

۲۰۰۱.۲۳
۹۷ ۹۱۳

آزمون غیرمخرب ارزیابی چوب

تألیف

دکتر قنبر ابراهیمی

استاد دانشگاه تهران

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
فرست
شابک

ابراهیمی، قنبر، ۱۳۲۵-
آزمون غیرمغرب ارزیابی چوب / تألیف قنبر ابراهیمی.
تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۶.
ص: ۳۳۴. مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۸۳۵.
978-964-03-7070-4

فیفا
وضعیت فهرست‌نویسی
یادداشت
موضوع
موض
موضوع
شناسه افزوده
رده‌بندی کتبه
رده‌بندی دیویی
شماره کتابشناسی

کتابنامه: ص ۳۱۶-۳۱۸.
چوب-- آزمایش‌ها
آزمایش‌های غیرمغرب
آزمون ماواری صوتی
دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات
۱۶ ۲۱۴ الف/ ۴۲۰ TA
۶۲۰/۱۲
۴۶۰ .۰۷

این کتاب مشمول قانون حمایت از حق مؤلف و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، برز، یس در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی خواهد بود و ترمیمی حق برای ناشر محفوظ است.

ISBN:978-964-03-7070-4



9196 03 0704

عنوان: آزمون غیرمخرب ارزیابی چوب

تأليف: دکتر قنبر ابراهیمی

نوٲٲ چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

بہا: ۳۳۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

بخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

ز	پیشگفتار تهیه کننده
س	آزمون غیر مخرب (NDT)
س	ارزیابی غیر مخرب NDE
س	روش های NDT / NDE
ش	۱- آزمون تخریبی (VT)
ش	۲- آزمون نفوذ کننده (PT)
ش	آزمون رده مغناطیس MT
ش	۳- آزمون "ا" خرومغناطیسی (ET) یا آزمون جریان Eddy
ش	۴- رادیوگرافی (RT)
ص	۵- آزمون اولتراسونیک (UT)
ص	۶- گسیل صوتی (AE)
ص	آزمون نشستی (LT)
۱	بخش اول - اصول بنیادی
۳	فصل اول - آشنایی با آزمون اولتراسونیک
۳	۱-۱ اصول بنیادی آزمون اولتراسونیک (UT)
۴	۱-۲ تاریخچه
۵	۲-۱ شروع ارزیابی غیر مخرب (NDE)
۶	۲-۲ وضعیت حاضر اولتراسونیک
۷	۳-۱ آینده بازرسی اولتراسونیک
۹	فصل دوم - فیزیک اولتراسوند
۹	۱-۲ انتشار موج
۱۰	۲-۲ مدهای انتشار موج صوت
۱۳	۳-۲ خواص موج صفحه ای (یک بعدی) آکوستیک
۱۳	۱-۳-۲ طول موج، فرکانس و سرعت
۱۳	۲-۳-۲ طول موج و ردیابی عیب
۱۴	۴-۲ انتشار صوت در مواد الاستیک
۱۵	۱-۴-۲ قانون هوک
۱۶	۲-۴-۲ سرعت صوت
۱۶	۳-۴-۲ چه خواصی از ماده روی سرعت صوت در آن تأثیر گذارند

