

(جلد اول)

طراحی اجزاء ماشین

تألیف:

دکتر یونس علیزاده

(عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

بهمنده وحید فرناشوند

دکتر جواد تیموری

(عضو هیئت علمی دانشگاه اراک، زمی واحد تبریز)

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
موضوع
شناسه افزوده
شناسه افزوده
شناسه افزوده
رده بندی کنگره
موضوع
شماره کتابشناسی ملی

: علیزاده، یونس، ۱۳۳۲ -
: طراحی اجزاء ماشین/ تالیف یونس علیزاده، وحید فرتاشوند، جواد تیموری.
: تهران: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، انتشارات، ۱۳۹۴.
: ۵۰۴ص.ج: مصور.
: ۲۶۰۰۰۰ریال. ج. ۱: 1- ISBN: 978-964-210-221-1
: فیفا
: ماشین‌آلات - طراحی
: فرتاشوند، وحید، ۱۳۶۴ -
: تیموری، جواد، ۱۳۶۲ -
: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
: ۱۳۹۴ ط ۴ع / TP۲۳۰
: ۶۲۱/۸۱۵
: ۴۱۶۸۷۳۱

این کتاب در حلسه مورخ ۹۴/۰۳/۰۴ شورای نشر کتاب
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل
ارزیابی علمی، جوایز چاپ و انتشار، دریافت نموده است.



طراحی اجزاء ماشین (جلد اول)

تألیف: دکتر یونس علیزاده، مهندس وحید فرتاشوند، دکتر جواد تیموری

ناشر
نوبت چاپ
سال چاپ
قطع
شمارگان
قیمت
طراح
چاپخانه

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
: اول
: ۱۳۹۵
: وزیری
: ۵۰۰ نسخه
: ۲۶۰۰۰۰ریال
: آرزو انصاری
: اصیل

ISBN: 978-964-210-221-1

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۲۲۱-۱

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶ + تلفکس: ۹۵۰ ۹۸۲ ۹۸۲۱۶۶ +

اُطْلُبُوا الْعِلْمَ مِنَ الْمَهْدِ إِلَى اللَّخْدِ

توانمندسازی پایه‌های علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور از وظایف اصلی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. این مهم، ضمن افزایش اقتدار علمی کشور در عرصه‌های بین‌المللی؛ زمینه‌ساز استقلال اقتصادی با محوریت یافته‌های فن‌آورانه و دانش‌بنیان می‌گردد که خود از ارکان اصلی توسعه و یدار به‌شمار می‌آید. همچنین واضح است که در کنار دو عنصر تعهد و تخصص، دسترسی به اطلاعات، هوش علمی و تکنولوژی‌های مدرن؛ نیاز اولیه برای توانمندسازی پایه‌های علمی به‌شمار می‌رود.

بر این اساس جهادگران جهاد دانشگاهی امیرکبیر با مدیریت جهادی خود علاوه بر فعالیت‌های فرهنگی، پژوهش‌های فن‌آورانه و نیز آموزش، تخصصی فن‌آور و اشتغال‌محور، با چاپ کتب و مجلات علمی متخصصان و دانشگاهیان فرهیخته کشور، همچنین ترجمه آثار فاخر و به‌روز دنیا توسط "انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر «پلی تکنیک تهران»" که یکی از معتبرترین انتشارات دانشگاهی در حوزه علوم پایه و مهندسی می‌باشد؛ به وظیفه انقلابی و اعتقادی خویش جامه عمل پوشانده و امیدوار است بتواند نیازهای علمی جامعه، دانشجویان و پویندگان راه علم را در تحقق آرمان‌های اصیل انقلاب فراهم سازد.

این کتاب به روح پرفتوح معمار کبیر انقلاب، شهدا و ایثارگران هشت سال دفاع مقدس به‌ویژه شهدای گرانقدر جهاد دانشگاهی و دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تقدیم می‌گردد. امید است دانشگاهیان و فعالین عرصه‌های علم و فناوری کشور، پویانده راه این شهیدان والا مقام همچون شهدای جهاد علمی، در محیط مقدس و انسان‌ساز دانشگاه باشند.

