



طراحی اجزای ماشین

دکتر مسعود شریعت پناهی

دکتر مسعود شریعت پناهی

جلد ۱

نسخه ۱۳۸۵

مؤلف:

دکتر مسعود شریعت پناهی، از اعضای هیأت علمی و مدیر گروه طراحی و صنعت در دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه تهران، عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه تهران

سرشناسه : شریعت‌پناهی، مسعود
 عنوان و نام پدیدآور : طراحی اجزای ماشین
 مشخصات نشر : تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، بسیج دانشجویی، ۱۳۹۴
 مشخصات ظاهری : مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی)
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۲۷-۷۸-۷
 شماره کتاب‌شناسی ملی : ۴۱۰۳۵۲۱

طراحی اجزای ماشین :
 مسعود شریعت‌پناهی :
 بسیج دانشجویی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی :
 اول :
 تهران، ۱۳۹۵ :
 علیرضا داودی مقدم - احسان ابویی :
 محمدرضا حاج محمد حسینی :
 الیاس مهدی‌پور :
 الیاس مهدی‌پور :
 ۱۰۰۰ جلد :
 ۳۵۰۰۰ تومان :

کتاب :
 لف :
 سر :
 بیت چاپ :
 ل و محل نشر :
 لر فنی چاپ :
 ح جلد :
 فحه آرای :
 اقیست :
 راز :
 مت :

* هرگونه چاپ و تکثیر از این اثر ممنوع و به موجب بند ۵ ماده ۲ قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان پیگرد قانونی دارد.
 نشانی: خیابان شریعتی، نرسیده به پل سید خندان، دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، مرکز خدمات آموزشی نصیر
 تلفن: ۸۸۴۶۴۷۸۰-۸۸۴۶۶۹۳۵

پس از انتشار کتب «تئوری ارتعاشات»، «مهندسی کنترل اتوماتیک»، «مقاومت مصالح»، «مکانیک سیالات»، «دینامیک ماشین» و «دینامیک» از مجموعه کتاب های رشته مهندسی مکانیک «مرکز خدمات آموزشی نصیر»، بار دیگر توفیق یافتیم تا با انتشار کتاب «طراحی اجزای ماشین»، به قلم جناب آقای دکتر مسعود شریعت پناهی، خدمت دیگری به دانشجویان عزیز ارائه نماییم. کتاب حاضر اگرچه برای داوطلبان شرکت در آزمون کارشناسی ارشد نگاشته شده است، ولی به دلیل جامعیت مطالب خود برای دانشجویان مقطع کارشناسی نیز قابل استفاده می باشد.

«مرکز خدمات آموزشی نصیر» اولین مرکز آموزشی در زمینه ی برگزاری دوره های آمادگی آزمون های کارشناسی ارشد در کشور است که از شروع فعالیت های آن قریب به ۲۴ سال می گذرد. این مرکز از زمان تاسیس خود همواره در حال رشد بوده است و علاوه بر گسترش حیطه فعالیت ها و گسترش کمی مخاطبان خود، ارتقاء کیفیت آموزش و سطح علمی دانشجویان را نیز سرلوحه ی برنامه های خود قرار داده است. این مرکز که اصلی ترین هدف خود را خدمت رسانی، عدالت آموزشی و ارتقاء علمی دانشجویان قرار داده است، شاخص ترین مرکز آموزشی در میان مؤسسات مشابه بوده و از این جهت همواره به عنوان مرکزی خوش نام و موفق در میان اساتید و دانشجویان شناخته شده است. همچنین از آنجا که مسئولین و کادر این مرکز خود نیز اغلب از دانشجویان دانشگاه های تهران هستند بیشترین ارتباط با دانشجویان مخاطب این مرکز دارا بوده و از نقطه نظرات آنان استفاده نموده اند. در خصوص عملکرد این مرکز همچنین می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. استفاده از اساتید مجرب و دارای آشنایی با دانشگاه های تهران که به لحاظ علمی جزو سرآمدترین اساتید کشور می باشند از اصلی ترین نقاط قوت این مرکز است. اعتقاد ما بر این است که دستیابی به این سطح از موفقیت، بدون مساعدت این اساتید گران قدر امکان پذیر نمی بود.
۲. رویکرد ما همواره افزایش سطح علمی فعالیت ها در عین ارائه آن با کمترین هزینه می باشد که با تحقق این مهم هدف اصلی ما که خدمت رسانی و ارتقاء علمی دانشجویان این مرز و بوم با رعایت عدالت آموزشی می باشد محقق می شود.
۳. تجربه ی حاصل از ۲۴ سال برگزاری کلاس های آموزشی و ۱۴ سال آزمون های آزمایشی، یکی از عوامل اصلی موفقیت ما است. این تجربیات همواره مرکز خدمات آموزشی نصیر را در جایگاه پیشروترین مؤسسه آموزشی کارشناسی ارشد و دکتری قرار داده است.

