رسیده است. در این راستا در دانشگاه‌های مختلف رشته‌های تحصیلی مرتبط در مقاطع مختلف نیز دایر گردیده است. خوشبختانه در کشور ما نیز همزمان با استفاده از این مواد در صنایع مختلف، برنامه‌های آموزشی و تحقیقاتی فراوانی نیز در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی متعدد فعال گردیدند و دروسی نیز در این موضوعات در رشته‌های مختلف در برنامه‌های درسی گنجانده شدند. حتی برنامه درسی در مقطع تحصیلات تکمیلی تدوین و برنامه‌ریزی شدند. کتاب‌های مختلف ترجمه و تالیف و انتشار یافته‌اند که بسیار ارزشمند و حاوی مطالب مفید می‌باشند. انتشار کتاب حاضر با عنایت به تحقیقات اینجانب در دو مقطع کارشناسی ارشد و دکتری و انتشار مقالاتی در کنفرانس‌ها و مجلات شروع و با توجه به تدریس چندین ساله مواد مرکب در مقاطع مختلف و در نظر گرفتن کتاب‌های موجود فارسی مفید به نظر می‌رسید. این کتاب شامل مطالبی می‌باشد که برای آشنایی و تحلیل مواد مرکب ضروری می‌باشد. در بخش‌های مختلف سعی گردیده ضمن رعایت تقدم و تاخر مطالب با ذکر مثال‌های متعدد کاربرد موضوعات آسان‌تر شوند. با اختصار در بیان مطالب عمومی و تعاریف با گنجاندن مطالب مهم‌تر استفاده از کتاب حاضر برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و

محققان نیز مناسب به نظر می‌رسد. در فصل اول معرفی مواد مرکب به طور اجمالی صورت می‌گیرد.

در فصل دوم رواب تنش کرنش در مواد مرکب مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در فصل سوم مواد مرکب با الیاف ناپیوسته و نحوه تعیین خواص آنها مورد بحث قرار می‌گیرد. در

فصل چهارم تعیین خواص مهندسی مواد مرکب با استفاده از میکرومکانیک مورد بحث قرار می‌گیرد.

در فصل پنجم فرضیه تنش صفحه‌ای در مواد مرکب مورد بحث قرار گرفته و در فصل ششم تبدیل

تنش کرنش در دستگاه‌های مختصات محلی و کلی در یک مرکب لایه مورد بحث قرار می‌گیرد. در

فصل هفتم تئوری چندلایه ای کلاسیک صفحه‌ای و فرضیه کیرشهف بحث می‌شود. در فصل هشتم

تئوری چندلایه ای کلاسیک و تعیین ماتریس سفتی چندلایه ای مورد بحث قرار می‌گیرد. در فصل

نهم تئوری‌های شکست مواد مرکب مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

امید است صاحب نظران و اساتید با مطالعه، در اصلاح مطالب از نظرات ارزشمند خویش ما را بهره‌مند

سازند.

مولفین

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ای بر مواد مرکب

۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- تعریف	۲
۳-۱- مواد تشکیل دهنده مواد مرکب	۲
۴-۱- انواع مواد مرکب	۳
الف) مواد مرکب دره‌ای	۳
ب) مواد مرکب الیافی یا رشته‌ای	۴
ج) مواد مرکب لایه‌ای (چندلایه‌ای)	۴
د) مواد مرکب پولکی	۴
۵-۱- تقویت‌کننده‌ها	۵
۶-۱- ماتریس	۶
الف) پلیمرها: ترموست، ترموپلاست	۶
ب) فلزات: آلومینیوم، تیتانیوم، سوپر آلیاژها	۶
ج) سرامیک: شیشه - سرامیک‌ها	۷
د) کربن‌ها، گرافیت، پیرولینیک، کربن آپورف	۷
۷-۱- عوامل تعیین‌کننده خواص مواد مرکب	۷
الف) شکل الیاف	۷
ب) جهت‌گیری الیاف	۸
ج) طول الیاف	۹
د) مبدأ	۹
۸-۱- اصطلاحات متداول در علوم و تکنولوژی مواد مرکب	۱۰
الف) میکرومکانیک	۱۰
ب) ماکرومکانیک	۱۰
ج) غیر ایزوتروپیک	۱۰
د) ارتوتروپیک	۱۰
ه) ایزوتروپیک	۱۱
و) جهت برتر	۱۱

۱۱	 (ز) جهت پراکنده
۱۱	 (ح) همگن
۱۱	 (ط) غیر همگن
۱۲	 (ی) لایه (لامینا)
۱۲	 (ک) لمینت

فصل دوم: تنش-کرنش در مواد مرکب الیافی الاستیک خطی

۱۵	 ۱-۲- تنش ها و تغییر شکل ها در مواد مرکب الیافی
۲۶	 ۲-۲- قضیه تعادل بتی - ماکسول
۲۸	 ۳-۲- روابط بین خواص مواد
۳۵	 ۴-۲- خصوصیات شاخص مواد
۳۸	 ۵-۲- تفسیر روابط تنش-کرنش
۴۶	 ۶-۲- کرنش های حرارتی
۴۹	 ۷-۲- روابط تنش-کرنش شامل اثرات کرنش های حرارتی آزاد
۵۴	 ۸-۲- عملکرد تنش-کرنش شامل اثرات کرنش رطوبتی آزاد

