

ای نام تو بہترین سر آغاز
بہی نام تو نامہ کی گنہ باز

طراحی اجزاء ماشین ۱

مرجع کاربردی و مهندسی

طبق سرفصل درس طراحی اجزاء یک

ترجمہ از ویرایش پانزدهم مرجع آلمان

مؤلفین : Karlheinz Kabus , Karl – Heinz Decker

مترجم : مهندس محمدرضا فرامرزی

دکتر، کارل هاینتس Decker, Karl-Heinz

طراحی اجزا ماشین/ مؤلفین کارل هاینتس دکتر، کارل هاینتس
کابوس؛ مترجم محمدرضا فرامرزی. -- تهران : طراح، ۱۳۸۵ -
ج. ۲ : مصور، نمودار.

ISBN 964-7089-89-9

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیپا.

عنوان اصلی : Maschinenelemente : Funktion,

Gestaltung und Berechnung, 2004.

۱. قطعات ماشین - طراحی. ۲. ماشین‌آلات - طراحی. الف.

کابوس، کارل هاینتس، Karlheinz Kabus. ب. فرامرزی،

محمدرضا، ۱۳۳۴ - ، مترجم. ج. عنوان.

۶۲۱ / ۸۱۵

TJ ۲۳۰ / ۵۸۴

۱۳۸۵

۱۴۷۸۷ - ۸۵ م

کتابخانه ملی ایران

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

شابک ۹ - ۸۹ - ۷۰۸۹ - ۹۶۴

ISBN 964 - 7089 - 89 - 9



نشر طراح

- نام کتاب : طراحی اجزا ماشین ۱
- مؤلفین : Karl-Heinz Decker, Karlheinz Kabus
- مترجم : مهندس محمدرضا فرامرزی
- ناشر : طراح
- صفحه‌آرا : فاطمه دهپهلوان
- تیراژ : ۶۰۰
- نوبت چاپ : سوم، بهار ۱۳۹۴

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

مرکز پخش و فروش : خیابان انقلاب - روبه‌روی دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - طبقه دوم واحد ۵۰۶، واحد ۲۰۸

(تلفن ۶۶۴۶۷۹۹۹ و ۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱، فکس ۶۶۹۵۳۶۲۶ و ۰۹۱۲۱۱۲۱۱۲۳)

مقدمه مولف

بخش بزرگی از شکلها با طرح دو رنگ (در ترجمه فارسی با حالت تیره) ارائه شده و در نتیجه موضوعات مهم به صورت برجسته و با وضوح بیشتر بیان گردیده‌اند. برای تفهیم بهتر مجموعاً ۱۷۵ مثال محاسباتی (در ترجمه فارسی ۱۶۹ مثال) در پایان هر مبحث اضافه شده است، که برای متمایز شدن از سایر موضوعات درسی در زمینه رنگی (در ترجمه فارسی در زمینه تیره) قرار گرفته‌اند. نحوه به‌دست آوردن و اثبات معادلات لازم برای محاسبه هم در درک بهتر آنها مؤثر است. با جداول و دیاگرامهای متعدد، که در یک کتاب جداگانه گردآوری شده‌اند کلیه منابع و مدارک لازم جهت محاسبه اجزا ماشین در اختیار دانشجویان و طراحان صنعتی قرار می‌گیرد. در خود کتاب درسی فقط اطلاعات و دیاگرامهای جدولی به منظور درک بهتر متن باقی مانده‌اند. کتاب جداول طراحی می‌تواند مستقل از کتاب درسی نیز مورد استفاده قرار گیرد، ترجیحاً در ارتباط با کتاب مجموعه فرمولهای اجزا ماشین اثر کابوس (Kabus).

