

کتابخانه مرکزی
روستای امامزاده
۹۷۷۷۹ - ۳۵۰۶۷ - ۶

طراحی سازه‌های هوایی

تأليف:

دکتر امین فخرآبادی

(عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

مهندس محمد بهرانی



انتشارات آزاده



- همه حقوق انحصاری حق نشر، حق تکثیر یا کپی رایت (Copyright) این اثر متعلق به انتشارات آزاده است.
- الگوبرداری و تکثیر تماماً یا قسمتی از این اثر به صورت حروفچینی، چاپ مجدد، چاپ افست، فتوکپی و انواع دیگر چاپ و نیز اسکن، تهیه هرگونه فایل کامپیوتری و دیجیتالی، اعم از پی دی اف و ... و با انتشار و عرضه در هرگونه شبکه‌های اجتماعی مجازی و محیط اینترنت به هر شکل ممنوع است.
- این اثر طبق مجوز از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، مشمول قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر، پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سری کتاب‌های فنی و مهندسی

انتشارات آزاده

طراحی سازه‌های هوایی

- تألیف: دکتر امیر فرخ‌آبادی (عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس)، مهندس محمد بهرامی
- ناظر فنی و چاپ: امیر رستانی
- حروفچینی: انتشارات آزاده
- چاپ و صحافی: انتشارات آزاده
- تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
- چاپ اول: تابستان ۱۳۹۷
- ناشر: انتشارات آزاده
- شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۰۱-۹۴۱-۷
- بهای: ۲۵۰۰۰ تومان

مسئولیت مطالب کتاب به عهده مؤلفان و حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

- مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، برج استار، پلاک ۳، کدپستی: ۱۳۱۴۷۵۵۱۱۱
تلفن: ۶۶۴۱۴۳۷۴ - ۶۶۴۱۵۷۵۳، ۶۶۴۱۱۱۰۰
- فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، مقابل دانشگاه تهران (بین خیابان فخر، روبروی خیابان دانشگاه)، جنب بانک ملت، ساختمان ۱۲۰۲، طبقه زیرهمکف، کدپستی: ۱۳۱۴۷۵۴۷۱۳، تلفن: ۶۶۹۷۴۸۰۱ - ۶۶۹۷۴۸۰۲

سرشناسه	فرخ‌آبادی، امین
عنوان و نام پدیدآور	طراحی سازه‌های هوایی / تألیف امین فرخ‌آبادی، محمد بهرامی
مشخصات نشر	تهران: آزاده، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۲۷۸ ص:، مصور، جدول، نمودار.
فروست	سری کتاب‌های فنی و مهندسی.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۵۰۱-۹۴۱-۷
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	مهندسی هوافضا
موضوع	هواپیماها — طرح و ساختمان
شناسه افزوده	بهرامی، محمد
رده‌بندی کنگره	۴۱۳۹۷ ط ۴۲ ف / TL۵۴۵
رده‌بندی دیویی	۶۲۹/۱
شماره کتابشناسی ملی	۵۳۳۸۹۹۰

برای خرید online به آدرس زیر مراجعه کنید:
www.rahianarshad.com

پیشگفتار

این کتاب با هدف ارائه اطلاعات تخصصی به منظور طراحی سازه‌های هوایی جهت استفاده مهندسان و دانشجویان تدوین گردیده است. بر این اساس، اطلاعات مورد نیاز و نتایج پژوهش‌های مؤلفان در سازه‌های هوایی در طی چند سال اخیر جمع‌آوری گردیده است. همچنین مطالب ارائه شده در این کتاب براساس سرفصل‌های تدریس شده در دوره کارشناسی ارشد و کنکور دکتری مهندسی هوافضا می‌باشد. از دیدگاه طراحی سازه، در این کتاب تلاش می‌شود روش‌های مفید طراحی قسمت‌های مهم سازه هواپیما براساس دستورالعمل‌های موجود، معیارهای طراحی مناسب و الزامات طراحی به منظور طراحی هواپیماهای تجاری مورد استفاده قرار گیرد. این کتاب مشتمل بر ۶ فصل است که در هر یک از این فصول طبقه‌بندی موضوعات، شکل‌ها و جداول بگونه‌ای است که به راحتی توسط خواننده قابل استفاده و بکارگیری خواهد بود بنابراین امید است که اطلاعات ارائه شده به عنوان مرجع اصلی استفاده برای کلیه محققان قرار گیرد.

