

خواص مکانیکی مواد ۱

- ✓ مناسب برای رشته های مهندسی مواد، متالورژی، سرامیک و پلیمر
- ✓ دربردارنده دروس های خواص مکانیکی (۱) رشته ی مهندسی مواد
- ✓ حاوی مطالب و مسائل کاربردی برای مهندسين و صنايع
- ✓ حاوی مسایل حل شده آموزگار، خواص مکانیکی کنکور کارشناسی ارشد مهندسی مواد

تألیف:

دکتر محمد ابراهیم ابراهیمی

سرشناسه	: ابراهیمی، محمدابراهیم
عنوان و نام پدید آور	: خواص مکانیکی ۱
مشخصات نشر	: تهران: دانش پویان جوان، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۳۷۶-۹۴-۴
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: چاپ اول: ۱۳۹۵
موضوع	: مقاومت مصالح.
موضوع	: متالورژی فیزیکی.

نام کتاب:	خواص مکانیکی ۱
تألیف:	دکتر محمدابراهیم ابراهیمی
ناشر:	دانش پویان جوان
چاپ اول:	۱۳۹۵
تیراژ:	۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی:	امام سجاده ^(ع)
چاپ:	فاضل
طراحی جلد:	هادی نعمتی
قیمت:	۱۲۸۰۰ تومان
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۳۷۶-۹۴-۴
شابک دوره:	۹۷۸-۶۰۰-۵۳۷۶-۸۷-۶

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار مؤلف

خواص مکانیکی مواد از آن جنبه دارای اهمیت است که بیشتر کاربردهای مواد، کاربردهای مکانیکی یا سازه‌ای می‌باشد. اگر به اطراف خود بنگریم، مثال‌های متعددی نظیر کاربرد آلیاژهای آلومینیم در سازه و بال هواپیما، کاربردهای مکانیکی فولاد در بدنه، محورها و موتور خودرو و بسیاری از کاربردهای دیگر پیدا می‌نماییم.

درک رفتار مکانیکی مواد به شناخت ما از جنبه‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی مواد مرتبط است. یک مهندس ما نیاز به اطلاعات تئوری نظیر مکانیزم‌های میکروسکوپی درونی ماده مثل لغزش و حرکت و تکثیر نابجایی‌ها، آزمایشات مکانیکی مواد و تفسیر نتایج و استانداردها، و طراحی مناسب با در نظر گرفتن علل شکست مواد در هنگام رویس دارد.

با توجه به مباحث تدریسی که در زمینه خواص مکانیکی مواد در دانشگاه‌ها، مشاهده می‌شود که ما تمرکز خود را عمدتاً بر الیاف مباحث تئوری و پیچیده نموده‌ایم که این اطلاعات دید لازم را به فارغ‌التحصیلان در مورد طراحی، آزمایشات، استانداردها، و ارتباط خواص مکانیکی با ریزساختار، تاثیر جنبه‌های میکروسکوپی و تئوری بر خواص ماکروسکوپی واقعی ماده، فراهم نمی‌آورد. هدف از این کتاب برآوردن این نیازها به زبانی ساده و برقراری ارتباط درونی بین این مؤلفه‌هاست. از سوی دیگر نکته‌ای که در دست‌بندی‌های گرایش‌ها و رشته‌ها در مورد رشته مهندسی در علم مواد در دانشگاه‌های داخلی مورد غفلت قرار گرفته است، این نکته است که در سرفصل‌های رشته مهندسی مواد، توجه چندانی به خواص سرامیک‌ها، پلیمرها، و کامپوزیت‌ها که کاربردهای فراوانی در حوزه مهندسی پیدا یافته‌اند، نمی‌نماییم. چگونه می‌توان مثلاً از اهمیت پلیمرها غافل بود که به صورت گسترده‌ای توسعه یافته‌اند و به صورت مجزا و یا تلفیقی با فلزات و سرامیک‌ها (به صورت کامپوزیت‌ها) در حال استفاده می‌باشند. همچنین به تفاوت خواص و روش‌های آزمایش متفاوت که بین فلزات، سرامیک‌ها، و پلیمرها وجود دارد، چندانی توجه نمی‌کنیم. این کتاب قدمی اولیه در درک و شناخت این زمینه‌ها است.

