



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

راهنمای هنر آموز

جوشکاری لوله و بازرسی کیفی

رشته صنایع فلزی

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** راهنمای هنرآموز جوشکاری لوله و بازرسی کیفی - ۲۱۱۸۶۶
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** حمید تقی پور ارمکی، بهرام زارعی، حسن ضیغمی، محمدرضا سلطان محمدی، حمید رضا شادی، علی رجایی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** حمید تقی پور ارمکی، حمیدرضا شادی، علی رجایی (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** جواد صفری (مدیر هنری) - مهلا مرتضوی (صفحه‌آرا) - فاطمه رئیس‌یان فیروزآباد، محمود شوشتری (رسام)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ اول ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

۱.....	پودمان ۱: جوشکاری شیباری
۲۷.....	پودمان ۲: جوشکاری لوله
۴۳.....	پودمان ۳: بازرسی چشمی
۷۳.....	پودمان ۴: بازرسی مایعات نافذ
۱۰۹.....	پودمان ۵: بازرسی با ذرات مغناطیسی

کتاب درسی و کتاب همراه هنرجو به همراه کتاب راهنمای هنرآموز از جمله اجزای بسته آموزشی تلقی می‌شوند که این بسته را سایر اجزا مانند فیلم و نرم‌افزار و... کامل می‌کند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی طراحی و تدوین شده است. این کتاب براساس کتاب درسی جوشکاری و برش کاری حرارتی قطعات سنگین پایه یازدهم رشته تحصیلی فنی - حرفه‌ای صنایع فلزی تنظیم شده است.

هنرآموزان گرامی در هنگام مطالعه این کتاب به موارد ذیل توجه فرمایند: در کتاب راهنمای هنرآموز مواردی از قبیل نمونه طرح درس، راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، ایمنی و بهداشت فردی و محیطی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیر فنی، اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان، منابع یادگیری، نکات مهم هنرآموزان در اجرا، فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

ارزشیابی در درس جوشکاری لوله و بازرسی کیفی براساس ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است، این درس شامل ۵ پودمان است و برای هر پودمان، ارزشیابی مستقل از هنرجو صورت می‌گیرد. همچنین یک نمره مستقل برای هر پودمان ثبت خواهد شد. این نمره شامل یک نمره مستمر و یک نمره شایستگی است.

ارزشیابی از پودمان‌های این درس مطابق با جداول استانداردهای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی تهیه شده توسط دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی صورت می‌گیرد.

زمانی هنرجو در این درس، قبول اعلام می‌گردد که در هر پنج پودمان درس، حداقل نمره ۱۲ را کسب نماید. در این صورت میانگین نمره‌های پنج پودمان به عنوان نمره

پایانی درس در کارنامهٔ تحصیلی هنرجو منظور خواهد شد. ارزشیابی مجدد در پودمان یا پودمان‌هایی که حداقل نمره مورد نظر در آن کسب نشده است با برنامه‌ریزی هر هنرستان، انجام می‌شود و چنانچه هنرجو به هر دلیلی تا پایان خردادماه شایستگی لازم را در یک یا چند پودمان کسب ننماید، می‌تواند تا پایان سال تحصیلی برای ارزشیابی مجدد در ارزشیابی مبتنی بر شایستگی شرکت نماید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



پودمان ۱

جوشکاری شیاری

جلسه اول

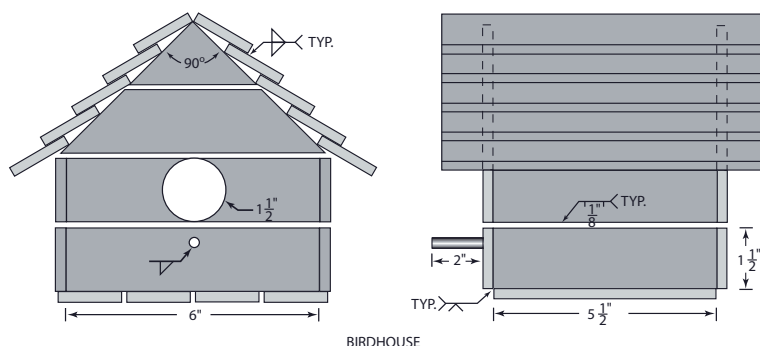
جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
اول	دانش: مقدمه جوشکاری شیاری، نقشه خوانی در جوش، انواع طرح اتصال در جوش شیاری، آماده سازی پلیت‌ها براساس نقشه مهارت: جوشکاری پلیت‌های فولادی بدون آماده سازی	عملی-نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ ساب ■ انبردست ■ چکش گل زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری

همان طور که می‌دانید، در بودمان‌های قبلی - گرده‌سازی و جوشکاری گوشه با الکتروود دستی - اصول جوشکاری، تجهیزات، جریان جوشکاری، منابع، مواد مصرفی و... ارائه شده است، بنابراین هنرجویانی که در این مقطع حضور دارند شایستگی جوشکاری با الکتروود دستی را قبلاً کسب کردند، و در این واحد یادگیری به دنبال کسب شایستگی جوشکاری شیاری با الکتروود دستی می‌باشند.

شیوه آموزش و نحوه ارائه مطالب در این کتاب بر اساس رویکردهای جدید در آموزش طراحی شده است، به عبارت دیگر برای ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در هنرجویان نیاز به فعالیت‌های چالشی در آموزش داریم، از این رو در ابتدای این واحد یادگیری نقشه زیر ارائه شده است، در این فعالیت هنرجویان باید اطلاعات مورد نظر را از روی نقشه استخراج کنند و در جدول اعمال کنند.



شکل ۱

نوع طرح اتصال	زاویه یخ	ریشه جوش	عمق آماده‌سازی

هدف از این فعالیت، یادآوری موضوعاتی که در پودمان‌های قبلی آموخته‌اند، و بیان کاربرد علائم جوشکاری در نقشه‌خوانی، مشخصات یک جوش شیاری و کاربرد آن می‌باشد. همچنین، خواندن نقشه‌های واقعی، و استخراج اطلاعات مورد نیاز برای ساخت از روی نقشه‌های واقعی می‌باشد.

سؤالی در این قسمت مطرح شده است که از لحاظ طراحی و کاربرد چه تفاوتی بین جوش شیاری و گوشه وجود دارد؟

پاسخ سؤال:

همان‌طور که می‌دانید، جوش گوشه یک جوش بسته است که عموماً نیاز به آماده‌سازی ندارد، و تنها وظیفه انتقال بار را در سازه‌ها برعهده دارد. به‌عنوان مثال سازه پل طبیعت یکی از مثال‌های بارز این نوع جوش می‌باشد.



شکل ۲- سازه پل طبیعت

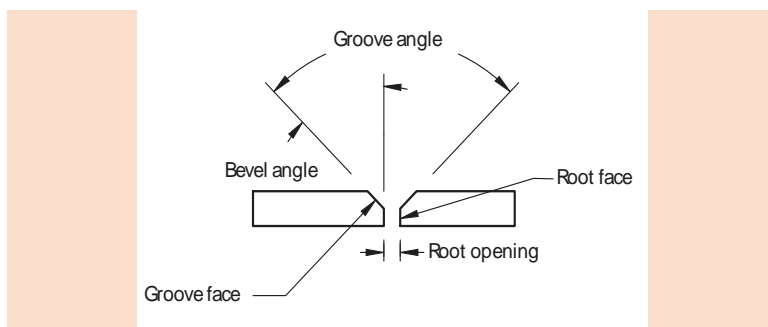
اما هدف از جوش‌های شیاری تحمل نیرو می‌باشد؛ از این رو جوش‌های شیاری همراه با آماده‌سازی می‌باشند که به‌خاطر همین همیشه جزئی از فلز پایه می‌شوند و در صورت رعایت همه موارد مربوط به طراحی و جوشکاری، از استحکام بالایی برخوردار خواهند شد.

اطلاعات مورد نیاز برای آماده‌سازی قطعه کار را چگونه می‌توان به‌دست آورد؟

همان‌طور که در بالا به این موضوع اشاره شد، که جوش‌های شیاری نیاز به آماده‌سازی دقیق دارند، این بخش را به آماده‌سازی و اطلاعات مورد نیاز برای آماده‌سازی لبه قطعات قبل از جوشکاری اختصاص داده‌ایم. از این‌رو در این بخش هنرجویان ابتدا باید با علائم مربوط به جوش‌های شیاری آشنا شوند و سپس روش آماده‌سازی قطعات را به‌صورت تئوری و علمی بیاموزند.

تمرین: شکل ۳ واژه‌های مربوط به جوش شیاری را نشان می‌دهد، با توجه به آن جدول زیر را تکمیل کنید:

هدف از طراحی این تمرین الف) یادگیری علائم مربوط جوش شیاری به‌صورت فعال، ب) یادگیری واژه‌های لاتین فنی بوده است. در این تمرین هنرجویان می‌توانند به کمک منابع اینترنتی و فرهنگ لغت‌های تخصصی ترجمه فارسی و تعریف فنی آنها را استخراج کنند.

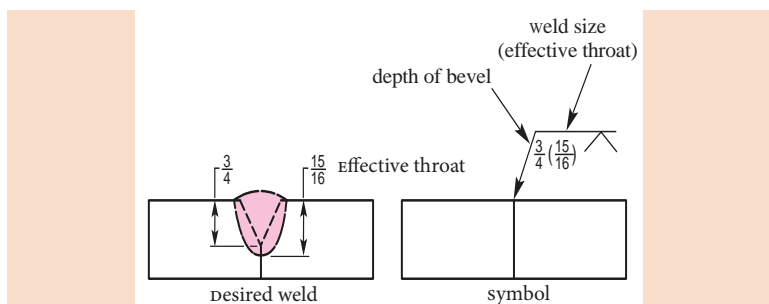


شکل ۳- واژه‌های متداول در جوشکاری شیاری

نقش	تعریف	ترجمه فارسی	واژه فنی
	شکاف یا فاصله در ریشه اتصال	ریشه جوش	Root opening
-----	زاویه کلی بین سطح شیاری یک قطعه با قطعه دیگر	زاویه شیاری	Groove angle
-----	-----	زاویه پخ	Bevel angle
-----	-----	-----	Groove face
جلوگیری از سوختن و ریزش مذاب	-----	پاشنه	Root face

اندازه آماده‌سازی و گلوبی مؤثر جوش شیاری

گلوبی مؤثر جوش به حداقل فاصله بین ریشه جوش و سطح گرده جوش می‌گویند که برای آماده‌سازی اتصال مورد نیاز است، همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، اندازه گلوبی مؤثر جوش از روی نقشه و علائم جوش تعیین می‌شود. در این شکل اندازه گلوبی جوش برابر $15/16$ می‌باشد. همچنین مقدار عمق پخ یا عمق آماده‌سازی بر روی نقشه ذکر می‌شود.