در CD-ROM ضمیمه شده 70 برگه کاری Excel جهت محاسبه اجزا ماشین وجود دارد، که به کمک آنها انجام محاسبات به مراتب آسان می‌شود. به کمک این برگه‌های

کتاب درسی اجزا ماشین که اکنون چاپ پانزدهم آن پیش روی شما قرار دارد، اولین بار در سال ۱۹۶۳ توسط کارل هاینتز دکر (Karl-Heinz Decker) به رشته تحریر درآمد و از آن زمان به بعد نقش مؤثری در آموزش هزاران مهندس و تکنیسین در طی دوران تحصیل و نیز در زندگی حرفه‌ای آنها ایفا نموده است. این کتاب برای تدریس در دانشگاهها، مدارس عالی فنی و هنرستانها و همچنین به منظور خودآموزی و کاربرد عملی در طراحی مناسب است. در این اثر مهمترین اجزا ماشین به صورتی فشرده و قابل فهم مورد بررسی قرار گرفته است. در عین حال هر یک از گروه‌های اجزا ماشین به صورتی مستقل معرفی شده، تا بتوان موضوعات و مباحث آموزشی را به دلخواه و مستقل از دیگر اجزا مورد مطالعه قرار داد.

زمینه‌های تخصصی اجزا ماشین بسیار گسترده بوده و با ابداعات، اختراعات و نتایج تحقیقاتی جدید دائماً در حال توسعه است از موضوعات مطرح اجزا ماشین فقط زمینه‌های اصلی و عمده را می‌توان در چهارچوبهای آموزشی برای مهندسين و تکنیسینها مورد استفاده قرار داد. تعمیق بعدی این دانشها بایستی از طریق مواجهه شدن با مشکلات طراحی در عمل حاصل گردد.

کاری، که طرحی قابل فهم دارند این امکان وجود دارد تا مثالهای زیادی از این کتاب را با مقادیر داده شده و حتی با مقادیر عددی تغییر داده شده در مدت زمان کوتاهی محاسبه نمود. به علاوه می توان مسائل زیادی را که در کتابی جداگانه از همین ناشر است (کتاب تمرینهای اجزا ماشین دکر/ کابوس، Decker/Kabus) به طور کامل و یا بعضاً حل نمود. چاپ ۱۰ کتاب تمرینهای اجزا ماشین با چاپ ۱۵ این کتاب درسی کاملاً هماهنگ شده است.

انتشار استانداردهای جدید در سالهای اخیر اصلاح و تجدید نظر در تعداد زیادی از فصلها را ضروری نموده است. در این حال با جایگزین شدن استانداردهای ISO و EN، نحوه جدید نامگذاری مواد مورد استفاده قرار گرفته و روشهای جدید محاسباتی در نظر گرفته شده اند. نظر به نامه ها و درخواستهای مکرر علاقه مندان کتاب، به بخش مبانی طراحی فصلهایی راجع به استانداردها، راجع به پردازش داده ها در طراحی و راجع به محاسبات استحکام اضافه شده است.

از تمام همکاران در دانشگاهها و مدارس عالی و در صنعت، که با انتقاد و راهنمایی های خود در بهبود و توسعه کتاب نقش ارزنده ای داشته اند و همچنین از شرکتهای زیادی، که مدارک و اسناد خود را در اختیار قرار داده اند صمیمانه تشکر می کنم. به خصوص از خانم Dipl.-Ing. Bettina Baumgart، آقای Dr.-Ing. Peter Möhler برای تهیه نرم افزار و بازبینی جزوه و نیز از کار آقای Dipl.-Ing. Bernd Kretschmer و آقای Dipl.-Ing. Gerd Hensel در مورد پردازش داده ها در طراحی بسیار سپاسگزارم، از آقای Dipl.-Phys. Jochen Horn در انتشارات Carl Hanser به خاطر همکاری خوب متشکرم. ناشر و مؤلف امیدوارند که این کتاب همانند گذشته کمکی مفید برای مهندسين و تكنيسينها در دوران تحصيل و در زندگي حرفه ای آنها باشد.

کارل هاینتس کابوس

برلین، ماه مه سال ۲۰۰۰

مقدمه مترجم

راه اعتلای مملکت عزیزمان ایران انجام داده باشم. توفیق این امر با پیشنهاد دوست عزیزم آقای مهندس عبدا.. ولی‌نژاد نصیب اینجانب گردید و هر چند ترجمه این کتاب کاری بس دشوار بود، اما بالاخره ثمره آن به بار نشست و آماده چاپ گردید. در همین جا بر خود لازم می‌دانم که از نشر طراح و شخص آقای مهندس ولی‌نژاد، که مسبب نشر این کتاب بوده‌اند صمیمانه تشکر کنم.

