

اصول آزمون ذرات مغناطیسی

(Principle of Magnetic Particle Testing)

www.ketab.ir

تألیف و ترجمه:

دکتر ابراهیم حشمت دهکردی

تابستان ۱۳۹۳

سرشناسه	حشمت دهکردی، ابراهیم، ۱۳۲۹
عنوان و نام پدیدآور	اصول آزمون ذرات مغناطیسی = /principle of magnetic particle testing
مشخصات نشر	تهران: انجمن خوردگی ایران، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری	۳۷۶ ص: مصور، جدول، نمودار
شابک	978-600-5583-24-3 : ۱۵۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	آزمایش با ذرات مغناطیسی
شناسه افزوده	انجمن خوردگی ایران
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۳ الف ۵ ح ۳ / TA۴۱۷
رده‌بندی دیویی	۶۲۰ / ۱۱۲۷۸
شماره کتابشناسی ملی	۳۴۹۰۳۷۸



انتشارات انجمن خوردگی ایران

نام کتاب	اصول آزمون ذرات مغناطیسی
تألیف و ترجمه	حشمت دهکردی
ناشر	انجمن خوردگی ایران
چاپ اول	تابستان ۱۳۹۰
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
خدمات چاپ و انتشار	انتشارات ارکان دانش
تایپ و صفحه‌آرایی	انتشارات ارکان دانش
تصاویر متن و طراحی جلد	حجت عباسیان
لیتوگرافی	طاها
چاپ متن	پارسا
چاپ جلد	کنکاش
صحافی	پیمان‌گستر
قلم و شمارش صفحات	وزیری، ۳۷۶ صفحه
قیمت	۱۵۵۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5583-24-3

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۵۸۳-۲۴-۳

*** تمامی حقوق این کتاب محفوظ و متعلق به مؤلف می‌باشد. ***

(مراکز تهیه کتاب)

تهران: انجمن خوردگی ایران، تلفن ۸۸۳۴۴۲۸۷-۸ اصفهان: انتشارات ارکان دانش تلفن: ۳۲۳۴۱۳۳۹

مقدمه مؤلف

از اینکه فرصتی حاصل شد تا کتاب اصول آزمون ذرات مغناطیسی تألیف و ترجمه گردد بسیار شکرگزار می‌باشم، همیشه کمبود منابع فارسی در این زمینه حس می‌شد.

از این پس از تهیه منابعی نظیر اصول رادیوگرافی صنعتی، فنون تصویرسازی و آزمون فراصوت بهیچ‌یک مجموعه در دستور کار قرار گرفت.

از بین روش‌های غیر مخرب رایج روش‌های ذرات مغناطیسی و مایعات نافذ جزء روش‌های سطحی قلمداد می‌شوند و به سبب کجا ماده مورد بررسی از خاصیت فرومغناطیسی برخوردار باشد انجام آزمایش MT به سه روش داده می‌شود. ناگفته نماند که آزمایش مایعات نافذ کارآئی‌های ویژه خود را دارد و خاصیت رنگ زدن آستنتیتی سری 300 بعضی فولادهای زنگ‌نزن و آلیاژهای غیر آهنی و یا هر ماده غیر فلزی غیر متخلخل و غیر جاذب رطوبت می‌باشد.

از منظری دیگر ضمن کارآمدی بیشتر روش MT نسبت به PT یکی از مزایای این روش قدرت تشخیص ناپوستگی‌های نزدیک به سطح نیز می‌باشد که این روش توسط روش PT غیر قابل دست‌یافتنی می‌باشد علاوه بر اینکه تولید مواد اولیه آن در کشور به سبب توسعه جانش برانگیزی می‌باشد. در سال‌های پس از پیروزی شکوهمند انقلاب اسلامی خیلی از تولیدکنندگان داخلی تصمیم به تولید مواد اولیه PT در کشور نمودند و محصولاتی نیز تولید شد ولی در اکثر موارد به دلیل رقابت با مواد مشهوری نظیر مگنو فلاکس با سابقه تاریخی بیش از یک قرن بود. ضمن این روش ذرات مغناطیسی یک روش بسیار اقتصادی نسبت به روش PT می‌باشد.