شکل ۴- اندازه گلوبی جوش و مقدار عمق در اتصال بر روی علائم جوش

توجه: در رویکردهای جدید آموزش، فعال کردن هنرجویان در کلاس و ایجاد تعامل بین هنرجو- هنرجو و هنرجویان با هنرآموز بسیار مورد توجه است، از این رو در برخی از قسمت‌های کتاب، فعالیت‌هایی طراحی شده است که باید توسط هنرجویان در کلاس انجام شود.

با توجه به نقشه زیر تعیین کنید: نوع طرح اتصال- نوع پخ- مقدار اندازه جوش جهت آماده‌سازی- زاویه پخ
در این فعالیت، هدف ما این است که هنرجو بتواند دانش کسب شده در بخش نقشه خوانی را به کار گیرد، از هنرجو خواسته شده تا نوع طرح اتصال، نوع پخ، اندازه گلوبی مؤثر جوش و زاویه پخ را تعیین کند. پیشنهاد می‌شود این فعالیت را هنرجویان به طور جداگانه انجام دهند و هنرآموز پاسخ‌ها را مورد ارزیابی قرار دهد.

پاسخ فعالیت:

طرح اتصال و نوع پخ: لب به لب، شیاری U شکل

اندازه گلوبی: $7/8$

زاویه شیاری و پخ: 30°

فعالیت کلاسی



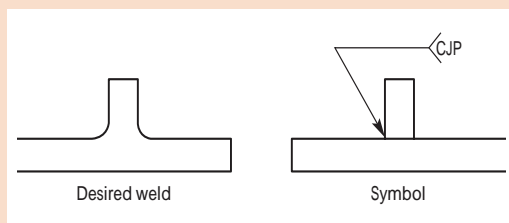
بودمان اول: جوشکاری شیاری

همچنین در این فعالیت هنرجویان باید از روی نقشه تعیین کنند که CJP به چه معنا است؟ این واژه قبلاً در کتاب توضیح داده نشده است، اما با ارائه یک فعالیت قصد داریم این واژه کاربردی در WPS های جوشکاری را به هنرجویان بیاموزیم. توجه داشته باشید، به این نوع یادگیری، یادگیری فعال گفته می شود که افراد محتوا را در دل یک فعالیت می آموزند.

فعالیت کلاسی



با توجه به نقشه زیر بگویید حروف CJP در انتهای نشانگر بیان گر چیست؟



شکل ۵- فعالیت

پاسخ فعالیت:

به طور کلی جوش های شیاری در دو نوع هستند:

Complete joint penetration" (CJP)

Partial joint penetration" (PJP)

که CJP یعنی جوش با نفوذ کامل تعریف می شود.

فعالیت کلاسی



با توجه به نقشه بالا، جدول زیر را برای آماده سازی یک جوش شیاری J شکل تکمیل کنید.

نوع طرح اتصال	زاویه یخ	ریشه جوش	عمق آماده سازی
لب به لب J شکل	۳۰ درجه	مقدار فاصله ریشه صفر	۳/۴

در فصل چهارم و پنجم کتاب ساخت مصنوعات فلزی سنگین هنرجویان شایستگی گرده‌سازی، جوشکاری قطعات به صورت لب به لب و جوشکاری گوشه را کسب کرده‌اند، لذا در این جلسه پیشنهاد می‌شود به هنرجویان کارهای کارگاهی که قبلاً انجام داده‌اند را مجدد تکرار کنند: به عنوان مثال: جوشکاری لب به لب دو پلیت فولادی. این تمرین نه تنها باعث افزایش مهارت هنرجویان در این بخش می‌شود بلکه آنها را برای جوشکاری چند شیاری چند پاسه آماده می‌کند.

اهمیت توجه به نکات ایمنی و شایستگی‌های غیرفنی

اهمیت این دو تا حدی است که در نظام آموزشی جدید در ارزشیابی نهایی از این دو اصل به عنوان شرط لازم برای کسب شایستگی در واحد یادگیری مورد نظر یاد شده است، بنابراین توجه به این اصول که نه تنها در محیط کارگاه بلکه در دنیای واقعی کار از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. در کتاب بخش کار کارگاهی نکات ایمنی و شایستگی‌های غیرفنی مربوط به هر کار، ذکر شده است، اما به دلیل اهمیت بالای این اصول لزوم دانستیم تا توضیحات بیشتری در این مورد ارائه دهیم.

شرایط ایمنی ماشین‌های جوشکاری

- ماشین‌های جوشکاری در مقایسه با سایر انواع ماشین‌های الکتریکی در شرایط نامناسب تری کار کرده و کمتر تحت نظارت یک متخصص قرار دارند.
- جوشکار نباید هرگز سعی کند که کارهای نصب یا تعمیر ماشین جوشکاری را خود به انجام رساند. بلکه باید این کار به وسیله یک تکنیسین ورزیده به عمل آید و در هر حال تعمیر ماشین باید پس از قطع کامل جریان برق صورت گیرد.
- در اغلب موارد، ماشین جوشکاری از یک محل به محل دیگری کشیده می‌شود بنابراین باید در تمام کارگاه یا محل ساختمان پریزهای مناسبی پیش‌بینی شده باشد.
- در موقع کار کردن در هوای بسته، مسئله تهویه نباید فراموش شود. مخصوصاً اگر ماشین جوشکاری با موتور دیزلی یا بنزینی کار می‌کند باید به این مسئله توجه داشت که ممکن است جمع شدن دود باعث خفگی شود.
- ترانسفورماتورهای جریان متناوب معمولاً با هوا سرد می‌شوند. ولی اگر ترانسفورماتور از نوعی باشد که با مایع خنک شود باید نوع مایع به هیچ وجه آتش‌گیر نباشد. اطراف ترانسفورماتور باید با ورق‌های فولادی به ضخامت مناسب یا وسایل دیگری پوشیده شود تا از صدمه دیدن سیم پیچی ترانسفورماتور یا برخورد کردن به قسمت‌های برقدار آن که عایق‌پوش نشده، احتراز شود.

شرایط ایمنی کابل‌ها

- وقتی که چند قطعه کابل را برای ازدیاد طول به هم وصل می‌کنند باید محل‌های اتصال، چه در مورد کابل الکتروود و چه در مورد کابل زمین به خوبی عایق پوش شود.
- در کارگاه‌های بزرگ که احتمال دارد طول آزاد کابل خیلی زیاد باشد، جوشکار باید آنها را در وضع مرتبی قرار داده و از محل‌هایی که ممکن است وجود کابل حوادثی ایجاد کند یا احتمال آسیب دیدن کابل می‌رود، دور کند. در صورت امکان باید کابل‌ها را به کمک پایه‌هایی از ارتفاعی که برای عبور و مرور اشخاص و ماشین‌ها کافی باشد، رد نماید.
- کابل جوشکاری معمولاً در شرایط بهره‌برداری سختی قرار دارد زیرا در اطراف کاری که انجام می‌پذیرد با لبه‌های تیز و بریدگی‌های پروفیل‌ها و غیره برخورد کرده و احتمال دارد که اگر دقت نشود زیر چرخ‌های وسایل نقلیه کارگاهی قرار گیرد. بنابراین علاوه بر اینکه کابل باید از جنس خوب و متناسب با شرایط کار انتخاب شود. لازم است که از آنها مراقبت لازم نیز به عمل آید.
- کابل‌های جوشکاری باید تمیز نگاهداری شده و به روغن و گریس آلوده نشود. کابل‌ها باید طوری قرار داده شود که در آب یا روغن یا در گودال‌ها و کف مخازن قرار نگیرد.
- در مکان‌هایی که مرتباً کارهای جوشکاری انجام می‌پذیرد باید یک سیم‌کشی دائم در دور تا دور آن مکان وجود داشته باشد تا به کابل‌های آزادی که در اطراف کار پراکنده می‌شود، نیازی نباشد.

شرایط ایمنی گیره الکتروود

- اگر گیره الکتروود خوب عایق پوش نشده باشد یا اگر عایق آن آسیب دیده باشد، در صورتی که جوشکار دستکش خود را در آورد یا وسایلش مرطوب باشد خطر برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود.
- گیره الکتروود اغلب ضمن جوشکاری گرم می‌شود. این مسئله اغلب از به کار بردن گیره مخصوص کارهای سبک برای جوشکاری‌های سنگین یا از اتصال ناقص کابل و گیره الکتروود ناشی می‌شود. جوشکار باید توجه داشته باشد که برای هر کار، گیره مناسبی را به کار برده و در صورت گرم شدن گیره از وسایل خنک‌کننده مناسب استفاده کند. یا با گیره دیگری کار را ادامه داده و اجازه دهد گیره اول به آرامی سرد شود. باید توجه داشت که هرگز نباید الکتروود را به منظور خنک کردن در آب فرو برد.

حفاظت در برابر برق‌گرفتگی

- جوشکاری که با وسایل الکتریکی کار می‌کند همیشه در معرض خطر برق‌گرفتگی است. باید بداند که کوچکترین بی‌احتیاطی ممکن است باعث شود که جریان الکتریسته از بدنش گذشته و باعث ناراحتی و حتی مرگ وی شود.

■ مقاومت بدن انسان عبور جریان الکتریسته متغیر بوده و در شرایط مختلف فرق می‌کند. این مقاومت اساساً به وسیله پوست بدن تأمین می‌شود. و وقتی پوست بدن مرطوب باشد این مقاومت بسیار کم می‌شود. به همین جهت در فصل گرما و جاهایی که میزان رطوبت زیاد است، موقعی که بدن انسان عرق کرده باشد آمادگی برای برق گرفتگی بیشتر است.

■ اگرچه استفاده از گیره‌های عایق پوش شده و الکترودهای روکشدار مانع عبور جریان از بدن جوشکار می‌شود، ولی در موقع عوض کردن الکتروود یا در سایر مواردی که قوس خاموش است جوشکار در معرض ولتاژ مدار باز قرار می‌گیرد. باید از ایستادن در جاهای مرطوب و تماس با قطعاتی که به مدار زمین وصل شده است دوری گزیند.

■ البته در شرایط عادی، ولتاژ جوشکاری برای جوشکار خطرناک نیست ولی به علتی مثلاً یک اختلال در کار ژنراتور یا سیم‌پیچی ترانسفورماتور و غیره ولتاژ بالا برود عبور جریان از بدن خطرناک خواهد شد.

حفاظت در مقابل اشعه قوس

■ قوس الکتریکی علاوه بر اشعه نورانی دارای اشعه مادون قرمز و ماوراءبنفش است که شدت آنها در حدود ۱۰۰۰۰ برابر شدتی است که برای چشم انسان بی‌ضرر است. قرار گرفتن چشم غیرمسلح در مقابل اشعه، به سوختن شدید چشم منجر شده و حالتی ایجاد می‌کند که شبیه پاشیده شدن ماسه در چشم بوده و ریزش آب از چشم را باعث می‌شود.