در خاتمه از کلیه صاحب‌نظران و خوانندگان گرامی تقاضا دارم انتقادات، نقطه نظرات و اشتباهاتی که ممکن است علیرغم کوشش فراوان رخ داده باشد را به نشر طراح اطلاع دهند تا انشا... در چاپهای بعدی منعکس گردد.

مهندس محمدرضا فرامرزی
عضو هیأت علمی و مدیر گروه مکانیک
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
تابستان ۱۳۸۵

کتاب حاضر ترجمه‌ای است از چاپ پانزدهم کتاب اجزا ماشین (نحوه عمل، طراحی و محاسبه) نوشته شادروان کارل هاینس دکر (Karl-Heinz Decker) توسط جانشین ایشان آقای کارل هاینس کابوس (Karlheinz Kabus) اصلاح و تجدید نظر شده و بخشهایی هم به آن اضافه گردیده است.

تعداد تجدید چاپهای این کتاب بیانگر آن است که این اثر در کشور آلمان با استقبال گسترده‌ای روبه‌رو بوده است. از این رو شایسته است که ترجمه کامل این کتاب به زبان فارسی در اختیار مهندسان و دانشجویان رشته‌های مهندسی و کاردانی و کلیه علاقه‌مندان ایرانی قرار گیرد، به ویژه آنکه چاپ پانزدهم این کتاب منطبق با آخرین دستاوردها و تغییرات گسترده در استانداردهای آلمان می‌باشد.

تجربه بیش از ۱۰ ساله اینجانب در تدریس دروس طراحی و به ویژه درس طراحی اجزا ماشین مرا بر آن داشت، تا تجربیات خود را در این زمینه در اختیار علاقه‌مندان، مهندسان و صنعتگران قرار داده تا از این راه خدمتی هر چند ناچیز در

پیشگفتار

لازم برای محاسبه در کتابی جداگانه به همراه کتاب اصلی به چاپ رسیده است. دیاگرامها در کتاب جداول در پایان هر فصل آورده شده‌اند، البته در صورتی که چندین دیاگرام کوچک در یک جدول خلاصه نشده باشند.

به خاطر آنکه در حال حاضر در بسیاری از شاخه‌های صنعتی جایگزینی استانداردهای بین‌المللی و اروپایی (استانداردهای ISO و EN) در مجموعه استانداردهای آلمان به صورت استانداردهای DIN ISO و DIN EN در حال وقوع است جمع‌آوری سطح دانش روز بسیار مشکل است. استانداردهای DIN، که استانداردهای فوق‌الذکر در این ارتباط جایگزین آنها شده‌اند در پرانتز قرار داده شده‌اند. موادی که در این میان نحوه نامگذاری آنها تغییر یافته است با علائم اختصاری جدید مشخص شده‌اند و به دنبال نام قدیمی آنها در پرانتز ذکر گردیده است (به استثنای مثالهای کاربردی). این کار با این هدف صورت گرفته تا گذر از سیستم نامگذاری قدیمی به جدید و کار با اسناد قدیمی‌تر آسان گردد.

برای استفاده از این کتاب نیازی به آشنایی با ریاضیات پیشرفته نیست. به خاطر آنکه دانشجویان دوره‌های کاردانی هم قادر باشند از این کتاب استفاده کنند از کاربرد ریاضیات دیفرانسیل و انتگرال صرف‌نظر شده است. به جای مقدار دیفرانسیلی dx قسمتهای بسیار کوچک با Δx مشخص شده و بر همین اساس هم برای انتگرال از علامت مجموع Σ استفاده شده است. در این حال x کمیت موردنظر می‌باشد.