از همه عزیزان محقق و دانش‌پژوه تقاضا می‌شود این انتشارات را از نظرات تخصصی و پیشنهادات راهگشای خود در جهت ارتقاء سطح علمی کتب منتشره و همچنین گسترش زمینه‌های علمی آن‌ها، بهره‌مند سازند.

"هماره در پرتو الطاف الهی پیروز و سربلند باشید"

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

فهرست

فصل ۱: تعریف اولیه	۱۷
۱-۱- مقدمه	۱۷
۱-۲- طراحی مهندسی مکانیک	۱۷
۱-۳- دیاگرام طراحی	۱۸
۱-۴- کدها و استانداردها	۲۱
۱-۵- ضریب اطمینان	۲۱
۱-۶- قابلیت اطمینان	۲۴
۱-۷- هزینه	۲۵
۱-۸- ایمنی در طراحی	۲۵
۱-۹- مسائل	۲۶
فصل ۲: خواص مکانیکی مواد مهندسی	۲۷
۲-۱- مقدمه	۲۷
۲-۲- همگن	۲۷
۲-۳- همسانگرد	۲۸
۲-۴- تنش	۲۸
۲-۵- کرنش	۲۸
۲-۶- نمودار تنش-کرنش	۲۹
۲-۷- تنش گواه	۳۱
۲-۸- نقطه تسلیم	۳۲

- ۹-۲- مدول الاستیسیته ۳۲
- ۱۰-۲- قانون هوک ۳۳
- ۱۱-۲- مقاومت برشی ۳۴
- ۱۲-۲- استحکام تسلیم برشی ۳۴
- ۱۳-۲- نرمی ۳۵
- ۱۴-۲- چکش خواری ۳۷
- ۱۵-۲- ضربه برجهندگی ۳۷
- ۱۶-۲- قرمگی ۳۷
- ۱۷-۲- سختی ۳۸
- ۱۸-۲- قابلیت ماشین کاری ۴۰
- ۱۹-۲- استحکام کششی یا حد دوام ۴۰
- ۲۰-۲- خزش ۴۰
- ۲۱-۲- طبقه‌بندی مواد جامد ۴۱
- ۱-۲۱-۲- چدن ۴۱
- ۲-۲۱-۲- چدن سفید ۴۲
- ۳-۲۱-۲- چدن خاکستری ۴۲
- ۴-۲۱-۲- چدن چکش خوار ۴۲
- ۵-۲۱-۲- چدن کروی (داکتیل) ۴۳
- ۶-۲۱-۲- فولادهای ریخته‌گری ۴۳
- ۷-۲۱-۲- فولادهای چکش خوار ۴۳
- ۸-۲۱-۲- فولادهای نورد گرم شده ۴۴
- ۹-۲۱-۲- فولادهای نورد سرد شده ۴۴
- ۱۰-۲۱-۲- سیستم‌های شماره‌گذاری فولادها ۴۴
- ۱۱-۲۱-۲- فولاد کربنی ساده ۴۵
- ۱۲-۲۱-۲- فولادهای آلیاژی ۴۵
- ۱۳-۲۱-۲- فولادهای ابزار ۴۶
- ۱۴-۲۱-۲- فولادهای زنگ نزن ۴۷

۴۷	۱۵-۲۱-۲- آلومینیوم
۵۰	۱۶-۲۱-۲- تیتانیوم
۵۱	۱۷-۲۱-۲- منیزیم
۵۲	۱۸-۲۱-۲- آلیاژهای مس
۵۳	۱۹-۲۱-۲- خواص کلی غیرفلزات
۵۳	۲۰-۲۱-۲- پلیمرها
۵۴	۲۱-۲۱-۲- سرامیک‌ها
۵۵	۲۱-۲-۱- کمپوزیت‌ها
۵۶	۲۲-۲- انتخاب ماده
۶۰	۲۲-۲-۱- انتخاب جنس برای پارو
۶۲	۲۲-۲-۲- انتخاب جنس فلز
۶۷	فصل ۳: طراحی استحکام استاتیک
۶۷	۳-۱- مقدمه
۶۷	۳-۲- تمرکز تنش
۸۰	۳-۳- روش‌های کاهش تمرکز تنش
۸۳	۳-۴- نظریه‌های خرابی در مواد داکتیل
۸۳	۳-۴-۱- نظریه تنش عمودی حداکثر
۸۶	۳-۴-۲- نظریه تنش برشی حداکثر
۸۸	۳-۴-۳- نظریه حداکثر انرژی واپیچش
۹۱	۳-۴-۴- نظریه تنش برشی هشت وجهی
۹۴	۳-۵- خرابی مواد ترد
۹۴	۳-۵-۱- نظریه کرنش اصلی حداکثر
۹۴	۳-۵-۲- نظریه کولمب - مور
۱۰۰	۳-۵-۳- نظریه کولمب - مور اصلاح شده
۱۰۱	۳-۶- مکانیک شکست
۱۰۲	۳-۶-۱- ضریب شدت تنش