■ گرچه اشعه ماوراءبنفش برای چشم ضایعات دائمی به وجود نمی‌آورد ولی صدمات موقت ناشی از آن به اندازه کافی ناراحت کننده است. به طوری که حتی تابش کوتاه مدت نیز به ناراحتی و از کار افتادگی چشم منجر می‌شود. همچنین اشعه مادون قرمز نیز در صورت تابش طولانی مدت چشم را ناراحت می‌کند.

■ فاصله‌ای که از آن بدون ناراحت شدن چشم بتوان یک قوس الکتریکی را نگاه کرد به دقت معلوم نیست. شدت اشعه ماوراءبنفش به نسبت مجذور فاصله چشم تا قوس تغییر می‌کند ولی با اینکه هرچه فاصله بیشتر می‌شود اثر بد اشعه تقلیل می‌یابد.

■ این اشعه برای پوست مضر بوده و حالتی ایجاد می‌کند که شبیه سوختگی از آفتاب است. این حالت با اینکه در بعضی موارد بسیار ناراحت کننده است ولی دائمی نیست.

■ برای جلوگیری از اثر اشعه قوس الکتریکی باید از عینک، نقاب، دستکش و... استفاده کرد. جوشکار باید به این مسئله توجه داشته باشد که انعکاس اشعه از پشت سر نیز می‌تواند همان اثرات خود اشعه را ایجاد کند. لذا باید کلاه مخصوص به کار برده و در ضمن به رنگ کردن دیوارها و سقف محل کار خود نیز با رنگ‌های مخصوصی که اشعه قوس الکتریکی را جذب می‌کند توجه داشته باشد.

جوشکار استفاده از جداگرهای سبک را برای حفاظت سایر کارگران نباید فراموش کند و باید در کارگاه از پذیرفتن اشخاصی که مجهز به وسایل ایمنی نیستند خودداری کند. حتی بهتر است در اطراف محل کار خود با نوشتن تابلوهایی با خط خوانا، خطر را به سایرین یادآوری کند.

شرایط ایمنی مربوط به جوشکار

- نظر به اثرات سوء اشعه قوس الکتریکی، استفاده از نقاب جوشکاری برای جوشکار و کمک به او ضروری است. نقاب‌ها باید دارای شیشه‌های مناسب با قدرت قوس باشند.
- استفاده از نقاب‌هایی که دارای سوراخ بوده یا شیشه‌های آنها ترکدار باشد، برای چشم بسیار خطرناک است و باید به محض شکسته شدن شیشه نقاب یا عینک آنها را تعویض کرد.
- برای حفاظت در مقابل ذرات فلز مذاب استفاده از پیش‌بند و لباس کار و غیره ضروری است. ولی وقتی جوشکار از نردبان بالا رفته و در بالاتر از سطح زمین کار کند نباید از پیش‌بند استفاده شود.
- وقتی جوشکاری در فضای بسته انجام پذیرد باید حتماً فضای مزبور تهویه شود. در ضمن توجه شود که درجه حرارت در آنجا بالا نرود.
- وقتی که جوشکاری در جاهای بسته و کوچک که تجمع گاز و دود زیاد است، انجام می‌گیرد استفاده از ماسک‌های مخصوص و بطری‌های اکسیژن توصیه می‌شود.
- تمیز کردن جوش درزها قبل از جوشکاری و تمیز کردن جوش پس از انجام جوشکاری باید به وسیله ابزارهای مناسب و با دست دست‌کش‌دار به عمل آید. از کار کردن با دست لخت باید خودداری شود.

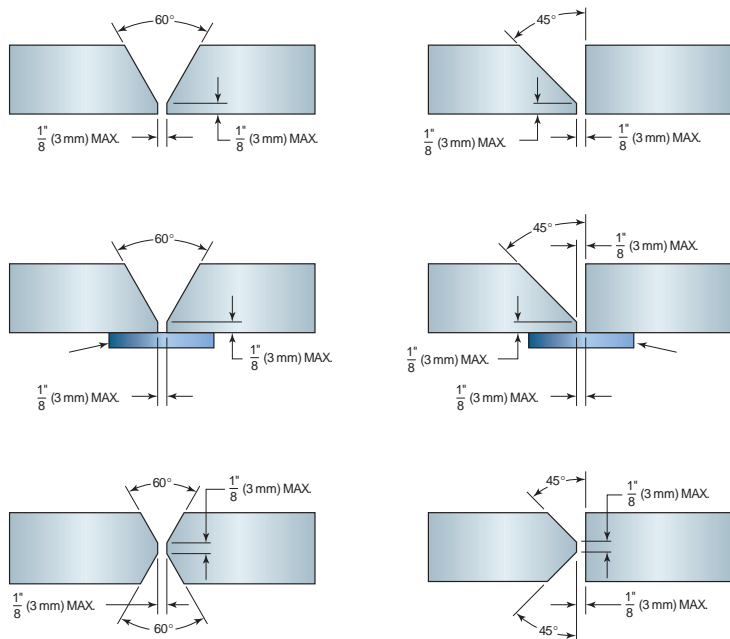
جلسه دوم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
دوم	<p>دانش: جوشکاری شیاری در چند مرحله انجام می شود، پاس ریشه و اهمیت آن، تکنیک های اعمال پاس ریشه</p> <p>مهارت: جوشکاری پاس ریشه دو پلیت فلزی</p>	عملی- نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت های فولادی ■ سوهان ■ سنگ ساب ■ انبردست ■ چکش گل زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری

همان طور که می‌دانید قطعاتی با ضخامت بالاتر از ۶ میلی‌متر را برای جوشکاری آماده‌سازی می‌کنند، در جوش‌های شیاری اتصالات استاندارد وجود دارد که بسته نوع کاربرد و الزامات طراحی از این اتصالات استفاده می‌شود: در شکل زیر برخی از این اتصالات قابل مشاهده است.



شکل ۶ - اتصالات شیاری

تفاوت بین اتصالات لب به لب مربعی (بدون آماده‌سازی) با اتصالات شیاری در این است که در اتصالات شیاری به دلیل اینکه ضخامت بالاست و نیاز است برای اتصال کامل بخشی از لبه دو قطعه برش داده شود به اصطلاح پخ‌زدن قطعات می‌گویند. این شیار ایجاد شده بین دو قطعه باید کامل پر شود، از طرفی نمی‌توان با یک الکتروود و با یک بار جوشکاری درز اتصال را کامل پر کرد، از این رو این جوش‌ها در چند مرحله تکمیل می‌شوند که مراحل به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

- ۱ پاس ریشه
- ۲ پاس داغ یا گرم
- ۳ پاس پرکننده
- ۴ پاس پوششی

در کتاب این مراحل به طور کامل توضیح داده شده است، البته روش ارائه به این شکل می باشد که هنرجویان پس از فراگیری هر مرحله و دانش مربوطه، به کارگاه بروند و دانش فراگرفته را به کار بگیرند، بنابراین پیشنهاد می شود پس از آموزش هر مرحله هنرجویان را به کارگاه ببرید، ابتدا برای یادگیری هنرجویان یک نمونه اجرا کنید و سپس به هر یک از هنرجویان اجازه دهید این تمرین را با توجه به کار کارگاهی طراحی شده در کتاب، انجام دهند.

بخش عملی

کار کارگاهی

دستورالعمل مربوط به کار کارگاهی به طور کامل در کتاب شرح داده شده است، از این رو انتظار می رود هنرجویان این دستورالعمل را ابتدا به طور کامل مطالعه نمایند، و براساس آن و راهنمایی هنرآموز محترم به ترتیب این مراحل را انجام دهند. پیشنهاد می شود ابتدا نکات ایمنی مربوط به دستگاه جوشکاری، ایمنی فردی، توجهات زیست محیطی - جمع آوری باقی مانده الکترودها و قرار دادن آنها در محفظه مخصوص جهت بازیابی مجدد- و شایستگی غیرفنی ذکر شود، و در ادامه هنرآموز محترم یک نمونه کار عملی را انجام دهد و سپس هنرجویان این تمرین را انجام دهند. در دستورالعمل مربوطه به کار عملی، جوشکاری در همه وضعیت ها پیشنهاد شده است، شما می توانید بر اساس زمان، مواد اولیه و امکاناتی که در اختیار دارید، آن را مدیریت کنید، اما چیزی که الزام دارد، کسب مهارت در جوشکاری پاس ریشه در وضعیت تخت می باشد: ضروری نیست در همه وضعیت ها این کار عملی انجام شود.

توجهات زیست محیطی

در دنیای امروز، مواد دور ریز (Waste Materials) به عنوان خطر جدی برای محیط زیست محسوب می شود، اکثر کشورهای توسعه یافته و برخی از کشورهای در حال توسعه خطر این مشکل بزرگ را حس کرده اند و برای حل این مشکل قدم برداشتند. مواد دور ریختنی دسته بندی های متفاوتی دارند، اما اگر بخواهیم این موضوع را وصل کنیم به مواد دور ریختنی در جوشکاری باید به باقی مانده الکترودها اشاره کرد. همان طور که می دانید الکترودها ترکیب های متفاوتی دارند، به عنوان مثال در الکترودهای روتاییلی جدا از ترکیب های دیگر، اکسید تیتانیوم یکی از مواد با ارزش در این الکترودها می باشد، که می توان به آن توجه بیشتری داشت. جدا از ترکیب های مفید، برخی از عناصر و ترکیب های مخرب در اکثر مواد دور ریز وجود دارد که می تواند آسیب جدی به سلامت انسان و محیط زیست بزند، به عنوان مثال مواد دور ریز الکترونیکی که به دلیل عناصر سنگینی در ترکیب شان بسیار مخرب هستند.

به شکل زیر توجه کنید:



شکل ۷ - دسته‌بندی مواد دور ریز

نکته‌ای که باید هنرجویان به آن توجه داشته باشند، دسته‌بندی مواد دور ریز است، همانند شکل بالا پلیت‌ها و الکترودها را می‌توان به‌طور جداگانه قرار داد و در مرحله بعدی برای بازیابی آنها اقدام کرد.

هنرجویان باید از اهمیت دسته‌بندی مواد دورریز و بازیابی یا به‌کارگیری مجدد آن مطلع شوند، و اطلاعاتی که شما در اختیار آنها قرار می‌دهید، اهمیت بسیاری دارد.