۱۸.....	۵-۲ میرایی یا تضعیف امواج صوتی
۱۹.....	۶-۲ مقاومت ظاهری آکوستیکی
۲۰.....	۷-۲ ضرایب انعکاس و انتقال (فشار)
۲۱.....	۸-۲ شکست و قانون SNELL
۲۲.....	۹-۲ تبدیل مد
۲۴.....	۱۲-۲ نسبت سیگنال به پارازیت
۲۶.....	۱۱-۲ تداخل یا عمل متقابل موج
۳۱.....	فصل سوم- آزمون گسیل صوتی
۳۱.....	۱-۳ مقدمه
۳۲.....	۲-۳ تاریخچه آزمون AE
۳۲.....	۳-۳ فرضیه- منابع AE
۳۴.....	۱-۳-۳ فعالیت منابع AE در آلودگی سازه‌ای
۳۵.....	۲-۳-۳ پارازیت
۳۶.....	۳-۳-۳ شبه منابع
۳۶.....	۴-۳ فرضیه- امواج صوتی
۳۶.....	۱-۴-۳ انتشار موج
۳۸.....	۲-۴-۳ تضعیف
۳۹.....	۳-۴-۳ مد و سرعت موج
۳۹.....	۵-۳ تجهیزات
۴۱.....	۱-۵-۳ سیستم ضربتی AE و ویژگی‌های اندازه‌گیری سیگنال
۴۱.....	۲-۵-۳ ویژگی‌های سیگنال AE
۴۳.....	۶-۳ نمایش داده‌ها
۴۷.....	۷-۳ فناوری محل منبع AE
۴۷.....	۱-۷-۳ فناوری محل منبع چندکانالی
۴۷.....	۲-۷-۳ فناوری خطی محل
۴۸.....	۳-۷-۳ فناوری محل ناحیه‌ای
۵۰.....	۴-۷-۳ محل نقطه‌ای
۵۰.....	۸-۳ کاربردها
۵۰.....	۱-۸-۳ پایش جوش
۵۱.....	۲-۸-۳ ارزیابی نردبان هیدرولیکی
۵۱.....	۳-۸-۳ تانکر منقول تحت فشار
۵۱.....	۴-۸-۳ پل‌ها
۵۲.....	۵-۸-۳ سازه‌های هوافضایی

۵۲.....	۳-۸-۶ سایر موارد
۵۳.....	ضمائم
۵۴.....	ضمیمه A-امواج LAMB
۵۴.....	A-۱ معادلات ویژه LAMB
۵۵.....	A-۱-۱ پراکنش ذاتی سرعت در معادلات ویژه
۵۶.....	A-۱-۲ منحنی‌های پراکنش
۵۶.....	A-۲ مدهای رده صفر
۵۷.....	A-۳ مدهای رده بالاتر
۵۹.....	A-۴ منابع نقطه‌ای و امواج با تقارن استوانه‌ای
۵۹.....	A-۱-۱ مواج هدایت شده LAMB
۶۰.....	A-۶ امواج LAMB در آزمون اولتراسونیک
۶۰.....	A-۷ امواج LAMB در آزمون اکوستو-اولتراسونیک (ACOUSTO-ULTRASONIC)
.....	منابع نقطه‌ای و امواج با تقارن استوانه‌ای
۶۳.....	ضمیمه B-انتشار موج الاستیک
۶۳.....	B-۱ مقدمه
۶۳.....	B-۲ امواج یک‌بعدی (صفحه‌ای)
۶۸.....	B-۳ امواج توده‌ای
۷۱.....	B-۴ حرکت ذره، جبهه‌های موج، طول موج، فرکانس و سرعت موج
۷۵.....	B-۵ انعکاس و شکست در سطوح مشترک
۷۶.....	B-۵-۱ برخورد عمودی
۸۳.....	B-۵-۲ برخورد مایل
۸۷.....	B-۶ ویژگی پخش ضربه
۹۰.....	B-۷ میرایی و پراکندگی
۹۳.....	B-۸ اثر دما در سرعت موج در جامدات
۹۵.....	ضمیمه C
۹۵.....	مبدل بدون کانون
۹۶.....	جدول مبدل کانونی
۹۷.....	خواص آکوستیکی فلزات در حالت جامد
۹۹.....	خواص آکوستیکی فلزات در حالت مایع
۱۰۰.....	فلزات و مواد پودری
۱۰۰.....	خواص آکوستیکی سرامیک‌ها، کریستال‌ها، شیشه‌ها و مواد معدنی
۱۰۱.....	جدول‌های خواص اولتراسونیک پلاستیک‌ها، رزین‌ها و فتولیک‌ها