۱۱۱	۳-۶-۲- اثر ضخامت
۱۱۳	۳-۷- مسائل
۱۲۱	فصل ۴: طراحی استحکامی در برابر خستگی
۱۲۱	۴-۱- مقدمه
۱۲۱	۴-۲- خرابی خستگی
۱۲۳	۴-۳- تنش‌های نوسانی
۱۲۴	۴-۴- نمودار S-N
۱۲۶	۴-۵- روش‌های تست خستگی
۱۲۷	۴-۶- تغییرین خواص و استحکام خستگی
۱۲۹	۴-۶-۱- فاکتور تیربیت اعتماد
۱۳۰	۴-۶-۲- فاکتور تیرجیح بارز
۱۳۰	۴-۶-۳- فاکتور ضریب سطح
۱۳۱	۴-۶-۴- فاکتور جوشکاری
۱۳۲	۴-۶-۵- فاکتور تمرکز تنش
۱۳۵	۴-۶-۶- تنش‌های پسماند
۱۳۵	۴-۶-۷- فاکتور حرارت
۱۳۶	۴-۶-۸- خوردگی
۱۳۸	۴-۶-۹- نوع بارگذاری
۱۳۸	۴-۷- تئوری‌های خرابی خستگی
۱۳۹	۴-۷-۱- معیار خرابی خستگی سودربرگ
۱۴۰	۴-۷-۲- معیار خرابی خستگی گودمن
۱۴۱	۴-۷-۲- معیار خرابی خستگی گریب
۱۴۴	۴-۷-۴- بارگذاری ترکیبی بر اساس بارگذاری استاتیکی معادل
۱۴۵	۴-۷-۵- بارگذاری ترکیبی بر اساس دامنه و میانگین تنش معادل
۱۴۷	۴-۸- خستگی انباشته
۱۵۰	۴-۹- مسائل

فصل ۵: طراحی شفت و اجزاء الحاقی آن	۱۵۵
۱-۵- مقدمه	۱۵۵
۲-۵- جنس شفت	۱۵۸
۳-۵- طراحی هندسی	۱۵۹
۴-۵- تجزیه و تحلیل تنشی	۱۵۹
۱-۴-۵- طراحی شفت تحت بار پیچشی ثابت	۱۵۹
۵-۵- بارگذاری ترکیبی استاتیکی روی شفت	۱۶۵
۱-۵-۱- خمش، پیچش و بارگذاری محوری	۱۶۵
۲-۵-۲- خمش و پیچش	۱۶۶
۶-۵- طراحی شفت تحت بارگذاری دینامیکی	۱۶۶
۷-۵- مقایسه تئور و محاسبه تنش برشی و حداکثر انرژی تغییر شکل در طراحی شفت	۱۶۸
۸-۵- تخمین ضریب تمرکز تنش	۱۶۸
۹-۵- طراحی شفت بر اساس بارگذاری ضربه‌ای	۱۶۹
۱۰-۵- کارکرد حالت پایدار	۱۷۳
۱۱-۵- تغییر شکل‌ها	۱۷۴
۱-۱۱-۵- سفتی پیچشی	۱۷۶
۱۲-۵- سرعت بحرانی شفت	۱۷۷
۱۳-۵- طراحی شفت انتقال قدرت	۱۷۹
۱۴-۵- نصب قطعات	۱۷۹
۱-۱۴-۵- خارها	۱۸۰
۲-۱۴-۵- خار مربعی استاندارد	۱۸۳
۳-۱۴-۵- خار مخروطی	۱۸۸
۴-۱۴-۵- خار ناخن	۱۸۹
۵-۱۴-۵- خارهایی برای وظایف سنگین	۱۹۱
۶-۱۴-۵- هزار خار	۱۹۱
۷-۱۴-۵- انطباقات	۱۹۶
۸-۱۴-۵- تمرکز تنش در انطباق تداخلی	۱۹۸