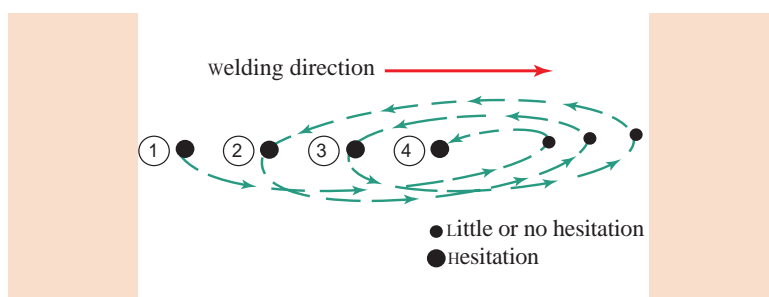
جلسه سوم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
سوم	دانش: تکنیک مرحله‌ای و پارامترهای تأثیرگذار در اندازه حوضچه جوش مهارت: جوشکاری با تکنیک مرحله‌ای	عملی-نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوسته‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری + عملی

در این جلسه کار کارگاهی «جوش ریشه باز روی پلیت فولادی با استفاده از تکنیک مرحله‌ای (Step Technique) در همه وضعیت‌ها (ایجاد جوش با نفوذ کامل)» را به هنرجویان ارائه دهید، و نکات تئوری که در کتاب توضیح داده شده است برای این کار کارگاهی را همزمان در حین کار به هنرجویان آموزش دهید. همانطور که در شکل زیر مشخص شده است، هنرجویان باید تکنیک Stepping را به این شکل انجام دهند:



شکل ۸ - تکنیک Stepping

همان‌طور که در شکل نشان داده شده است، قسمت‌هایی با دایره توپر بزرگ‌تر نشان داده شده است باید با مکث همراه باشد، و دایره‌های کوچک با مکث کم یا بدون مکث باید باشد. به این نکته توجه داشته باشید که داشتن مهارت در این تکنیک بسیار مهم است، پیشنهاد می‌شود قبل از قرارگیری هنرجویان در شرایط واقعی این تمرین، ابتدا با یک خودکار به روی کاغذ این تمرین را انجام بدهند، و دقیقاً همانند شکل بالا این کار را انجام بدهند تا به مهارت لازم برای این نوع تمرین برسند.

نکته بعدی که هنرجویان باید به آن توجه کنند، جدول زیر است: این جدول ارتباط بین آمپر، سرعت پیشروی، اندازه الکتروود، و زاویه الکتروود با اندازه حوضچه جوش را نشان می‌دهد. همانطور که از جدول مشخص است، با افزایش آمپر و اندازه الکتروود اندازه حوضچه جوش کاهش می‌یابد و بالعکس. همچنین با افزایش سرعت پیشروی، اندازه حوضچه جوش کاهش و با کاهش این سرعت اندازه حوضچه جوش افزایش می‌یابد. زاویه الکتروود هم در تغییر اندازه جوش تأثیر دارد، زاویه پشتران باعث افزایش اندازه حوضچه جوش و زاویه پیشران باعث کاهش آن می‌شود.

	Amperage	Travel Speed	Electrode Size	Electrode Angle
To decrease puddle size	Decrease	Increase	Decrease	Leading
To increase puddle size	Increase	Decrease	Increase	Trailing

اطلاعات مربوط به زاویه پشتران و پیشران در کتاب ساخت مصنوعات فلزی سنگین به‌طور کامل توضیح داده شده است.

در پایان به هنرجویان فرصت دهید این تمرین را در وضعیت تخت انجام دهند، و سپس قطعات جوشکاری شده را از لحاظ ظاهری بررسی نمایند. توجه داشته باشید در پودمان سوم، چهارم و پنجم هنرجویان روش‌های بازرسی چشمی، مایع نافذ و ذرات مغناطیسی را آموزش خواهند دید، از این‌رو نیاز نیست در این بخش به هنرجویان انواع عیوب و روش‌های بازرسی را آموزش دهید.

جلسه چهارم

جدول آموزش واحد یادگیری

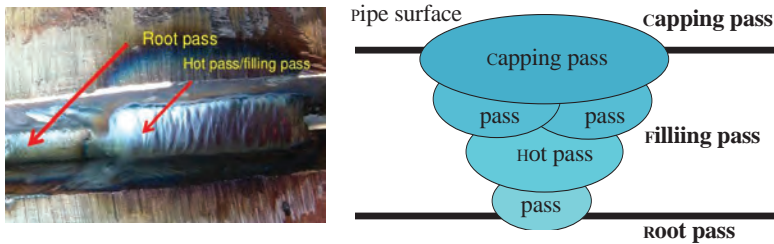
جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
چهارم	دانش: اصول و مفاهیم مربوط به پاس داغ مهارت: اجرای پاس داغ در جوش شیاری	عملی - نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری + عملی

در جوش های شیباری جوشکاری در چند مرحله صورت می پذیرد، یا به عبارت دیگر در چند پاس یک اتصال کامل می شود. این پاس ها به ترتیب؛ پاس ریشه، پاس داغ یا گرم، پاس پرکننده و پاس پوششی می باشند. در این جلسه پاس داغ موضوع مورد بحث می باشد.

نکته ای که هنرجویان باید در رابطه با این مرحله بدانند: اهمیت اجرای این پاس، شرایط و تفاوت پارامترهای جوشکاری در این مرحله با مرحله قبلی می باشد. که در کتاب این نکات بیان شده است.

همچنین محل پاس داغ و نقش آن در جوشکاری چند پاسه بسیار اهمیت دارد، که در شکل زیر محل قرارگیری این پاس نشان داده شده است.



شکل ۹

پاس داغ معمولاً به چند دلیل عمده اعمال می شود؛

۱ خارج کردن سرباره و ناخالصی های گازی حبس شده در جوش که ممکن است در طول پاس ریشه ایجاد شده باشد.

۲ کنترل دما برای اعمال پاس های بعدی و جلوگیری از سریع سرد شدن قطعات. کار عملی طراحی شده به همان شکل برگزار می شود، نکته ای که باید به آن توجه کنیم؛ پس از اتمام جوشکاری هنرجویان باید قطعات جوشکاری شده را در هر مرحله از لحاظ عیوب ظاهری جوش بازرسی نمایند و در صورت وجود عیب آن را برطرف نمایند، همچنین تمیزکاری هر پاس قبل از اجرای پاس بعدی برای تولید یک قطعه با کیفیت مطلوب بسیار مهم است.

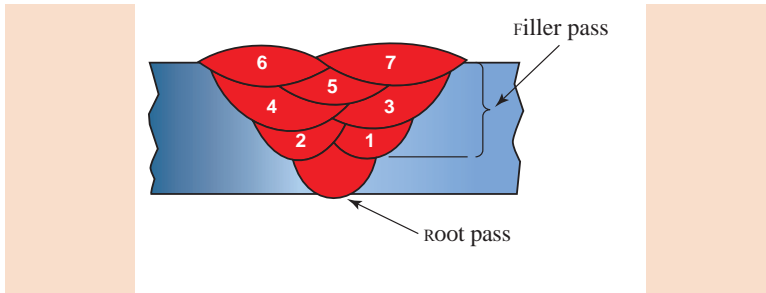
جلسه پنجم – ششم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
پنجم و ششم	دانش: اصول و مفاهیم مربوط به پاس پرکننده و پوششی، روش اعمال پاس پرکننده و پوششی مهارت: اجرای پاس پرکننده و پوششی	عملی- نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری و عملی

همانطور که می‌دانید برای تکمیل یک اتصال از چند پاس پرکننده بسته به حجم شیار و ضخامت قطعه کار استفاده می‌شود. شکل زیر تعداد و ترتیب پاس‌کننده را در یک اتصال نشان می‌دهد:



شکل ۱۰ - پاس‌های پرکننده

نکته‌ای که بسیار اهمیت دارد، ترتیب و محل اعمال پاس پرکننده می‌باشد، که برای ایجاد یک اتصال کامل مؤثر است.

جلسه هفتم و ارزشیابی نهایی

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
هفتم	دانش مهارت: جوشکاری شیاری دو پلیت فولادی با طرح اتصال ۷ شکل - نفوذ کامل	عملی	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

ارزشیابی نهایی

به طور کلی دو نوع ارزشیابی مستمر و پایانی در جوشکاری لوله و بازرسی کیفی مدنظر ما است، که ارزشیابی مستمر براساس فعالیت‌های طراحی شده داخل کتاب درسی صورت می‌گیرد و ارزشیابی پایانی براساس کار عملی که در انتهای هر فصل در نظر می‌گیرند، انجام می‌شود. توجه داشته باشید، هر واحد یادگیری نمره مستمر و پایانی مختص خود را دارد. هر پودمان حداقل یک واحد یادگیری و حداکثر دو واحد یادگیری دارد، اگر پودمانی دو واحد یادگیری داشته باشد، نمره این دو واحد یادگیری میانگین گرفته می‌شود و براساس آن نمره پودمان تعیین می‌شود. توجه داشته باشید، در صورتی که شرایط مربوط به هر واحد یادگیری احراز شود نمرات میانگین گرفته می‌شود.

شرح کار: جوشکاری شیاری دو پلیت با ضخامت ۱۰ mm طول ۱۵۲ mm با الکترودهای E۶۰۱۰، E۶۰۱۳ و E۷۰۱۸			
استاندارد عملکرد: جوشکاری شیاری دو قطعه در وضعیت‌های مختلف با به کارگیری ابزار و تجهیزات جوشکاری الکتروود دستی براساس استاندارد			
شاخص‌ها: آماده‌سازی لبه قطعات بر اساس نقشه (تعیین نوع اتصال، زاویه پخ، و عمق نفوذ)، تعیین آمپر با توجه به نوع الکتروود، نفوذ کامل، جوش شیاری بدون عیب (بدون سوختگی کناره جوش، عدم وجود عیب ذوب ناقص، عدم وجود عیب نفوذ ناقص، عدم وجود ناخالصی سرباره در جوش)			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: خال جوش زدن و تنظیم فاصله بین قطعات، انتخاب قطبیت و آمپر بر اساس نوع الکتروود، انتخاب الکتروود (E۶۰۱۰، E۷۰۱۸، E۶۰۱۳)، ایجاد قوس و حفظ طول قوس، جوشکاری پاس ریشه، جوشکاری پاس‌های پرکننده، جوشکاری پاس پوششی، دستگاه جوش همراه با تجهیزات کامل، الکترودها، قطعه کار، وسایل ایمنی شرایط: کارگاه استاندارد با تجهیزات ایمنی، دستگاه جوشکاری یا قوس الکتریکی (موتور ژنراتور، ریکتیپایر) کابل‌ها، انبر الکتروودگیر، سنگ سمباده، سوهان، برس سیمی، چکش، چکش گلزنی، لوازم حفاظت فردی، الکتروود، قطعه کار ابزار و تجهیزات: دستگاه جوش همراه با تجهیزات کامل، الکترودها، قطعه کار، وسایل ایمنی			
معیار شایستگی			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی دستگاه	۱	
۲	آماده‌سازی قطعه کار	۲	
۳	جوشکاری	۲	
۴	تمیزکاری	۱	
۵			
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: با استفاده از لوازم ایمنی کار و لحاظ نمودن نکات زیست محیطی، با ارائه راه‌حل‌های ساده، جوشکاری شیاری را انجام دهد.		۲
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

قبل از اینکه ارزشیابی نهایی مربوط به واحد یادگیری جوشکاری شیاری با الکترو دستی را شرح دهیم، به واژه‌هایی که در جدول ارزشیابی آمده است می‌پردازیم؛

شرح کار: در این قسمت نوع تمرین عملی برای ارزیابی شایستگی هنرجویان در واحد یادگیری مربوطه مشخص شده است. به عبارت دیگر هنرجویان برای ارزیابی هنرجویان باید از این تمرین یا مشابه این تمرین استفاده نمایند.