مجموعه حاضر که بیشتر از کتاب‌های مرجع نظیر Handbook, Magnetic Testing Vol.8 و Tecdoc 628 آژانس بین‌المللی انرژی اتمی تهیه گردیده است حاوی دوازده فصل می‌باشد که در فصول یک تا سه به ترتیب به تاریخچه ذرات مغناطیسی، مفاهیم پایه‌ای روش، منشاء عیوب در فرآیندهای تولید نظیر ریخته‌گری، آهن‌گری، نوردکاری، جوشکاری و غیره پرداخته شده و در فصل چهار تا شش به ترتیب به تعریف بعضی از واژه‌های مورد استفاده در آزمایش ذرات مغناطیسی، روش‌ها و وسیله‌های تولید میدان‌های مغناطیسی و بالاخره به تعیین قدرت میدان و توزیع آن پرداخته شده است.

در فصل هفتم قدرت میدان و توزیع آن در اجسام متقارن و فصل هشتم و نهم به ترتیب مباحث ایمنی در آزمایش و روش مغناطیس‌زدائی مورد بحث و بررسی مبسوط قرار گرفته است. در فصل دهم به ذرات مغناطیسی و استانداردهای مربوطه و فصل یازدهم با توجه به اینکه حجم فعالیت‌های بازرسی بیشتر به حوزه‌های نفتی و امروزه به بازرسی خطوط لوله به‌ویژه در زیر دریا و استفاده از لاستیک‌های مغناطیسی می‌باشد به روش‌های نوین آزمایش ذرات مغناطیسی پرداخته شده است. در فصل آخر نیز تمرین‌های سطح II طبق ISO براساس حداقل نیازها و سطح II ASNT برای داوطلبین آزمایش سطح III آورده شده است که امید است مورد استفاده داوطلبین شرکت در دوره‌های سطح سه آزمایش‌های غیرمخرب ایزو و ASNT واقع شود.

چهار اردیبهشت ۱۳۹۳ همکار محترم جناب آقای مهندس محمدرضا اعرفی کارشناس ارشد مواد و مدیر بازرسی شرکت متما و سطح III، ASNT که کار ویراستاری این مجموعه را متقبل شدند تشکر وافر نمایم. همچنین همکار ارجمند خود جناب آقای حجت عباسیان و پرسنل محترم انجمن خوردگی ایران در پایان لازم است از رسامات در جناب آقای مهندس محمد ترابیان مدیریت انتشارات ارکان دانش و به ویژه سرکار خانم نازنین معناری به‌طور دقیق و مسئولانه مراحل تایپ کتاب، صفحه‌آرایی و مراحل چاپ کتاب را مدیریت نمودند، همچنین سرکار خانم سمیه جعفریان به خاطر تایپ متن کتاب و سایر همکاران محترم تشکر و قدردانی داریم.

با ارزویشی برای خوانندگان محترم

دکتر ابراهیم بهجت‌دهکردی

دانشیار ساز و کار اتمی

و سطح III آزمایش‌های غیرمخرب ISO & ASNT

تایبستان ۳

پیشگفتار

ضرورت انجام آزمون‌های غیرمخرب در جوامع صنعتی کشورهای مختلف بر هیچ کس پوشیده نیست. از دیر باز در خصوص ایجاد مراکز آموزشی در زمینه‌های یاد شده با کشورهای غربی و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEI) بصورت مجموعه‌های همکار خصوصی و یا دولتی در کشور تلاش‌های وافر و بعمل آمد. در آن دوران که مصادف با آغاز انقلاب شکوهمند اسلامی ایران بود اکثر فعالیت‌های NDT در کشور توسط شرکت‌های خارجی و یا تحت نظارت آنها انجام می‌گرفت.

با پیروزی انقلاب در راستای ایجاد مراکز آموزشی و انجام امور مهندسی و سپردن فعالیت‌ها به دست متخصصان داخلی در داخل کشور تلاش‌های زیادی بعمل آمد و کارشناسان مختلف ایرانی در داخل و خارج کشور در انتقال این دانش به درون کشور و تربیت نسل جدید در زمینه آزمون‌های غیر مخرب همگام شدند.

از آنجا که یکی از بنیادهای اساسی امر آموزشی پرسنل، در اختیار داشتن کتابهای مرجع به ویژه به زبان فارسی مطابق با سیاق و سبب‌های تعریف شده جهانی می‌باشد از این رو تهیه کتاب اصول آزمون ذرات مغناطیسی هدف گذاری شد و نیازهای صنعتی کشور به ویژه با نگرش بر فعالیت‌ها در حوزه‌های نفتی با همکاری انجمن خوردگی ایران تهیه گردید. کتاب اخیر از دوازده فصل همراه با استانداردهای مرجع و تمرینها تشکیل شده و به موضوع‌هایی از آزمون‌های غیرمخرب، اصول فیزیکی و پایه‌ای روش ذرات مغناطیسی، حوزه کاربرد و شناخت عیوب مغناطیس فرآیندهای ساخت می‌پردازد. از طرف دیگر خواص مغناطیسی مواد، میدان‌های مغناطیسی، نحوه مغناطیس کردن و مغناطیس زدایی قطعات را توضیح می‌دهد.

قسمت‌هایی از کتاب به اصول ایمنی آزمایش MT با نگرش به کارگزاران روش در حوزه‌های نفتی و تأسیسات سرچاهی و خطوط اجرا شده در بستر دریا و همچنین توضیحاتی در روش MFL در پایش کف مخازن و غیره می‌پردازد.

خواندن این کتاب به کارشناسان NDT علاقه‌مند به گذراندن دوره‌های NDT سطح I و II طبق کد ASNT - SNT - TC1A و یا استاندارد ISO 9712 مهندسین متالورژ، مهندسین عمران، سازنده سازه‌های فلزی و مهندسین مکانیک توصیه می‌شود.

با احترام

ابراهیم حشمت دهکردی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱: تاریخچه روش ذرات مغناطیسی
۱	۱-۱- روش های اولیه آزمون
۳	۲-۱- شروع رادیوگرافی صنعتی
۳	۳-۱- توسعه روش ذرات مغناطیسی
۶	۴-۱- آینده آزمایش ذرات مغناطیسی
۹	فصل ۲: روش ذرات مغناطیسی
۹	۱-۲- روش ذرات مغناطیسی چیست؟
۱۰	۲-۲- روش چگونه عمل می کند؟
۱۰	۳-۲- مغناطیسی کردن
۱۲	۴-۲- اعمال ذرات فرومغناطیس
۱۳	۵-۲- آزمایش سطح برای الکترود مغناطیسی
۱۴	۶-۲- روش ذرات مغناطیس چه چیزی را پیدا می کند؟
۱۵	۷-۲- روی چه موادی آزمون ذرات مغناطیس عمل می کند؟
۱۵	۸-۲- مزایای روش چیست؟
۱۶	۹-۲- محدودیت های عام روش چیست؟
۱۷	۱۰-۲- مقایسه با سایر روش های غیرمخرب
۲۱	فصل ۳: منشأ عیوب
۲۱	۱-۳- کلیات
۲۲	۲-۳- تعریف عیب
۲۳	۳-۳- عیب چیست؟
۲۳	۴-۳- ناپیوستگی های ناشی از ریخته گری
۲۴	۱-۴-۳- لبه سرد
۲۵	۲-۴-۳- حفره لوله ای شکل
۲۶	۳-۴-۳- پارگی گرم

۲۷	۳-۴-۴- حفرات زیر پوستی و تخلخل‌ها
۲۷	۳-۴-۵ - آخال‌های غیر فلزی
۲۹	۳-۴-۶ - جدانشینی
۲۹	۳-۵ - ناپیوستگی‌های آهنگری
۳۰	۳-۵-۱ - درزها
۳۲	۳-۵-۲ - تورق‌ها
۳۳	۳-۵ - آخال‌های غیر فلزی دراز شده
۳۴	۳-۴ - نه‌های ناشی از سرد شدن
۳۵	۳-۵ - رویهم افتادگی‌های ناشی از آهنگری و نوردکاری
۳۶	۳-۵-۶ - ترکیب‌های غلی و خارجی
۳۸	۳-۵-۷ - ترک‌های روزنه
۳۹	۳-۵-۸ - عیوب ناشی از ملینیت ثانویه ناپیوستگی‌های بوجود آمده
۴۵	۳-۶ - سایر منابع عیوب
۴۵	۳-۷ - ناپیوستگی‌های ناشی از جوشکاری
۶۱	فصل ۴: تعریف بعضی از واژه‌های مورد استفاده در علم ذرات مغناطیسی
۶۱	۴-۱ - مقدمه
۶۲	۴-۲ - تعاریف مورد نیاز
۶۳	۴-۳ - واژه‌های مربوط به مغناطیس
۷۷	۴-۴ - الکتریسیته
۷۷	۴-۴-۱ - واژه‌های مربوط به الکتریسیته
۸۰	۴-۴-۲ - جریان
۸۰	۴-۴-۳ - ولتاژ
۸۱	۴-۴-۴ - مقاومت
۸۲	۴-۵ - واژه‌های مرتبط با الکترومغناطیس
۸۴	۴-۶ - واژه‌هایی مربوط به آزمایش ذرات مغناطیسی
۸۸	۴-۷ - توصیه‌های عمومی
۸۹	۴-۸ - میدان مغناطیسی اطراف یک مغناطیس میله‌ای
۸۹	۴-۹ - قطب‌ها

۹۰	۱۰-۴- کشش مغناطیسی
۹۱	۱۱-۴- آهنربای میله‌ای ترک خورده
۹۱	۱۲-۴- اثر جهت شار
۹۲	۱۳-۴- مغناطیسی کردن مدور
۹۳	۱۴-۴- مغناطیسی کردن مدور و ترکها
۹۴	۱۵-۴- مشکلات برقراری میدان مناسب
۹۶	۱۶-۴- میدانهای پیچیده
۹۷	۱۷-۴- میدانهای موازی
۹۸	۱۸-۴- تولید میدانهای مناسب
۹۹	فصل ۵: روش‌ها وسیله‌ها برای تولید میدان‌های مغناطیسی
۹۹	۱- ۵- میدان بین
۱۰۰	۲- ۵- مغناطیسی کردن آهنربای دائمی
۱۰۲	۳- ۵- جریان الکتریکی برای مغناطیسی کردن
۱۰۳	۴- ۵- میدان در و اطراف یک هادی
۱۰۳	۵- ۵- حلقه
۱۰۴	۶- ۵- سولنوئید
۱۰۴	۷- ۵- یوکها
۱۰۵	۸- ۵- سولنوئیدها برای مغناطیسی کردن
۱۰۵	۹- ۵- اثر قطر کویل
۱۰۶	۱۰- ۵- اثر طول کویل
۱۰۶	۱۱- ۵- مغناطیسی کردن مدور
۱۰۷	۱۲- ۵- اثر محل هادی مرکزی
۱۰۸	۱۳- ۵- میدان‌های مدور در قطعات با شکل‌های بی‌نظم
۱۱۰	۱۴- ۵- مغناطیسی کردن با استفاده از تماس پرادها
۱۱۱	۱۵- ۵- اثر نوع جریان مغناطیس‌ساز
۱۱۲	۱۶- ۵- جریان مستقیم نسبت به جریان متناوب
۱۱۳	۱۷- ۵- منابع جریان مستقیم برای اهداف مغناطیسی کردن
۱۱۳	۱۸- ۵- موتور ژنراتورها و یکسوکننده‌ها به عنوان منابع برق D.C.

۱۱۴	۵- ۱۹- باتری‌های ذخیره به عنوان منبع D.C.
۱۱۵	۵- ۲۰- برق D.C. از A.C. یکسوشده
۱۱۵	۵- ۲۱- برق تک‌فاز نیم‌موج یکسوشده A.C.
۱۱۷	۵- ۲۲- موج کاملاً یکسوشده از برق A.C. تک‌فاز
۱۱۷	۵- ۲۳- روش فراتافت مغناطیسی
۱۱۹	۵- ۲۴- برق یکسوشده A.C. سه‌فاز
۱۱۹	۵- ۲۵- منابع جریان A.C.
۱۲۰	۵- ۲۶- مساطی کردن دائمی با برق A.C.
۱۲۲	۵- ۲۷- خلاصیت پوستی
۱۲۲	۵- ۲۸- مغناطیسی کردن پیرامان‌های ناپایدار برق
۱۲۴	۵- ۲۹- مغناطیسی کردن جریان القا شده
۱۲۶	۵- ۳۰- مغناطیسی کردن پیرامان‌های پاش
۱۲۶	۵- ۳۱- قدرت مناسب میدان برای پرمایته قدرت مغناطیسی
۱۲۷	۵- ۳۲- مشخصات نفوذ
۱۲۹	۶- فصل ۶: تعیین قدرت میدان و توزیع آن
۱۲۹	۶- ۱- مغناطیسی کردن مدور
۱۲۹	۶- ۲- اندازه‌گیری میدان در درون یک قطعه
۱۳۰	۶- ۳- فن‌آوری‌های اندازه‌گیری میدان به طور تجربی
۱۳۰	۶- ۴- فلاکس مترها
۱۳۳	۶- ۵- میترهای میدان مغناطیسی
۱۳۷	۷- فصل ۷: قدرت میدان و توزیع آن در اجسام متقارن
۱۳۷	۷- ۱- مقدمه
۱۳۸	۷- ۲- میدان‌های الکترومغناطیس
۱۳۸	۷- ۳- پرمایلیته مواد مغناطیسی
۱۳۸	۷- ۴- پرمایلیته ماده
۱۴۰	۷- ۵- پرمایلیته مؤثر یا ظاهری
۱۴۰	۷- ۶- پرمایلیته اولیه

