

۲۰۲۲۱۸۹

طراحی سازه‌های هوایی

تألیف:

دکتر امین فرخ‌آبادی

(عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

مهندس محمد بهرامی



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 الفست، فتوکپی و انواع دیگر چاپ و نیز اسکن، تهیه هرگونه فایل کامپیوتری و دیجیتالی، اعم از پی دی اف و ... و یا 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 ۱۳۳۸ 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 امین فرخ‌آبادی (عضویت علمی دانشگاه تربیت مدرس)، مهندس محمد بهرامی
- ناظر فنی و چاپ: امیر بدوستانی
- حروفچینی: انتشارات آزاده
- چاپ و صحافی: گیلان
- تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
- چاپ سوم: پاییز ۱۴۰۱، اردیبهشت ۱۴۰۲
- ناشر: انتشارات آزاده
- شابک: ۹۶۴-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸
- بها: ۱۶۰/۰۰۰ تومان
- مسئولیت مطالب کتاب به عهده مؤلفین و حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

• مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه، پست پورجوالی، پلاک ۳، کدپستی: ۱۳۱۴۷۵۵۱۱۱
تلفن: ۶۶۴۱۴۳۷۴ - ۶۶۴۱۵۷۵۳ فاکس: ۶۶۴۱۲۵۱۰

سرشناسه	فرخ‌آبادی، امین
عنوان و نام پدیدآور	طراحی سازه‌های هوایی / تألیف امین فرخ‌آبادی، محمد بهرامی.
مشخصات نشر	تهران: آزاده، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	۲۷۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	سری کتاب‌های فنی و مهندسی.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	فنیاً
موضوع	مهندسی هوافضا
موضوع	هواپیماها -- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	بهرامی، محمد
رده‌بندی کنگره	۹۷۸-۹۶۴-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸ / ف ۴ ط ۲
رده‌بندی دیویی	۶۲۹/۱
شماره کتابشناسی ملی	۵۳۳۸۹۹۰

برای خرید [online](http://www.rahianarshad.com) 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 متخصصان 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 می‌باشد 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 مرجعی قابل استفاده برای کلیه محققان قرار گیرد.

در پایان لازم است از مدیریت فرزانه انتشارات آزاده 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

۹	فصل اول: تاریخچه و معرفی سازه‌های هوایی
۹-۱-۱	مقدمه
۹-۱-۲	ملزومات طراحی
۱۰-۱	ویژگی‌های مورد نظر در طراحی هوایی
۱۱-۱	الگوریتم طراحی هوایی
۱۱-۵-۱	فرایند طراحی
۱۲-۱-۵-۱	ویژگی‌های فرایند طراحی
۱۲-۵-۱-۲	ساختر لازم برای طراحی
۱۳-۱-۶-۱	مراحل پیشرفت طراحی هواپیما
۱۴-۱-۶-۱	هواپیماهای بدون موتور
۱۵-۱-۶-۱	هواپیماهای موتور دار
۱۶-۱-۶-۱	هواپیماهای جت
۱۶-۱-۷-۱	ساختار هواپیما
۱۷-۱-۷-۱	بدنه
۱۸-۱-۷-۱	بال
۱۹-۱-۷-۱	مجموعه دم
۲۱-۱-۷-۱	ارابه فرود
۲۱-۱-۷-۱	پیشرانه
۲۷-۱-۸-۱	طراحی و ساخت
۲۸-۱-۹-۱	انواع هواپیما
۲۸-۱-۹-۱	هواپیمای مسافربری و باری
۳۰-۱-۹-۱	هواپیمای شاتل بر
۳۰-۱-۹-۱	هواپیمای جنگنده
۳۴-۱-۹-۱	پهپاد
۳۵-۱-۱۰-۱	مشخصات و ملزومات طراحی هواپیما
۳۷	فصل دوم: محاسبات بارگذاری اجزاء هواپیما
۳۷-۱-۲	مقدمه
۳۷-۲-۲	بارگذاری
۳۸-۳-۲	ضریب بار
۳۸-۱-۳-۲	معرفی ضریب بار (Load Factor)
۴۰-۴-۲	خواص اتمسفری
۴۱-۱-۴-۲	فشار دینامیکی q (Pressure Dynamic)
۴۱-۲-۴-۲	سرعت هوای معادل
۴۳-۳-۴-۲	فاکتور انبساط پذیری سرعت هوا برای یک جریان آیزنتروپیک
۴۸-۵-۲	اطلاعات اولیه برای محاسبات بارگذاری
۴۸-۱-۵-۲	هندسه هواپیما
۴۸-۲-۵-۲	اطلاعات ایرودینامیکی
۵۱-۶-۲	ایرفویل بال هواپیما
۵۱-۱-۶-۲	ایرفویل‌های ۴ رقمی
۵۲-۲-۶-۲	ایرفویل‌های ۵ رقمی
۵۲-۳-۶-۲	ایرفویل‌های سری ۶
۵۳-۴-۶-۲	مرکز ایرودینامیکی ایرفویل
۵۳-۵-۶-۲	ایرفویل متقارن
۵۴-۷-۲	داده‌های تونل باد
۵۵-۸-۲	داده‌های وزنی هواپیما