جدول‌های خواص اولتراسونیک لاسٹیک	۱۰۱
جدول‌های خواص اولتراسونیک چوب	۱۰۲
خواص آکوستیکی مایع‌ها	۱۰۳
خواص اولتراسونیک بخارها	۱۰۵
خواص آکوستیکی گازها	۱۰۶
خواص آکوستیکی گازها در حالت مایع	۱۰۶
جدول‌های خواص ماده-UT	۱۰۷
خواص آکوستیکی بافت‌های بیولوژیکی	۱۰۷
منابع	
بخش دوم- آزمون غیر مخرب چوب - اندیشه‌های بنیادی	۱۱۱
فصل اول- ویژگی‌های چوب، فرضیه اساسی و خمش استاتیکی و روش‌های NDE	۱۱۳
۱-۱. ویژگی‌های مهم چوب	۱۱۴
۲-۱. فرضیه اساسی ارزیابی NDE خواص مصالح چوب پایه	۱۱۶
۳-۱. روش‌های خمش استاتیکی NDE	۱۱۸
۴-۱. روش‌های اساسی آزمون آزمایشگاهی - اطلاعات کلیدی	۱۱۸
۱-۴-۱. آرایش آزمون بارگذاری در وسط دهانه	۱۱۸
۲-۴-۱. آرایش دیگر خمش	۱۱۸
منابع	
فصل دوم- روش‌های ارتعاش عرضی و موج تنش طولی ارزیابی غیر مخرب	۱۲۵
۱-۲. فناوری‌های ارتعاش عرضی	۱۲۵
۲-۲. تحقیق و توسعه	۱۲۸
۳-۲. روش‌های اساسی آزمون آزمایشگاهی و اطلاعات کلیدی	۱۳۱
۱-۳-۲. آرایش تکیه‌گاه	۱۳۲
۲-۳-۲. سیستم تحریک	۱۳۲
۳-۳-۲. سیستم اندازه‌گیری	۱۳۳
۴-۳-۲. فناوری‌های موج تنش	۱۳۳
۴-۲. روش‌های آزمون اساسی آزمایشگاهی و اطلاعات کلیدی	۱۳۹
۱-۴-۲. آرایش انعکاس حرکت تناوبی	۱۳۹
۲-۴-۲. آرایش آزمون Pitch and Catch	۱۴۴
منابع	
فصل سوم- گسیل صوتی و آکوستو- اولتراسونیک	۱۴۹
۱-۳. گسیل صوتی	۱۵۰

۱۵۱.....	۲-۳. متغیرها
۱۵۲.....	۳-۳. تنظیم
۱۵۳.....	۴-۳. محل منبع
۱۵۳.....	۵-۳. اثر KAISER
۱۵۴.....	۶-۳. آکوستو-اولتراسونیک
۱۵۶.....	۷-۳. فراوری سیگنال
۱۵۷.....	۸-۳. اثر خواص ماده
۱۵۷.....	۸-۳. ۱. میرایی (تضعیف)
۱۵۸.....	۸-۳. ۲. رعت مرج
۱۶۰.....	۸-۳. اثرات متغیرها و معایب چوب
۱۶۱.....	۹-۳. سیستم سنجش
۱۶۳.....	۹-۳. ۱. واسط
۱۶۴.....	۱۰-۳. آینده گسیل صوتی راکو، تو-اولتراسونیک
.....	منابع
۱۶۹.....	فصل چهارم- آزمون بارگذاری
۱۷۰.....	۱-۴. موارد مد نظر آزمون بارگذاری گواه
۱۷۰.....	۱-۴. ۱. آزمون بارگذاری گواه کششی
۱۷۳.....	۱-۴. ۲. آزمون بارگذاری خمشی
.....	منابع
۱۷۹.....	فصل پنجم- روش‌های ارزیابی غیرمخرب (NDE)
۱۷۹.....	سوندزی- مته‌زی- نمونه‌گیری
۱۸۵.....	بخش سوم- تعمیم کاربرد آزمون و ارزیابی غیرمخرب در صنعت فولادهای چوب
۱۸۷.....	فصل ششم- درجه‌بندی نظری چوب‌آلات (برش‌شده) سوزنی برگ (دیمزن)
۱۸۷.....	۱-۶. استاندارد امریکایی چوب‌های سوزنی برگ
۱۸۹.....	۲-۶. نقش‌های ALSC
۱۸۹.....	۲-۶. ۱. آیین‌نامه‌های درجه‌بندی چوب برش شده
۱۹۰.....	۲-۶. ۲. مهرهای درجه کیفیت
۱۹۱.....	۲-۶. ۳. چوب‌های ساخت قاب (کلاف)
۱۹۷.....	۳-۶. درجات کیفیت چوب‌های ساخت قاب، اندازه‌ها و کاربردهای نهایی
۱۹۷.....	۳-۶. ۱. چوب‌های DIMENSION (دیمزن)
۱۹۷.....	۳-۶. ۲. تدوین مقاومت مجاز
۱۹۷.....	۳-۶. ۳. خواص مکانیکی