۱۹۹	۵-۱۴-۹- پین ها
۱۹۹	۵-۱۴-۱۰- پیچ ها
۲۰۰	۵-۱۴-۱۱- رینگ ها و بقیه ها
۲۰۰	۵-۱۴-۱۲- روش های موقعیت دهی محوری تویی
۲۰۰	۵-۱۵- کوپلینگ ها
۲۰۰	۵-۱۵-۱- کوپلینگ های صلب
۲۰۳	۵-۱۵-۲- کوپلینگ های انعطاف پذیر
۲۰۷	۵-۱۵-۳- مشخصه های کوپلینگ
۲۰۸	۵-۶- مسائل
۲۲۱	فصل ۶: طراحی فنر
۲۲۱	۶-۱- مقدمه
۲۲۲	۶-۲- میله پیچشی
۲۲۴	۶-۳- فنرهای مارپیچی
۲۲۸	۶-۴- تغییر شکل کاری فنر مارپیچی
۲۳۰	۶-۵- طراحی در بارگذاری استاتیکی
۲۳۲	۶-۶- فنرهای مارپیچ مربعی
۲۳۴	۶-۷- طراحی در بارگذاری خستگی
۲۳۵	۶-۸- مفتول فنر
۲۳۹	۶-۹- فرکانس بحرانی فنرهای مارپیچی
۲۴۴	۶-۱۰- خمش و کمانش فنرهای مارپیچی
۲۴۸	۶-۱۱- فنرهای مارپیچ هم محور
۲۵۰	۶-۱۲- فنرهای مخروطی و پیچکی
۲۵۲	۶-۱۳- فنرهای مارپیچ کششی
۲۵۶	۶-۱۴- فنرهای پیچشی
۲۵۷	۶-۱۴-۱- خیز فنرهای پیچشی مارپیچی
۲۵۹	۶-۱۵- فنرهای پیچشی حلزونی

۲۵۹.....	۱۶-۶- فنر برگی.....
۲۶۲.....	۱۷-۶- فنرهای ورقه‌ای.....
۲۶۵.....	۱۷-۶-۱- فنرهای ورقه‌ای نیمه بیضوی.....
۲۶۸.....	۱۷-۶-۲- فنرهای ورقه‌ای تند.....
۲۶۹.....	۱۷-۶-۳- جنس فنرهای برگی.....
۲۷۰.....	۱۷-۶-۴- الزامات طراحی فنرهای ورقه‌ای.....
۲۷۳.....	۱۸-۶- فنر بلویل.....
۲۷۶.....	۱۹-۶- فنر لاستیکی.....
۲۷۸.....	۱۰-۶- حیره انرژی در فنر.....
۲۸۰.....	۲۱-۶- فنر بادی.....
۲۸۲.....	۲۲-۶- مسائل.....
۲۸۵.....	فصل ۷: پیچ‌های انتقال قدرت.....
۲۸۵.....	۱-۷- مقدمه.....
۲۸۵.....	۲-۷- اصطلاحات رزوه‌ها.....
۲۸۸.....	۳-۷- پیچ قدرت.....
۲۹۸.....	۴-۷- مقادیر ضریب اصطکاک.....
۲۹۹.....	۵-۷- پیچ خود قفل کن و خود بازشو.....
۳۰۰.....	۶-۴- رانده‌مان پیچ.....
۳۰۲.....	۷-۷- تنش در پیچ قدرت.....
۳۰۳.....	۷-۷-۱- تنش محوری.....
۳۰۳.....	۷-۷-۲- تنش برشی پیچشی.....
۳۰۳.....	۷-۷-۳- کمانش.....
۳۰۴.....	۷-۷-۴- تنش لهدگی.....
۳۰۴.....	۷-۷-۵- تنش خمشی در رزوه.....
۳۰۵.....	۷-۷-۶- تنش برشی مستقیم در رزوه.....
۳۰۶.....	۸-۷- طراحی مهره.....