استاندارد عملکرد: استاندارد عملکرد سطح و شرایط شایستگی موردنظر را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، این استاندارد تعیین می‌کند که هنرجو به چه سطحی از شایستگی در این واحد یادگیری باید برسد.

شاخص: تعیین‌کننده سطح و معیار

مرحله کار: این واژه را با یک مثال شرح می‌دهیم، در کار جوشکاری سه مرحله وجود دارد که شامل آماده‌سازی قطعه، جوشکاری و کنترل نهایی؛ هر یک از واحدهای یادگیری که به‌عنوان یک کار در نظر گرفته می‌شوند ممکن است حداقل سه مرحله یا حداکثر شش مرحله کاری داشته باشند.

حداقل نمره قبولی: حداقل نمره‌ای (از سه نمره) که هنرجو باید برای آن در هر مرحله کاری کسب کند.

نمره: نمره‌ای که توسط هنرآموز براساس مقدار صلاحیت و شایستگی هنرجو در مرحله برای آن در نظر می‌گیرد.

ایمنی و بهداشت، شایستگی غیرفنی و توجهات زیست‌محیطی: این قسمت از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. هر چند در نمره واحد یادگیری تأثیری نمی‌گذارد، اما شرط لازم برای ارزشیابی پایانی این نمره می‌باشد. هنرجو باید حداقل نمره ۲ را کسب کند در غیر این صورت مجدداً ارزشیابی صورت می‌گیرد.

میانگین مراحل: نمره این قسمت نباید کمتر از ۲ باشد، در صورتی که نمره میانگین مراحل کمتر از ۲ باشد، هنرجو شایسته نیست و ارزشیابی باید مجدداً انجام شود.

نمره شایستگی از ۳: نمره شایستگی نمره پایانی مربوط به هر واحد یادگیری است. این نمره از ۳ نمره در نظر گرفته می‌شود و بدون نمره مستمر می‌باشد.

نمره مستمر از ۵: نمره مستمر براساس فعالیت‌های طراحی شده در کتاب و کارهای عملی که در هر مرحله برای هنرجویان در نظر گرفته شده است، ارزیابی می‌شود.

نمره واحد یادگیری از ۲۰: مجموع نمره مستمر از ۵ نمره و نمره واحد شایستگی از نمره می‌باشد. البته نمره شایستگی در یک ضریب ۵ ضرب می‌شود.

پودمان ۲

جوشکاری لوله

جلسه اول

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
اول	دانش: مقدمه‌ای در رابطه با لوله و کاربرد آن، تفاوت بین پایپ و تیوب، روش‌های آماده‌سازی لوله مهارت: جوشکاری پلیت‌های فولادی بدون آماده‌سازی	عملی- نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت‌برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

بخش تئوری

در اولین جلسه پیشنهاد می‌شود: مروری بر تعاریف اولیه و آشنایی با مفاهیم جدید

تعریف لوله

لوله استوانه‌ای توخالی است که معمولاً برای جابه‌جایی سیالات و یا در ساخت سازه‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱

مواردی مانند روش‌های تولید لوله، نامگذاری آنها، اندازه اسمی و رده لوله که در فصل دوم کتاب ساخت مصنوعات فلزی سنگین آمده نیز در صورت صلاحدید مرور شود تا هنرجویان قبل از ورود به بحث جوشکاری مفاهیم اولیه را کاملاً درک کرده باشند.

آشنایی با مفهوم لوله‌کشی

لوله‌کشی در فرایندهای صنعتی، صنایع دریایی، انتقال مواد و مصارف شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پروسه‌های صنعتی از لوله‌کشی برای انتقال آب، بخار، هوا و مواد شیمیایی بین مخازن و اجزای مختلف استفاده می‌شود. همچنین از شبکه‌های لوله برای جمع‌آوری فاضلاب، پسماندهای صنعتی و در مصارف ساختمانی برای انتقال آب آشامیدنی و در مصارف دریایی نیز دارای اهمیت به‌سزایی هستند. در کارخانه‌هایی که برای تأمین و راه‌اندازی یک فرایند شیمیایی خاص باشد، به آن واحد فرایندی می‌گویند. از لوله‌کشی فرایندی جهت انتقال سیالات بین واحدهای ذخیره و واحدهای فرایندی استفاده می‌گردد. در لوله‌کشی انتقالی از لوله‌های با قطر زیاد در انتقال سیالات و گازها در فواصل طولانی استفاده می‌شود. لوله‌کشی عمرانی جهت توزیع امکانات شهری و فاضلاب و پس‌ماندهای صنعتی به‌کار برده می‌شود. لوله‌کشی ساختمانی یا تجاری شامل لوله‌کشی انجام شده در ساختمان تجاری و

مدارس و بیمارستان‌ها به منظور توزیع آب و گاز می‌باشد. طراحی و ساخت یک کارگاه صنعتی فرایند پیچیده‌ای است که در آن اطلاع از محل مورد نظر، فرایند و میزان تولید و معیار و استاندارد طراحی جهت تامین نیاز مورد نظر باید لحاظ شود. لوله‌ها توسط قطر خارجی و ضخامت دیواره مشخص می‌شوند که جنس آنها از فولاد و مس و... می‌باشد. کاربرد آن در مبدل‌های حرارتی و ماشین‌آلات و ... می‌باشد. لوله‌ها در طول ۶ تا ۱۲ متر تولید می‌شوند و انتهای آن صاف و پخدار و روزه دار می‌باشد. لوله‌ها در ضخامت‌های مختلفی توسط مؤسسات استاندارد آمریکا (ANSI)، انجمن مهندسی مکانیک آمریکا (ASME)، انجمن مواد آمریکا (ASTM) و نفت آمریکا (API) ساخته می‌شوند که استانداردهای (ASTM) و (API) مهم‌ترین آنها می‌باشند. جنس‌های مختلف در شرایط مختلف استفاده می‌شوند. لوله‌های جدید شده در سرویس بخار و آب و گاز استفاده می‌شود. لوله‌های چدنی در خطوط فاضلاب به کار می‌روند. لوله‌های پلاستیکی برای مواد خورنده و ترکیبات شیمیایی استفاده می‌شود و لوله‌های شیشه‌ای در آزمایشگاه کاربرد دارند. برای اتصال لوله‌های فولادی روش‌هایی از قبیل جوش لب به لب، جوش سوکتی، اتصال پیچی، فلنج پیچدار و کوبلینگ پیچ دار وجود دارد. اتصالات جوشی و پیچی برای اتصال لوله‌های بزرگ می‌باشد که با اقتصادی‌ترین روش است. برای انتقال مواد اشتعال‌زا و رادیواکتیو از جوش سوکتی استفاده می‌شود. فلنج پیچدار در مخازن و شیرها کاربرد دارند.

تعریف سازه‌های لوله‌ای (Pipe Structural)

در این بخش از لوله به‌عنوان عضوی از یک سازه برای تحمل نیروهای برشی، خمشی و پیچشی استفاده می‌شود.



شکل ۲

تعریف خط لوله: (Pipe line)

خط لوله انتقال به مجموع لوله‌هایی که وظیفه رساندن سیالات (نفت یا گاز) را از نقطه‌ای به نقطه دیگر دارند، خطوط انتقال گویند. انتقال نفت به کمک لوله، یکی از مراحل استخراج نفت می‌باشد. این لوله‌ها نفت و گاز را به واحد بهره‌برداری، تقطیر، پالایشگاه و یا پایانه جهت صدور منتقل می‌کند.
خطوط لوله سه وظیفه مهم دارند:

- ۱ به منظور جمع‌آوری نفت از چاه‌های نفت
- ۲ حمل مواد هیدروکربنی خام یا فراورده در لوله‌های با قطر بالا
- ۳ توزیع فراورده‌ها در لوله‌های با قطر پایین و رساندن محصولات به دست مصرف‌کننده.



شکل ۳

تعریف سیستم لوله‌کشی (Piping System)

به سیستم‌های لوله‌کشی پالایشگاه‌ها و plantها، piping گفته می‌شود. یک سیستم پایپینگ متشکل از لوله‌ها (pipe) و کامپوننت‌ها (component) و فیتینگ‌ها (fitting) و تجهیزات (equipment) و... می‌باشد.



شکل ۴

فیتینگ یا اتصالات لوله (pipe fittings)، قطعاتی هستند که به انتهای لوله متصل می‌شوند و در سیستم پایپینگ ایجاد انعطاف‌پذیری می‌کنند. اتصالات معمولاً برای تغییر جهت جریان، توزیع، افزایش یا کاهش ظرفیت جریان و اتصال به کار می‌روند. اتصالات متداول لوله عبارت‌اند از:



شکل ۵

- زانویی (elbow)
- خم (bend)
- برگردان (return)
- سه
- چهار
- کاهنده (reducer)
- درپوش (end cap)
- پلاگ (plug)
- یونین (union)
- کوپلینگ (coupling)
- اولت (o'let)

تعریف لوله کشی ساختمانی (Plumbing)

به سیستم‌های لوله‌کشی تأسیسات و ساختمان، plumbing گفته می‌شود.



شکل ۶

تفاوت Tube و Pipe

Tube و Pipe از بعضی جهات یکی هستند، ولی مشخصات و کاربردهای مختلفی دارند. فقط گاهی اوقات می‌توان آنها را به جای هم به کار برد.

■ مشخصات و اندازه لوله‌هایی به قطر ۱۲ اینچ و کوچک‌تر با قطر داخلی و برای لوله‌هایی به قطر بزرگ‌تر از ۱۲ اینچ یا خارجی بیان می‌شود، ولی اندازه تیوب فقط با قطر خارجی نشان داده می‌شود.

■ ضخامت لوله به وسیله Schedule یا دامنه فشار تعیین می‌شود، ولی در تیوب ضخامت به اینچ نشان داده می‌شود.

■ استحکام یک لوله با Schedule مشخص می‌گردد که از ۱۰ تا ۱۸۰ موجود می‌باشد (۴۰ استحکام استاندارد در لوله می‌باشد). ولی استحکام تیوب میزان مقاومت آن به فشار، خمش و پیچش است. تیوب‌ها به صورت صلب و قابل انعطاف نیز موجودند.

■ اغلب لوله‌هایی که به سیستمی جوشکاری می‌شوند، برای انتقال مایعات یا گاز از یک نقطه به نقاط دیگر است ولی تیوب‌ها را بجای بعضی از اشکال استاندارد ساختمانی مانند تیر I شکل، قوطی‌ها و نبشی ساختمان نیز به کار می‌برند.

■ سطح مقطع تیوب می‌تواند گرد یا هر شکل دیگری باشد اما سطح مقطع لوله باید گرد باشد.