۱۹۸.....	تنش خمشی، F_b
۱۹۸.....	F_b عضو تنها.....
۱۹۸.....	F_b عضو تکراری.....
۱۹۸.....	تنش کششی موازی الیاف، F_t
۱۹۸.....	برش موازی الیاف، F_v
۱۹۹.....	فشار عمود بر الیاف، F_{cl}
۱۹۹.....	فشار موازی الیاف، F_{cl}
۲۰۰.....	مدول الاستیسیته، E
۲۰۰.....	۴-۶. ملاحظاظ، طراحی.....
۲۰۰.....	۴-۶-۱. مقاومت های چوب های ساخت قاب.....
۲۰۰.....	۴-۶-۱-۱. ضرایب تنظیم شرایط کاربرد.....
۲۰۱.....	۴-۶-۱-۲. ضرایب تنظیم دیگر.....
۲۰۲.....	۴-۶-۵. واژگان درجه بندی چوب های برش شده.....
۲۱۶.....	۴-۶-۱. طبقه بندی نواقص تولید.....
۲۲۳.....	فصل هفتم- درجه بندی مکانیکی چوب
۲۲۴.....	۷-۱-۱. ارزیابی غیرمخرب برای درجه بندی چوب.....
۲۲۵.....	۷-۱-۱. تدوین مقاومت های مجاز.....
۲۲۶.....	۷-۱-۱-۱. MOE ماشین، سیستمی پیش بینی کنند.....
۲۲۶.....	۷-۱-۱-۲. پیش بینی مدول گسیختگی.....
۲۳۲.....	۷-۱-۱-۳. پیش بینی MOE لبه ای.....
۲۳۴.....	۷-۱-۱-۴. تدوین تنش کششی مجاز موازی الیاف.....
۲۳۶.....	۷-۱-۱-۵. تدوین تنش مجاز در فشار موازی الیاف.....
۲۳۶.....	۷-۱-۱-۶. تدوین جرم ویژه، تنش مجاز برشی و فشار عمود بر الیاف.....
۲۳۷.....	جرم ویژه.....
۲۳۸.....	فشار عمود بر الیاف.....
۲۳۹.....	برش.....
۲۴۰.....	۷-۱-۲. دانسیته ماشین پایه یا سیستم پیش بینی کننده.....
۲۴۰.....	۷-۲-۱. پیش بینی مقاومت.....
۲۴۱.....	۷-۲-۲. پیش بینی مدول الاستیسیته.....
۲۴۲.....	۷-۲-۳. تدوین فشار موازی الیاف.....
۲۴۲.....	۷-۲-۴. تعیین جرم ویژه، تنش برشی مجاز و فشار عمود بر الیاف.....
۲۴۳.....	۷-۲-۵. توسعه ماشین های درجه بندی سفتی سنج.....