با توجه به نکات فوق و نیز خلاه موجود در زمینه ی کتاب های با کیفیت در حوزه ی آمادگی برای آزمون های کارشناسی ارشد، این مرکز تصمیم گرفت که در این زمینه نیز وارد شده و خدمت دیگری به جامعه ی علمی کشور ارائه نماید. مجموعه کتاب های کارشناسی ارشد نصیر که از این پس به تدریج در دسترس خواهد بود، همانند قرار خواهد گرفت، با رویکردی نوین تدوین شده و دارای ویژگی های منحصر به فردی می باشد، به طوری که داوطلبان را تا حد زیادی از مراجعه به منابع دیگر بی نیاز می سازد. امید ما آن است که تجربه ی نویسندگان گرانقدر این کتاب ها در کنار کیفیت بالای صفحه آرایی و چاپ این آثار، یادگیری را برای دانشجویان عزیز به تجربه ای لذت بخش تبدیل نماید.

در پایان اجر معنوی فعالیت هایی این مرکز را تقدیم می کنیم به شهدای دفاع مقدس و دانشمندان سیدالشهدا و بوم، این شمع های همیشه فروزان بشریت که با مقاومت مردانه خود حماسه های جاوید آفریدند.

Nasir.book@gmail.com

مرکز خدمات آموزشی نصیر

"طراحی" یکی از مهم‌ترین وظایفی است که مهندسان برای انجام آن‌ها تربیت می‌شوند. در کنار عنصر خلاقیت که خمیرمایه‌ی هر فعالیت نوآورانه است، طراحی یک سامانه (سیستم) مکانیکی نیازمند آگاهی از رفتار اجزای آن سامانه در شرایط گوناگون کاری و نحوه‌ی تعامل این اجزا با یکدیگر است. تنها در سایه‌ی این آگاهی است که می‌توان کارایی و عملکرد بهینه‌ی سامانه‌ی طراحی شده را تضمین نمود. بر همین اساس است که "طراحی اجزای ماشین" یکی از مبانی مهندسی مکانیک، به‌ویژه در شاخه‌ی طراحی کاربردی به‌شمار می‌آید.

برای طراحی اجزای تشکیل دهنده یک سامانه‌ی مکانیکی، طراح باید از یک‌سو با ویژگی‌های مواد تشکیل دهنده‌ی آن اجزا و رفتار این مواد تحت بارگذاری‌های مختلف، و از سوی دیگر با تاثیر شکل، ابعاد و فرآیند ساخت اجزای سامانه بر عملکرد آن‌ها آشنا باشد.

در درس طراحی اجزای ماشین، دانشجویان با تکیه بر آموخته‌های خود در دروسی همچون علم مواد، استاتیک، دینامیک و مقاومت مصالح ابتدا با رفتار قطعات تحت بارگذاری‌های ثابت و متغیر با زمان آشنا شده و معیارهای طراحی قطعات تحت هر یک از این بارگذاری‌ها را می‌آموزند. آنان سپس با فرآیند طراحی قطعات مهم و پرکاربرد سامانه‌های مکانیکی به استناد از ابزارهای فوق و نیز با نحوه به‌کارگیری استانداردهای طراحی که دربرگیرنده تجربیات طراحان موفق است آشنا می‌شوند. ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی نیز از جمله مباحثی است که ضرورت توجه به آن‌ها در طراحی قطعات و زیرمجموعه‌های مکانیکی در این درس مورد تاکید قرار می‌گیرد.

کتاب حاضر با هدف آماده سازی دانشجویان برای پاسخ‌گویی به سوالات درس طراحی اجزای ماشین در آزمون ورودی مقطع کارشناسی ارشد نگاشته شده است و طبیعتاً نباید به عنوان جایگزینی برای متون اصلی این درس تلقی گردد. وظیفه‌ی این کتاب صرفاً مرور محتوای درس طراحی اجزا بر بسته کردن نکاتی از آن است که احتمال پرسش از آن‌ها در آزمون کارشناسی ارشد وجود دارد. به همین دلیل از آوردن بسیاری از جزئیات، از جمله روابط تفصیلی و نحوه استخراج آن‌ها، نمودارها و جدول‌ها خودداری شده است. بدیهی است دانشجویانی که به هر دلیل با تمام یا بخشی از مباحث این درس آشنایی ندارند، باید برای درک بهتر مطلب به متون اصلی درس مراجعه نمایند. همچنین با توجه به روند مفهومی شدن سوالات آزمون کارشناسی ارشد (به جای سوالات محاسباتی)، تلاش شده است تا مباحث کتاب با رویکردی مفهومی ارائه شوند، هر چند که روابط مورد نیاز برای پاسخ به پرسش‌های محاسباتی نیز که در گذشته بیشتر مطرح می‌شده است در کتاب آورده شده است.

سازمان‌دهی فصول کتاب حاضر عمدتاً بر اساس کتاب "طراحی مهندسی مکانیک" نوشته شیگی و دیگران (ویراست نهم) صورت گرفته است. در پایان هر فصل علاوه بر سوالات طراحی اجزای ماشین در آزمون‌های سراسری کارشناسی ارشد، تعدادی تست کمکی نیز همراه با پاسخ تشریحی آن‌ها برای آمادگی بیشتر دانشجویان ارائه گردیده است.

فهرست مطالب:

فصل اول: مفاهیم پایه	۱
مقدمه	۱
۱-۱- مفهوم نقطه‌ی بحرانی	۲
۱-۲- تنش	۴
۱-۲-۱- تنش‌های ناشی از بارگذاری‌های خالص	۴
۱-۲-۲- تنش‌های دوبعدی یا دوماحوری (حالت تنش صفحه‌ای یا مسطح)	۱۰
۱-۲-۳- تنش‌های سه‌بعدی (سه محوری)	۲۰
۱-۳- کرنش	۲۵
۱-۴- تنش در دیواره‌ی مخازن جدار نازک تحت فشار	۲۷
۱-۴-۱- مخازن استوانه‌ای	۲۷
۱-۴-۲- مخازن مخروطی	۳۲
۱-۵- مواد مهندسی	۳۳
۱-۶- ضربه	۳۶
۱-۶-۱- ضربه‌ی خطی	۳۶
۱-۶-۲- ضربه‌ی پیچشی	۳۸
۱-۷- تمرکز تنش	۴۰
۱-۸- ضربه اطمینان و ضربه طراحی	۴۷
سوالات سراسری	۵۵
فصل دوم: رفتار قطعات تحت تنش‌های استاتیکی (نظریه ای و اماندگی استاتیکی)	۷۳
مقدمه	۷۳
۱-۲- نظریه‌های و اماندگی استاتیکی برای مواد نرم	۷۴
۱-۲-۱- نظریه‌ی تنش بیشینه‌ی عمودی (حداکثر تنش عمودی، توری یا نرمال)	۷۵
۱-۲-۲- نظریه‌ی تنش بیشینه‌ی برشی (حداکثر تنش برشی)	۷۸
۱-۳- نظریه‌ی (چگالی) انرژی وابیچش	۸۳
۱-۴- نظریه‌ی اصطکاک داخلی (کولمب-مور) برای مواد نرم	۸۹
۱-۵- نظریه‌ی کرنش بیشینه‌ی عمودی (محوری)	۹۰
۱-۶- رهیافت مکانیک شکست	۹۰
۱-۷- نظریه‌های و اماندگی استاتیکی مواد ترد	۹۲
۱-۷-۱- نظریه‌ی تنش بیشینه‌ی عمودی	۹۲
۱-۷-۲- نظریه‌ی کولمب-مور برای مواد ترد	۹۴
۱-۷-۳- نظریه‌ی اصلاح‌شده‌ی مور	۹۶
سوالات سراسری	۹۸
فصل سوم: رفتار قطعات تحت تنش‌های نوسانی (نظریه‌های خستگی)	۱۱۸

۱۱۸	.....	مقدمه
۱۲۲	.....	۱-۳-۱-۳ حالت تنش‌های (کاملان) معکوس‌شونده (متناوب)
۱۳۲	.....	۲-۳-۲-۳ حالت کلی تنش‌های نوسانی (تنش‌های نوسانی با میانگین غیرصفر)
۱۳۴	.....	۱-۳-۲-۳ معیار اصلاح‌شده‌ی گودمن
۱۴۱	.....	۲-۳-۲-۳ معیار سادربرگ
۱۴۳	.....	۳-۲-۲-۳ معیار گروبر
۱۴۴	.....	۴-۲-۲-۳ معیار بیضی‌گون
۱۴۵	.....	۳-۳-۳-۳ واماندگی (تسلیم) در سیکل اول (معیار لنگیر)
۱۵۰	.....	۴-۳-۴-۳ حالت مای خاص بارگذاری
۱۵۱	.....	۴-۳-۴-۳ حالت تنش نوسانی با میانگین یا دامنه‌ی ثابت
۱۵۲	.....	۳-۴-۳-۳ حالت تنش نوسانی به‌علاوه‌ی تنش استاتیکی ثابت
۱۵۵	.....	۵-۳-۵-۳ حالت تنش‌های نوسانی غیر (نامنظم)
۱۵۹	.....	۶-۳-۶-۳ تغییر خواص مکانیکی مواد بر اثر اعمال تنش‌های مخرب
۱۶۰	.....	۱-۶-۳-۱ نظریه‌ی مارتین
۱۶۲	.....	۲-۶-۳-۲ نظریه‌ی منسن
۱۶۴	.....	سوالات سراسری
۱۸۷	.....	سوالات تالیفی
۱۸۸	.....	پاسخ سوالات تالیفی
۱۹۱	.....	فصل چهارم: طراحی محورها
۱۹۱	.....	مقدمه
۱۹۱	.....	۱-۴-۱-۴ طراحی محورهای توپر
۲۰۳	.....	۲-۴-۲-۴ طراحی محورهای توخالی
۲۰۴	.....	۳-۴-۳-۴ طراحی خارهای چهارگوش
۲۰۷	.....	سوالات سراسری
۲۱۳	.....	سوالات تالیفی
۲۱۵	.....	پاسخ سوالات تالیفی
۲۱۹	.....	فصل پنجم: طراحی اتصالات پیچی و پرچی
۲۱۹	.....	مقدمه
۲۱۹	.....	۱-۵-۱-۵ دسته‌بندی و ساختار پیچ‌های اتصال
۲۲۳	.....	۲-۵-۲-۵ اتصال‌های پیچی تحت بار کششی
۲۲۳	.....	۳-۵-۳-۵ اتصال‌های پیچی و پرچی تحت بار برشی
۲۴۶	.....	۴-۵-۴-۵ پیچ‌های قدرت
۲۵۲	.....	سوالات سراسری
۲۷۶	.....	سوالات تالیفی

۲۷۹	 پاسخ سوالات تالیفی
۲۸۳	 فصل ششم: اتصالات جوش شده
۲۸۳	 مقدمه
۲۸۴	 ۱-۶ انواع جوش
۲۸۶	 ۲-۶ تحلیل تنش در انواع جوش
۲۸۶	 ۱-۲-۶ جوش سر به سر
۲۸۶	 ۱-۱-۲-۶ تحت نیروی موازی با خط جوش (جوش طولی)
۲۸۷	 ۲-۱-۲-۶ تحت نیروی عمود بر خط جوش (جوش عرضی)
۲۸۸	 ۲-۲-۶ جوش ماهیچه‌ای (گلویی)
۲۸۸	 ۱-۱-۲-۶ تحت نیروی موازی با خط جوش (جوش طولی)
۲۸۹	 ۲-۱-۲-۶ تحت نیروی عمود بر خط جوش (جوش عرضی)
۲۹۱	 ۳-۶ تحلیل از پال ... در حالت‌های مختلف
۲۹۱	 ۱-۳-۶ تحت یک نیرو: ثابت گذرنده از مرکز جوش
۲۹۱	 ۲-۳-۶ تحت یک ستا: جوش ثابت حول مرکز جوش
۲۹۳	 ۳-۳-۶ تحت یک لنگر: جوش ثابت در مرکز جوش
۲۹۴	 ۴-۳-۶ تحت یک نیروی خارج از صفحه جوش‌ها
۲۹۶	 ۵-۳-۶ تحت یک نیروی خارج از مرکز در صفحه جوش‌ها
۳۰۱	 سوالات سراسری
۳۰۸	 سوالات تالیفی
۳۱۱	 پاسخ سوالات تالیفی
۳۱۵	 فصل هفتم: طراحی فنرها
۳۱۵	 مقدمه
۳۱۵	 ۱-۷ فنر تخت (شمش یا برگ)
۳۱۵	 ۲-۷ فنر پیچشی میله‌ای
۳۱۸	 ۳-۷ فنر مارپیچ پیچشی
۳۱۸	 ۴-۷ فنر پیچشی تخت (حلزونی)
۳۱۷	 ۵-۷ فنر بشقابی
۳۱۸	 ۶-۷ فنر تلسکوپی
۳۱۹	 ۷-۷ فنر مارپیچ فشاری
۳۲۵	 ۸-۷ فنر مارپیچ کششی
۳۳۰	 سوالات سراسری
۳۴۷	 سوالات تالیفی
۳۴۹	 پاسخ سوالات تالیفی
۳۵۳	 فصل هشتم: یاتاقان‌های غلتشی

۳۵۳	 مقدمه
۳۵۳	 ۸-۱- انواع یاتاقان‌های غلتشی
۳۵۷	 ۸-۲- نحوه‌ی انتخاب و محاسبه‌ی عمر یاتاقان‌های غلتشی
۳۶۳	 سوالات سراسری
۳۷۰	 سوالات تالیفی
۳۷۲	 پاسخ سوالات تالیفی
۳۷۵	 فصل نهم: یاتاقان‌های لغزشی
۳۷۵	 مقدمه
۳۷۷	 ۹-۱- ویژگی‌های سیال روانکار
۳۷۸	 ۹-۲- مزایای یاتاقان‌های لغزشی
۳۸۶	 سوالات سراسری
۳۹۲	 سوالات تالیفی
۳۹۳	 پاسخ سوالات تالیفی
۳۹۵	 فصل دهم: چرخ دنده‌ها
۳۹۵	 مقدمه
۳۹۵	 ۱۰-۱- ساختار عمومی چرخ دنده‌ها
۳۹۸	 ۱۰-۲- ویژگی‌های منحنی دندانه
۴۰۲	 ۱۰-۳- اهمیت زاویه‌ی فشار
۴۰۲	 ۱۰-۴- اهمیت فاصله‌ی محورهای دو چرخ دنده
۴۰۳	 ۱۰-۵- زنجیره‌ی چرخ دنده‌ها
۴۰۹	 ۱۰-۶- بررسی استحکام دندانه‌های چرخ دنده
۴۱۲	 ۱۰-۷- چرخ دنده‌ی ساده
۴۱۳	 ۱۰-۸- چرخ دنده‌ی مارپیچ
۴۲۳	 ۱۰-۹- چرخ دنده‌ی مخروطی
۴۲۷	 ۱۰-۱۰- چرخ دنده‌ی حلزونی
۴۳۳	 سوالات سراسری
۴۶۲	 سوالات تالیفی
۴۶۸	 پاسخ سوالات تالیفی
۴۷۳	 فصل یازدهم: طراحی کلاچ‌ها و ترمزهای اصطکاکی
۴۷۳	 ۱۱-۱- کلاچ‌ها
۴۷۴	 ۱۱-۱-۱- کلاچ‌های دیسکی
۴۷۶	 ۱۱-۱-۲- کلاچ‌های مخروطی
۴۷۹	 ۱۱-۲- ترمزها
۴۸۰	 ۱۱-۲-۱- ترمزهای تسمه‌ای (نواری)

۴۸۳	 ۱۱-۲-۲- ترمز های دیسکی (صفحه‌ای)
۴۸۴	 ۱۱-۲-۳- ترمزهای کاسه‌ای (کفشکی)
۴۹۱	 سوالات سراسری
۵۰۸	 سوالات تالیفی
۵۱۱	 پاسخ سوالات تالیفی
۵۱۵	 فصل دوازدهم: تسمه‌ها، زنجیرها و کابل‌ها
۵۱۵	 مقدمه
۵۱۵	 ۱۲-۱- تسمه‌ها
۵۲۱	 ۱۲-۲- زنجیرها
۵۲۴	 ۱۲-۳- کابل‌ها (ماناب‌های فولادی)
۵۲۶	 سوالات سراسری
۵۳۴	 سوالات تالیفی
۵۳۷	 پاسخ سوالات تالیفی