- به طور کلی تیوب‌ها بدون درز ساخته می‌شوند در صورتی که لوله هم درزدار و هم بدون درز تولید می‌شود.
- تیوب ممکن است به اندازه دلخواه برای سفارش‌دهنده ساخته شود در حالی که ابعاد لوله مطابق استاندارد است.
- اصولاً اندازه کمتر از یک چهارم اینچ را در هر حالتی تیوب می‌نامند.

آماده‌سازی و مونتاژ (Fit-up) لوله

یکی از مهم‌ترین مراحل قبل از جوشکاری، مونتاژ صحیح آنها می‌باشد. معمولاً برای مونتاژ و جوشکاری لوله‌ها از استانداردهای مختلفی استفاده می‌کنند که یکی از پرکاربردترین آنها استاندارد API بخش ۱۱۰۴ می‌باشد که به برخی از موارد آن در مورد مونتاژ لوله در زیر اشاره شده است. برای جفت کردن لوله‌های تا قطر ۱۶ اینچ می‌توان از گیره یا بست‌های داخلی و خارجی استفاده نمود و برای قطرهای ۱۶ اینچ و بیشتر بایستی از گیره یا بست‌های داخلی استفاده شود.

در مواردی که استفاده گیره داخلی امکان‌پذیر نباشد با تأیید مهندس یا نماینده او از گیره خارجی می‌توان استفاده کرد.

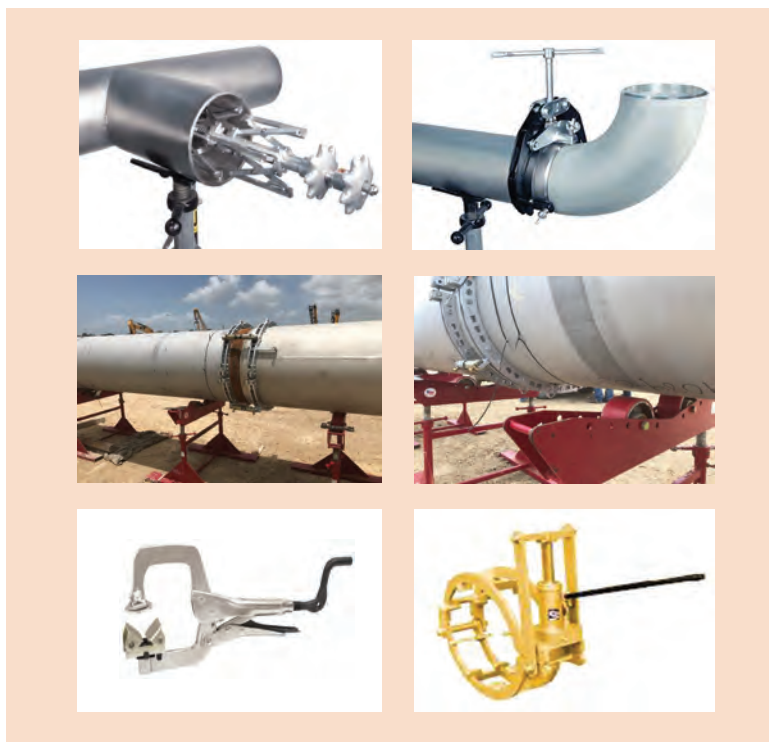
گیره‌های داخلی را پس از تکمیل ۱۰۰٪ پاس اول و گیره‌های خارجی را پس از ۷۰٪ پاس اول می‌توان برداشت.

این میزان جوش باید به طور مساوی در محیط لوله در ربع‌های روبه‌رو تقسیم شده باشد. گیره‌های میزان‌کننده داخلی یا خارجی به طریقی مورد استفاده باید قرار گیرند که انحراف را به حداقل برسانند. در صورتی که برای از بین بردن انحراف، عملیات چکش کاری لازم باشد بایستی از چکش برنجی استفاده شده به طوری که موجب فرورفتگی یا خراش در سطح لوله نشود.

لوله‌ها باید به طریقی قرار داده شوند که انتهای جوش‌های طولی آنها با یکدیگر هم راستا نبوده و حداقل فاصله‌ای معادل ۱۰ برابر ضخامت جداره لوله نسبت به یکدیگر خارج از راستا باشند. جوش‌های طولی بایستی در بالای لوله و بین حالت ساعت‌های ۱۰ و ۲ قرار گیرند.

هرگاه ضخامت دو لوله ای که به یکدیگر جوش می‌شوند متفاوت باشد فاصله بین جوش‌های طولی دو لوله بایستی حداقل ده (۱۰) برابر ضخامت لوله ضخیم‌تر باشد. برای تسهیل و ایمنی جوشکاری، لوله‌ها بایستی در ارتفاع مناسبی از زمین بر روی پایه‌هایی با تعداد و طول مناسب قرار گیرند. چنان چه استقرار لوله روی کانال الزامی باشد طول پایه‌ها باید چنان باشد که از ریزش کانال جلوگیری نماید این پایه‌ها باید دارای بالشتک نرم باشند تا از هر گونه صدمه بر عایق لوله جلوگیری نمایند.

تنظیم درز محل جوش لوله‌ها قبل از جوشکاری باید به طریقی باشد که از آسیب به سر لوله‌ها جلوگیری به عمل آید. کلیه لوله‌ها قبل از جفت شدن برای جوشکاری می بایست سنبه زده شده تا داخل آنها از خاک و اجسام خارجی دیگر تمیز شود. در تصاویر زیر برخی از تجهیزات کمکی در مونتاژ لوله‌ها نشان داده شده است.



شکل ۷

بخش عملی

پیشنهاد می‌شود در جلسه اول یکی از تمرین‌های مربوط به جوشکاری شیاری (پومان قبلی) را مجدد تمرین کنند، این کار باعث افزایش مهارت هنرجویان می‌شود. همچنین کسب مهارت در آماده‌سازی لبه‌های اتصال در لوله از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، از این‌رو، تمرینی برای یادگیری این مهارت نیز طراحی کنید تا با آن سطح از شایستگی مورد نیاز در آماده‌سازی لوله برسند.

جلسه اول و دوم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
اول و دوم	دانش: پاس ریشه، پاس داغ، پاس پرکننده و پاس پوششی، جوشکاری در وضعیت ۱G مهارت: جوش پوششی در وضعیت ۱G	عملی - نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوستره‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E۶۰۱۳ ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

تئوری

بر اساس استاندارد، کلیه جوشکاران بایستی در آزمایش جوشکاری بر اساس استاندارد (API - ۱۱۰۴) مورد ارزیابی قرار گرفته و پس از تأیید و صدور کارت و مجوز جوشکاری در اجرای پروژه به کار گرفته شوند.

برای علامت‌گذاری جوش‌ها بایستی گچ مخصوص در اختیار جوشکاران قرار داده شود. هر جوشکار باید شماره ای را که توسط بازرس از طریق مهندس یا نماینده او در زمان آزمایش برای او تعیین شده را با گچ مخصوص مجاور قسمتی از جوش که به وسیله خود او انجام شده در ربع بالای لوله یادداشت کند. استفاده از سمبدهای فولادی مجاز نمی باشد.

اگر جوشکاری به هر دلیل کار را ترک کند شماره او نبایستی توسط جوشکار دیگری مورد استفاده قرار گیرد. اگر جوشکاری به هر دلیل بیشتر از مدت شش ماه جوشکاری ننموده و مایل به بازگشت به سر کار خود باشد لازم است مجدداً در آزمایش شرکت نماید و در صورت قبول شماره جدیدی به او داده خواهد شد.

روش جوشکاری

هنرجویان باید به این درک برسند که علاوه بر روش‌ها و تکنیک‌های ارائه شده در کتاب، باید با توجه به هر کدام از قسمت‌هایی که در صنعت وجود دارد، استاندارد مربوط به آن بخش نیز رعایت شود.

به‌طور مثال در زیر به بخشی از استاندارد API ۱۱۰۴ در مورد جوشکاری اشاره شده است. در صورتی که در زمان جوشکاری دمای محیط کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد باشد، بایستی ۵ سانتی‌متر از هر دو سر لوله و یا اتصالاتی که باید جوش داده شوند با وسیله مناسبی حرارت داده شده به طوری که دمای آن قسمت از لوله به قرار ذیل باشد:

الف) لوله با ضخامت جداره تا ۲۷۵/۰ اینچ ۵۰ درجه سلسیوس
ب) لوله با ضخامت جداره بیشتر از ۲۷۵/۰ اینچ ۱۰۰ درجه سلسیوس

پاس اول

جوشکاری پاس اول لوله‌ها معمولاً در حالت عمودی سر بالا انجام می‌گیرد زیرا در این روش اولاً کنترل ناحیه مذاب برای جوشکاری راحت‌تر و ساده‌تر از حالت عمودی سرازیر بوده، ثانیاً به دلیل کندبودن سرعت جوشکاری نفوذ جوش به مراتب بیشتر و یکنواخت‌تر از روش دیگر خواهد بود.

اگر قطر اسمی لوله بیش از ۱۰ اینچ (۲۵۰ میلی‌متر) باشد پاس اول بایستی توسط دو جوشکار و یا بیشتر متناسب با قطر لوله طبق روش تأیید شده صورت گیرد.

موقعیت جوشکاران و دستگاه‌های جوشکاری باید به طریقی باشد که تا سر حد امکان از ایجاد تنش‌های حرارتی جلوگیری نماید. پاس اول باید کاملاً با دستگاه سنگ تمیز شده و سرباره آن برداشته شود بدون این که از ضخامت پاس اول کم شود، به جز در نقاطی که الکترودها عوض می‌شوند که در آن صورت باید سنگ زده شوند.

پاس دوم

پاس دوم مستقیماً بعد از تکمیل پاس اول تحت همان شرایط بر طبق روش اجرا خواهد شد. بایستی تا سر حد امکان کوشش شود که پاس دوم حداکثر تا پنج دقیقه پس از تکمیل پاس اول انجام گیرد. در غیر این صورت ممکن است به تشخیص ناظر بریدن و جوشکاری مجدد لوله الزامی گردد. آنچه در این مرحله حائز اهمیت است ترتیب قرار گرفتن گرده‌های جوش در روی هم و محل اتصال ۲ الکترودها به یکدیگر است.

پاس‌های پرکننده و کپ (FILLING PASS AND CAP)

کلیه پاس‌های جوش تکمیل شده بایستی کاملاً با سطح پخ لوله ممزوج شده و قبل از این که پاس نهایی اجرا شود بایستی اطراف جوش کاملاً تمیز گردد. کپ یا گرده جوش بایستی از نظر شکل محدب بوده و در هیچ نقطه‌ای نباید پائین تر از سطح لوله باشد. عرض پاس نهایی باید چنان باشد که حداقل یک میلی‌متر پهن تر از پخ موجود در هر طرف جوش بوده و ارتفاع آن نباید بیش از ۱/۵ میلی‌متر بالاتر از سطح لوله مجاور باشد.

ماشین‌های جوشکاری باید با شدت جریانی که در روش جوشکاری مشخص شده به کار گرفته شود.