۲۴۳	۱-۲-۱-۵-۱. توسعه در ابتدا.....
۲۴۴	۲-۵-۲-۱-۷. توسعه‌های جدید.....
۲۴۵	۳-۵-۲-۱-۷. توسعه ماشین‌های درجه‌بند بر مبنای دانسیته.....
۲۴۶	۴-۵-۲-۱-۷. کاربرد ماشین درجه‌بند سفتی‌سنج.....
۲۴۶	۱-۴-۵-۲-۱-۷. اندازه‌گیری ماشینی.....
۲۴۷	۵-۵-۲-۱-۷. تأثیر ویژگی‌های چوب.....
۲۴۷	اندازه.....
۲۴۸	رطوبت.....
۲۴۹	تغییر MOE.....
۲۵۰	۱-۷. زیربرداري.....
۲۵۲	۳-۷. کاربرد ماشین درجه‌بندی دانسیته‌سنج.....
۲۵۲	۱-۳-۷. ماشین و آزمون اندازه‌گیری.....
۲۵۳	۲-۳-۷. اثر ویژگی‌های چوب.....
۲۵۳	اندازه.....
۲۵۳	رطوبت.....
۲۵۴	نمونه‌برداری.....
۲۵۴	۳-۳-۷. چوب‌آلات درجه‌بندی‌شده با ماشین تجاری.....
۲۵۴	۱-۳-۳-۷. چوب‌آلات خرابا.....
۲۵۶	۲-۳-۳-۷. چوب لایه.....
۲۵۷	۴-۳-۷. علائم درجه.....
۲۵۹	۵-۳-۷. پیش‌بینی پتانسیل تولید.....
۲۶۰	۶-۳-۷. کارخانه و کار کردن ماشین‌های درجه‌بندی.....
۲۶۰	۱-۶-۳-۷. بهینه‌سازی درجه‌بندی ماشینی.....
۲۶۰	اثرهای متقابل فرایند.....
۲۶۱	اثر انتخاب گرده‌بینه و برش نخستین.....
۲۶۱	فرایند چوب‌بری.....
۲۶۲	خشک و رنده کردن.....
۲۶۲	تقابل‌های درجه‌بندی.....
۲۶۳	بهینه‌سازی درجات کیفیت.....
۲۶۳	توسعه‌های آینده.....
	منابع.....

فصل هشتم- درجه بندی لایه با موج اولتراسونیکی ۲۶۷

۱-۸. محصول چندسازه لایه‌ای (LVL) ۲۶۹

۲-۸. توسعه فناوری ۲۶۹

منابع ۲۶۹

فصل نهم- بازرسی سازه‌های چوبی با ابزارهای ارزیابی غیرمخرب ۲۷۵

۱-۹. سنجش زمان انتقال موج تنش ۲۷۵

۲-۹. اصول آزمون غیرمخرب با موج تنش در برآورد وضعیت ۲۷۵

۱-۲-۹. اثر توجیه دایره رویش ۲۷۸

۲-۲-۹. اثر پایداری ۲۷۹

۳-۲-۹. اثر رطوبت ۲۸۱

۴-۲-۹. اثر راد حفاظتی ۲۸۲

۳-۹. تفسیر فرست‌های سرعت موج تنش ۲۸۲

۱-۳-۹. اندازه‌گیری زمان انتقال موج تنش ۲۸۳

۱-۱-۳-۹. اندازه‌گیری کمی ۲۸۳

۲-۱-۳-۹. لوازم تجاری ۲۸۴

۳-۱-۳-۹. ویژگی‌ها ۲۸۵

۴-۱-۳-۹. چکش الکتریکی ۲۸۵

۲-۳-۹. ملاحظات میدانی و کاربرد روش‌های موج ۲۸۷

۱-۲-۳-۹. زمان انتقال موج تنش ۲۸۷

۲-۲-۳-۹. فرم مشاهدات میدانی ۲۸۸

۳-۲-۳-۹. اندازه‌گیری‌های میدانی ۲۸۸

۴-۲-۳-۹. تحلیل مشاهدات و فرم خلاصه‌شده ۲۸۸

منابع ۲۸۸

فصل دهم- ارزیابی غیرمخرب مقطوعات تر چوب ۲۹۱

۱-۱۰. فعالیت‌های پژوهشی و توسعه‌ای اخیر ۲۹۱

۲-۱۰. درختان ۲۹۱

۱-۲-۱۰. ارزیابی درختان سرپا ۲۹۱

۲-۲-۱۰. عملیات پرورش جنگل ۲۹۵

۳-۲-۱۰. بازرسی تخریب ۲۹۷

۴-۲-۱۰. گرده‌بین‌ها ۳۰۰

۳-۱۰. پیش‌بینی خواص چوب برش شده ۳۰۰

۳۰۳.....	۱-۳-۱۰. پیش‌بینی کیفیت لایه (لوله‌بری)
۳۰۵.....	۲-۳-۱۰. برآورد خاصیت چوب گرد
۳۰۸.....	۳-۳-۱۰. چوب تر و لایه تر
۳۱۱.....	۱-۳-۳-۱۰. اثر رطوبت روی خواص موج تنش

