

تکنیک های تعمیر و بازرسی هواپیما

مؤلفین:

علیرضا نوروزی (کارشناس ارشد و مدرس دانشگاه)

امیرحری (کارشناس ارشد و مدرس دانشگاه)



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه :	مری، امیر، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدید آور :	تکنیک‌های تعمیر و بازرسی هواپیما / مؤلفین امیر مری، علیرضا نوروزی؛ ویراستار ادبی زهرا باجلان.
مشفصات نشر :	تهران: امیر مری، ۱۳۹۷.
مشفصات ظاهری :	۱۹۶ ص.
شابک :	۳۵۰۰۰۰ ریال: 5-1604-00-622-978
وضعیت فهرس نویسی :	فیب
یادداشت :	کتابنامه: ص ۱۹۴.
موضوع :	هواپیماها - نگهداری و تعمیر
موضوع :	Airplanes - Maintenance and Repair
شناسه افزوده :	نوروزی، علیرضا، ۱۳۶۰ فرداد -
رده بندی کنگره :	۱۳۶ ت ۴ م / ۶۷۱/۹ TL
رده بندی دیویی :	۶۲۹/۱۳۴۶
شماره کتابشناسی ملی :	۵۴۲۱۵۰۶

عنوان: تکنیک‌های تعمیر و بازرسی هواپیما

مؤلفین: علیرضا نوروزی، امیر مری.

ویراستار ادبی: زهرا باجلان

طراح جلد: شاهین زهری

چاپ و صحافی: انتشارات مهر

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۵-۱۶۰۴-۰۰-۶۲۲-۹۷۸

تلفن مرکز پخش: ۰۹۲۲۶۱۶۳۶۰۴

حق چاپ محفوظ است.

فصل اول: تعاریف و اصطلاحات	۱۵
فصل دوم: روش بازرسی چشمی	۱۸
مقدمه	۱۸
دستورالعمل اولیه	۱۹
فصل سوم: بازرسی PFD	۲۰
مقدمه	۲۰
روش اجرایی	۲۱
اصول فیزیکی	۲۶
تفسیر مشاهدات	۲۸
عوامل اصلی در انتخاب روش PT	۳۰
انواع مایع نفوذ کننده	۳۰
انواع آشکارساز از لحاظ تشکیل	۳۱
مزایای تکنیک بازرسی به روش مایعات نافذ	۳۷
محدودیت‌های تکنیک بازرسی به روش مایعات نافذ	۳۷
سایر کاربردهای بازرسی به روش مایعات نافذ	۳۷
فصل چهارم: تکنیک MPFD	۴۷
معرفی روش	۴۷
اصول فیزیکی	۴۸
انواع ناپیوستگی‌ها	۴۹
جریان مغناطیس کردن	۵۰

۵۱.....	انواع مغناطیس کردن
۵۱.....	تجهیزات بازرسی با ذرات مغناطیسی
۵۲.....	ایجاد میدان مغناطیسی
۵۲.....	روشهای ایجاد میدان مغناطیسی
۵۳.....	یوک های آهنربای دائمی
۵۴.....	یوک های الک و مغناطیسی
۵۴.....	سیم پیچ ما (COIL)
۵۵.....	هادی های مرکزی (CENTRAL CONDUCTOR)
۵۶.....	روش تماس مستقیم (CONTACT METHOD)
۵۷.....	پرادهای تماسی (PROD)
۵۸.....	روش های مغناطیسی کردن
۵۹.....	روش های مغناطیسی کردن
۶۰.....	ترتیب عملیات بازرسی با ذرات مغناطیسی
۶۰.....	ذرات مغناطیسی و مایعات معلق کننده
۶۰.....	نور ماوراء بنفش
۶۱.....	نایبوستگی های قابل تشخیص
۶۱.....	نشانه های غیر مرتبط
۶۲.....	منابع نشانه ها
۶۲.....	تشخیص نشانه های مرتبط از غیر مرتبط
۶۲.....	مغناطیس زدایی
۶۲.....	دلایل مغناطیس زدایی
۶۳.....	دلایل عدم مغناطیس زدایی

۶۴.....	مزایای تکنیک بازرسی با ذرات مغناطیسی
۶۴.....	محدودیت‌های تکنیک بازرسی با ذرات مغناطیسی
۷۰.....	فصل پنجم: تکنیک UFD
۷۰.....	معرفی روش
۷۲.....	تجهیزات الکترونیک مورد استفاده در تکنیک بازرسی فراصوتی
۷۲.....	خواص عمومی امواج الکتروسونیک
۷۳.....	شکل موج
۷۸.....	انتشار موج
۷۹.....	متغیرهای اصلی در بازرسی فراصوتی
۷۹.....	فرکانس (FREQUENCY)
۷۹.....	امپدانس آکوستیک (ACOUSTIC IMPEDANCE)
۸۰.....	زاویه برخورد (ANGLE OF INCIDENCE)
۸۱.....	زوایای بحرانی (CRITICAL ANGLES)
۸۳.....	اثرات میدان نزدیک و میدان دور (NEAR&FAR FIELD)
۸۴.....	واگرایی باریکه (BEAM SPREADING)
۸۵.....	تجهیزات
۸۹.....	روش‌های اصلی بازرسی با امواج آلتراسونیک
۸۹.....	روش انعکاس موج (PULSE ECHO TECHNIQUE)
۹۰.....	نمایش A-SCAN
۹۱.....	نمایش B-SCAN
۹۲.....	نمایش C-SCAN