پس از اجرای هر پاس، محل جوش باید کاملاً از سرباره پاک گردد و در صورت لزوم گرده جوش‌ها سنگ زده شوند. سنگ زدن گرده جوش پاس نهایی به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

در خاتمه هر روز کاری، کلیه جوش‌های همان روز بایستی کاملاً تکمیل شده باشند در خاتمه هر روز کار کلیه سر لوله‌ها باید به طریقی مطمئن با در پوش مناسبی بسته شوند که از ورود خاک، زباله، حیوانات، آب و دیگر اجسام خارجی جلوگیری کند. این پوشش تا زمان شروع مجدد کار نبایستی برداشته شود. درپوش‌های موقت فوق نبایستی به لوله جوش داده شوند.

وجود یک جوش محیطی در محدوده ۱۵ میلی‌متری یک تکیه‌گاه مجاز نمی‌باشد. حداقل فاصله دو جوش محیطی یک برابر ترجیحاً یک و نیم برابر قطر لوله و برای قطرهای ۴ اینچ و کمتر حداقل فاصله دو جوش محیطی ۱۵ سانتی‌متر باشد.

جوشکاری فلنج‌ها و اتصالات

در موقع جوش دادن فلنج به لوله باید دقت کافی به عمل آید که صفحه فلنج عمود بر محور لوله باشد.

باید دقت گردد که سوراخ‌های فلنج با وسیله متصل شونده به فلنج در یک راستا قرار داشته باشند.

تبدیل‌ها، سه راهی‌ها و زانوهای استاندارد که ابعاد آنها متناسب با ابعاد لوله‌ها می‌باشد و دارای پخ لازم هستند بایستی طبق نقشه به‌طور لب به لب به لوله‌ها جوش داده شود. کیفیت جوشکاری این اتصالات مشابه جوشکاری خطوط لوله اصلی می‌باشد. رعایت نکات زیر می‌تواند در ایجاد یک گرده جوش مناسب به ما کمک کند

■ چنانچه گرده پهن و عریض مورد نظر باشد بایستی سرعت جوشکاری متوسط بوده و با نوسان دادن الکتروود به فلز مذاب جوش، فرصت داد تا به‌طور کامل درز مورد نظر را پر کرده و گرده جوش یکنواختی را به‌وجود آورد.

■ چنانچه گرده جوش کم عرض و باریک مورد نظر باشد بایستی سرعت جوشکاری را افزایش داد و با دادن حرکت‌های حلقوی (معمولاً بیضی شکل) به الکتروود گرده جوش مورد نظر را به‌وجود آورد.

■ به منظور ایجاد یک گرده جوش کاملاً بی نقص به ویژه در پاس‌های نهایی بایستی در حرکت‌های نوسانی الکتروود هنگام تغییر جهت نوسانی در حاشیه درزها مکث کوتاهی به الکتروود داده شود تا بدین وسیله فلز جوش در لبه‌های درز فرو رفته و نیز از بریدگی کنار و فرورفتگی نقاط بلافاصله جلوگیری گردد. برای دستیابی به گرده جوش‌های یکنواخت و بی نقص صرف نظر از کلیه پارامترهای اشاره شده بایستی به نکات زیر توجه شود:

■ آماده نمودن لبه‌های جوش

■ تمیزی سطوح اتصال

■ ایجاد فاصله مناسب بین لبه‌ها

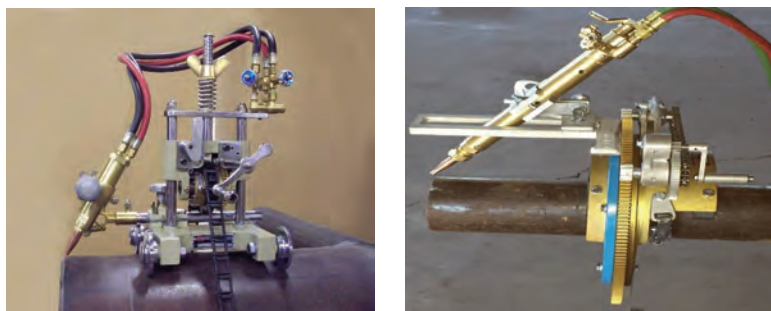
■ نحوه نگهداری لوله‌های جوش دادنی به‌طور صحیح

■ خال جوش زدن لوله‌ها به یکدیگر به مقدار کافی با توجه به قطر لوله‌ها

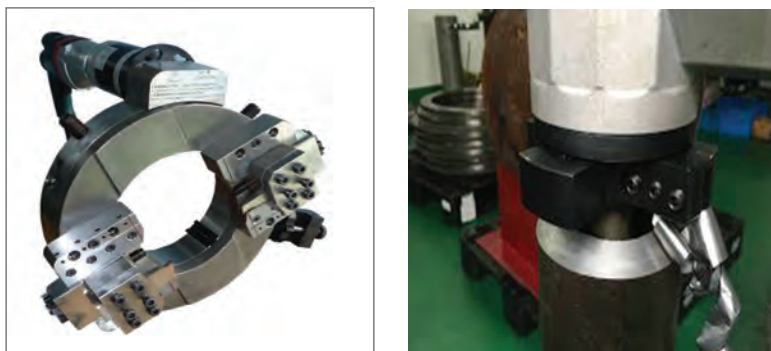
در مورد فاصله مناسب با توجه به قطر و ضخامت لوله و نوع پخ‌های انتخاب شده بایستی به جدول استاندارد مراجعه نمود و برای در امتداد هم قراردادن لوله‌ها و ایجاد فاصله مناسب بایستی حداقل تعداد ۴ خال جوش در فواصل ۹۰ درجه از پیرامون لوله و دقیقاً نظیر جوش پاس ریشه ای ایجاد شود.

برشکاری لوله

در برشکاری لوله‌ها می‌توان با توجه به سایز و ضخامت لوله و همچنین رعایت استانداردها با توجه به بخش‌های مختلف، از همان روش‌های ذکر شده قبلی و با استفاده از برخی ابزارهای کمکی استفاده نمود.



شکل ۸- دستگاه برشکاری و پخ‌زنی حرارتی



شکل ۹- دستگاه برشکاری و پخ‌زنی مکانیکی

عملی

پیشنهاد می‌شود کار عملی جوش پوششی در وضعیت ۱G را برای این جلسه در نظر بگیرید، برای مدیریت منابع، هنرجویان می‌توانند این تمرین را در گروه‌های سه نفره انجام دهند. دستور کار مربوط به این کار عملی به‌طور کامل در کتاب شرح داده شده است.

جلسه سوم، چهارم، پنجم و ششم

جدول آموزش واحد یادگیری

جلسه	موضوع جلسه	نوع آموزش	ساعت آموزش	مکان آموزش	منابع و تجهیزات	توضیحات
سوم و چهارم و پنجم و ششم	دانش: روش جوشکاری در وضعیت ΔG مهارت: جوش پوششی در وضعیت ΔG و ساخت خانه پرنده	عملی - نظری	۸	کارگاه	<ul style="list-style-type: none"> ■ کلاس استاندارد ■ ویدئو پروژکتور ■ تخته وایت برد ■ پوسته‌های ایمنی در جوشکاری ■ نمونه‌های جوشکاری شده بدون عیب ■ راهنمای استفاده از دستگاه‌ها ■ کارگاه جوشکاری به سیستم تهویه مناسب ■ کابین جوشکاری ■ دستگاه جوشکاری ■ دستگاه برش گاز ماشینی و دستی ■ دستگاه سنگ‌زنی ■ الکترودهای جوشکاری E6013 ■ پلیت‌های فولادی ■ سوهان ■ سنگ‌ساب ■ انبردست ■ چکش گل‌زن ■ چکش ■ سندان ■ روپوش چرمی ■ دستکش چرمی ■ ماسک و کلاه جوشکاری استاندارد 	

در ادامه پودمان جوشکاری لوله کارهای عملی در قالب یک پروژه - پروژه ساخت خانه پرنده - طراحی شده است. که انتظار می‌رود مراحل ساخت این پروژه با توجه امکانات و شرایط کارگاه توسط هنرآموز محترم مدیریت شود. این پروژه به شکلی طراحی شده است که هنرجو در پایان، مهارت‌های مورد نیاز برای جوشکاری لوله را کسب کند.

پیشنهاد می‌شود هنرجویان این پروژه را به صورت گروهی انجام دهند تا نه تنها باعث صرفه جویی منابع شود، بلکه منجر به یادگیری بهتر شود. قابل ذکر است که شایستگی‌های غیز فنی جدا از مهارت فنی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. کار تیمی یکی از شایستگی غیر فنی است که هنرجویان با انجام پروژه‌های تیمی این شایستگی را کسب خواهند کرد.

پودمان ۳

بازرسی چشمی

نکته‌های مهم قابل توجه هنر آموز گرامی

- سعی کنید نسبت به تأمین تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در بخش بازرسی چشمی قبل از شروع کلاس‌ها اقدام نمایید، چون برخی از وسایل یا مواد مصرفی کمیاب می‌باشند. تا تجهیزات و سایر نیازها قبل از شروع کلاس‌ها تأمین شده باشد.
- چنانچه مواد مصرفی به دلایلی کم بود، هنرجویان را گروه‌بندی نمایید. از هنرجویان بخواهید هر کدام یک گزارش تهیه نمایند.
- در تأمین تجهیزات و مواد مصرفی نماینده خرید را راهنمایی بفرمایید.
- شما هنرآموز گرامی چنانچه علاقه‌مند هستید یک آموزش موفق و با نشاط ارائه دهید باید یک مجموعه از نمونه‌های معیوب و سالم هم جهت آموزش وهم جهت ارزیابی در دست داشته باشید.
- لذا: خود از همین الان کار را شروع کنید. شما می‌توانید:
- به مراکز صنعتی مرتبط مراجعه و در خواست نمونه‌های معیوب نمایید.
- مبادرت به ساخت این نمونه‌ها نمایید.
- به کمک هنرجویان این کار را انجام دهید.
- نمونه‌های جالب ساخته شده هنرجویان را نگهداری کنید.

توجه داشته باشید که بازرسی‌های غیر مخرب از جمله: روش بازرسی چشمی، بازرسی با مواد نافذ و بازرسی با ذرات مغناطیسی منحصر به جوش نبوده و کاربرد به اصطلاح عمومی (General)، دارند. بنابراین هم در آموزش وهم در آزمون می‌توانید از نمونه‌های صنعتی در سایر فرایندها مانند ماشین‌کاری، ریختگی، فورج و... نیز استفاده کنید.

نکته



در تدریس این روش‌ها، شایسته است از تکنولوژی‌های پیشرفته و وسایل کمک آموزشی مانند ویدیو پروژکتور و انواع نرم‌افزارهای مربوطه استفاده نمایید. در پایان پیشنهاد می‌گردد از سوانح اتفاق افتاده در جهان که دلیل اصلی آن مرتبط با بازرسی می‌باشد مانند: شکست پل‌های معروف مثلاً پل رمز گیت انگلستان یا مخازن منفجر شده در اثر بازرسی ضعیف و همچنین ساختمان‌های ویران شده در زلزله‌ها که همه آنها دارای علت مشترک بازرسی ضعیف (به‌ویژه جوش) یا عدم بازرسی بوده تحقیق و فیلم، عکس و اطلاعات جمع‌آوری نموده و در کلاس و به موقع از آنها استفاده نمایید.