منابع

پیش‌گفتار تهیه‌کننده

مطالعات در رفتار مکانیکی چوب مشکل تأمین قطعیت و دقت معقول در نتایج تجربی را دارد، چون چوب توسط طبیعت تحت شرایط غیر قابل کنترل از نظر جغرافیایی و تنوع آب و هوایی، تولید می‌شود و تغییرات ذاتی هم دارد. بنابراین چوب باید در هریک از خواص خود متغیرتر از ماده‌ای مانند فولاد باشد که تحت شرایط کنترل‌شده‌ای تولید می‌شود.

دامنه شرایط رویش چوب وسیع است و توصیف منابع تغییر هم ناممکن به نظر می‌رسد. در نتیجه برای تهیه آزمون‌های معرف برای پیش‌بینی ویژگی‌های جامعه با حداقل خطا، روش آماری استاندارد تدوین شده است تا بتوان از قواعد احتمالات استفاده کرد. افزون بر متغیر بودن خواص چوب، آزمون‌های ارزیابی خواص مهم مکانیکی چوب در روش‌های استاندارد معمول، تنوع دارند و این عامل تشدید تغییرات ذاتی است.

برای فائق آمدن بر مشکلات بیابانی به دقت‌های معقول در نتایج مطالعات تجربی رفتار مکانیکی چوب، قواعد درجه‌بندی روش‌ها تدوین شد و برای تعمیم مشاهدات حاصل از آزمایش آزمون‌های کوچک و سالم آزمایشگاهی به شرایط در اندازه‌های کاربردی با درجات متفاوت کیفیت فیزیکی، ضرایب اصلاحی تنظیم شدند. اما این اقدامات ایضای خاطر کامل اندیشمندان مربوط را در پی نداشت (به‌ویژه در مورد اعضای پیش‌ساخته مقیاس بزرگ) و تلاش‌های پژوهشی برای یافتن روندی به نسبت دقیق‌تر در پیش‌بینی رفتار مکانیکی چوب و فراورده‌های آن، ادامه پیدا کرد. به‌یافت مناسب در این جستجوها ارزیابی هر قطعه از چوب و محصولی چوب‌پایه بر حسب مورد مصرف آن (به عبارتی ۱۰۰٪ جامعه آماری مربوط) دیده می‌شود. آزمون غیر مخرب در برهه‌ای که نیت مهم مکانیکی چوب این‌ره-یافت موعود را محقق کرد و به دورریز شدن مواد آزمونی ناشی از انجام آزمون‌های مخرب و آسیب زدن اجزای پیش‌ساخته چوبی برای تدارک آزمون یا پذیرفتن تردید، خاتمه داد.

آزمون و ارزیابی غیر مخرب در شرایط فعلی در تمام مقیاس‌های صنعت چوب ممکن است قابل استقبال نباشد، اما در مقیاس‌های بزرگ صنعت با بکارگیری فنون اجرایی آن در حدی که ماده اولیه صورت می‌گیرد و مصنوعات با خواص سنجیده و مطمئن‌تری تولید می‌شوند.

این مجموعه مطالب با هدف آشنایی با اصول بنیادی و بکارگیری فناوری‌های آزمون و ارزیابی غیر مخرب، برای پژوهشگران فارسی‌زبان در سه بخش اصول بنیادی رایج‌ترین فناوری آزمون و ارزیابی غیر مخرب (اولتراسونیک و گسیل صوتی)، اندیشه‌های بنیادی و تعمیم کاربردهای آزمون و ارزیابی غیر مخرب در صنعت فراورده‌های چوب، تهیه شده است. مطالب از کتاب‌های مربوط، گزارش‌های پژوهشی (مقالات) و سایت‌های آموزشی معتبر دانشگاهی، گردآوری شدند. از لحاظ کردن ادوات مربوط به آزمون و ارزیابی غیر مخرب روز، صرف‌نظر شده است، چون نوآوری‌شان رشد قابل توجهی دارد.