فصل سوم: ماده مرکب با الیاف ناپیوسته

۶۳	 ۱-۳- الیاف الاستیک و ماتریس صلب - کامل پلاستیک
۶۷	 ۲-۳- طول غیر موثر
۶۸	 ۳-۳- طول بحرانی
۶۹	 ۴-۳- انتقال تنش برای ماتریس الاستیک و الیاف الاستیک
۷۴	 ۵-۳- تنش متوسط در الیاف
۷۴	 ۶-۳- میانگین تنش برای الیاف الاستیک صلب ماتریس کاملاً پلاستیک
۷۶	 ۷-۳- میانگین تنش الیاف برای الیاف الاستیک و ماتریس الاستیک
۷۷	 ۸-۳- تنش برای مواد مرکب با الیاف ناپیوسته
۷۸	 ۹-۳- مدول ینگ برای مواد مرکب با الیاف ناپیوسته

فصل چهارم: تعیین خواص مهندسی مواد مرکب با استفاده از میکرومکانیک

۸۹	 ۱-۴- نتایج تئوری الاستیسیته: مدل های استوانه ای متحدالمرکز
----	--

۹۱	۱-۱-۴- کشش در جهت الیاف
۹۸	۲-۱-۴- برش محوری
۱۰۳	۲-۴- نتایج استحکام مواد
۱۰۵	۱-۲-۴- مدل برای بررسی E_1 و θ_{12}
۱۱۱	۲-۲-۴- مدل برای بررسی E_2
۱۱۸	۳-۲-۴- مدل برای بررسی G_{12}
۱۲۱	۴-۲-۴- مدل برای بررسی α_1 و α_2

فصل پنجم: فرضیه تنش صفحه‌ای

۱۳۴	۱-۵- رابطه تنش کرنش برای تنش صفحه‌ای
۱۳۸	۲-۵- اهمیت استفاده از رابطه‌های تنش-کرنش
۱۳۹	۳-۵- نتایج عددی برای حالت تنش صفحه‌ای
۱۴۱	۴-۵- رابطه تنش کرنش در یک تنش صفحه‌ای و تأثیرات کرنش دمایی و رطوبتی

فصل ششم: روابط تنش-کرنش مربوط به تنش صفحه ای در دستگاه مختصات کلی

۱۴۶	۱-۶- روابط تبدیل مختصات
۱۵۲	۲-۶- ماتریس نرمی کاهش یافته انتقالی
۱۶۹	۳-۶- ماتریس سفتی کاهش یافته انتقالی
۱۷۸	۴-۶- مشخصات مهندسی در دستگاه مختصات عمومی
۱۸۴	۵-۶- ضرایب تأثیر متقابل
۱۸۵	۶-۶- کرنش‌های رطوبتی و حرارتی
۱۹۰	۷-۶- روابط تنش کرنش صفحه‌ای و اثرات کرنش‌های گرمایی و رطوبتی

فصل هفتم: تئوری چندلایه‌ای کلاسیک، فرضیه کیرشهف

۲۰۴	۱-۷- نامگذاری چند لایه‌ای
۲۰۷	۲-۷- جابجایی و کرنش چندلایه‌ای با فرضیه کیرشهف
۲۱۲	۳-۷- مفهوم فرضیه کیرشهف
۲۱۵	۴-۷- کشش و انبساط چندلایه‌ای

۲۲۰	۵-۷- تنش‌های چندلایه‌ای
۲۲۱	۶-۷- توزیع تنش در امتداد ضخامت
۲۲۳	۷-۷- محاسبه برآیندهای نیرو و ممان

فصل هشتم: تئوری چندلایه‌ای کلاسیک، ماتریس سفتی چندلایه

۲۶۲	۱-۸- تعریف فرمولی برآیندهای نیروها و گشتاورها
۲۶۵	۲-۸- سفتی مواد مرکب چندلایه‌ای، محاسبه ماتریس‌های D, B, A
۲۸۵	۳-۸- طبقه‌بندی چندلایه‌ای‌ها و تأثیر آن‌ها روی ماتریس‌های D و B, A
۲۸۵	۱-۳-۸- چندلایه‌ای‌های متقارن
۲۸۷	۲-۳-۸- چندلایه‌ای‌های متعادل
۲۸۸	۳-۳-۸- چندلایه‌ای‌های متعادل متقارن
۲۹۰	۴-۳-۸- چندلایه‌ای‌های متقاطع یا صلیبی
۲۹۰	۵-۳-۸- چندلایه‌ای‌های متقاطع یا صلیبی متقارن
۲۹۲	۶-۳-۸- لایه ایزوتروپیک منفرد
۲۹۶	۴-۸- کوپلینگ‌های الاستیک
۲۹۶	۱-۴-۸- اثرات D_{16} و D_{26}
۳۰۱	۲-۴-۸- اثرات A_{16} و A_{26}
۳۰۹	۳-۴-۸- تأثیر المان‌های ماتریس کوپلینگ B_{12}
۳۱۶	۵-۸- خواص مهندسی موثر یک چندلایه‌ای

فصل نهم: تئوری‌های شکست برای مواد مرکب

۳۳۳	۱-۹- معیار شکست تنش ماکزیمم
۳۶۴	۲-۹- معیار شکست کرنش ماکزیمم
۳۶۶	۳-۹- معیار شکست سای وو
۳۹۸	۴-۹- معیار شکست سای هیل
۴۰۱	۵-۹- معیار شکست هوفمن
۴۰۲	۶-۹- معیار شکست هشین