در محاسبه اجزا ماشین از اصول، قوانین و روشهای محاسباتی زیادی در زمینه استاتیک و مقاومت مصالح استفاده شده است. به همین خاطر هم آشنایی با مبانی این علوم از ضروریات است. برای این منظور کتاب استاتیک و مقاومت مصالح اثر کارل هاینتس کابوس (Karlheinz Kabus) از انتشارات Carl Hanser Verlag München قابل توصیه می‌باشد. هر دو کتاب کاملاً با یکدیگر هماهنگ می‌باشند.

شکلها، جداول، دیاگرامها و فرمولها براساس فصلهای مورد نظر شماره‌گذاری شده‌اند. کلیه جداول و نیز دیاگرامهای لازم

محتوی استانداردهای DIN با مجوز مؤسسه استاندارد آلمان DIN ارائه گردیده است. تعیین کننده برای کاربرد یک استاندارد، جدیدترین تاریخ انتشار آن است، که از انتشارات Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin قابل تهیه است.

در استانداردهای چندقسمتی DIN هر قسمت با 1-، 2-، 3- و غیره بیان شده است (در گذشته به صورت T1، T2، T3 و غیره معمول بوده است). در صورت لزوم اطلاعات موردنیاز با ماه و سال انتشار براساس روشی که از سال ۱۹۹۸ به بعد در مؤسسه DIN رایج می باشد ذکر می گردد، مثلاً DIN EN 755-2 : 1997-08. نحوه قدیمی ذکر این اطلاعات در این کتاب با یک خط مایل بعد از شماره DIN، مثلاً برای چاپ ماه مه DIN 8505-1/05.79 : 1979 دیگر به کار برده نشده است.

برای حروف فرمولی استانداردهای در حال حاضر معتبر DIN در نظر گرفته شده اند. فقط در چند مورد بوده است که به منظور اجتناب از اشتباه و نامگذاری دوگانه چاره ای جز عدول از آن نبوده است. فهرست استانداردها، آیین نامه ها و برگه های تذکراتی، که از آنها و یا از گزیده ای از آنها نقل قول شده است همراه با سال و ماه انتشار بعد از آخرین فصل ذکر شده است (در ترجمه فارسی این قسمت حذف شده است). چنانچه ضرورت داشته، استانداردها و آیین نامه های از اعتبار ساقط شده هم آورده شده اند. به دنبال آن فهرست منابع و مراجع برای تمام فصلها تنظیم شده اند. در صورت اشاره به یک منبع در متن، همان طور که معمولاً رایج است، شماره آن منبع در فهرست در کروش قرار داده شده است، مانند [12].

محاسبات مربوط به استحکام و توانایی حمل عمدتاً به گونه ای تنظیم شده اند تا قطعاتی که ابعاد و جنس آنها از پیش داده شده اند را بتوان با محاسبه کنترل نمود، چیزی که عملاً در طراحی هم معمول می باشد. جلوی هر یک از معادلات لازم برای محاسبه معنای آن نیز نوشته شده است. در منتهی الیه سمت راست سطر مربوط به فرمولها و معادلات، شماره آنها در پرانتز ذکر شده است. بعد از فرمول یک زیرنویس کامل با واحدهای ترجیحی SI و یا واحدهای مشتق شده از واحدهای SI و معنای تک تک کمیتها و نیز توضیحات مربوطه آمده است. تقریباً در تمام موارد از معادلات کمیت دار (دارای دیمانسیون) استفاده شده است. معادلات مقدار عددی فقط در موارد نادر و استثنایی به کار برده شده اند.

شکلهای مربوط به مثالها، نقشه های مربوط به محاسبه بوده، که در آنها استانداردهای نقشه کشی صنعتی کاملاً رعایت شده اند. در محاسبات مربوط به هر یک از مثالها ادامه محاسبه با نتایج مقطعی ذکر شده صورت گرفته است، یعنی این مقادیر مجدداً از نو به کامپیوتر داده شده اند. ادامه محاسبات با مقادیر گرد نشده معرفی شده توسط کامپیوتر منجر به خطاهای بعضاً ناچیز در نتایج نهایی می گردد. این موضوع را بایستی به ویژه موقع به کار بردن نرم افزار محاسباتی موجود در CD-ROM ضمیمه شده به کتاب مورد توجه قرار داده که محاسبات را همیشه با نتایج مقطعی گرد نشده انجام می دهد!