ترتیب سازمانی مطالب در کتاب با در نظر گرفتن پیشینه فراگیران زیربط صورت گرفت تا این فراگیران با آشناسدن به اصول بنیادین آزمون غیر مخرب ارزیابی بیادگرفتن وبه‌کارستن این فناوری در مقیاس‌های آزمایشگاهی و میدانی بپردازند.

بنابر مقررات مؤسسه ناشر، به این اثر عنوان تألیف تعلق گرفته است.

آزمون غیر مخرب (NDT)

حوزه آزمون غیر مخرب وسیع است با اشتراک حوزه‌ای که نقش بحرانی در حصول اطمینان از عملکرد مطمئن اجزای سازه‌ای و سیستم‌ها با روشی قابل اعتماد و کم‌هزینه دارد. کارشناسان آزمون غیر مخرب، آزمون‌هایی را تعریف و اجرا می‌کنند که وضعیت و محل عیبی چون ترک‌های میکروسکوپی را پیدا و توصیف می‌کنند که ممکن است عامل سقوط هواپیما، شکست راکتورها، خارج شدن قطار از ریل، ترکیدن خط لوله بسیاری از رویدادهای نامحسوس اما مشکل‌آفرین باشند. این آزمون‌ها به طریقی انجام می‌شوند که عملکرد مفید اشیا یا ماده در آینده، آسیبی وارد نمی‌کنند، یعنی آزمون غیر مخرب کار بازرسی و اندازه‌گیری اطلاعات و مواد را بدون آسیب‌رسانی به آنها انجام می‌دهد. چون آزمون غیر مخرب کار بازرسی را بدون تاثیرگذاری در مصارف نهایی محصول انجام می‌دهد، توازن بسیار خوبی را بین کنترل کیفیت و هزینه فراهم می‌آورد. خلاصه می‌توان گفت «آزمون غیر مخرب کاربرد بازرسی صنعتی دارد». فناوری‌های آزمون غیر مخرب مشابهتی با فناوری‌های مورد استفاده در صنعت پزشکی دارند، ولی به‌طور معمول اشیا غیر زنده وارد بازرسی هستند.

ارزیابی غیر مخرب NDE

ارزیابی غیر مخرب عبارتی است که اغلب مترادف با NDT به کار می‌رود. اما NDE برای توصیف اندازه‌گیری‌هایی استفاده می‌شود که طبعاً بیشتر کمی هستند. برای مثال، روش NDE فقط عیب را پیدا نمی‌کند، بلکه برای تعیین شکل، اندازه و توجیه آن کارایی دارد. NDE ممکن است برای تعیین خواص ماده، مثل مقاومت به شکست (گسیختگی)، فرم‌پذیری و سایر ویژگی‌های فیزیکی، استفاده شود.

روش‌های NDE / NDT

تعداد روش‌های NDT قابل استفاده در بازرسی اجزا و اندازه‌گیری‌ها، زیاد است و به اضافه شدن هم ادامه می‌دهد. پژوهشگران پیوسته در پی یافتن راه‌های توسعه دیسیپلین فیزیکی و علمی روش‌های NDT هستند، ولی شش روش NDT بیشترین کاربرد را دارند. این روش‌ها شامل بازرسی نظری، آزمون

نفوذکننده، آزمون ذره مغناطیسی، آزمون الکترومغناطیسی (جریان Eddy)، رادیوگرافی و اولتراسونیک می‌باشند.

۱- آزمون نظری (VT)

آزمون نظری مستلزم بکارگیری چشم بازرسی‌کننده برای دیدن عیوب است. بازرسی‌کننده ممکن است از لوازم خاصی مثل ذره‌بین، آینه یا borescopes برای دسترسی و دیدن نزدیک‌تر ناحیه مورد بازرسی استفاده کند. معاینه‌کنندگان نظری روش‌هایی را به کار می‌برند که از صورت ساده تا خیلی پیچیده، متغیرند.