۳۱۶	۷-۹- پیچ‌های تفاضلی و ترکیبی.....
۳۱۹	۷-۱۰- بال اسکرو.....
۳۲۰	۷-۱۱- مسائل.....

فصل ۸: طراحی اتصالات رزوه‌ای ۳۲۳

۳۲۳	۸-۱- مقدمه.....
۳۲۴	۸-۲- انواع رزوه.....
۳۳۲	۸-۳- انواع اتصالات رزوه‌ای.....
۳۳۲	۸-۴- تنش در پیچ‌ها.....
۳۳۳	۸-۴-۱- تنش محوری.....
۳۳۳	۸-۴-۲- تنش برشی.....
۳۳۳	۸-۴-۳- تنش کششی و تنش محوری.....
۳۳۳	۸-۴-۴- تنش لغزشی.....
۳۳۴	۸-۴-۵- تنش برشی متقاطع.....
۳۳۴	۸-۵- اتصال‌های کششی تحت بار کششی.....
۳۳۸	۸-۶- ضریب اطمینان طراحی.....
۳۳۹	۸-۷- گشتاور پیش‌بار.....
۳۴۱	۸-۸- اتصال‌های واشردار.....
۳۴۳	۸-۹- تعیین ثوابت سفتی اتصال.....
۳۴۸	۸-۱۰- بارگذاری خستگی.....
۳۵۳	۸-۱۱- اتصال‌ها تحت بارگذاری برشی.....
۳۵۶	۸-۱۲- مرکز جرم گروه پیچ‌ها.....
۳۵۶	۸-۱۳- بار خارج از مرکز موازی محور پیچ‌ها.....
۳۵۷	۸-۱۴- بارگذاری خارج از مرکز عمود بر محور پیچ.....
۳۵۹	۸-۱۵- برش بر اثر بارگذاری خارج از مرکز.....
۳۶۲	۸-۱۶- بار خارج از مرکز بر روی مقطع دایره‌ای شکل.....
۳۶۳	۸-۱۷- الزامات طراحی.....