خواننده همواره دلایلی را برای انتخاب یک کتاب جهت مطالعه دارد. او یا به عنوان یک دانشجو، به گذراندن واحدهای مربوطه و موفقیت در امتحان پایان ترم می‌اندیشد، یا به دنبال موفقیت در آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری که پس از اتمام دوره کارشناسی خود پیش‌رو دارد، می‌باشد. از سوی دیگر، در صورت اشتغال به عنوان یک مهندس در صنعت یا بخش‌های تحقیقاتی، شخص به مهارت در به کارگیری مفاهیم مهندسی مواد در صنعت و طراحی قطعات، و یا برای کسب اطلاعات به‌روز علمی برای رقابت در صحنه‌های علمی جهانی مثل ادامه تحصیل و یا کار در خارج از کشور می‌اندیشد. شاید بتوان گفت که این کتاب ابتدا با دو

هدف آخر که تاکید بر ارائه مطالب کاربردی و بهروز مهندسی مواد با تمرکز بر روی خواص مکانیکی، نگارش یافته است؛ هر چند تلاش شده است که دو مورد اول نیز در قالب تئوری‌ها، روابط و مسائل ضروری، و مسائل حل شده آزمون‌های کارشناسی ارشد مهندسی مواد، مطرح گردد تا مجموعه‌ای کامل فراهم آید. از نکات برجسته این کتاب تلفیق مباحث کاربردی و تئوری است که مباحث را هرچه جالب‌تر نموده و خواننده را به راهکارهای عملی ساخت و انتخاب مواد راهنمون می‌نماید.

این کتاب در ابتدا برای درس خواص مکانیکی (۱) و (۲) رشته‌های کارشناسی مهندسی مواد، متالورژی، و سرامیک توصیه می‌شود. همچنین مجموعه‌ای مناسب برای دانشجویان رشته‌های مهندسی پلیمر، کامپوزیت، گرایش‌های مختلف رشته مهندسی مکانیک، محسوب می‌گردد. وجود مطالب کاربردی و مسائل متنوع طراحی شده که این کتاب برای کلیه مهندسين، فارغ‌التحصیلان، متخصصین، و اساتید، مفید واقع شود.

مردادماه ۱۳۹۵

دکتر محمد ابراهیم ابراهیمی

فهرست مطالب

پیشگفتار

مقدمه

فصل اول: رفتار تنش-کرنش

۱۵	۱-۱- مفهوم تنش و کرنش
۱۶	۱-۱-۱- آزمایشات کشش
۱۹	۱-۲- آزمایشات فشار
۱۹	۱-۳- آزمایشات برشی و پیچشی
۲۰	۱-۴- ملاحظات هندسی حالت تنش
۲۰	۲-۱- تغییر شکل الاستیک
۲۰	۲-۱-۱- رفتار منحنی تنش-کرنش
۲۶	۲-۱-۲- رفتار از الاستیک تا پلاستیک
۲۷	۲-۲- خواص الاستیک مواد
۳۰	۳-۱- رفتار مکانیکی فلزات
۳۰	۳-۱-۱- خواص کششی
۴۱	۳-۱-۲- تنش و کرنش حقیقی
۴۴	۳-۱-۳- برگشت الاستیک بعد از تغییر شکل پلاستیک
۴۴	۳-۱-۴- تغییر شکل فشاری، برشی، و پیچشی
۴۵	۳-۱-۵- معیارهای تسلیم برای تغییر شکل فلزات
۴۸	۳-۱-۶- حالت تنش دو بعدی و دایره موهر
۵۰	۴-۱- رفتار مکانیکی سرامیک‌ها
۵۰	۴-۱-۱- استحکام خمشی
۵۲	۴-۱-۲- رفتار الاستیک
۵۳	۴-۱-۳- تأثیر تخلخل بر روی خواص مکانیکی سرامیک‌ها
۵۵	۵-۱- رفتار مکانیکی پلیمرها
۵۵	۵-۱-۱- رفتار تنش-کرنش
۵۸	۵-۱-۲- تغییر شکل ماکروسکوپی
۵۹	۵-۱-۳- تغییر شکل و سکوپلاستیک
۶۶	۶-۱- سختی و سایر ملاحظات مربوط به خواص مکانیکی
۶۶	۶-۱-۱- سختی
۷۵	۶-۱-۲- سختی مواد سرامیکی
۷۵	۶-۱-۳- استحکام پارگی و سختی پلیمرها
۷۶	۷-۱- تغییر پذیری خواص و فاکتورهای طراحی ایمنی