۲- آزمون نفوذکننده (PT)

اشیای مورد آزمون با محلول قابل رؤیت یا رنگ فلورسنت، اندود می‌شوند. سپس رنگ اضافی از سطح آزمون حذف و یک لایه ریز اعمال می‌شود. داروی ظهور واکنش تثبیت‌کننده می‌کند- نفوذکننده از منافذ نقص به سطح برن کشیده می‌شود. با رنگ‌های قابل رؤیت، دیدن تضاد واضح پخش بین نفوذکننده و داروی ظاهر آن خرابی‌ها را نشان می‌دهد. با رنگ‌های فلورسنت، از نور فرابنفش برای روشن‌سازی شب‌نمایی استفاده می‌شود تا نواقص به سهولت دیده شود.

آزمون ذره مغناطیسی MT

این روش NDE با اعمال میدان مغناطیسی، ماده فرامغناطیسی شده و سپس زدن گرد (ذرات آهن خشک یا سوسپانسیون) به سطح، انجام می‌شود. نواقص سطح ذرات آهن، سطح، میدان مغناطیسی را بهم می‌زنند و ذرات آهن نزدیک نواقص جمع شده و نشان بصری ترک‌های ریز را می‌شوند.

۳- آزمون الکترومغناطیسی (ET) یا آزمون جریان Eddy

جریان‌های الکتریکی در ماده‌ای هادی با اعمال میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. جریان‌های الکتریکی را جریان‌های Eddy می‌نامند، چون زیر سطح ماده به صورت دایره جریان (گردابی) درست می‌کنند. انقطاع در جریان گردابی، ناشی از وجود نواقص، تعویض یا تغییر ابعاد یا تغییر در هدایت ماده و خواص نفوذپذیری، می‌تواند توسط لوازم مناسب ردیابی شود.

۴- رادیوگرافی (RT)

رادیوگرافی مستلزم استفاده از نفوذ پرتو گاما یا X در ماده آزمونی برای نواقص است. از مواد پرتو X یا رادیوایزوتوپ به عنوان منبع پرتو استفاده می‌شود. پرتو از ماده آزمونی عبور داده شده و بر روی

فیلمی هدایت می‌شود. گراف سایه، خصوصیات ابعادی قطعه را نشان می‌دهد. نواقص موجود با تغییر شدت روی فیلم، درست مثل پرتو X پزشکی از شکستگی استخوان، نشان داده می‌شود.

۵- آزمون اولتراسونیک (UT)

در اولتراسونیک از عبور امواج با فرکانس بالا از ماده برای ردیابی نواقص یا یافتن تعویض در خواص آن استفاده می‌شود. متداول‌ترین فناوری آزمون اولتراسونیک، ضربه-اکو است که در آن صدا به ماده آزمون وارد شده و انعکاس‌های برگشتی (اکوها) از نواقص داخلی یا سطوح هندسی ماده، به دریافت‌کننده‌ای برده می‌شود.

۶- گسیل صوتی (AE)

هروقت ماده جامد زیر تنش قرار گیرد، نواقص یا نارسایی‌های در آن، صداهای کوتاه انرژی صوتی گسیل می‌دهند، معروف به «گسیل‌ها». مانند آزمون اولتراسونیک، گسیل‌های صوتی توسط دریافت‌کننده‌های خاص بر ردیابی هستند. منابع گسیل توسط بررسی تراکم‌شان، نرخ و محل استقرار، قابل ارزیابی هستند.

آزمون نشستی (LT)

از چند فناوری برای ردیابی و پیدا کردن نشستی در قسمت‌های بدون فشار، محفظه‌های (تانکرها) تحت فشار و سازه‌ها، استفاده می‌شود. نشستی را می‌توان با امواج صوت الکترونیکی، فشارسنج (اندازه‌گیری)، فنون نفوذ مایع و گاز و حباب ساده صابون آزمود.