کار با این کتاب درسی در عمل اساساً با مسئولیت خود شخص است و هیچ تضمینی را نمی توان برای آن قائل شد. همیشه باید آخرین چاپ استانداردها و قواعد فنی و نیز کاتالوگ شرکتها مورد توجه قرار گیرند.

- ۳-۴ انواع و اشکال درز جوشها، تضمین مرغوبیت
- ۴-۴ طراحی فرم
- ۵-۴ محاسبه تنشها در درز جوشها
- ۶-۴ اتصالات جوش در ماشین آلات مکانیکی
- ۷-۴ اتصالات جوش در سازه های فولادی و جرثقیل سازی
- ۸-۴ اتصالات جوش در سازه های فولادی با پروفیل های توخالی
- ۹-۴ اتصالات جوش در دیگها و مخازن تحت فشار

فصل ۵ اتصالات جوش پرسی ()

- ۱-۵ روشها، مواد
- ۲-۵ اتصالات جوش نقطه ای
- ۳-۵ اتصالات جوش درز برجسته
- ۴-۵ اتصالات جوش لب به لب سوزان
- ۵-۵ جوشکاری مواد مصنوعی

فصل ۶ اتصالات لحیم ()

- ۱-۶ روشها، لحیمها
- ۲-۶ طراحی اتصالات لحیم
- ۳-۶ محاسبات اتصالات لحیم

فصل ۷ اتصالات چسب ()

- ۱-۷ چسبها، فرآیندها
- ۲-۷ طراحی و استحکام اتصالات چسب
- ۳-۷ محاسبات اتصالات چسب

بخش اول مبانی طراحی ()

فصل ۱ طراحی مهندسی ()

- ۱-۱ استانداردها و آیین نامه ها
- ۲-۱ طراحی متدیک
- ۳-۱ پردازش داده ها در طراحی
- ۴-۱ محاسبات استحکام

فصل ۲ اندازه ها، تolerانسها و انطباقات ()

- ۱-۲ اعداد استاندارد و اندازه های استاندارد
- ۲-۲ اندازه ها، انحرافهای اندازه، تolerانسها
- ۳-۲ سیستم تolerانس ISO
- ۴-۲ انواع انطباقها و سیستمهای انطباقی
- ۵-۲ انتخاب انطباق

فصل ۳ انحرافهای فرم هندسی سطوح خارجی ()

- ۱-۳ تolerانسهای فرم و موقعیت
- ۲-۳ زبری سطوح خارجی

بخش دوم اتصالات جدانشدنی (دائمی) ()

فصل ۴ اتصالات جوش ذوبی ()

- ۱-۴ فرآیندها
- ۲-۴ مواد، افزودنی های جوش، وضعیتهای جوش

- ۷-۱۰ انواع اتصال، اصول محاسبات
۸-۱۰ مسیر جریان (فلوی) نیرو، تأثیرات فاق
(تمرکز تنش)، طراحی
۹-۱۰ روشهای سفت کردن
۱۰-۱۰ گشتاور سفت کردن پیچ، بارگذاری ناشی از
سفت کردن در پیچ، ضریب سفت کردن
۱۱-۱۰ انعطاف پذیری پیچ و قطعات
۱۲-۱۰ تغییر شکل ماندگار در اثر نشست
۱۳-۱۰ تأثیرات ناشی از نیروی کار محوری در
اتصالات پیچ تحت پیش تنش
۱۴-۱۰ دوام اتصالات پیچ
۱۵-۱۰ محاسبه سیستماتیک اتصالات پیچی که
تحت بارگذاری طولی قرار دارند
۱۶-۱۰ محاسبات تخمینی
۱۷-۱۰ طراحی و محاسبه اتصالات پیچی که
تحت بارگذاری عرضی قرار دارند
۱۸-۱۰ اتصالات پیچ در سازه های فولادی

فصل ۱۱ پیچهای حرکتی (انتقال قدرت)

()

- ۱-۱۱ انواع ساخت
۲-۱۱ رزوه ها، مواد
۳-۱۱ نیروها، اصطکاک، راندمان، خودگیری
۴-۱۱ محاسبه دوام و پایداری
۵-۱۱ مکانیزمهای رزوه ساچمه ای

فصل ۱۲ اتصالات شافت و تویی ()

- ۱-۱۲ اتصالات با گوه های طولی

فصل ۸ اتصالات پرچ ()

- ۱-۸ فرمهای پرچ، مواد، نحوه تولید اتصالات
۲-۸ محاسبه اتصالات پرچ
۳-۸ اتصالات پرچ در دستگاهها و ماشین آلات
مکانیکی
۴-۸ اتصالات پرچ در سازه های فولادی و
جرثقیل سازی
۵-۸ اتصالات پرچ در سازه های ساخته شده از
فلزات سبک

فصل ۹ اتصالات پرسی ()

- ۱-۹ فرآیند جازدن و طراحی
۲-۹ اصول محاسبه اتصالات پرسی استوانه ای
۳-۹ محاسبه برای بارگذاری کاملاً الاستیکی
۴-۹ محاسبه برای بارگذاری الاستیکی-
پلاستیکی
۵-۹ نیروی جازدن و دماهای جازدن

بخش سوم اتصالات جاشدنی ()

فصل ۱۰ پیچهای بست ()

- ۱-۱۰ رزوه
۲-۱۰ جنس مواد
۳-۱۰ حفاظت در برابر خوردگی
۴-۱۰ انواع پیچها و مهره ها
۵-۱۰ تولید پیچها و مهره ها
۶-۱۰ واشرها، ضامن ها

- ۷-۱۴ فنرهای سنجاکی (بازودار) پیچانده شده
به صورت فنرهای پیچشی
۸-۱۴ فنرهای میله‌ای به عنوان فنرهای پیچشی
۹-۱۴ فنرهای حلزونی تخت (ساعتی) به عنوان
فنرهای پیچشی
۱۰-۱۴ فنرهای شاخه‌ای به عنوان فنرهای
خمشی
۱۱-۱۴ سایر فنرهای فلزی
۱۲-۱۴ فنرهای لاستیکی

بخش چهارم اجزاء حرکت دورانی... ()

فصل ۱۵ محورها و شافتها ()

- ۱-۱۵ مواد، طراحی
۲-۱۵ گشتاورهای خمشی، نیروهای طولی و
گشتاورهای پیچشی
۳-۱۵ محاسبات تخمینی بر مبنای پیچش و
خمش
۴-۱۵ محورها و شافتها با تنشهای خمشی
یکسان
۵-۱۵ محاسبه از نظر استحکام فرم (دوام دائم)
۶-۱۵ تغییر شکل خمشی (خیز)
۷-۱۵ زاویه پیچش
۸-۱۵ دورهای بحرانی

فصل مراجع ()

- ۲-۱۲ اتصالات با خارهای انطباقی
۳-۱۲ اتصالات شافت هزارخار با وجوه موازی
۴-۱۲ اتصالات شافت هزارخار دندانه‌ای
۵-۱۲ اتصالات شافت پلی‌گون (شافت چند
ضلعی)
۶-۱۲ اتصالات مخروطی
۷-۱۲ اتصالات گیرنده فنری
۸-۱۲ اتصالات گیره‌ای
۹-۱۲ اتصالات با دندانه‌های پیشانی

فصل ۱۳ اتصالات با پینها و انگشتی‌ها

..... ()

- ۱-۱۳ پینها
۲-۱۳ انگشتی‌ها (پینهای ثابت)
۳-۱۳ محاسبات استحکام

فصل ۱۴ فنرها ()

- ۱-۱۴ منحنی‌های مشخصه، کار فنرها
۲-۱۴ رفتار ارتعاشی فنرها
۳-۱۴ تأثیر مشترک چند فنر
۴-۱۴ مواد، محصولات نیمه‌آماده
۵-۱۴ فنرهای مارپیچی استوانه‌ای از مفتولها و
میله‌های با مقطع گرد
۶-۱۴ فنرهای بشقابی به مثابه فنرهای فشاری