در پایان لازم است از مدیریت فرزانه انتشارات راده جناب آقای بدوستانی که در تهیه این اثر ما را یاری کرده و از هیچ کوششی دریغ ننمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم.

امین فرخ‌آبادی

محمد بهرامی

فهرست مطالب

فصل اول: تاریخچه و معرفی سازه‌های هوایی.....	۹
۱-۱- مقدمه.....	۹
۲-۱- ملزومات طراحی.....	۹
۳-۱- ویژگی‌های مورد نظر در طراحی هوایی.....	۱۰
۴-۱- الگوریتم طراحی هوایی.....	۱۱
۵-۱- فرایند طراحی.....	۱۱
۱-۵-۱- ویژگی‌های فرایند طراحی.....	۱۲
۲-۵-۱- ساختار لازم برای طراحی.....	۱۲
۶-۱- مراحل پیشرفت طراحی هواپیما.....	۱۳
۱-۶-۱- هواپیما، بدون موتور.....	۱۴
۲-۶-۱- هواپیما، موتور دار.....	۱۵
۳-۶-۱- هواپیما، جت.....	۱۶
۷-۱- ساختار هواپیما.....	۱۶
۱-۷-۱- بدنه.....	۱۷
۲-۷-۱- بال.....	۱۸
۳-۷-۱- مجموعه دم.....	۱۹
۴-۷-۱- ارايه فرود.....	۲۱
۵-۷-۱- پیشرانه.....	۲۱
۸-۱- طراحی و ساخت.....	۲۷
۹-۱- انواع هواپیما.....	۲۸
۱-۹-۱- هواپیمای مسافربری و باربری.....	۲۸
۲-۹-۱- هواپیمای شاتل بر.....	۳۰
۳-۹-۱- هواپیمای جنگنده.....	۳۰
۴-۹-۱- پهباد.....	۳۴
۱۰-۱- مشخصات و ملزومات طراحی هواپیما.....	۳۵
فصل دوم: محاسبات بارگذاری اجزاء هواپیما.....	۳۷
۱-۲- مقدمه.....	۳۷
۲-۲- بارگذاری.....	۳۷
۳-۲- ضریب بار.....	۳۸
۱-۳-۲- ضریب بار (Load Factor).....	۳۸
۴-۲- خواص اتمسفری.....	۴۰
۱-۴-۲- فشار دینامیکی q (Pressure Dynamic).....	۴۱
۲-۴-۲- سرعت هوای معادل.....	۴۱
۳-۴-۲- فاکتور انبساط پذیری سرعت هوا برای یک جریان آیزنتروپیک.....	۴۲
۵-۲- اطلاعات اولیه برای محاسبات بارگذاری.....	۴۸
۱-۵-۲- هندسه هواپیما.....	۴۸
۲-۵-۲- اطلاعات آیرودینامیکی.....	۴۸
۶-۲- ایرفویل بال هواپیما.....	۵۱
۱-۶-۲- ایرفویل‌های ۴ رقمی.....	۵۱
۲-۶-۲- ایرفویل‌های ۵ رقمی.....	۵۲
۳-۶-۲- ایرفویل‌های سری ۶.....	۵۲
۴-۶-۲- مرکز آیرودینامیکی ایرفویل.....	۵۳
۵-۶-۲- ایرفویل متقارن.....	۵۳
۷-۲- داده‌های تونل باد.....	۵۴
۸-۲- داده‌های وزنی هواپیما.....	۵۵