۹۳.....	تکنیک‌های زاویه‌ای (ANGLE BEAM TECHNIQUE)
۹۷.....	تکنیک‌های موج سطحی
۹۸.....	روش عبور امواج (TROUGH TRANSMISSION)
۹۹.....	روش PITCH-CATCH
۹۹.....	مزایای تکنیک بازرسی فراصوتی
۱۰۰.....	محدودیت‌های تکنیک بازرسی فراصوتی
۱۰۰.....	کاربردهای تکنیک بازرسی فراصوتی
۱۰۳.....	فصل ششم: بازرسی FD
۱۰۳.....	معرفی روش رادیوگرافی
۱۰۵.....	عناصر اصلی در آزمون رادیوگرافی
۱۰۶.....	اصول رادیوگرافی
۱۰۶.....	منابع تشعشع
۱۰۷.....	تولید اشعه ایکس
۱۰۹.....	منابع پرتو X
۱۱۳.....	نقطه کانونی
۱۱۳.....	اندازه نقطه کانونی مؤثر
۱۱۴.....	انواع خاص دستگاه‌های پرتو X
۱۱۶.....	روش به دست آوردن اندازه نقطه کانونی
۱۱۷.....	مولدهای ولتاژ بالا
۱۲۰.....	مدار الکترونیکی خود یکسو شده (نیم موج یکسو شده)
۱۲۱.....	پتانسیل ثابت

۱۲۲.....	دستگاه‌های تولید پرتو X با انرژی بالا
۱۲۲.....	راندمان پرتو X
۱۲۳.....	منابع ایکس
۱۲۳.....	ویژگیهای پرتوهای ایکس
۱۲۴.....	منابع گاما
۱۲۴.....	ویژگی‌های پرتوهای گاما
۱۲۵.....	جسمه ورد آزمون
۱۲۵.....	تبدیل تصویر
۱۲۶.....	وسایل ثبت تصویر
۱۲۶.....	محیط ثبت
۱۲۶.....	محیط تصویرسازی واقعی (زمین)
۱۲۷.....	صفحات تشدید کننده و فیلترکننده
۱۲۸.....	تولید اشعه ایکس
۱۲۸.....	منابع پرتو X
۱۲۸.....	چشمه‌های رادیواکتیو
۱۲۹.....	چشمه‌های رادیواکتیو طبیعی
۱۲۹.....	چشمه‌های رادیواکتیو مصنوعی
۱۲۹.....	نیمه عمر یک چشمه رادیواکتیو
۱۳۰.....	اکتیو تیه (قدرت چشمه)
۱۳۰.....	معایب بکارگیری پرتوهای گاما
۱۳۱.....	ناآشکاری هندسی
۱۳۲.....	نفوذسنج

۱۳۴	انواع روش‌های پرتونگاری
۱۳۴	روش یک دیواره و یک تصویر
۱۳۶	ایمنی و حفاظت در برابر پرتوهای یونساز
۱۳۶	حداکثر سطوح مجاز تابش
۱۳۷	محدودیت‌ها
۱۳۷	کاربردها
۱۴۰	فصل هفتم: بررسی ECFD
۱۴۰	مبانی تست جریان گردابی (فوکو)
۱۴۵	کاربرد تست جریان گردابی
۱۴۶	موارد استفاده جریان‌های گردابی
۱۴۶	مزایای تست جریان‌های گردابی
۱۴۷	محدودیت‌های تست جریان‌های گردابی
۱۴۹	فصل هشتم: سایر روش‌های بازرسی غیرمخرب
۱۴۹	پرتونگاری نوترونی
۱۴۹	پراکندگی نوترونی
۱۵۰	گیراندازی نوترونی
۱۵۱	ضمیمه
۱۹۵	منابع و مآخذ

پیشگفتار

در زمره سرخط اولویت‌های تمامی شرکت‌های تعمیراتی هواپیما (M.R.O.) و خطوط حمل و نقل هوایی، ایجاد امنیت و ایمنی در پرواز می‌باشد. اکتساب دانش فنی و اشراف به تکنیک‌های تعمیر و بازرسی هواپیما و بکارگیری اقدامات اصلاحی (Corrective action) و اقدامات پیشگیرانه (Preventive action) در تعمیرات اساسی (Overhaul) وسایل پرنده از یک‌سو، پرورش مهندسين، متخصصين خبره، مفسر و صاحب نظر از سویی دیگر، سهم چشمگیری در اجتناب از وقوع هر حادثه و سانحه هوایی هرچند کوچک دارد، که ممکن است توأم با خسارات جبران ناپذیری باشد. انجام دوره‌ای تکنیک‌های بازرسی، در مواجهه با قطعات مختلف موتور و سازه هواپیما، منطبق بر مراجع و مآخذ هوایی به مثابه اقدام پیشگیرانه می‌باشد، به عبارتی رفع عدم انطباق‌های بالقوه، چرا که سهم به سزایی در اجتناب از دوباره کاری، پرداخت هزینه‌های هنگفت تعمیراتی و... داراست. در نگارش این کتاب که حاصل سال‌ها تدریس در دانشگاه‌های هوانوردی و خدمت بیش از دو دهه در عرصه هوایی و شرکت‌هایی هواپیمایی است، تلاش شده تا مطالب کاربردی و تخصصی فرآیندگرا در حوزه تکنیک‌های تعمیر و بازرسی سازه و بال و بدنه و موتور هواپیما ارائه گردد. متخصصین بال و بدنه (Structure) و موتور (Engine plant) هواپیما، متخصصین صنایع هوافضا، تکنسین‌های صنایع مختلف از جمله خودروسازی و صنایع دریایی و موشکی و خلبانان گرانقدر و مدیران محترم صنایع، همگی می‌توانند از مطالب این کتاب استفاده کنند. دور از انتظار نیست که خلق این اثر هرچند ناچیز، زمینه‌ساز مطالعات به مراتب گسترده‌تر در سایر زمینه‌های صنعت هوایی و رشد و بالندگی در سیستم مدیریت کیفیت هوایی باشد. در خصوص تکنیک‌های بازرسی، که در یک نگاه به دو دسته مخرب (D.T.) و غیرمخرب (N.D.I.) تقسیم می‌شوند، در کتاب مواد و سخت افزار هواپیما که توسط مؤسسه آموزشی مهر، به زیور طبع آراسته گردیده است، به تفصیل صحبت شده که به برخی موارد اشاره می‌نماییم.

الف) انجام بی‌واسطه بازرسی‌ها بر روی قطعات هوایی در بازرسی‌های غیرمخرب (Nondestructive Tests)، بر خلاف تست‌های مخرب (Destructive Tests) که نیاز به تهیه نمونه آزمون استاندارد (Specimen) دارند.

ب) پرهیز از ایجاد هرگونه تخریب و اضمحلالی بر روی قطعات تحت آزمایش (آن‌چنان که از اسم این‌گونه تست‌ها بر می‌آید) بر خلاف تست‌های مخرب، چراکه قطعه در خاتمه انجام آزمون‌های مخرب فاقد کارآیی لازم بوده و تخریب می‌گردد.

ج) عمدتاً تکنیک های بازرسی غیرمخرب در شرکت‌های تعمیر و نگهداری هواپیما (M.R.O.) و در فاز تعمیرات کاربرد دارند حال آنکه آزمون‌های مخرب بیشتر در مرحله طراحی به کار می‌روند.

د) آزمون‌های مخرب و غیرمخرب در عرض یکدیگر قرار ندارند به عبارتی انجام یک تست باعث بی‌نیازی از انجام تست دیگر نمی‌باشد.

ازجمله، بازرسی‌های مخرب (Destructive Inspection) عبارتند از:

- ۱) تست کشش (Tensile test)
- ۲) تست خمش (Bending test)
- ۳) تست ضربه (Impact test)
- ۴) تست خستگی (Fatigue test)
- ۵) تست سختی (Hardness test)
- ۶) تست سایش (Wear test)

اهم بازرسی‌های غیرمخرب (Nondestructive Inspection) به قرار زیر می‌باشد:

- ۱) بازرسی با مایعات نافذ (Fluorescent Penetrant Inspection)
- ۲) بازرسی با ذرات مغناطیسی (Magnetic Particle Inspection)
- ۳) بازرسی رادیوگرافی (Radiographic Test)

۴) بازرسی با امواج فراصوتی (Ultrasonic Test)

۵) بازرسی با جریانهای گردابی (Eddy Current Test)

۶) بازرسی چشمی (Visual Test)

به رسم بندگی، شکر نعمت الطاف بیکران الهی را بجا می‌آوریم که بدون آن، نه این راه پیمودنی بود، و نه این مهم، شدنی.

وفا کنیم و ملامت کشیم و خوش باشیم که در طریقت ما کافر نیست رنجیدن

پرواضح و برهن است که پیشکش پیش‌رو، خالی از خلل و عاری از ایراد نیست لذا دست بر سینه در مقابل ستمه متخذه بن و صاحب‌نظران و دست اندرکاران صنعت هوایی کشور، مستدعی است پیشنهادات و تقاضای زنده خود را در جهت بهبود مستمر از طریق رایانامه Norbuzi60@gmail.com برای ما ارسال نمایند تا در ویرایش‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.