۵۶	۹-۲- محدوده جابه‌جایی مرکز ثقل
۵۶	۱۰-۲- توزیع وزن
۵۷	۱۱-۲- سرعت‌های طراحی
۵۸	۱۱-۲-۱- سرعت استال (V_s)
۵۸	۱۱-۲-۲- سرعت مانور (V_A)
۵۸	۱۱-۲-۳- سرعت کروز (V_C)
۵۹	۱۱-۲-۴- سرعت دایو (V_D)
۵۹	۱۱-۲-۵- 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
۶۲	۱۵-۲- محدوده‌ی مجاز سرعت هواپیما (Limit Air Speed)
۶۲	۱۶-۲- دیاگرام گاست (تندیاد)
۶۸	۱۷-۲- بارهای طراحی بال
۶۸	۱۷-۲-۱- توزیع بارهای بال در راستای وتر (Air load spanwise Distribution)
۷۰	۱۷-۲-۲- تعیین توزیع بارگذاری بال در جهت دهانه (span)
۷۲	۱۸-۲- تئوری نواری
۷۷	۱۹-۲- توزیع فشار در جهت وتر (chord)
۷۷	۱۹-۲-۱- حالت بدون قلب
۷۸	۱۹-۲-۲- حالت با قلب
۸۰	۲۰-۲- تحلیل نیروی بال
۸۰	۲۰-۲-۱- تحلیل تبر
۸۱	۲۰-۲-۲- بارگذاری اینرسی
۸۲	۲۰-۲-۳- ممان خمشی ناشی از بار اینرسی ناشی از وزن بال
۸۲	۲۰-۲-۴- ممان پیچشی ناشی از بار اینرسی ناشی از وزن بال
۸۲	۲۱-۲- بارگذاری دم (سکان)
۸۴	۲۱-۲-۱- مراحل حل مسأله جهت تعیین نیروی دم افقی
۸۴	۲۲-۲- بارگذاری دم عمودی
۸۶	۲۲-۲-۱- انواع بارگذاری دم عمودی
۸۶	۲۳-۲- ممان ناشی از حرکت رادر روی کل هواپیما
۸۹	۲۴-۲- بارگذاری ارايه فرود
۹۰	۲۴-۲-۱- مشخصه‌های ضربه گیر
۹۰	۲۵-۲- سناریوهای حرکات زمینی
۹۰	۲۶-۲- متغیرهای بارگذاری فرود
۹۱	۲۶-۲-۱- سرعت عمودی
۹۱	۲۶-۲-۲- قابلیت جذب انرژی ارايه چرخ
۹۵	۲۷-۲- سناریوهای مختلف برای فرود
۹۵	۲۷-۲-۱- فرود با سه چرخ
۹۶	۲۷-۲-۲- فرود با دو چرخ (حالت دم پایین)
۹۷	۲۷-۲-۳- فرود با یک چرخ
۹۸	۲۸-۲- پدیده اسپین آپ
۹۸	۲۸-۲-۱- زمان اتمام اسپین آپ
۹۸	۲۸-۲-۲- محاسبه بار اسپین آپ
۹۹	۲۹-۲- تعیین بارهای spin-up و pring back
۱۰۰	۲۹-۲-۱- 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	۳-۲- آلیاژ (Alloy).....
۱۱۳	۴-۲- انواع مواد.....
۱۱۳	۱-۴-۲- آلومینیوم.....
۱۱۸	۲-۴-۲- فولاد.....
۱۲۳	۳-۴-۲- آلیاژهای منیزیم.....
۱۲۷	۴-۴-۲- آلیاژهای تیتانیوم.....
۱۳۰	۵-۲- فرآیند انتخاب مواد.....
۱۳۵	۶-۲- مراحل لازم جهت استخراج اندیس کارایی.....
۱۳۶	۷-۲- دیاگرام اشبی.....
۱۳۷	۱-۷-۲- روش‌های کلی بمنظور کاربرد دیاگرام اشبی.....
۱۳۷	۲-۷-۲- طبقه‌بندی.....
۱۳۹	۸-۲- روش خواص وزن 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	۲-۴- انواع مواد.....
۱۴۴	۱-۳-۴- مواد نرم (Ductile).....
۱۴۴	۲-۳-۴- مواد ترد (Brittle).....
۱۴۴	۴-۴- نظریه‌های گسیختگی (واماندگی) الاستیکی.....
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 اوپلر - جانسون.....
۱۷۵	۶-۵- تنش کربیلینگ.....
۱۷۷	۱-۶-۵- روش‌های محاسبه تنش کربیلینگ مقاطع.....