۸-۱۸- مسائل ۳۶۵

فصل ۹: اتصالات پرچی ۳۶۹

۹-۱- مقدمه ۳۶۹

۹-۲- نحوه ایجاد اتصال پرچی ۳۶۹

۹-۳- جنس پرچ ها ۳۷۱

۹-۴- کله‌گی‌های پرچ ۳۷۲

۹-۵- انواع حالت‌های خرابی اتصالات پرچی ۳۷۲

۹-۵-۱- دم بودن سفتی قطعات اتصالی ۳۷۲

۹-۵-۲- خرابی اتصال ر اثر برش پرچ ۳۷۳

۹-۵-۳- خرابی اتصال ر اثر پارگی ورق ۳۷۴

۹-۵-۴- خرابی اتصال دم اثر برش لبه‌های ورق ۳۷۵

۹-۶- انواع اتصالات پرچی ۳۷۷

۹-۷- مسائل ۳۸۷

فصل ۱۰: اتصالات جوشی ۳۹۱

۱۰-۱- مقدمه ۳۹۱

۱۰-۲- فرآیندهای جوشکاری ۳۹۱

۱۰-۳- علائم جوشکاری ۳۹۴

۱۰-۴- استحکام اتصالات جوشی لب به لب ۳۹۷

۱۰-۵- استحکام اتصالات جوشی گوشه ۴۰۰

۱۰-۶- تنش مجاز جوش ۴۰۴

۱۰-۷- بارگذاری محوری اتصال‌های جوشی نامتقارن ۴۰۷

۱۰-۸- بارگذاری خارج از مرکز در صفحه جوش ها ۴۰۸

۱۰-۹- خمش در اتصال‌های جوشکاری شده ۴۱۵

۱۰-۱۰- اتصال‌های جوشکاری تحت بارگذاری متناوب ۴۱۹

۱۰-۱۱- جوشکاری مقاومتی ۴۲۲

۴۲۳.....	۱۰-۱۲- اتصال‌های پیوند شده
۴۲۳.....	۱۰-۱۳- زرد جوشکاری
۴۲۳.....	۱۰-۱۴- لحیم‌کاری
۴۲۴.....	۱۰-۱۵- چسب زنی
۴۲۵.....	۱۰-۱۶- مسائل
۴۲۹.....	فصل ۱۱: مطالعات موردی
۴۲۹.....	۱-۱- طراحی میز هواپیما
۴۳۵.....	۱-۲- طراحی پره‌های چرخ دوچرخه
۴۴۰.....	۳-۱۱- طراحی تخت دستگاه تست سایش
۴۴۸.....	۱۱-۴- طراحی پمپ پنج ورق
۴۵۳.....	۱۱-۵- طراحی سیستم انتقال آب
۴۶۳.....	پیوست‌ها
۴۶۳.....	پیوست الف: یکاها
۴۶۶.....	پیوست ب: سیستم‌های شماره‌گذاری فواید
۴۶۹.....	پیوست ج: مشخصات مواد
۴۷۹.....	پیوست د: انواع پیچ، مهره و واشر و نحوه کاربرد آنها
۴۸۷.....	واژه‌نامه
۴۹۹.....	فهرست موضوعی
۵۰۳.....	منابع

پیشگفتار

علم مهندسی مکانیک بدون شک یکی از عوامل اصلی توسعه و پیشرفت جوامع مدرن امروزی در تمامی حوزه‌ها بخصوص در زمینه توسعه صنعتی بوده است. با وقوع انقلاب صنعتی و نیاز روز افزون به طراحی و تحلیل سیستم‌ها و مکانیزم‌های پیچیده، مهندسی مکانیک جایگاه تعیین کننده‌ای پیدا کرده و تا به امروز نقش خود را روز به روز پررنگ‌تر کرده است.

امروزه، ایفاء مسوولیت خلیف مهندسی صرفاً با بهره‌گیری از قدرت خلاقیت برتر امکان پذیر است و مسلماً تجارب غنی قدرت تحلیل‌های دقیق از ابزارهای مهندسی مکانیک نوین به شمار می‌رود. یکی از شاخه‌های علم مهندسی مکانیک در این مبحث، طراحی اجزاء ماشین می‌باشد. طراحی اجزاء ماشین، درباره عکس‌العمل اجزاء مختلف نسبت به هم در مقابل نیروهای وارده بحث می‌کند. ضمن تحلیل وضعیت قطعات تحت شرایط کاری مختلف، طراحی اجزاء ماشین، نحوه طراحی بهینه آنها را با در نظر گرفتن عواملی همچون کاهش هزینه، ارتقاء کیفیت، ضریب اطمینان بالا، حجم و شکل مناسب و ... بیان می‌کند.

مجموعه حاضر، ضمن ارائه جامع مطالب عمومی طراحی اجزاء ماشین، با تجدید نظر اساسی و طبق تجارب مولف طی سالیان متمادی تدریس در دانشگاه صنعتی امیرکبیر، به نحوی تدوین شده است تا بتواند جوابگوی مسائل طراحی دانشجویان و مهندسين باشد. در تدوین کتاب سعی بر این بوده ضمن تحلیل و تخمین صحیح، مفاهیم پایه و روابط تئوریک طراحی به کمک مثال‌های متنوع و کاربردی، بخصوص با استفاده از مطالعات موردی، تحت بررسی قرار گیرند.

بدیهی است این مجموعه نیز همانند سایر منابع، عاری از عیب نمی‌باشد. فائز آمده است که صاحب نظران خصوصاً اساتید، محققان و دانشجویان عزیز با ارائه نظرات، پیشنهادات و انتقادات سازنده خود ما را در تکمیل این مجموعه در نسخه‌های آتی یاری نمایند.

همچنین در تدوین این مجموعه از همکاری مهندس وحید فرناش‌وند و دکتر جواد تیموری شندی بهره بردم. در پایان لازم است از همکاری صادقانه پرسنل آزمایشگاه مقاومت مصالح دانشگاه صنعتی امیرکبیر بخصوص خانم مهندس سپیده نجفیان، خانم مریم معصومی و همچنین همکاران عزیز انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر که در انجام این امر نهایت تلاش خود را انجام دادند، صمیمانه تقدیر و تشکر کنیم.

یونس علیزاده

هئیت علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر