



نکته ۱-۱) بادبندها در ساختمان، برای مقابله با نیروهای جانبی به کار گرفته می‌شود و مانع کج شدن اسکلت ساختمان در هنگام اعمال نیروی جانبی می‌شود.



شکل ۱-۵۷: بادبند



شکل ۱-۵۶: تیرهای لانه زنبوری

پرسش ۱-۳۶) وظایف بادبند چیست؟ (ق.ت-۸۱ «۵۲»)

- الف) اتصال سیستم‌های قاب‌های خرابایی به یکدیگر
 - ب) جلوگیری از تأثیر نیروی باد بر ساختمان
 - ج) مقاومت بیشتر و استحکام در مقابل نیروهای جانبی
 - د) یک‌پارچه کردن اسکلت فلزی و افزایش ایستایی
- پاسخ) بادبندها در ساختمان، برای مقابله با نیروهای جانبی به کار گرفته می‌شود و مانع کج شدن اسکلت ساختمان در هنگام اعمال نیروی جانبی می‌شود. گزینه ج صحیح است.

۱-۵-۴ خواص تکنولوژیکی مواد

- قابلیت چکش‌خواری، جوشکاری، ریخته‌گری و براده‌برداری مواد را خواص تکنولوژیکی می‌گویند.
- الف) **قابلیت چکش‌خواری:** قابلیت تغییر شکل مواد، توسط نیروی فشاری و ضربه را قابلیت چکش‌خواری می‌نامند. به عنوان مثال، فولاد، مس و برنج را می‌توان تحت تأثیر نیروی فشاری تغییر شکل داد و عملیاتی مانند نورد، خم‌کاری و آهن‌گری را روی آن‌ها انجام داد.
- ب) **قابلیت ریخته‌گری:** این مفهوم رابطه تنگاتنگی با شکل‌پذیری دارد. برخی از مواد را می‌توان به خوبی توسط فرآیند ریخته‌گری و در حالت مذاب به مقاطع نازک تبدیل نمود. در بخش ریخته‌گری با این فرآیند آشنا خواهید شد.
- ج) **قابلیت جوشکاری:** موادی که تحت تأثیر حرارت یا حرارت توأم با فشار، به صورت مذاب به یکدیگر متصل می‌شوند دارای قابلیت جوشکاری بوده، فولادها و بعضی فلزات غیرآهنی قابلیت جوشکاری دارند.
- د) **قابلیت براده‌برداری:** موادی دارای قابلیت براده‌برداری بوده، که بتوان آن‌ها را با سرعت زیاد و نیروی کم ماشین‌کاری (براده‌برداری) کرد و سطح آن‌ها پس از براده‌برداری همچنان صاف و پرداخت شده باشد.

نکته ۱-۱۱) عملیات حرارتی، به فرآیندهایی اطلاق می‌شود که در آن یک ماده را به صورت کنترل‌شده، گرم و سرد کرده و بدون آنکه در قطعه‌کار، تغییر شکلی ایجاد شود، برخی خواص آن مانند استحکام، سختی و غیره بهبود یابد.

۱-۶-۱ آزمون‌های تعیین خواص مکانیکی مواد

جهت تعیین خواص مکانیکی مواد از آزمون‌های گوناگونی استفاده شده و به دو دسته آزمون‌های غیرمخرب و آزمون‌های مخرب دسته‌بندی می‌شوند.

۱-۶-۱ آزمون‌های غیرمخرب^۱ (NDT)

آزمون‌های غیرمخرب، به آزمون‌هایی که بدون ایجاد تداخل در عملکرد یا ایجاد هر گونه آسیب به قطعه، امکان ارزیابی خواص ماده، قطعه یا یک سیستم را فراهم می‌آورد، گفته می‌شود. بعد از فرآیند ساخت هر قطعه یا در حین استفاده در زمان‌های مختلف، برای اطمینان از صحت آن، باید قطعه یا سیستم مورد بازرسی قرار گیرد.

^۱ Non Destructive Test



۱-۱-۶-۱ بازرسی چشمی^۱

بازرسی چشمی VT، روشی، آسان، با سرعت بالا و کم هزینه است. بازرسی چشمی اولین گام در فرآیند بازرسی انواع مختلف محصولات صنعتی از جمله ریخته‌گری شده، فورج شده، ماشین‌کاری شده و یا اجزای جوش است.

الف) ذره‌بین^۲: ذره‌بین دارای یک لنز همگرا بوده و بزرگنمایی (M) یک لنز ساده، توسط رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$M=25/F \quad (۱-۶)$$

در این رابطه F فاصله کانونی عدسی و ۲۵ یک ضریب ثابت بوده که این ضریب ثابت نشان دهنده میانگین حداقل فاصله ای بوده که اجسام با چشم غیر مسلح، به وضوح دیده می‌شود.

سطح قابل رویت به وسیله ذره‌بین را «میدان دید» آن ذره‌بین می‌نامند. انتخاب ذره‌بینی با میدان دید مناسب یک مسئله مهم در بازرسی چشمی است.

ب) میکروسکوپ^۳: از میکروسکوپ برای مشاهده و بازرسی ترک‌های ریز سطحی، حفره‌ها و دیگر عیوبی که به سطح راه دارند، استفاده شده و عیوب به خوبی قابل مشاهده‌اند. معمولاً در روش بازرسی چشمی، برای بازرسی شکل و جهت‌گیری ترک‌ها از میکروسکوپ‌های نوری استفاده می‌شود.



ج) بوریسکوپ^۴: بوریسکوپ، ابزاری برای مشاهده و بازرسی نواحی داخلی تیوب‌های باریک و روزه‌ها بوده و شامل یک سیستم روشنایی داخلی، مجموعه‌ای منظم از منشورها و عدسی‌های صفحه‌ایست که نور از طریق آن‌ها عبور کرده و تصویری با حداکثر وضوح برای بیننده ایجاد می‌شود.

شکل ۱-۵۸: بوریسکوپ در بازرسی چشمی



د) اندوسکوپ: اندوسکوپ شباهت زیادی به بوریسکوپ داشته با این تفاوت که اندوسکوپ‌ها دارای سیستم نوری قوی و منبع نوری با شدت نور بیشتر است. از دیگر ویژگی‌های این اندوسکوپ، زوایای دید متغییر و ثابت بودن فاصله کانونی آن (به اندازه ۴ میلی‌متر) است.

شکل ۱-۵۹: اندوسکوپ در بازرسی چشمی

ه) دیفرکتوسایت (دیسایت): دیسایت، روشی برای بازرسی سریع سازه‌های بزرگ با قابلیت پاسخ‌دهی سریع است. در بازرسی چشمی از این روش برای مشاهده سطوح تاب برداشته یا پستی و بلندی‌های سطح کوچک‌تر از ۱۰ میکرون مورد استفاده قرار می‌گیرد.



و) سنجه: سنجه‌ها در تست جوش بازرسی چشمی ابزار پرکاربردند. سنجه‌های چندمنظوره توسط انجمن بین‌المللی جوش طراحی شده و قادر به بازرسی اندازه‌گیری ضخامت تا ۲۰ میلی‌متر و زاویه پخ جوش صفر تا ۶۰ درجه، اندازه‌گیری فلز جوش اضافی در گذر رو و عمق بریدگی کنار جوش، اندازه‌گیری گلوئی جوش و اندازه‌گیری ناهم‌ترازی است.

شکل ۱-۶۰: سنجه

۱-۱-۶-۲ بازرسی فراصوتی^۵

آزمون فراصوتی یا آزمون آلتراسونیک یا (UT) از روش‌های بازرسی غیرمخرب بوده و در بازرسی انواع قطعات، به خصوص قطعات جوشکاری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این تست در تمامی صنایع بزرگ و برای بازرسی قطعات ریخته‌گری شده،

¹ Visual Test

² Magnifier Test

³ Microscope Test

⁴ Borescope Test

⁵ Ultrasonic test



اتصالات جوش و موارد گوناگون استفاده می‌شود. همچنین این تست، برای تشخیص عیوب داخلی قطعات نظیر ترک‌ها، عیوب انقباضی و حفرات کاربرد دارد.

پرسش ۱-۳۷) برای چک کردن خلأ در عمق جوش، کدام مورد بیشتر استفاده می‌شود؟ (د.ب-۹۸ «۵۰»)

الف) UV ب) وزنی ج) اولتراسونیک د) چشمی

پاسخ) در روش اولتراسونیک، با استفاده از امواج فراصوتی می‌توان عیوب داخلی قطعات نظیر ترک‌ها، عیوب انقباضی و حفرات را در عمق جوش شناسایی کرد. گزینه ج صحیح است.

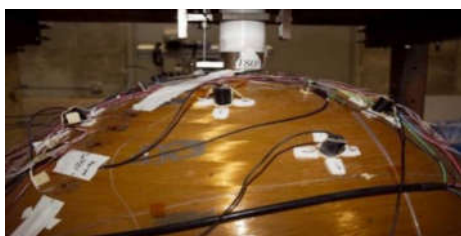
این پرسش، مشابه پرسش «۳۷» آزمون "برق، ماشین‌آلات دادگستری" سال ۹۰ می‌باشد.

پرسش ۱-۳۸) کدام مورد از روش‌های تست غیرمخرب است؟ (ق.ب-۹۹ «۳۳»)

الف) تست روغن ب) تست اولتراسونیک ج) تست ضربه د) تست کشش

پاسخ) تست اولتراسونیک با استفاده از امواج فراصوت بوده و غیرمخرب است. گزینه ب صحیح است.

۱-۶-۳ آزمون آکوستیک امیشن^۱



شکل ۱-۶۱: تست آکوستیک امیشن

آزمون آکوستیک امیشن یا نشر صوتی یک روش نوین و پیشرفته در زمینه‌های آزمون غیرمخرب بوده و سیگنال آکوستیک فرکانس بالا، به ماده اعمال می‌شود. و در بازرسی مخازن تحت فشار فلزی، سیستم‌های لوله‌کشی، راکتورها، تشخیص اصطکاک، وجود سایش در بلبرینگ‌ها در صورت عدم عملکرد گریس، تشخیص ضربه در مکانیزم‌های دوار، تشخیص عیوب جوش و تخمین عمر سازه و غیره کاربرد دارند. همچنین از این روش می‌توان برای تشخیص و موقعیت یابی عیوب مختلف، مانند ردیابی ترک، خوردگی، عیوب جوش و تردی ماده در سازه‌های تحت بار و اجزای آن‌ها استفاده کرد.

۱-۶-۴ تست مایع نافذ^۲



شکل ۱-۶۲: عیب‌یابی به روش تست مایع نافذ

تست مایعات نافذ PT یکی از روش‌ها و آزمون‌های غیرمخرب بوده و برای بررسی ترک‌ها، سوراخ‌ها و سایر عیوب در مواد و قطعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تست را می‌توان برای بررسی کیفیت قطعات غیرمغناطیسی، مانند فولاد ضدزنگ، پلاستیک، سرامیک، شیشه و انواع مواد مورد استفاده قرار داد. از جمله مزایای این روش، می‌توان به سادگی، هزینه کم و امکان استفاده برای هر قطعه با هر شکلی اشاره نمود.

۱-۶-۵ تست ذرات مغناطیسی^۳

بازرسی ذرات مغناطیسی یا تست MT، به عنوان یکی از روش‌های آزمون غیرمخرب برای تشخیص ناپیوستگی‌های سطح و زیر سطح در مواد آهنی یا مواد فرومغناطیس مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش بازرسی شامل استفاده از میدان مغناطیسی خارجی و یا استفاده از جریان الکتریکی از طریق مواد که به نوبه خود شار مغناطیسی در مواد تولید می‌کند، می‌شود.

الف) دستگاه یوک^۴: به منظور تولید جریان مغناطیسی طولی می‌توان از یوک استفاده نمود. یوک یک آهنربای الکتریکی بوده و از یک هسته مغناطیسی و یک سیم پیچ که دور آن پیچیده شده، تشکیل شده است.

¹ Acoustic Emission test

² Liquid Penetrant test

³ Magnetic Particles test

⁴ Yoke



(ب) دستگاه پراد^۱: برای شناسایی عیوب زیر سطحی، مانند ناخالصی‌های جوش، حفره‌های گازی و عدم نفوذ در جوش، روش پراد همراه با جریان متناوب، مستقیم یا جریان نیم موج، بهترین روش است.

۶-۱-۶-۱ رادیوگرافی^۲

رادیوگرافی یا پرتونگاری یک روش تست غیرمخرب بوده و براساس اختلاف جذب بین تشعشعات نفوذکننده در نمونه مورد آزمایش عمل می‌کند. در واقع به استفاده از تشعشعات الکترومغناطیسی با طول موج کوتاه (مانند پرتو X و پرتو گاما) یا استفاده از تشعشعات ذرات (آلفا، بتا یا نوترون) برای ردیابی عیوب داخلی قطعات، تست رادیوگرافی یا رادیوگرافی صنعتی گفته می‌شود. در حین عکس‌برداری، فیلم در یک طرف و منبع اشعه X یا گاما در طرف دیگر قطعه قرار دارد پرتو در ضخامت ماده نفوذ کرده و پس از عبور از این ضخامت، تصویری روی فیلم ایجاد می‌کند. اساس کار این روش بر مبنای میزان جذب پرتو توسط مواد مختلف است. عیب‌یابی حفره‌های کوچک، ترک‌ها، نفوذ گازها، ناخالصی‌ها، بریدگی‌های کناره قطعه، عدم هم‌ترازی دو قطعه هنگام جوش و قسمت‌هایی که نفوذ ناقص قطعه صورت گرفته است تراکم کمتری نسبت به فولاد سالم دارند بنابراین در حوالی این قسمت‌ها پرتوی بیشتری به سطح فیلم می‌رسد و عیوب قطعه به صورت لکه‌های تاریکی روی فیلم ثبت می‌شود. تست رادیوگرافی برای همه مواد قابل انجام است. این روش در مقایسه با سایر روش‌های غیرمخرب گران‌تر بوده و اغلب قابلیت شناسایی ترک‌های کوچک در مقاطع ضخیم را ندارد. مقادیر بالای اشعه ایکس یا اشعه گاما به سلول‌های پوستی و خون آسیب می‌رساند و ممکن است باعث نابینایی شود.

به دلیل دقت بالای اشعه X و نیز هزینه کمتر آن نسبت به آزمون با پرتو گاما، استفاده از اشعه ایکس در اولویت است.

پرسش ۱-۳۹) برای تست جوشکاری کدام روش مناسب‌تر است؟ (د-ب-۸۸ «۶۰»)

الف) بازدید متوسط کارگر ماهر (ب) بازدید به وسیله اشعه ایکس

ج) بازدید به وسیله اشعه آلفا (د) بازدید به وسیله اشعه گاما

پاسخ) بازدید توسط کارگر ماهر صرفاً می‌تواند ظاهر جوش را مورد بررسی قرار دهد. همچنین بازدید به وسیله پرتو ایکس نسبت به پرتو گاما در اولویت است. گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۱۷» آزمون "برق، ماشین‌آلات دادگستری" سال ۸۰ می‌باشد.

پرسش ۱-۴۰) رادیوگرافی روش عبور اشعه از یک جسم و ضبط نتایج بر روی فیلم حساس می‌باشد. در آزمایش جوشکاری لوله و مخازن و در کشتی‌ها از چه نوع چشمه (Source) استفاده می‌شود؟ (د-ب-۷۱ «۲۱»)

الف) اشعه ایکس (ب) اشعه گاما (ج) اشعه ایکس و گاما (د) هیچ‌کدام

پاسخ) در تست جوش به روش رادیوگرافی، از پرتوهای ایکس و گاما استفاده می‌شود. گزینه ج صحیح است.

۷-۱-۶-۱ بازرسی با جریان گردابی^۳

در بازرسی با جریان گردابی یا ET، با اعمال یک جریان مغناطیسی به قطعه، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. در صورت وجود حفرات و نقایص در قطعه، جریان مغناطیسی در آن نقطه ضعیف و چگالی جریان تغییر می‌کند. به این ترتیب محل نقایص قطعه مشخص می‌شود.

۸-۱-۶-۱ تست موج هدایت شده^۴

تست التراسونیک موج هدایت‌شده یا GWT، از جمله تست‌های غیرمخرب برای بازرسی خطوط لوله، ریل‌های قطار و سازه‌ها و شافت‌های طولیل است. این روش به عنوان تست التراسونیک با برد طولانی شناخته می‌شود.

۹-۱-۶-۱ تست نشتی^۵

تست نشتی یا LT یکی دیگر از انواع تست غیرمخرب بوده و برای تشخیص ترک یا نشتی در لوله‌های انتقال سیال کاربرد دارد.

¹ Prod

² Radiography test

³ Eddy Current test

⁴ Guided Wave test

⁵ Leak test



۱-۶-۲ آزمون مخرب^۱

آزمون‌های تعیین خواص مواد معمولاً از نوع آزمون‌های مخرب بوده که در حین انجام آزمون، نمونه آسیب دیده و می‌شکند. پس از این آزمون قطعه دچار اعوجاج و گسیختگی شده و قابلیت استفاده مجدد ندارد.

۱-۶-۲-۱ آزمون کشش^۲

تست کشش، که با عنوان تست تنش نیز شناخته می‌شود، اساسی‌ترین نوع آزمون مکانیکی بوده که می‌توان روی یک ماده انجام داد. در این تست با کشیدن ماده توسط فک‌های دستگاه کشش، می‌توان واکنش آن را در برابر نیروهای اعمالی تعیین نمود.

۱-۶-۲-۲ آزمون فشار^۳

آزمون فشار، یکی از آزمون‌های مخرب مورد استفاده برای تعیین خواص مکانیکی مواد است. این تست معمولاً برای بررسی کیفیت مواد ترد مانند چدن، آلیاژهای شکننده و هم چنین مواد غیر فلزی دیگری که تحت شرایط کاری بیشتر تحت تاثیر نیروهای فشاری قرار می‌گیرد، کاربرد دارد.

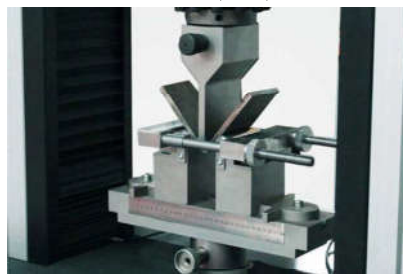
۱-۶-۲-۳ آزمون خمش^۴

در این تست مقاومت قطعه در برابر خم‌شدگی مورد سنجش قرار می‌گیرد. این آزمون معمولاً توسط دستگاه تست کشش یونیورسال و به دو صورت سه نقطه‌ای و چهار نقطه‌ای انجام می‌شود.

نرم افزار دستگاه تست خمش، مقدار نیروی اعمالی و مقدار خم‌شدگی قطعه را در یک نمودار دو بعدی رسم می‌کند که در آن محور عمودی معرف نیرو (تنش) و محور افقی معرف میزان خم‌شدگی (کرنش) است.



شکل ۱-۶۴: تست خمش چهار نقطه‌ای



شکل ۱-۶۳: تست خمش سه نقطه‌ای

۱-۶-۲-۴ آزمایش سختی سنجی^۵

سختی، در واقع به قابلیت مقاومت اجسام در مقابل نفوذ جسم دیگری به سطح، خراش، سائیدگی گفته می‌شود. اصول سختی سنجی بر پایه اندازه‌گیری مقاومت جسم در مقابل فرورفتگی بوده و مهم‌ترین روش‌های سختی‌سنجی در صنعت شامل موارد زیر می‌شود:

الف) سختی راکول: سختی راکول مجموعه‌ای از آزمون‌های فرورفتگی برای اندازه‌گیری سختی فلزات بوده و بر اساس فرورفتگی یک جسم ساچمه‌ای یا الماسه در فلز مورد آزمایش اندازه‌گیری می‌شود.

ب) سختی برینل: تست برینل با استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات مختلفی انجام می‌شود که اصلی‌ترین آن‌ها به دستگاه تست سختی برینل معروف است.

ج) سختی ویکرز: سختی ویکرز یا آزمایش سختی هرم الماسی، از یک هرم با قاعده مربع به عنوان سنبه استفاده کرده و زاویه میان وجوه مقابل این هرم ۱۳۶ درجه و بار وارده از ۵ تا ۱۲۰ کیلوگرم با تقسیمات ۵ کیلوگرمی متغیر است. آزمایش ویکرز بسیار دقیق تر از راکول و برینل بوده؛ اما قیمت دستگاه آن نیز بسیار گران‌تر است.

¹ Destructive Test

² Tensile test

³ Compression test

⁴ Bending test

⁵ Hardness test

۱-۶-۲-۵ تست ضربه^۱

تست ضربه آزمونی ساده برای تشخیص تمایل مواد به شکست ترد است. رفتار مواد در برابر ضربه در مقایسه با بار استاتیکی مشابه (مثلاً کشش یا خمش) بسیار متفاوت است. بنابراین تست ضربه معیاری مناسب را برای مقایسه‌ی این دو حالت است. مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌های تست ضربه، دو روش آیزود و چارپی هستند.

الف) آزمون ضربه چارپی

ب) تست ضربه آیزود^۲

جدول ۱-۶: مقایسه پارامترهای روش چارپی و روش آیزود

پارامتر	روش چارپی	روش آیزود
قرارگیری نمونه	افقی	عمودی
نگهدارنده	دو طرف نمونه	یک طرف نمونه
نوع شیار	U یا V	V
محل ضربه	وسط نمونه	قسمت بالایی نمونه
جهت ضربه	سمت مخالف شیار	سمت شیار

پرسش ۱-۴۱) آزمایش چارپی (CHARPY) برای اندازه‌گیری کدام مورد انجام می‌گیرد؟ (د.ب-۸۴ «۲۲»)

الف) ازدیاد طول ب) تردی ج) تنش شکست د) کرنش شکست

پاسخ) در آزمایش چارپی می‌توان سطح تنش شکست را اندازه‌گیری کرد، گزینه ج پاسخ صحیح است.

۱-۶-۲-۶ تست خستگی

تست خستگی هم نوعی تست مخرب بوده که در آزمایشگاه معمولاً بر اساس چرخه بارگذاری یکنواخت که به صورت تناوبی، تکراری، و یا نوسانی اعمال می‌شوند، انجام می‌شود.

پرسش ۱-۴۲) بعد از آزمایشات Destructive و Nondestructive روی قطعه و یا محصولی به‌ترتیب: (د.ب-۸۴ «۴۶»)

الف) قطعه گرم می‌شود - قطعه سرد می‌شود.

ب) قطعه غیرقابل مصرف می‌شود - قطعه قابل مصرف می‌شود.

ج) قطعه محکم می‌شود - قطعه ضعیف می‌شود.

د) قطعه سرد می‌شود - قطعه گرم می‌شود.

پاسخ) با توجه به توضیحات تست‌های مخرب و غیرمخرب، گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۱۶» آزمون «برق»، ماشین‌آلات دادگستری سال ۷۹ می‌باشد.

۱-۷ خوردگی

تخریب سطح قطعات در اثر تأثیر عوامل شیمیایی را «خوردگی» می‌نامند. مایعات (رطوبت هوا، اسیدها و بازها و غیره)، گازها و بخارات باعث ایجاد خوردگی در سطح قطعات می‌شود. بطور کلی عوامل خوردگی مواد صنعتی را می‌توان به سه دسته «مکانیکی» و «شیمیایی» و «الکتروشیمیایی» تقسیم کرد. پدیده خوردگی در تمامی دسته‌های اصلی مواد، شامل فلزات، سرامیک‌ها، پلیمرها و کامپوزیت‌ها رخ می‌دهد.

پرسش ۱-۴۳) کدام مورد، جزو انواع خوردگی نیست؟ (ق.ب-۹۹ «۴۸»)

الف) مکانیکی ب) شیمیایی ج) الکتروشیمیایی د) مغناطیسی

پاسخ) با توجه به انواع خوردگی‌های مطرح‌شده، گزینه د صحیح است.

^۱ Impact test

^۲ Izod



۱-۷-۱ خوردگی شیمیایی^۱

خوردگی شیمیایی به معنای تخریب یک ماده بر اثر انجام واکنش‌های شیمیایی بین ماده و محیط است. افزایش درجه حرارت، رطوبت و فشار هوا سرعت خوردگی شیمیایی را افزایش می‌دهند. همچنین جنس ماده و آلیاژ بکار رفته در آن، تنش، غلظت اکسیژن و اسیدکننده‌ها، سرعت حرکت سیال و اثرات بیولوژیکی بر روی سرعت خوردگی تأثیرگذار است.

نکته ۱-۱۲) استاندارد NACE انجمن ملی مهندسين خوردگی برای جلوگیری از خوردگی فلزات در محیطهایی که در آنها مواد شیمیایی خورنده مانند سولفید هیدروژن (H_2S) و دیگر ترکیبات مشابه وجود دارند، تدوین شده است. به همین دلیل، کاربرد آن در صنایع پتروشیمی، به ویژه در سیستم‌هایی که با سیالات دارای سولفور در تماس هستند، بسیار مهم است. این استاندارد به انتخاب مناسب مواد فلزی برای کاربرد در محیط‌های خورنده و مدیریت خوردگی کمک می‌کند.

پرسش ۱-۴۴) استاندارد NACE برای چه حوزه‌ای از صنایع تعریف شده و کاربرد آن در صنایع پتروشیمی، کدام است؟ (ق.ب-۱۴۰۳-۴۰)

الف) اسکجول لوله ضخامت لوله‌ها در صنایع پتروشیمی
 ب) درز لوله فشار کاری در لوله‌های گاز پتروشیمی
 ج) بخشی از استاندارد API فرایند دی متالایزر
 د) خوردگی فلزات سیالات دارای سولفور
 پاسخ) استاندارد NACE انجمن ملی مهندسين خوردگی برای جلوگیری از خوردگی فلزات در محیطهایی که در آنها مواد شیمیایی خورنده مانند سولفید هیدروژن (H_2S) و دیگر ترکیبات مشابه وجود دارند، تدوین شده است. به همین دلیل، کاربرد آن در صنایع پتروشیمی، به ویژه در سیستم‌هایی که با سیالات دارای سولفور در تماس هستند، بسیار مهم است. این استاندارد به انتخاب مناسب مواد فلزی برای کاربرد در محیط‌های خورنده و مدیریت خوردگی کمک می‌کند. گزینه د صحیح است.

پرسش ۱-۴۵) تعریف واژه Corrosion بشرح است. (د.ت-۸۴ «۱»)

الف) به سائیدگی دو فلز با هم گفته می‌شود.
 ب) به ترکیب دو عنصر جدول مندلیف گویند.
 ج) به خوردگی و تجزیه فلز گفته می‌شود که در اثر الکتروولیت بر سطح فلز پدید می‌آید.
 د) به تجزیه یک عنصر گفته می‌شود.
 پاسخ) با توجه به توضیحات فوق، خراب شدن یک ماده (فلز) بر اثر واکنش‌های شیمیایی بین آن و محیط (الکتروولیت سطح فلز) را خوردگی شیمیایی یا Corrosion می‌نامند. گزینه ج صحیح است.

پرسش ۱-۴۶) میزان خوردگی لوله‌های فلزی به کدام عوامل بیشتر بستگی دارد؟ (د.ت-۸۰ «۸»)

الف) فشار- درجه حرارت- قطر لوله
 ب) درجه حرارت- سختی آب- نوع جنس لوله
 ج) سرعت- سختی آب- فشار
 د) قطر لوله- سرعت لوله- فشار لوله
 پاسخ) نوع جنس لوله، سختی آب نسبت به سایر عوامل دیگر، در میزان خوردگی لوله‌های فلزی بیشتر تأثیرگذار می‌باشد. گزینه ب صحیح است.

پرسش ۱-۴۷) علت اصلی خوردگی قطعات داخلی دیگ بخار چیست؟ (د.ب-۹۰ «۴۰»)

الف) حرارت زیاد قطعات تحت فشار
 ب) دوده حاصل از سوخت‌های فسیلی
 ج) ذرات معلق در آب ورودی
 د) گازهای محلول موجود در آب تغذیه
 پاسخ) در دیگ‌های بخار با افزایش دمای آب، حالت اسیدی آب و گازهای محلول موجود در آب افزایش یافته و باعث خوردگی قطعات داخلی دیگ بخار می‌شود، گزینه د صحیح است.

¹ Corrosion



پرسش ۱-۴۸) در عمل خوردگی (Corrosion) لوله‌های فلزی کدام‌یک از موارد زیر صحیح می‌باشد؟ (د.ب-۱۴۰۲ «۳۷»)

الف) اختلاف پتانسیل بین دو قسمت از یک فلز باعث خوردگی است.

ب) عمل خوردگی بستگی به جنس لوله دارد.

ج) عمل خوردگی بستگی به نوع خاک دارد.

د) اختلاف پتانسیل بین دو قسمت فلز و عایق باعث خوردگی است.

پاسخ) عمل خوردگی در درجه اول به جنس لوله و سپس به نوع خاک و الکترولیت اطراف لوله بستگی دارد. گزینه ب صحیح است.

۱-۷-۲ خوردگی الکتروشیمیایی

در خوردگی الکتروشیمیایی یا خوردگی گالوانیک، وجود دو فلز غیر هم‌جنس با دو پتانسیل الکتریکی متفاوت و حضور ماده الکترولیتی مانند آب در کنار هم، باعث تشکیل یک سلول الکتروشیمیایی شده و در این سلول الکتروشیمیایی، فلز با پتانسیل الکتریکی کمتر به عنوان آند (قطب منفی) و فلز با پتانسیل الکتریکی بیشتر به عنوان کاتد (قطب مثبت) عمل کرده و الکترون‌ها از آند به کاتد جاری می‌شود. این جریان الکترون‌ها، یک باتری (پیل) الکتریکی ایجاد کرده و باعث بروز خوردگی الکتروشیمیایی در قطب منفی (آند) می‌شود.

پرسش ۱-۴۹) کدام‌یک از عوامل زیر باعث خوردگی سریع لوله‌ها می‌شود؟ (ق.ت-۸۲ «۳۱»)

الف) عایق کاری لوله‌ها

ب) استفاده از لوله‌های فلزی غیرهم‌جنس

ج) استفاده از لوله‌های فولادی و پلیمری توأمان

د) موارد «الف» و «ب»

پاسخ) استفاده از لوله‌های فلزی غیرهم‌جنس در صورتیکه یک مایع الکترولیت بین آن‌ها قرار بگیرد، باعث تشکیل باتری و ایجاد خوردگی می‌شود. گزینه ب صحیح است.

نکته ۱۳-۱) چنانچه به هر دلیلی بین دو قسمت از یک فلز نیز اختلاف پتانسیل بوجود بیاید، جریان الکتریکی برقرار شده و خوردگی بوجود می‌آید.

پرسش ۱-۵۰) کدام جمله صحیح است؟ (ق.ب-۸۴ «۸۰»)

الف) باکتری‌های هوازی در آب تشکیل پیل غلظتی می‌دهند و از خوردگی جلوگیری می‌کنند.

ب) خوردگی یک فرآیند شیمیایی است و از اختلاف پتانسیل بین دو قسمت مختلف از یک فلز به‌وجود می‌آید.

ج) اگر اختلاف پتانسیل بین سطوح آند و کاتد وجود ندارد عمل خوردگی شروع می‌شود.

د) رسوبات متخلخل از نظر خوردگی اثر کم‌تری از رسوبات یک‌پارچه دارند.

پاسخ) اختلاف پتانسیل بین دو قسمت مختلف از یک فلز به معنی وجود پیل الکتریکی بوده که باعث بروز خوردگی می‌شود. گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۶۹» آزمون «تاسیسات سافتمانی قوه قضاییه» سال ۸۴ می‌باشد.

نکته ۱۴-۱) حفاظت کاتدی (کاتودیک) نوعی سیستم الکتریکی برای جلوگیری از خوردگی بوده و برای فلزاتی که با خاک، آب و یا سایر الکترولیت‌ها در تماس باشند (مانند سازه‌های فلزی، مخازن و لوله‌ها)، مورد استفاده قرار می‌گیرد. حفاظت کاتدی به دو روش «آند فداشونده» یا «تزریق جریان DC» انجام می‌شود.

پرسش ۱-۵۱) برای حفاظت کاتودیک در سیستم جریان تأییری چه نوع جریان برقی مورد نیاز است؟ (د.ل-۸۴ «۱۳»)

الف) جریان برق با فرکانس بالا

ب) برق از نوع مستقیم

ج) برق متناوب با ولتاژ پایین

د) برق از نوع ولتاژ پالسی

پاسخ) برای حفاظت کاتودیک برق DC مورد نیاز است. گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۳۳» آزمون «الکترونیک و مفاربات دادگستری» سال ۷۱ می‌باشد.

۱-۷-۳ خوردگی مکانیکی

به خوردگی اجسام بر اثر نیروهای مکانیکی مثل کشش، فشار، پیچش، خمش و ... «خوردگی مکانیکی» گفته می‌شود.



۱-۷-۴ استفاده از پوشش جهت کنترل خوردگی

پوشش‌ها معمولاً به منظور اهداف گوناگونی از قبیل افزایش سختی، مقاومت در برابر خوردگی و یا به دلایل زیبایی ظاهری فلزات مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین روش‌های پوشش دادن عبارتند از پوشش‌های غیرفلزی (مانند رنگ‌آمیزی، پوشش‌های پلاستیکی، لعاب دادن و فسفات‌دهی) و پوشش‌های فلزی (مانند غوطه‌ور کردن در فلز مذاب، گالوانیزه کردن، آلیاژ کردن سطحی و روکش فلزی).

نکته ۱۵-۱) پوشش سطح یک جسم با یک لایه نازک از یک فلز، «آبکاری»^۱ نامیده می‌شود.

نکته ۱۶-۱) رنگ اپوکسی به دلیل چسبندگی و مقاومت بالایی که در برابر رطوبت دارد، بهترین پوشش برای قطعاتی است که به صورت غوطه‌ور در آب هستند.

پرسش ۱-۵۲) برای حفاظت قطعات فلزی غوطه‌ور در آب از چه پوششی استفاده می‌کنند؟ (ق.ت-۸۱ «۵۳»)

الف) اندودهای سیمانی

ب) رنگ‌های اپوکسی

ج) فرآورده‌های قیری

د) مواد شیمیایی

پاسخ) طبق نکته فوق، گزینه ب صحیح است.

نکته ۱۷-۱) به فرآیند ماسه‌پاشی با فشار زیاد روی یک سطح به منظور پاک کردن آلودگی‌ها از آن را سندبلاست می‌گویند. این فرآیند جهت پاک کردن اکسیدهای فلزی از سطح بکار می‌رود و برای ایجاد سطحی مناسب به منظور انجام رنگ‌آمیزی و پوشش فلزات لازم است (افزایش چسبندگی رنگ به سطح فلز).

پرسش ۱-۵۳) عمل سندبلاست کردن فلزات قبل از رنگ آمیزی باعث (د.ب-۹۰ «۲۰»)

الف) افزایش سرعت و راندمان تولید می‌گردد.

ب) زیبایی سطح کار می‌شود.

ج) طولانی شدن عمر رنگ و طول عمر بیشتر فلز می‌گردد.

د) افزایش مقاومت فلز می‌شود.

پاسخ) فرآیند سندبلاست با پاک کردن اکسیدهای فلزی از سطح باعث افزایش طول عمر رنگ و فلز می‌شود. گزینه ج صحیح است.

نکته ۱۸-۱) «شات‌بلاست» یا ساچمه زنی، فرآیندی است که در آن ساچمه‌های فولادی با سرعت بالا بر روی سطح پرتاب می‌شوند. این فرآیند معمولاً بر روی انواع فنر به منظور افزایش عمر خستگی انجام شده و باعث تمیزکاری سطح فنر از پوسته‌های اکسیدی ناشی از عملیات حرارتی (حذف عیوب و ترک‌های سطحی) نیز می‌شود.

پرسش ۱-۵۴) عملیات ساچمه‌زنی تحت تنش در فنرهای برگه‌ای (تخت) سبب (د.ب-۸۸ «۳۹»)

الف) حذف عیوب سطحی در فنر و افزایش عمر فنر می‌گردد.

ب) کرنش را به حداقل و آن را از نرمی به تردی تغییر می‌دهد.

ج) کرنش را به حداکثر و آن را از تردی به نرمی تغییر می‌دهد.

د) کاهش تنش تسلیم و محدوده پلاستیک را افزایش می‌دهد.

پاسخ) طبق توضیحات فوق، انجام عملیات شات بلاست یا ساچمه‌زنی بر روی فنر موجب حذف عیوب سطحی و افزایش طول عمر فنر می‌شود. گزینه الف صحیح است.

^۱ Electroplating

شناخت و کاربرد مواد صنعتی

- ✓ فرآیندهای تولید
- ✓ آهنگری
- ✓ فشارکاری
- ✓ قالب‌کشی
- ✓ ماشین‌کاری
- ✓ خم‌کاری
- ✓ شکل‌دهی
- ✓ جوش‌کاری
- ✓ ماشین CNC



۲-۱ فرآیندهای تولید

فرآیندهای تولید جزئی از فعالیت‌ها و مراحل بوده که برای تبدیل ورودی‌های مختلف به خروجی‌های محصول یا خدمات نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرآیندها از اهمیت بالایی در صنایع مختلف مانند صنایع تولیدی، صنعت خدمات، تولید نرم‌افزار و تولید محتوا برخوردارند. در این فصل به بررسی مهمترین فرآیندهای تولید که در صنایع تولیدی استفاده می‌شوند خواهیم پرداخت تا پس از آشنایی با آن‌ها، در فصل بعد به سراغ کاربرد آن‌ها در صنایع مختلف برویم.

تولید قطعات فلزی و مونتاژ آن‌ها را می‌توان بسادگی به پنج زمینه کلی دسته‌بندی نمود: فرآیندهای شکل‌دهی اولیه نظیر ریخته‌گری، حذیده‌کاری مذاب و پرسکاری پودر فلزات. در تمام این فرآیندها ماده در ابتدا بی‌شکل بوده اما از طریق فرآیندهای تولید شکل می‌یابد.

- فرآیندهای شکل‌دهی فلزات، مانند نورد، حذیده‌کاری، آهنگری سرد و داغ، خم‌کاری و کشش عمیق که در آن‌ها فلز در اثر تغییر شکل مومسان شکل داده می‌شود.
- فرآیندهای برش فلزات، مانند تراشکاری که در آن‌ها براده‌برادی باعث ایجاد شکل جدید می‌شود.
- فرآیندهای عملیات روی فلزات، مانند عملیات حرارتی و سختکاری سطحی که در آن‌ها شکل قطعه کار لزوماً تغییر نمی‌کند؛ اما خواص یا ظاهر آن تغییر می‌کند.
- فرآیندهای اتصالی، شامل اتصال دهی متالورژیکی، مانند جوشکاری و پیوند نفوذی و اتصال مکانیکی، مانند پرچکاری و مونتاژ مکانیکی

در بین تمام فرآیندهای تولید، فناوری شکل‌دهی فلزات دارای جایگاه ویژه‌ای بوده زیرا باعث تولید قطعات با خواص مکانیکی بهتر و با حداقل اتلاف مواد می‌شود. شکل‌دهی فلزات به گروهی از روش‌های تولید اطلاق می‌شود که توسط آن‌ها ماده معین که معمولاً بدون شکل یا دارای هندسه ساده است، بدون اینکه در جرم یا ترکیب ماده تغییری ایجاد شود طی عملیاتی تغییر شکل مومسان یافته و به هندسه پیچیده‌ای در می‌آید. نتایج حاصل از شکل‌دهی، به ابعاد نهایی نزدیک بوده و باعث کاهش براده‌برداری شده که باعث صرفه جویی مواد و انرژی می‌شود. شکل‌دهی فلزات معمولاً پرهزینه‌ای بوده و این فرآیند تنها زمانی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است که تعداد زیادی از قطعات تولید شود یا هنگامی که خواص مکانیکی مورد نظر در محصول نهایی را صرفاً با یک فرآیند شکل‌دهی بتوان بدست آورد.

دسته بندی فرآیند شکل‌دهی

الف) شکل‌دهی حجمی: قطعه ورودی به شکل بیلت میله یا شمش بوده و در این نوع شکل‌دهی نسبت سطح به حجم قطعه

پس از فرآیند افزایش یافته و به چهار دسته اصلی فورج، اکستروژن، نورد و کشش مقاطع تقسیم می‌شود.

ب) شکل‌دهی صفحه‌ای: قطعه ورودی به شکل صفحه بوده و کاهش سطح و ضخامت چندان محسوس نبوده و شامل فرآیندهایی، مانند خم‌کاری، کشش عمیق صفحات و شکل‌دهی انبساطی است.

۲-۲ آهنگری

آهنگری یا فورجینگ^۱ فرآیندی است که هدف آن ایجاد تغییر در فلزات، تولید محصولات مختلف از آن، بهبود ساختار و قابلیت‌های فلز مورد نظر است. برای رسیدن به این اهداف، مواردی چون فشار، ضربه و تغییر دمای فلز مورد استفاده قرار می‌گیرد. احتمالی بر کل سطح محصول شده و مقاومت آن را در برابر نیروها و فشارهای خارجی افزایش می‌دهد. مواد مورد استفاده در آهنگری، دارای خاصیت کشسانی و چکش‌خواری بالایی است.

انواع روش‌های آهنگری بر اساس درجه حرارت به چند دسته به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف) آهنگری سرد

ب) آهنگری داغ

ج) آهنگری گرم

^۱ Forging