۷۶	 ۱-۷-۱- تغییر پذیری خواص ماده
۷۸	 ۲-۷-۱- فاکتورهای طراحی / ایمنی
۸۱	 ۸-۱- خلاصه فصل
۸۴	 مسائل ✓
۹۷	 مسائل حل شده کنکور کارشناسی ارشد ✓

فصل دوم: نایجایی ها

۱۰۵	 ۱-۲- انواع عیوب شبکه
۱۰۵	 ۱-۱-۲- عیوب نقطه ای
۱۰۷	 ۲-۱-۲- عیوب خطی
۱۰۷	 ۳-۱-۱- عیوب دو بعدی
۱۰۸	 ۴-۱-۲- عیوب سه بعدی
۱۰۸	 ۲-۲- مبانی نایجایی ها
۱۰۸	 ۱-۲-۲- مقدمه
۱۱۰	 ۲-۲-۲- بردار ریز نایجایی
۱۱۴	 ۳-۲-۲- چگالی نایجایی ها
۱۱۴	 ۴-۲-۲- میدان تنش ریزی نایجایی ها
۱۱۸	 ۵-۲-۲- نیروهای وارد بر نایجایی ها
۱۲۲	 ۶-۲-۲- نیروی بین نایجایی ها
۱۲۵	 ۷-۲-۲- تحرک نایجایی ها
۱۳۳	 ۸-۲-۲- برخورد نایجایی ها
۱۳۷	 ۹-۲-۲- ایجاد و تکثیر نایجایی ها
۱۴۲	 ۱۰-۲-۲- انباشت نایجایی ها
۱۴۳	 ۳-۲- مشاهده نایجایی ها
۱۴۳	 ۱-۳-۲- روش های اچ سطحی
۱۴۴	 ۲-۳-۲- روش میکروسکوپ مادون قرمز (IR)
۱۴۶	 ۳-۳-۲- روش پراش اشعه X
۱۴۷	 ۴-۳-۲- روش میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
۱۴۷	 ۵-۳-۲- مشاهده نقص در چیده شدن
۱۴۸	 ۴-۲- مرزدانه با زاویه کم
۱۵۳	 مسائل ✓
۱۵۵	 مسائل حل شده کنکور کارشناسی ارشد ✓

فصل سوم: لغزش و مکانیزم‌های تغییر شکل

۱۶۱	
۱۶۲	۱-۳- مقدمه و اهداف
۱۶۲	۲-۳- مکانیزم‌های تغییر شکل برای فلزات
۱۶۳	۱-۲-۳- تاریخچه
۱۶۳	۲-۲-۳- مفاهیم اصلی نابجایی‌ها
۱۶۶	۳-۲-۳- ویژگی‌های نابجایی‌ها
۱۶۹	۴-۲-۳- سیستم‌های لغزشی و نقص در چیده شدن
۱۷۵	۵-۲-۳- لغزش در تک‌کریستال‌ها
۱۸۲	۶-۲-۱- تغییر شکل پلاستیک فلزات پلی‌کریستالی
۱۸۵	۷-۲-۳- تغییر شکل توسط دوغلولی شدن
۱۸۷	۸-۲-۳- لغزش نقاط
۱۸۸	۹-۲-۳- لغزش در ماکزیمم
۱۸۹	۳-۳- مکانیزم‌های تغییر شکل مواد سرامیکی
۱۸۹	۱-۳-۳- سرامیک‌های کریستالی
۱۹۱	۲-۳-۳- سرامیک‌های غیر کریستالی (پلیمرها)
۱۹۲	۴-۳- مکانیزم‌های تغییر شکل پلیمرها
۱۹۲	۱-۴-۳- تغییر شکل پلیمرهای نیمه کریستالی
۱۹۶	۲-۴-۳- تغییر شکل الاستومرها
۱۹۸	۵-۳- خلاصه فصل
۲۰۰	✓ مسائل
۲۰۳	✓ مسائل حل‌شده کنکور کارشناسی ارشد