۵۶	۹-۲- محدوده جابه‌جایی مرکز ثقل
۵۶	۱۰-۲- توزیع وزن
۵۷	۱۱-۲- سرعت‌های طراحی
۵۸	۱-۱۱-۲- سرعت ایستال (V_i)
۵۸	۲-۱۱-۲- سرعت مانور (V_A)
۵۸	۳-۱۱-۲- سرعت کروز (V_C)
۵۹	۴-۱۱-۲- سرعت دایو (V_D)
۵۹	۵-۱۱-۲- سرعت فلاپ (V_F)
۵۹	۱۲-۲- داده‌های عملیاتی
۶۰	۱۳-۲- دیاگرام پروازی سرعت - ضریب بار ($V-n$)
۶۰	۱۴-۲- نحوه رسم دیاگرام پروازی مانور
۶۳	۱۵-۲- محدوده‌ی مجاز سرعت هواپیما (limit Air Speed)
۶۳	۱۶-۲- دیاگرام گاس (تندباد)
۶۸	۱۷-۲- ضریب بار طراحی بال
۶۸	۱-۱۷-۲- توزیع بارهای بال در راستای وتر (Air load spanwise Distribution)
۷۰	۲-۱۷-۲- تعیین توزیع بارگذاری بال در جهت دهانه (span)
۷۲	۱۸-۲- تئوری نواری
۷۷	۱۹-۲- توزیع فشار در جهت وتر (chord)
۷۷	۱-۱۹-۲- حالت بسو دلب
۷۸	۲-۱۹-۲- حالت یا فلپ
۸۰	۲۰-۲- تحلیل نیروی بال
۸۰	۱-۲۰-۲- تحلیل تیر
۸۱	۲-۲۰-۲- بارگذاری اینرسی
۸۲	۳-۲۰-۲- ممان خمشی ناشی از بار اینرسی ناشی از وزن بال
۸۲	۴-۲۰-۲- ممان پیچشی ناشی از بار اینرسی ناشی از وزن بال
۸۲	۲۱-۲- بارگذاری دم (سکان)
۸۴	۱-۲۱-۲- مراحل حل مسأله جهت تعیین نیروی دم
۸۴	۲۲-۲- بارگذاری دم عمودی
۸۶	۱-۲۲-۲- انواع بارگذاری دم عمودی
۸۶	۲۳-۲- ممان ناشی از حرکت رادر روی کل هواپیما
۸۹	۲۴-۲- بارگذاری ارباه فرود
۹۰	۱-۲۴-۲- مشخصه‌های ضربه گیر
۹۰	۲۵-۲- سناریوهای حرکات زمینی
۹۰	۲۶-۲- متغیرهای بارگذاری فرود
۹۱	۱-۲۶-۲- سرعت عمودی
۹۱	۲-۲۶-۲- قابلیت جذب انرژی ارباه چرخ
۹۵	۲۷-۲- سناریوهای مختلف برای فرود
۹۵	۱-۲۷-۲- فرود با سه چرخ
۹۶	۲-۲۷-۲- فرود با دو چرخ (حالت دم پایین)
۹۷	۳-۲۷-۲- فرود با یک چرخ
۹۸	۲۸-۲- پدیده اسپین آپ
۹۸	۱-۲۸-۲- زمان اتمام اسپین آپ
۹۸	۲-۲۸-۲- محاسبه بار اسپین آپ
۹۹	۲۹-۲- تعیین بارهای spin-up و pring back
۱۰۰	۱-۲۹-۲- محاسبه بار اسپرینگ بک
۱۰۰	۳۰-۲- بار ناشی از حرکات زمینی
۱۰۱	مثال‌های فصل دوم

۱۱۱	فصل سوم: مواد در سازه‌های هوایی
۱۱۱	۱-۳- مقدمه
۱۱۱	۲-۳- داده‌های گراف تنش - کرنش
۱۱۲	۳-۳- آلیاژ (Alloy)
۱۱۳	۴-۳- انواع مواد
۱۱۳	۱-۴-۳- آلومینیوم
۱۱۸	۲-۴-۳- فولاد
۱۲۳	۳-۴-۳- آلیاژهای منیزیم
۱۲۷	۴-۴-۳- آلیاژهای تیتانیوم
۱۳۰	۵-۳- فرآیند انتخاب مواد
۱۳۵	۶-۳- مراحل لازم جهت استخراج اندیس کارایی
۱۳۶	۷-۳- دیاگرام آشی
۱۳۷	۱-۷-۳- روش‌های کلی بمطور کاربرد دیاگرام آشی
۱۳۷	۲-۷-۳- طبقه‌بندی
۱۳۹	۸-۳- روش خواص رن داده شده (WPM) (Weight Property method)

