

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طراحی اجزاء ماشین

جلد دوم

تألیف:

دکتر یونس علیزاده

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

مهندس محمد ابوالقاسم زاده

مهندس سپیده نجفیان

بهار ۱۳۹۹

سرشناسه	: علیزاده، یونس، ۱۳۳۲
عنوان و نام پدید آور	: طراحی اجزاء ماشین: جلد دوم / تألیف: یونس علیزاده، محمد ابوالقاسم زاده، سپیده نجفیان
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر، ۱۳۹۷
مشخصات ظاهری	: ج.: مصور، جدول
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۳۴-۶
وضعیت فهرست نویسی	: فا پا
یادداشت	: پشت جلد به انگلیسی: Design of Machine Elements
یادداشت	: واژه نامه: نمایه: کتابنامه: ص. [۵۰۳] - ۵۰۴
موضوع	: ماشین آلات - - طراحی
موضوع	: Machine design
شناسه افزوده	: ابوالقاسم زاده، محمد، ۱۳۶۶
شناسه افزوده	: نجفیان، سپیده، ۱۳۵۷
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، مرکز نشر
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ط ۷۶۴ ع / ۲۳۰ TJ
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۸۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۶۸۷۳۱

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۷/۴/۳ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: طراحی اجزاء ماشین - جلد دوم
تألیف	: دکتر یونس علیزاده - مهندس محمد ابوالقاسم زاده - مهندس سپیده نجفیان
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: پاییز ۱۳۹۷
قیمت	: ۴۵,۰۰۰ تومان
تیراژ	: ۱۰۰ نسخه
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۳۴-۶
	ISBN: 978-964-463-734-6

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

اهداف

مجلد پیش رو، جلد دوم کتاب طراحی اجزاء ماشین می‌باشد که در تکمیل جلد اول آن نگاشته شده است. این دو مجلد با بیانی ساده، علمی و در عین حال جامع به مفاهیم اساسی، اصول طراحی و تحلیل اجزاء ماشین آلات صنعتی می‌پردازد. محتوای هر دو مجلد با تجدید نظر اساسی و طبق تجارب مؤلف طی سالیان متمادی تدریس در دانشگاه صنعتی امیرکبیر به نحوی تدوین شده که علاوه بر استفاده آموزشی در مهندسی مکانیک، مهندسی هوافضا، مهندسی کشتی‌سازی و سایر مهندسی‌ها، برای مهندسين شاغل در صنعت نیز مفید می‌باشد. چنین محتوایی، مستلزم آن است که خواننده به دروس پایه شامل فیزیک، مهندسی مواد، استاتیک، دینامیک و مقاومت مصالح اشراف داشته باشد. با این وجود، مباحثی که برای درک موضوع بسیار مهم هستند، در جای خود به طور خلاصه مورد بازبینی قرار می‌گیرند. به علاوه، سعی شده که دو مجلد تا حد امکان، خود تشریحی باشند تا در نتیجه، کار مربی تسهیل شود.

به طور کلی، اهداف این دو مجلد را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- تدوین بخشی از مطالب علمی که به منظور ارزیابی کارایی، استحکام و دوام اجزاء ماشین‌آلات و سازه‌ها ضروری می‌باشند.
- استخراج مطالب از کتاب‌ها و استانداردهای مرجع و در بعضی موارد ارائه معادلات جدید، به نحوی که متن نهایی گسترده‌تر از هر کتاب دیگر در این زمینه باشد.
- به کارگیری روش‌های کلاسیک و عددی برای تحلیل، طراحی اجزاء و مونتاژهای سازه‌ای.
- بررسی بسیاری از مثال‌ها و مسائل موضوعی جهت ایجاد فرصت برای خواننده جهت توسعه توانمندی و اعتماد به نفس در پیاده‌سازی روش‌های طراحی موجود.
- ارائه طیف وسیعی از تمرین‌ها که باید توسط دانشجویان حل شوند.

ساختار

جلد اول: ابتدا در مورد اصول طراحی، ضریب اطمینان، ایمنی در طراحی، تحلیل تنش و کرنش، تغییرشکل، سفتی، پایداری و خواص مصالح مختلف که سنگ بنای موضوع را تشکیل می‌دهد، در فصل‌های ۱ و ۲ بحث و بررسی بعمل آمده است. سپس مکانیک شکست، معیارهای خرابی و پدیده خستگی در فصل‌های ۳ و ۴ مورد مطالعه قرار گرفته است. ادامه متن، بیشتر به طراحی اجزاء خاص ماشین اختصاص یافته، چنانچه در فصل‌های ۵ و ۶ طراحی شفت‌ها، اجزاء الحاقی آن و انواع فنرها بیان شده است. پیچ‌های قدرت، اتصالات رزوه‌دار، پیچ‌ها، پرچ‌ها و اتصالات جوشی

در فصل‌های ۷ تا ۱۰ با جزئیات مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در نهایت، فصل ۱۱ به حل مسائل موضوعی اختصاص یافته که پوشش‌دهنده تمام مطالب مجلد اول می‌باشد.

جلد دوم: در این مجلد، سایر اجزاء خاص ماشین مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته‌اند. فصل‌های ۱ و ۲ به طراحی یاتاقان‌های لغزشی و غلتشی می‌پردازد. مفاهیم بنیادی مرتبط با تحلیل چرخنده‌ها و طراحی چرخنده‌های ساده در فصل ۳ مورد بحث قرار می‌گیرد. سایر انواع چرخنده، شامل چرخنده‌های مارپیچ، مخروطی و حلزونی در فصل ۴ بررسی می‌شوند. فصل‌های ۵ و ۶ به انواع تسمه، زنجیر، کلاچ و ترمز اختصاص می‌یابد. اصول بکار رفته برای طراحی فلایویل‌ها و اجزاء دارای تقارن محوری در فصل ۷ بیان می‌شود. در نهایت، فصل ۸ مربوط به اصول قراردادی مرتبط با رواداری اجزاء هنگام مونتاژ می‌باشد. هر فصل، شامل مثال‌های متعدد به همراه مسائل موضوعی مرتبط با همان فصل بوده که به طور کامل تشریح شده‌اند.

در سرتاسر دو مجلد، جهت‌های قراردادی سازگار با مکانیک کاربردی برای بارگذاری‌ها، نیروهای داخلی و تنش‌ها رعایت شده است. همچنین هر دو سیستم بین‌المللی مرسوم متریک و اینچی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

یونس علیزاده

فهرست

فصل یکم: یاتاقان‌های لغزشی.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲-۱- انواع یاتاقان لغزشی.....	۲
۳-۱- انواع روانکار.....	۴
۱-۳-۱- روانکارهای مایع.....	۵
۲-۳-۱- روانکارهای جامد.....	۶
۴-۱- حالت‌های روانکاری.....	۶
۱-۴-۱- روانکاری هیدرودینامیکی.....	۸
۲-۴-۱- روانکاری مختلط.....	۹
۳-۴-۱- روانکاری مرزی.....	۹
۴-۴-۱- روانکاری الاستوهیدرودینامیکی.....	۱۱
۵-۴-۱- روانکاری هیدرواستاتیکی.....	۱۱
۵-۱- ویسکوزیته روانکار.....	۱۲
۱-۵-۱- واحدهای ویسکوزیته.....	۱۳
۲-۵-۱- بیان ویسکوزیته برحسب استاندارد آ ایس تی ایم.....	۱۴
۳-۵-۱- تأثیر درجه حرارت و فشار.....	۱۵
۶-۱- معادله پتروف.....	۱۹
۱-۶-۱- گشتاور اصطکاکی.....	۱۹
۲-۶-۱- توان اصطکاکی.....	۲۰
۷-۱- فیلم ضخیم روانکار.....	۲۱
۸-۱- تئوری روانکاری هیدرودینامیکی.....	۲۲
۱-۸-۱- یاتاقان‌های بلند.....	۲۲
۲-۸-۱- یاتاقان‌های کوتاه.....	۲۴
۹-۱- طراحی یاتاقان‌های ژورنال با روانکاری هیدرودینامیکی.....	۲۵
۱-۹-۱- روانکارها.....	۲۶
۲-۹-۱- بار واحد یاتاقان.....	۲۶
۳-۹-۱- ضخامت کمینه فیلم روغن.....	۲۷
۴-۹-۱- نسبت طول به قطر.....	۲۷

۲۸	۵-۹-۱- نسبت لقی
۲۸	۶-۹-۱- نمودارهای طراحی
۳۷	۱۰-۱- افزایش دمای روانکار
۴۰	۱۱-۱- تعادل حرارتی در یاتاقان‌های خود روانکار
۴۲	۱۲-۱- نحوه تأمین روانکار برای یاتاقان‌های ژورنال
۴۲	۱-۱۲-۱- رینگ روغن
۴۳	۲-۱۲-۱- روش لکه‌ای
۴۳	۳-۱۲-۱- حمام روغن
۴۴	۴-۱۲-۱- سیستم با تغذیه فشاری
۴۵	۵-۱۲-۱- سایر روش‌ها
۴۶	۶-۱۲-۱- شیاری توزیع روغن
۴۷	۱۳-۱- یاتاقان‌های کف‌گرد
۴۸	۱۴-۱- مواد مورد استفاده برای یاتاقان‌های ژورنال
۴۹	۱-۱۴-۱- آلیاژها
۵۰	۲-۱۴-۱- مواد تف‌جوشی شده
۵۱	۳-۱۴-۱- مواد غیرفلزی
۵۲	۱۵-۱- مسائل حل شده
۶۲	۱۶-۱- تمرین‌ها
۶۵	فصل دوم: یاتاقان‌های غلتشی
۶۵	۱-۲- مقایسه اجزاء مختلف برای مهار شفت‌های دوار
۶۸	۲-۲- انواع یاتاقان غلتشی
۶۸	۱-۲-۲- یاتاقان‌های ساچمه‌ای
۷۲	۲-۲-۲- یاتاقان‌های غلتکی
۷۶	۳-۲-۲- یاتاقان‌های خاص
۷۸	۳-۲- استاندارد ابعاد یاتاقان
۸۱	۴-۲- عمر یاتاقان غلتشی
۸۳	۵-۲- ارتباط عمر و بار یاتاقان در قابلیت اطمینان ثابت
۸۵	۶-۲- بار شعاعی معادل
۸۷	۷-۲- قابلیت اطمینان یاتاقان غلتشی
۸۹	۸-۲- انتخاب یاتاقان‌های ساچمه‌ای و غلتک استوانه‌ای
۹۲	۹-۲- انتخاب یاتاقان‌های غلتک مخروطی

۱۰-۲- بارگذاری متغیر.....	۹۹
۱۰-۱۰-۲- قانون ماینر	۱۰۱
۱۱-۲- نحوه انتخاب جنس، نوع روانکاری و نصب یاتاقان های غلتشی	۱۰۱
۱۲-۲- مسائل حل شده.....	۱۰۴
۱۳-۲- تمرین ها.....	۱۱۱
فصل سوم: چرخنده های ساده.....	۱۱۵
۱-۳- مقدمه	۱۱۵
۲-۳- اصول کلی چرخنده ها.....	۱۱۷
۳-۳- نحوه درگیری چرخنده ها.....	۱۱۸
۴-۳- هندسه و اصطلاحات فنی چرخنده ها.....	۱۲۱
۵-۳- دندانه چرخنده های استاندارد.....	۱۲۶
۶-۳- نسبت تماس.....	۱۲۸
۷-۳- تداخل.....	۱۳۰
۸-۳- توان انتقال یافته در یک مجموعه چرخنده ای.....	۱۳۲
۱-۸-۳- اثرات دینامیکی.....	۱۳۴
۹-۳- کنترل استحکام خمشی دندانه های چرخنده - معادله لوئیس	۱۳۴
۱-۹-۳- چرخنده با دندانه هایی با استحکام یکنواخت	۱۳۶
۲-۹-۳- اثر تمرکز تنش.....	۱۳۹
۳-۹-۳- عملکرد رضایت بخش یک چرخنده.....	۱۳۹
۱۰-۳- کنترل استحکام خمشی دندانه های چرخنده - استاندارد آگما.....	۱۴۰
۱۱-۳- کنترل استحکام سایشی دندانه های چرخنده - معادله باکینگهام.....	۱۴۶
۱۲-۳- کنترل استحکام سایشی دندانه های چرخنده - استاندارد آگما.....	۱۵۱
۱۳-۳- دنباله های چرخنده ای.....	۱۵۵
۱-۱۳-۳- چرخنده با دندانه هایی با استحکام یکنواخت.....	۱۵۷
۱۴-۳- جنس چرخنده ها.....	۱۶۰
۱۵-۳- روش های ساخت چرخنده.....	۱۶۲
۱-۱۵-۳- فرایندهای شکل دهی دندانه	۱۶۲
۲-۱۵-۳- فرایندهای پرداخت کاری.....	۱۶۴
۱۶-۳- مسائل حل شده.....	۱۶۵
۱۷-۳- تمرین ها.....	۱۷۵

فصل چهارم: چرخنده‌های مارپیچ، مخروطی و حلزونی.....	۱۸۳
۱-۴- مقدمه.....	۱۸۳
۲-۴- چرخنده‌های مارپیچ با محورهای موازی.....	۱۸۷
۱-۲-۴- هندسه و اصطلاحات فنی.....	۱۸۸
۲-۲-۴- تعداد دندانۀ معادل.....	۱۹۰
۳-۲-۴- نسبت‌های تماس.....	۱۹۱
۳-۴- آنالیز نیرو در چرخنده‌های مارپیچ.....	۱۹۱
۴-۴- کنترل استحکام دندانۀ در چرخنده‌های مارپیچ.....	۱۹۳
۱-۴-۴- معادله لوئیس.....	۱۹۳
۲-۴-۴- بار سایشی مجاز-معادله باکینگهام.....	۱۹۳
۳-۴-۴- استاندارد آگما.....	۱۹۳
۵-۴- چرخنده‌های مارپیچ متقاطع.....	۱۹۵
۶-۴- چرخنده‌های مخروطی دندانۀ مستقیم.....	۱۹۶
۱-۶-۴- هندسه و اصطلاحات فنی.....	۱۹۶
۲-۶-۴- تعداد دندانۀ معادل.....	۱۹۸
۷-۴- آنالیز نیرو در چرخنده‌های مخروطی.....	۱۹۹
۸-۴- کنترل استحکام دندانۀ در چرخنده‌های مخروطی.....	۲۰۰
۱-۸-۴- استحکام خمشی دندانۀ-معادله لوئیس اصلاح شده.....	۲۰۱
۲-۸-۴- بار سایشی مجاز-معادله باکینگهام.....	۲۰۳
۳-۸-۴- استاندارد آگما.....	۲۰۳
۹-۴- سایر انواع چرخنده مخروطی.....	۲۰۶
۱۰-۴- مجموعه‌های چرخنده‌ای حلزونی.....	۲۰۷
۱-۱۰-۴- هندسه و اصطلاحات فنی.....	۲۰۹
۲-۱۰-۴- ملاحظات طراحی.....	۲۱۱
۱۱-۴- آنالیز نیرو و راندمان در مجموعه‌های چرخنده‌ای حلزونی.....	۲۱۲
۱۲-۴- کنترل استحکام دندانۀ‌های چرخ حلزون.....	۲۱۵
۱-۱۲-۴- معادله لوئیس.....	۲۱۶
۲-۱۲-۴- بار سایشی مجاز-معادله باکینگهام.....	۲۱۶
۱۳-۴- ظرفیت گرمایی مجموعه‌های چرخنده‌ای حلزونی.....	۲۱۷
۱۴-۴- مسائل حل‌شده.....	۲۱۹
۱۵-۴- تمرین‌ها.....	۲۲۸

فصل پنجم: تسمه‌ها و زنجیرها.....	۲۳۹
۱-۵- مقدمه	۲۳۹
۲-۵- انواع تسمه	۲۴۰
۳-۵- معادلات حاکم بر مُحرک تسمه‌ای	۲۴۱
۱-۳-۵- توان منتقل شده	۲۴۲
۲-۳-۵- زاویه تماس	۲۴۳
۳-۳-۵- طول تسمه و فاصله مراکز دو پولی	۲۴۳
۴-۳-۵- روابط کشش تسمه	۲۴۴
۴-۵- طراحی و انتخاب تسمه‌های تخت و گرد	۲۴۸
۵-۵- طراحی و انتخاب تسمه‌های V	۲۵۲
۶-۵- تسمه‌های تایم	۲۶۳
۷-۵- مُحرک‌های زنجیری	۲۶۵
۱-۷-۵- انواع زنجیرهای متداول	۲۶۷
۸-۵- زنجیرهای غلتکی	۲۶۷
۹-۵- تغییرات و تری سرعت	۲۶۹
۱۰-۵- ظرفیت توان زنجیرهای غلتکی	۲۷۱
۱۱-۵- زنجیرهای دندانه معکوس	۲۷۴
۱۲-۵- نحوه انتخاب یک مُحرک زنجیری	۲۷۵
۱۳-۵- مسائل حل شده	۲۸۲
۱۴-۵- تمرین‌ها	۲۹۰
فصل ششم: کلاچ‌ها و ترمزها.....	۲۹۳
۱-۶- مقدمه	۲۹۳
۲-۶- مواد سازنده کلاچ‌ها و ترمزها	۲۹۴
۳-۶- کلاچ‌ها و ترمزهای دیسکی	۲۹۶
۱-۳-۶- کلاچ‌های دیسکی	۲۹۷
۲-۳-۶- ترمزهای دیسکی	۳۰۱
۴-۶- کلاچ‌ها و ترمزهای مخروطی	۳۰۲
۵-۶- ترمزهای تسمه‌ای	۳۰۴
۶-۶- کلاچ‌ها و ترمزهای طبلکی	۳۰۶
۱-۶-۶- ترمزهای طبلکی با کفشک کوتاه	۳۰۷

۳۰۹	۶-۶-۲- ترمزهای طبلیکی با کفشک بلند
۳۱۴	۶-۷- کلاچ‌ها و ترمزهای پنوماتیکی تیوبی
۳۱۷	۶-۸- کلاچ‌ها و ترمزهای گریز از مرکز
۳۱۹	۶-۹- جذب انرژی و خنک‌کاری
۳۱۹	۶-۹-۱- منابع انرژی
۳۲۲	۶-۹-۲- افزایش درجه حرارت
۳۲۳	۶-۱۰- مسائل حل شده
۳۳۱	۶-۱۱- تمرین‌ها
۳۳۷	فصل هفتم: مسائل تقارن محوری و فلاپیول‌ها
۳۳۷	۷-۱- مقدمه
۳۳۸	۷-۲- روابط اصلی
۳۴۰	۷-۳- حل روابط اصلی برای سیلندره‌های جدار ضخیم
۳۴۲	۷-۴- تنش و جابجایی شعاعی برای مخازن جدار ضخیم استوانه‌ای
۳۴۳	۷-۴-۱- مخازن جدار ضخیم با دو انتهای باز و غیرمقید
۳۴۳	۷-۴-۲- مخازن جدار ضخیم با دو انتهای مقید
۳۴۳	۷-۴-۳- تنش طولی برای مخازن جدار ضخیم با دو انتهای بسته و غیرمقید
۳۴۴	۷-۴-۴- حالت‌های خاص
۳۴۴	۷-۴-۴-۱- فقط فشار داخلی باشد
۳۴۶	۷-۴-۴-۲- فقط فشار خارجی باشد
۳۴۷	۷-۴-۴-۳- مخازن جدار ضخیم که دارای سوراخ خروج از مرکز هستند
۳۴۷	۷-۴-۴-۴- کره‌های جدار ضخیم
۳۴۸	۷-۵- سیلندره‌های ترکیبی: انطباق فشاری یا انقباضی
۳۵۰	۷-۵-۱- طراحی لوله هیدرولیکی دوتایی
۳۵۲	۷-۶- دیسک‌های چرخان
۳۵۴	۷-۷- مشخصات فلاپیول‌ها و استفاده آن‌ها در ذخیره انرژی
۳۵۸	۷-۸- طراحی فلاپیول
۳۶۱	۷-۹- انواع فلاپیول‌ها
۳۶۴	۷-۱۰- مواد سازنده فلاپیول‌ها
۳۶۴	۷-۱۱- فلاپیول پرده‌دار با لبه
۳۶۵	۷-۱۱-۱- تنش‌ها در یک حلقه آزاد چرخان
۳۶۷	۷-۱۱-۲- تنش‌های خمشی در لبه فلاپیول

۳۶۸.....	۳-۱۱-۷- تنش‌های کششی در محور پره‌ها.....
۳۶۹.....	۱۲-۷- فلاپویل دیسکی با ضخامت ثابت.....
۳۷۲.....	۱۳-۷- فلاپویل‌های دیسکی با مقاومت یکنواخت.....
۳۷۳.....	۱۴-۷- فلاپویل دیسکی مقاومت یکنواخت با لبه.....
۳۷۶.....	۱۵-۷- الزامات طراحی.....
۳۷۷.....	۱۶-۷- مسائل حل شده.....
۳۹۷.....	۱۷-۷- تمرین‌ها.....
۴۰۱.....	فصل هشتم: حدود و انطباقات.....
۴۰۱.....	۱-۸- مقدمه.....
۴۰۱.....	۲-۸- تعاریف.....
۴۰۳.....	۳-۸- انواع انطباق‌ها.....
۴۰۶.....	۴-۸- جا زدن تداخلی با توجه به رواداری قطعات.....
۴۱۱.....	۵-۸- مسائل حل شده.....
۴۱۵.....	۶-۸- تمرین‌ها.....
۴۱۷.....	پیوست‌ها.....
۴۳۵.....	مراجع.....
۴۳۷.....	فهرست راهنما یا نمایه.....
۴۴۵.....	واژه‌نامه.....