فصل چهارم: مکانیزم‌های مستحکم (مقاوم) شدن

۲۰۷	
۲۰۷	۱-۴- مقدمه و اهداف
۲۰۹	۲-۴- مکانیزم‌های مستحکم (مقاوم) شدن در فلزات
۲۱۰	۱-۲-۴- مستحکم (مقاوم) شدن توسط کاهش اندازه دانه
۲۱۳	۲-۲-۴- مستحکم (مقاوم) شدن توسط محلول جامد
۲۱۵	۳-۲-۴- کارسختی (سخت کردن کرنشی)
۲۱۹	۴-۲-۴- پدیده نقطه تسلیم
۲۲۰	۵-۲-۴- پیرکرنشی
۲۲۱	۶-۲-۴- مستحکم کردن توسط پخش ذرات ریز
۲۲۲	۳-۴- بازیابی، تبلور مجدد، و اندازه دانه
۲۲۳	۱-۳-۴- بازیابی
۲۲۳	۲-۳-۴- تبلور مجدد

۲۳۰	 رشد دانه ۴-۳-۳
۲۳۲	 اثر باوشتگر ۴-۴-۱
۲۳۳	 خلاصه فصل ۴-۵-۵
۲۳۴	 مسائل ✓
۲۳۸	 مسائل حل شده کنکور کارشناسی ارشد ✓

فصل پنجم: شکست، خستگی، و خزش

۲۴۵	 ۵-۱-۱ مقدمه و اهداف
۲۴۷	 ۵-۲-۱ شکست
۲۴۷	 ۵-۲-۱-۱ مبانی شکست
۲۴۸	 ۵-۲-۲ شکست نرم
۲۵۱	 ۵-۲-۳ شکست ترد
۲۵۵	 ۵-۲-۴-۱ رن مکانیک، شکست
۲۷۶	 ۵-۲-۵ شکست - سرمایه‌ها
۲۸۲	 ۵-۲-۶-۱ سخت پاره ها
۲۸۶	 ۵-۲-۷-۱ آزمون شکست خیزه از
۲۹۱	 ۵-۳-۱ خستگی
۲۹۲	 ۵-۳-۱-۱ تنش‌های سیکلی
۲۹۴	 ۵-۳-۲-۱ منحنی S-N
۲۹۸	 ۵-۳-۳-۱ خستگی سیکل کم (کم‌چرخه)
۲۹۹	 ۵-۳-۴-۱ خستگی در مواد پلیمری
۳۰۰	 ۵-۳-۵-۱ آغاز و اشاعه ترک
۳۰۵	 ۵-۳-۶-۱ سرعت اشاعه ترک
۳۱۱	 ۵-۳-۷-۱ فاکتورهای تأثیرگذار بر روی عمر خستگی
۳۱۶	 ۵-۳-۸-۱ اثرات محیطی
۳۱۹	 ۵-۴-۱ خزش
۳۱۹	 ۵-۴-۱-۱ رفتار عمومی خزش
۳۲۱	 ۵-۴-۲-۱ اثرات تنش و دما
۳۲۴	 ۵-۴-۳-۱ روش‌های پرون‌یابی داده‌ها
۳۲۵	 ۵-۴-۴-۱ آلیاژهای مورد استفاده در دمای بالا
۳۲۷	 ۵-۴-۵-۱ خزش در سرمایه‌ها و مواد پلیمری
۳۲۷	 ۵-۵-۱ مطالعه موردی
۳۲۷	 ۵-۵-۱-۱ مقدمه
۳۲۹	 ۵-۵-۲-۱ شیوه آزمایش و نتایج
۳۳۱	 ۵-۵-۳-۱ بحث