۱۴۱	فصل چهارم: شکست ناشی از بارگذاری ایستا و متغیر
۱۴۱	۱-۴- مقدمه
۱۴۱	۲-۴- تغییر شکل
۱۴۲	۱-۲-۴- انواع تغییر شکل
۱۴۳	۳-۴- انواع مواد
۱۴۴	۱-۳-۴- مواد نرم (Ductile)
۱۴۴	۲-۳-۴- مواد ترد (Brittle)
۱۴۴	۴-۴- نظریه‌های گسیختگی (واماندگی) استاتیکی
۱۴۵	۱-۴-۴- معیارهای گسیختگی مواد نرم
۱۴۹	۲-۴-۴- معیارهای گسیختگی مواد ترد
۱۵۲	۵-۴- از هم گسیختگی خستگی ناشی از بارگذاری متغیر
۱۵۴	۶-۴- روش تنش - عمر
۱۵۵	۷-۴- حد دوام (Endurance Limit)
۱۵۶	۱-۷-۴- ضرایب تصحیح حد دوام (Endurance Limit Modifying Factors)
۱۵۸	۸-۴- اثرات تمرکز تنش
۱۵۹	۹-۴- تنش‌های نوسانی
۱۵۹	۱۰-۴- معیارهای گسیختگی خستگی در تنش‌های نوسانی (Fatigue Failure Criteria for Fluctuating Stress)
۱۶۱	۱۱-۴- تحلیل خرابی بار تابع زمان
۱۶۱	۱-۱۱-۴- آسیب خستگی انباشته
۱۶۱	۲-۱۱-۴- تحلیل بارهای تابع زمان وارد شده به هواپیما (بارگذاری اتفاقی)
۱۶۲	۳-۱۱-۴- ملزومات طراحی بر اساس خستگی
۱۶۲	۱۲-۴- چقرمگی شکست و رشد ترک

۱۶۷	فصل پنجم: کماتش (buckling)
۱۶۷	۱-۵- مقدمه
۱۶۷	۲-۵- طراحی اعضای فشاری (ستون‌ها)
۱۶۸	۱-۲-۵- اعضای فشاری
۱۶۸	۳-۵- پدیده ناپایداری یا کماتش در ستون‌ها
۱۷۰	۴-۵- تعیین بار بحرانی ستون‌ها
۱۷۵	۵-۵- منحنی اویلر - جانسون
۱۷۵	۶-۵- تنش کریپلینگ
۱۷۷	۱-۶-۵- روش‌های محاسبه تنش کریپلینگ مقاطع

۱۸۱	۷-۵- کمانش پوسته
۱۸۱	۷-۵-۱- معادله حاکم در کمانش پوسته
۱۸۶	۸-۵- کمانش پوسته‌های تقویت شده (ترکیبی از کمانش ستون و کمانش ورق)
۱۸۷	۹-۵- عرض مؤثر پوسته
۱۹۰	۱۰-۵- طراحی سازه‌ای یک مقطع بدنه برای خمش
۱۹۶	۱۱-۵- اصول طراحی بدنه
۱۹۹	۱۲-۵- طراحی بال
۲۰۰	۱۲-۵-۱- پارامترهای مهم بال
۲۰۱	۱۲-۵-۲- مراحل طراحی هسته‌ی بال

فصل ششم: گشودگی (Cut Out) ۲۰۳

۲۰۳	۱-۶- مقدمه
۲۰۷	۲-۶- گشودگی سیمکشی
۲۱۲	۳-۶- گشودگی متوالی
۲۱۶	۴-۶- گشودگی در تیرهای تحت بارگذاری سنگین
۲۱۷	۴-۶-۱- نحوه محاسبه‌ی بارگذاری
۲۲۰	۵-۶- گشودگی در صفحات تحت بار شده تخت
۲۲۱	۵-۶-۱- روش سه تقویت کننده

پیوست ۲۲۷

۲۲۷	تمرین ۱
۲۵۴	تمرین ۲
۲۶۶	تمرین ۳
۲۷۲	تمرین ۴

منابع و مراجع ۲۷۸