۱۴۱	۷-۷- اثر خودمغناطیس‌زدائی
۱۴۲	۷-۸- نقش تعیین آمپر حلقه برای مغناطیسی کردن طولی
۱۴۳	۷-۹- کمینه پرماییلیته مورد نیاز برای آزمایش ذرات مغناطیسی
۱۴۳	۷-۱۰- کمینه پرماییلیته برای مغناطیسی کردن به وسیله کوئل
۱۴۳	۷-۱۱- کمینه پرماییلیته برای مغناطیسی کردن مدور
۱۴۴	۷-۱۲- جریان موردنیاز
۱۴۴	۷-۱۳- اثر شکل روی جهت میدان
۱۴۵	۷-۱۴- مغناطیسی کردن طولی
۱۴۵	۱۵- توزیع میدان ناشی از شکل
۱۴۷	۷-۱۶- مساحت مقطع
۱۴۷	۷-۱۷- دانسیته یک هادی
۱۴۸	۷-۱۸- میدان درون یک حامل غیرمغناطیسی هادی جریان D.C
۱۴۹	۷-۱۹- میدان در اطراف یک حامل توخالی غیرمغناطیسی حامل جریان D.C
۱۵۰	۷-۲۰- حالت هادی مغناطیسی در حامل جریان D.C
۱۵۰	۷-۲۱- حالت هادی مغناطیسی خالی حامل جریان D.C
۱۵۱	۷-۲۲- میدان درون یک هادی
۱۵۳	۷-۲۳- حالت یک سیلندر از ماده مغناطیسی در جریان مستقیم که از
۱۵۴	۷-۲۴- مغناطیسی کردن با جریان متناوب
۱۵۵	۷-۲۵- حالت هادی توپر از جنس ماده مغناطیسی حامل جریان متناوب
۱۵۶	۷-۲۶- حالت هادی توخالی از جنس ماده مغناطیسی حامل جریان متناوب
۱۵۶	۷-۲۷- میدان در درون یک هادی حامل جریان متناوب، حالت عمومی
۱۵۹	فصل ۸: ایمنی در آزمایش ذرات مغناطیسی
۱۶۰	۸-۱- ایمنی در آزمایش ذرات مغناطیسی
۱۶۱	۸-۲- محیط آزمایش
۱۶۳	۸-۳- ایمنی مواد
۱۶۳	۸-۴- پتانسیل خطر مواد
۱۶۴	۸-۵- برگه اطلاعاتی ایمنی ماده