۳۲۷	 فصل ۶- خلاصه فصل
۳۴۳	 مسائل ✓
۳۵۵	 مسائل حل شده کنکور کارشناسی ارشد ✓

فصل ششم: کامپوزیت ها

۳۷۱	 ۱-۶ مقدمه
۳۷۳	 ۲-۶ کامپوزیت های با تقویت ذره ای
۳۷۳	 ۱-۲-۶ کامپوزیت های با ذرات بزرگ
۳۷۴	 ۲-۶ کامپوزیت های مستحکم شده توسط پخش ذرات
۳۷۵	 ۳-۶ کامپوزیت های تقویت شده با الیاف
۳۷۵	 ۱-۳-۶ تأثیر طول الیاف
۳۷۷	 ۲-۳-۶ تأثیر جهت و چگالی الیاف
۳۷۹	 ۳-۳-۶ کامپوزیت های تقویت شده با الیاف پیوسته و جهت یافته
۳۸۷	 ۴-۳-۶ کامپوزیت های تقویت شده با الیاف پیوسته و جهت یافته
۳۸۸	 ۵-۳-۶ کامپوزیت های تقویت شده با الیاف غیر پیوسته با جهت تصادفی
۳۹۰	 مسائل ✓
۳۹۳	 مسائل حل شده کنکور کارشناسی ارشد ✓

۳۹۵	 پیوست ۱: مقادیر مدول الاستیک در دمای محیط برای مواد مهندسی متفاوت
۳۹۹	 پیوست ۲: مقادیر استحکام تسلیم، استحکام کششی، کرنش پدیده (درصد ازدیاد طول نسبی) در دمای محیط برای مواد مهندسی متفاوت
۴۰۳	 پیوست ۳: مقادیر تانژنس شکست برای حالت کرنش صفحه ای مواد استحکام (هر دو در دمای محیط) برای مواد مهندسی متفاوت
۴۰۵	 پاسخ تمرینات و مسائل ❖
۴۱۵	 مراجع ❖

مقدمه

رفتار مکانیکی مواد یکی از مباحث پایه و با اهمیت در مهندسی و علم مواد می باشد. بسیاری از مواد زمانی که در شرایط سرویس و استفاده قرار می گیرند در معرض نیروها یا بارهای اعمالی هستند. به عنوان مثال می توان از آلیاژ آلومینیم در بال هواپیما، فولاد در محور اتومبیل، سوپرآلیاژها در پره های توربین، سرامیک در کاربردهای زره، پلیمر در تایر خودرو، و کامپوزیت در بدنه هواپیما، قایق، و وسایل ورزشی نام برد. در چنین شرایطی درک ویژگی های مواد الزامی است تا طراحی اجزاء به گونه ای انجام پذیرد که تغییر شکل بیش از حد یا شکست قطعه رخ ندهد. همچنین خواص مکانیکی یک ماده، محدوده ای در کاربردهای مکانیکی و سازه ای تحمیل می نماید. بنابراین درک مفاهیم خواص مکانیکی، تأثیرهای روش های آزمایش، داده های خواص مکانیکی، محیط و نوع بارگذاری در شرایط عملی استفاده، برامتهای طراحی / ایمنی، تغییرپذیری خواص ماده، و مواردی از این قبیل در انتخاب صحیح مواد و طراحی مناسب قطعات فلزی، سرامیکی، پلیمری، و کامپوزیتی اهمیت قابل توجهی را دارا می باشند.

خواص مکانیکی از موارد مورد توجه گروه های متفاوتی، مثل تولیدکنندگان و مصرف کنندگان مواد، مراکز تحقیقاتی، آژانس های دولتی، می باشد که هر کدام به علائق خاصی به آن دارند. در نتیجه، این امر ضروری است که در مورد شیوه آزمایش مورد استفاده، مسیر نتایج آن تا حدودی توافق وجود داشته باشد. این توافق با تدوین استانداردها که غالباً توسط انجمن های تخصصی صورت می گیرد، انجام می شود. در ایالات متحده سازمان فعال در این زمینه، انجمن تست و مواد آمریکا (ASTM) است. کتاب سالانه استانداردهای ASTM شامل جلد های متعددی از این استانداردها است که به صورت سالانه منتشر و به روز می شوند. تعداد زیادی از این استانداردها به تکنیک های تست مکانیکی اختصاص یافته است. در فصل های این کتاب تعدادی از این استانداردها در پاورقی ذکر شده است.

نقش یک مهندس سازه یا مکانیک تعیین تنش های توزیع شده در داخل اجزاء است که در بارگذاری های کاملاً تعریف شده، حاصل می گردد. این امر ممکن است توسط تکنیک های تست تجربی و آزمایشگاهی و یا توسط آنالیز تنش به صورت تئوری یا محاسباتی انجام پذیرد.

تکنیک‌های محاسباتی در کتب آنالیز تنش و مقاومت مصالح یافت می‌گردند. از سوی دیگر، مهندسين مواد و متالورژی، بیشتر به تولید و ساخت مواد که نیازمندی‌های مورد پیش‌بینی توسط آنالیزهای تنش را برآورده می‌کنند توجه دارند. این امر ضرورتاً نیازمند درک و ارتباط بین ریزساختار (جنبه‌های داخلی) مواد و خواص مکانیکی می‌باشد.

رفتار مکانیکی یک ماده، ارتباط بین پاسخ یا نوع تغییر شکل در مقابل بار یا نیروی اعمالی را منعکس می‌نماید. خواص مکانیکی مهم عبارتند از: استحکام، سختی، انعطاف‌پذیری^۱، و سفتی^۲. در فصل اول، به ناهم پایه در مورد رفتار تنش - کرنش پرداخته می‌شود. مفهوم تنش و کرنش، آزمون‌های استاندارد برای اندازه‌گیری خواص مکانیکی مواد و روابط مربوطه، تفاوت بین تغییر شکل الاستیک و پلاستیک، و مقایسه و تفاوت در رفتار تنش - کرنش فلزات، سرامیک‌ها، و پلیمرها تشریح خواهد شد. در انتهای این فصل به سختی مواد و آزمون‌های سختی‌سنجی، و به تغییرپذیری خواص مواد در اندازه‌گیری‌های خواص، و فاکتورهای طراحی / ایمنی پرداخته شده است. توجه به این نکته که خواص مکانیکی اندک تأثیری شده (و همچنین سایر خواص ماده)، مقادیر دقیق و ثابتی نمی‌باشند و همواره مقداری پراکندگی برای ماده‌ای اندازه‌گیری شده وجود دارد، به طراح دید روشن‌تری در گنجاندن فاکتورهای طراحی و ایمنی دقیق‌تر خواهد داد.

فصل‌های دوم و سوم کتاب، بیشتر بر مباحث تنوع، تأثیرگذار بر روی خواص مکانیکی مواد متمرکز شده‌اند. وجود عیوب در مقیاس اتمی نظیر نابجایی‌ها و درک میدان‌های تنش، انرژی، و نیروهای مابین آن‌ها، تکثیر نابجایی‌ها، و مشاهده آن‌ها در اختلاف‌های متفاوت در فصل دوم مورد تشریح واقع شده است. درک مبانی نابجایی‌ها برای تشریح مکانیزم‌های تغییر شکل و لغزش مواد ضروری می‌باشد. مکانیزم‌های تغییر شکل و لغزش مواد کریستالی و غیر کریستالی (آمورف) شامل مواد فلزی، سرامیکی، و پلیمری در فصل سوم مورد بحث قرار گرفته است.

فصل چهارم، به مکانیزم‌های مستحکم (مقاوم) نمودن مواد می‌پردازد. برای یک مهندس مواد، درک مکانیزم‌هایی که منجر به افزایش استحکام مواد می‌گردد دارای اهمیت می‌باشد. برای مثال چرا مواد دانه ریز دارای استحکام بیشتری در مقایسه با مواد درشت دانه هستند؟ و چرا انجام کار سرد یا تغییر شکل پلاستیک بر روی یک فلز یا آلیاژ، استحکام آن را افزایش خواهد داد؟ و یا اینکه چرا ایجاد و پخش رسوبات یا ذرات ریز در زمینه ماده، می‌تواند استحکام را بهبود بخشد؟ این

¹. Ductility

². Stiffness

پرسش‌ها می‌تواند با برقراری ارتباط با مطالب فصل‌های دوم و سوم پاسخ داده شود. با کمک این مفاهیم، یک مهندس مواد قادر خواهد بود تا با بکارگیری تئوری‌ها و خواص میکروسکوپی و ریزساختاری ماده، خواص مکانیکی ماکروسکوپی ماده را بهبود بخشد.

فصل پنجم به بحث مهم شکست و از کارافتادگی قطعات و مواد می‌پردازد. این فصل در انتخاب صحیح ماده و طراحی مناسب قطعات برای کاربرد مورد نظر دارای اهمیت است، چرا که می‌تواند از بروز خسارت و آسیب‌های جدی جلوگیری نماید. برای مثال شکست بال هواپیما و محور چرخ اتومبیل را در هنگام کار در نظر بگیرید. درک مکانیک شکست و مکانیزم‌های مربوطه در آغاز و اشاعه ترک، دینامیک شکست‌های احتمالی و پیشگیری از آن فراهم می‌آورد.

همچنین نوع بارگذاری از لحاظ استاتیکی و دینامیکی بودن، می‌بایستی در تعیین عمر شکست قطعات، مورد ملاحظه قرار گیرد. چنانچه با قطعه‌ای که در یک بارگذاری استاتیکی در میزان معینی از بار سال‌ها دوام می‌آورد، ولی در هنگام بارگذاری نوسانی (مثل یک شافت گردنده)، در همان میزان بار یا حتی در بارهای کمتر، بعد از مدت‌ها پاره می‌شکند. رفتار ماده تحت بارگذاری سیکلی که اصطلاحاً خستگی نامیده می‌شود و تخمین عمر قطعه در فصل پنجم مورد بحث قرار گرفته است.

دما نیز در بارگذاری کوتاه مدت و دراز مدت مواد نقش بازنماید. تفاوت در استحکام گرم و سرد ماده تقریباً امری آشکار به نظر می‌رسد. این بدان معناست که در دماهای بالاتر، استحکام تسلیم یک ماده کاهش می‌یابد. ولی نکته‌ای که می‌تواند جالب توجه باشد این است که اگر ماده‌ای در دمای معینی استفاده شود و بار اعمالی به آن کمتر از تنش تسلیم ماده در آن دما باشد، بعد از گذشت زمان، ماده تغییر شکل پلاستیک را تجربه خواهد کرد و این امر می‌تواند شکست منجر شود. این حالت اصطلاحاً خزش نامیده می‌شود که در فصل پنجم مورد تشریح واقع شده است. با استفاده از مکانیزم‌های خزش و روابط مربوطه، می‌توان عمر شکست قطعاتی که در دماهای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند نظیر قطعات توربین‌های گازی، موتورهای جت، و ژنراتورهای بخار را تخمین زد. بنابراین پارامتر "زمان"، بر روی پدیده‌های خستگی و خزش، نقش مهمی را ایفا می‌نماید. از آنجائیکه، مواد پیشرفته غالباً به صورت انواع کامپوزیت‌های زمینه پلیمری، فلزی، و سرامیکی مورد کاربرد یا در حال توسعه می‌باشند، فصلی مستقل به خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها، اختصاص یافته است. باید به این نکته توجه داشت که همواره خواص یکسانی از یک ماده در تمام جهات مورد

انتظار نمی‌باشد. برای مثال، قطعه‌ای که در بارگذاری کششی تک محوری مورد استفاده قرار می‌گیرد، مطلوب است که در جهت بارگذاری، خواص مکانیکی بالایی داشته باشد. بنابراین در کامپوزیتی کردن، تقویت جهت‌دار خواص ماده می‌تواند مورد نظر است. همچنین تلفیق مواد دارای استحکام بالا و ترد با مواد با استحکام پایین و قابل انعطاف، می‌تواند قطعات با خواص مکانیکی بهبود یافته را پدید آورد. انواع کامپوزیت‌ها از لحاظ نوع الیاف، جهت الیاف، و میزان و توزیع آن در زمینه به همراه روابط کاربردی در محاسبه خواص آنها در فصل ششم تشریح شده است.

www.ketab.ir