۱۶۴	۸-۶- فرم مشخصات
۱۶۵	۸-۷- لیست کردن مواد
۱۶۵	۸-۸- خواص فیزیکی
۱۶۶	۸-۹- خطر انفجار و آتش سوزی
۱۶۶	۸-۱۰- مواد فعال
۱۶۶	۸-۱۱- خطرات بهداشتی
۱۶۷	۸-۱۲- درایات و اشیاء کردن
۱۶۸	۸-۱۳- انرژی پمپها
۱۶۹	۸-۱۴- ایمنی با تابش فرابنفش
۱۶۹	۸-۱۵- انرژی تابش
۱۷۰	۸-۱۶- خطرات تابش
۱۷۱	۸-۱۷- پرتوافکنی منابع فرابنفش
۱۷۱	۸-۱۸- لامپهای انعکاسی خارجی
۱۷۱	۸-۱۹- لوله‌های فرابنفش
۱۷۲	۸-۲۰- احتیاطها
۱۷۳	فصل ۹: مغناطیس‌زدائی
۱۷۳	۹-۱- تئوری مغناطیس‌زدائی
۱۷۴	۹-۲- ضرورت مغناطیس‌زدائی
۱۷۵	۹-۳- هنگامی که مغناطیس‌زدائی نیاز نمی‌باشد
۱۷۵	۹-۴- مواد فرومغناطیس
۱۷۶	۹-۵- الزامات مغناطیس‌زدائی
۱۷۶	۹-۶- منابع عام میدانهای مغناطیسی پسماند
۱۷۹	۹-۷- اثر منشاء میدان مغناطیسی بر روی مغناطیس‌زدائی
۱۸۰	۹-۸- انواع میدان مغناطیسی پسماند
۱۸۰	۹-۸-۱- میدانهای مغناطیسی طولی
۱۸۰	۹-۸-۲- میدانهای مغناطیسی مدور
۱۸۱	۹-۸-۳- قطب‌های مغناطیسی چندتایی
۱۸۲	۹-۹- اصول مغناطیس‌زدائی

- ۱۸۲-۹-۱- هیستریزیس مغناطیسی.....
- ۱۸۳-۹-۲- نیروی مقابله کننده با مغناطیس زدائی و نیروی نگهدارنده و وادارنده مغناطیسی.....
- ۱۸۴-۹-۳- سیکل کاهنده.....
- ۱۸۵-۹-۱۰- دستورالعمل های مغناطیس زدائی.....
- ۱۸۵-۹-۱۰-۱- مغناطیس زدائی با استفاده از جریان متناوب.....
- ۱۸۹-۹-۱۰-۲- مغناطیس زدائی به کمک جریان مستقیم.....
- ۱۹۰-۹-۱۱- تکنیک معکوس کردن پیچش کابل.....
- ۱۹۰-۹-۱۲- تکنیک پالس معکوس.....
- ۱۹۱-۹-۱۱- مغناطیس زدائی ویژه.....
- ۱۹۱-۹-۱۳- مغناطیس زدائی با استفاده از یوک ها.....
- ۱۹۲-۹-۱۱-۲- مغناطیس زدائی لوله های میدان های نفتی.....
- ۱۹۳-۹-۱۲-۱- تکنیک مغناطیس زدائی.....
- ۱۹۳-۹-۱۳-۱- تکنیک های متناوب.....
- ۱۹۵-۹-۱۳-۵- بشینه های مغناطیس زدائی.....
- ۱۹۵-۹-۱۳-۶- مغناطیس زدائی اجسام بزرگ با جریان مستقیم.....
- ۱۹۶-۹-۱۴- تجهیزات مغناطیس زدائی.....
- ۱۹۶-۹-۱۴-۱- تجهیزات مغناطیس زدائی با جریان متناوب بعد از.....
- ۱۹۶-۹-۱۴-۲- تجهیزات مغناطیس زدائی با جریان مستقیم.....
- ۱۹۷-۹-۱۵- مسائل خاص مغناطیس زدائی.....
- ۱۹۷-۹-۱۵-۱- شدت میدان مغناطیس زدائی خیلی ضعیف است.....
- ۱۹۸-۹-۱۵-۲- مغناطیس زدائی با جریان متناوب.....
- ۱۹۸-۹-۱۵-۳- جهت قطعه مورد آزمایش.....
- ۱۹۸-۹-۱۵-۴- نسبت طول به قطر کم.....
- ۱۹۹-۹-۱۵-۵- حفاظت کردن مغناطیسی.....
- ۱۹۹-۹-۱۵-۶- واسنجی مشخص کننده های میدان.....
- ۱۹۹-۹-۱۵-۷- مشخصه های مغناطیس زدائی.....
- ۲۰۰-۹-۱۶- مغناطیس زدائی اجسام مورد آزمایش طویل.....
- ۲۰۱-۹-۱۶-۱- مغناطیسی کردن مجدد محیطی.....

۲۰۲	 زاویه طبیعی میدان حاصل	۲-۱۶-۹
۲۰۳	 آزمایش انتهای لوله حفاری	۳-۱۶-۹
۲۰۳	 مسائل منطقه بیرون زده	۴-۱۶-۹
۲۰۴	 مغناطیس‌زدائی با کویل جریان متناوب	۵-۱۶-۹
۲۰۵	 مغناطیس‌زدائی با کویل جریان مستقیم	۶-۱۶-۹
۲۰۷	 مغناطیس‌زدائی فلاکس حس شده	۷-۱۶-۹
۲۰۹	 وایتل ناشی از مغناطیس‌زدائی جزئی	۸-۱۶-۹
۲۱۱	 فصل ۱۰ ذرات مغناطیسی	
۲۱۱	 ۱-۱۰-۱ اساس استانداردهای مرجع آزمایش ذرات مغناطیسی	
۲۱۲	 ۲-۱۰-۱ قوانین تجربی حاکم استانداردهای مرجع	
۲۱۳	 ۳-۱۰-۱ مطالعات قابل اعتنا	
۲۱۴	 ۴-۱۰-۱ لزوم شناخت مشخص کنندگان	
۲۱۴	 ۵-۱۰-۱ ارزیابی سامانه	
۲۱۵	 ۶-۱۰-۱ استاندارد کردن سامانه	
۲۱۵	 ۷-۱۰-۱ ارزیابی عوامل	
۲۱۶	 ۸-۱۰-۱ توسعه فن‌آوری	
۲۱۷	 ۹-۱۰-۱ استانداردهای مرجع برای ارزیابی سیستم	
۲۱۷	 ۱-۹-۱۰ رینگ فولاد ابزار استاندارد	
۲۱۹	 ۲-۹-۱۰ رینگ استاندارد میدانهای مغناطیسی	
۲۲۱	 ۱۰-۱۰-۱ تأثیر مرز	
۲۲۲	 ۱-۱۰-۱ محاسبه نشی میدان نمونه موردی	
۲۲۲	 ۲-۱۰-۱ وجود رینگ استاندارد	
۲۲۳	 ۱۱-۱۰-۱ بلوک‌های آزمایش استاندارد مرجع	
۲۲۳	 ۱-۱۱-۱۰ بلوک آزمایش منشوری دو نیم شده	
۲۲۴	 ۲-۱۱-۱۰ بلوک‌های مغناطیسی شده آزمایش	
۲۲۴	 ۳-۱۱-۱۰ سایر ابزار واپایش کارآمد	
۲۲۶	 ۴-۱۱-۱۰ سنج‌های Pie و نوارهای قابل انعطاف نورد شده	

۲۳۰	 ورق‌های شماردار استاندارد.....
۲۳۶	 کاربرد ورق‌ها.....
۲۳۶	 محیط مغناطیسی.....
۲۳۷	 کارت‌های نواری مغناطیسی.....
۲۳۹	 مغناطیس‌های دائمی.....
۲۴۰	 ابزارهای مرجع الکترومغناطیسی.....
۲۴۰	 سنجش‌گرهای اثر هال.....
۲۴۱	 ابزارهای جریانهای گردابی.....
۲۴۲	 مشخص‌کننده‌های میدان مغناطیسی.....
۲۴۳	 مغناطیسی.....
۲۴۴	 نتیجه‌گیری.....
۲۴۷	فصل ۱۱: کاربرد آزمایش ذرات مغناطیسی در صنایع شیمیایی و نفت.....
۲۴۷	 ۱-۱۱ صنایع نفت.....
۲۴۸	 ۲-۱۱ رویه‌های آزمایش.....
۲۴۹	 ۳-۱۱ تکنیک‌های مغناطیسی.....
۲۵۰	 ۴-۱۱ آزمایش نشتی شار مغناطیسی.....
۲۵۰	 ۵-۱۱ تجهیزات پالایشگاهی.....
۲۵۳	 ۶-۱۱ مخازن تحت فشار.....
۲۵۴	 ۷-۱۱ آزمایش الکترومغناطیس سامانه‌های انتقال و ذخیره‌سازی.....
۲۵۴	 ۱-۷-۱۱ خطوط لوله محصولات تولیدی (گاز و نفت استخراج).....
۲۵۶	 ۸-۱۱ آزمایش نشتی شار مغناطیسی کف تانک‌های ذخیره.....
۲۵۸	 ۹-۱۱ شرایط آزمایش.....
۲۵۸	 ۱-۹-۱۱ آب و هوا.....
۲۵۹	 ۲-۹-۱۱ تمیزی.....
۲۵۹	 ۳-۹-۱۱ شرایط سطح.....
۲۵۹	 ۱۰-۱۱ تجهیزات.....
۲۶۰	 ۱۱-۱۱ حسگرها.....

۲۶۱	۱۲-۱۱- تفسیر نشانگرها.....
۲۶۱	۱۲-۱۱-۱- اختلاف سطح.....
۲۶۱	۱۲-۱۱-۲- ارزیابی کمی.....
۲۶۲	۱۲-۱۱-۳- استفاده نادرست از سیگنال آستانه.....
۲۶۲	۱۲-۱۱-۴- طرح سیگنال رایانه‌ای شده.....
۲۶۲	۱۲-۱۱-۵- آموزش و تأیید صلاحیت.....
۲۶۲	۱۳-۱۱-
۲۶۳	۱۴-۱۱- آزمایش ذرات مغناطیسی در زیر آب.....
۲۶۵	۱۵-۱۱- آرایش ذرات مغناطیسی از روی پوشش‌ها.....
۲۶۶	۱۵-۱۱-۲- آرایش‌ها بر روی پوشش.....
۲۶۷	۱۶-۱۱- آزمایش‌های از
۲۶۸	۱۷-۱۱- تکنیک تک پایه.....
۲۷۰	۱۸-۱۱- آزمایش MFL روی سیم‌بکس.....
۲۷۱	۱۹-۱۱- آزمایش مغناطیسی روی لوله‌های میانی نفتی.....
۲۷۸	۲۰-۱۱- الزامات مغناطیسی کردن.....
۲۷۹	۲۱-۱۱- کاربردها در میدان نفتی برای مغناطیسی کردن.....
۲۸۰	۲۲-۱۱- مغناطیسی کردن مدور.....
۲۸۰	۲۳-۱۱- مغناطیسی کردن با هادی مرکزی.....
۲۸۲	۲۴-۱۱- جریان متناوب یکسو شده نیمه یا کامل.....
۲۸۲	۲۵-۱۱- مغناطیسی کردن با تخلیه خازنی.....
۲۸۳	۲۶-۱۱- اثر جریان گردابی.....
۲۸۴	۲۷-۱۱- منحنی‌های BH برای استقرار مشخصه‌ها.....
۲۸۵	۲۸-۱۱- الزامات خاص برای مغناطیسی کردن با استفاده از جریان مستقیم.....
۲۸۶	۲۹-۱۱- مغناطیسی کردن با جریان پالسی.....
۲۸۷	۳۰-۱۱- ارائه و ثبت نتایج (MT).....
۲۸۷	۳۰-۱۱-۱- تهیه گزارش آزمایش.....
۲۸۸	۳۱-۱۱- لاستیک مغناطیسی.....
۲۹۰	۳۱-۱۱-۱- تأمین لاستیک مغناطیسی.....

۲۹۱	 ۱۱-۳۱-۲ تجهیزات مغناطیسی کردن
۲۹۲	 ۱۱-۳۱-۳ مواد پایه
۲۹۳	 ۱۱-۳۱-۴ آماده‌سازی قطعه مورد آزمایش
۲۹۵	 ۱۱-۳۱-۵ مغناطیسی کردن و پارامترهای جریان
۲۹۸	 ۱۱-۳۱-۶ آماده‌سازی و اعمال لاستیک مغناطیسی
۳۰۱	 ۱۱-۳۱-۷ کیفیت آرشیو کردن سوابق لاستیک مغناطیسی
۳۰۱	 ۱۱-۳۱-۸ مشخص کردن محل نشانگرها در درون تجهیز
۳۰۳	 ۱۱-۳۱-۹ نگهداری و حفظ نشانگرها توسط عکس‌برداری
۳۰۴	 ۱۱-۳۲-۳ محیط‌ها و کاربرد آن‌ها
۳۰۴	 ۱۱-۳۲-۴ کاربرد
۳۰۵	 ۱۱-۳۲-۲ روش‌های آزمایش
۳۰۸	 ۱۱-۳۲-۱ نمونه تا (حمام)
۳۱۳	 فصل ۱۲: پرسش و پاسخ
۳۵۶	 منابع و مراجع