موضوع	توضیحات
طرح پیشنهادی جهت ارائه درس	توضیح: این برنامه صرفاً پیشنهادی می باشد و اجباری در اجرای آن وجود ندارد. ■ انتخاب میزان محتوای آموزشی در هر جلسه بهتر است با صلاحدید شما تعیین شود. اصولاً بهتر است در جلسات اولیه از حجم کمتری از مطالب استفاده شود و بیشتر از مثال های شخصی که تهیه می کنید بهره بگیرید. ■ به هر حال یک برنامه از قبل تهیه شده در دست داشته باشید، تا در جلسات نهایی دچار اشکال نشوید.
جلسه اول	
جلسه دوم	
جلسه سوم	
جلسه چهارم	
جلسه پنجم	
جلسه ششم	

یک نمونه از « طرح درس »

موضوع تدریس	نحوه تدریس	ابزار و تجهیزات	شکل و جدول	زمان
گفتار مقدماتی تاریخچه بازرسی ابزار مورد نیاز	■ ایجاد انگیزش ■ توضیح هدف از بازرسی پس از نشان دادن تصویرها و بحث بر سر سؤال طرح شده	تصویر و یا اجسام واقعی	شکل - کتاب	۴۵

لیست تجهیزات و مواد مورد نیاز

- متر
- کولیس
- گونیا
- ذره‌بین
- گیج جوشکاری
- آینه بازرسی
- گچ یا دستگاه حرارت سنج
- مارکر علامت زن
- چراغ قوه
- تجهیزات جوشکاری و الکتروود
- تجهیزات ایمنی
- ورق فولاد ساختمانی و فولاد ابزار آلیاژی
- وسایل تمیزکاری مانند سنگ فرز، پارچه تمظیف و مواد تمیزکننده
- فرم‌های گزارش بازرسی

مقدمه و تاریخچه شروع کلاس‌ها

در بخش اول هنرآموز محترم باید با توضیح و ذکر مثال از

■ تاریخچه بازرسی

■ ضرر و زیان عدم بازرسی یا بازرسی ضعیف

اهمیت و مفهوم کلی «بازرسی» را برای هنرجویان روشن سازد.

در این بخش بهتر است خلاصه مطالبی را که قرار است در طول دوره ارائه شود، را تیتروگونه به دانشجویان یادآوری کند.

چگونگی استفاده از ابزار و تجهیزات بازرسی و اندازه‌گیری جوش انواع بازرسی، نواقص رایج جوش، بازرسی در مراحل مختلف جوشکاری، و نحوه ثبت نتایج از جمله مطالبی هستند که در این دوره ارائه می‌شوند.

پاسخ تمرین اول

تقسیم‌بندی می‌تواند به صورت اشیا و گیاه و هر کدام به صورت سالم و خراب (معیوب) تقسیم‌بندی شود.

توضیح دهید همان گونه که سیب کرم‌زده برای سلامتی مضر می‌باشد، یک قطعه زنگ‌زده نیز برای جامعه دردسرساز می‌باشد.

در این قسمت از هنرجویان بخواهید که موارد معیوب و سالم را با نام بیان کنند. و دلایل تخریب را توضیح دهند.
این تمرین می‌تواند با سلیقه شما به صورت عملی و با تهیه میوه و ظروف و ورق آهن در کلاس انجام پذیرد.

تمرین



- ۱ در تنظیم نمودار فوق چه فعالیت‌هایی انجام دادید؟ با درج شماره ۱،۲،۳ در جلوی پاسخ‌ها آن را مرتب کنید؟
(۲) انتخاب کردید. (۳) ثبت کردید. (۱) نگاه کردید.
- ۲ فعالیت انجام پذیرفته فوق گویای کدام یک از گزینه‌های زیر می‌باشد.
(الف) محاسبه (*ب) (بررسی و تنظیم یک کار) (ج) (نگارش)

فعالیت کلاسی



- به شکل زیر (۲-۴) نگاه کنید و به سؤالات پاسخ دهید:
- ۱ در زیر هر شکل نوع سازه را مشخص کنید. پاسخ هواپیما، ساختمان و مخزن تحت فشار می‌باشد.
 - ۲ یک عامل مشترک و مهم در جلوگیری از تخریب موارد شکل ۲-۴ کتاب درسی چیست؟ پاسخ عدم بازرسی دقیق می‌باشد.



به تصاویر زیر (شکل ۴-۳) نگاه کنید و توضیح دهید افراد در حال انجام چه کاری هستند.

هدف از کاری که انجام می دهند چیست؟

- بازرسی موتور خودرو (بررسی نقص).
- اندازه گیری فشار خون (بررسی سلامت).
- بررسی میوه زیر میکروسکوپ (بررسی چگونگی ساختار یا نقص).
- بررسی رسیده بودن هندوانه.
- دو مثال مشابه دیگر را ذکر کنید.

الف) بازرسی چمدان در فرودگاه ب) بررسی میزان و کیفیت روغن موتور اتومبیل
هدف از انجام تمرین های فوق سوق دادن فکر هنرجویان به سمت و سوی دلیل عمومی بازرسی و تأثیر نامطلوب عدم بازرسی بر زندگی انسان است. لذا با مثال های دیگر می توانید موضوع را بیشتر باز کنید.
به عنوان مثال می توانید از چگونگی نقش مخرب پدیده خوردگی در صنعت و هزینه های میلیاردری آن مثال هایی ارائه کنید.

بازرسی چیست؟

در این بخش باید راه و چاره پیشگیری از خرابی‌ها بحث شود. یک مورد مهم بازرسی می‌باشد.
در تعریف بازرسی توجه داشته باشید که واژه‌های اطمینان، کامل، ابزار و ملاک مورد تأکید قرار گیرند.
اهداف بازرسی یعنی: ایمنی، رونق اقتصادی و در نتیجه بهبود زندگی از این طریق مدنظر می‌باشد.

تمرین



کدام یک از موارد زیر بازرسی محسوب نمی‌شود؟
() - آزمایش خون () - بررسی روغن خودرو () - زدن ضربه به هندوانه (√) - سفت کردن پیچ () - گرفتن عکس از ریه () - بررسی طلا با سنگ محک
از هنرجویان بخواهید یک مثال از بازرسی‌هایی که تاکنون انجام داده‌اند را بیان کنند.
در این مرحله باید تفاوت عمده بازرسی مخرب و غیر مخرب توضیح داده شود.

انواع بازرسی

در تعریف بازرسی‌های غیر مخرب کلمات کلیدی پدیده فیزیکی، کامل و سلامت، عدم تخریب تأکید شوند.

دانش مفید (بحث و تمرین اضافه)

دلایل گسترش آزمون‌های غیر مخرب چیست؟

قطعات صنعتی معمولاً گران، پیچیده و حساس می‌باشند و هزینه تولید در برخی قطعات هواپیما، موشک و در صنایع نفت و پتروشیمی بسیار بالاست. از طرفی اهمیت ایمنی و نگهداری از این تجهیزات سایر موارد از جمله سازه‌های سد و پل، استفاده از این بازرسی‌ها الزام‌آور می‌باشد.

سؤال مهم: بحث و تبادل نظر کنید که ضرورت آزمون‌های مخرب چیست؟
پاسخ: اگرچه آزمون‌های غیر مخرب بسیار مفید هستند، اما برخی از خواص مکانیکی مانند استحکام در برابر کشش و ضربه در فلزات به‌ویژه در جوش، با روش غیر مخرب به صورت دقیق ارزیابی نمی‌گردند، لذا حتماً باید با روش مخرب انجام پذیرند.

توجه

تصاویر نشان داده شده مربوط به بازرسی‌های مخرب و غیر مخرب صرفاً جهت آشنایی بوده و یادگیری عملکرد هر روش الزامی نمی‌باشد. هنرجویان باید یاد بگیرند که بازرسی چشمی یک روش غیر مخرب (D.T) محسوب می‌گردد.

بازرسی جوش

فعالیت کلاسی



در ارتباط با محدودیت و مزایای روش چشمی بحث کنید و با توجه به جدول زیر، (۳-۴) محل مناسب هر ویژگی را با علامت ضربدر تعیین کنید.

جدول ۳-۴ محدودیت و مزایای روش چشمی

محدودیت روش چشمی	مزایای روش چشمی	ویژگی‌ها
√		عمقی بودن بازرسی
√		فقط سطحی بودن
	√	ارزان
	√	جلوگیری از فرایند اشتباه
	√	آسان
	√	شناسایی نواقص بسیار ریز

توجه: نکات مهم بازرسی چون فاصله بازرسی، زاویه بازرسی، زمان بازرسی و اهمیت هر کدام بحث و تأکید کنید.

تجهیزات و ابزار بازرسی چشمی جوش

متر، کولیس، گونیا، ذره‌بین، گیج جوشکاری، آینه بازرسی، گج یا دستگاه حرارت‌سنج، مارکر - علامت زن، چراغ قوه از ابزار و تجهیزات بازرسی چشمی می‌باشند. چگونگی کار با کولیس باید در کلاس به صورت عملی آموزش داده شود، و چند نمونه اندازه‌گیری دقیق انجام شود.

نحوه آموزش اندازه‌گیری با گج جوشکاری باید ابتدا به صورت تصویری آموزش داده شود و سپس به صورت عملی ابتدا توسط هنرآموز و سپس توسط هنرجو اجرا شود. در این مرحله می‌توان بخشی از نمره امتحان مستمر را لحاظ نمایید.

نکته



توجه داشته باشید که گیج روی یک سطح کاملاً صیقلی و صاف کالیبره شود. آیا می‌دانستید ابتدای مترهای فلزی فنی ممکن است دارای خطا باشد و نیاز به بررسی و کالیبره باشد؟

بحث کلاسی



کار دستگاه حرارت‌سنج یا گج جوشکاری چیست؟ در این بخش باید مسائل مربوط به پیش گرم و پس گرم توضیح داده شود. تعیین کنید در شکل (۴-۵)، کولیس چه اندازه‌ای را نشان می‌دهد؟ در این بخش می‌توانید از هنر جویان در خواست نمایید چند نمونه را اندازه‌گیری و عدد به دست آمده را اعلام کنند. نکته: در آموزش گیج جوشکاری، چگونگی نحوه قرار دادن گیج روی نمونه به‌ویژه برای اندازه‌گیری پخ تأکید و نظارت شود. در این مرحله می‌توانید کار کارگاهی شماره ۲ را با رعایت مسائل ایمنی انجام دهید. در این بخش باید توضیحات فرم بازرسی ارائه شود.

در این بخش یک نمونه فرم بازرسی پر شده نشان داده شده است.
توجه داشته باشید که شکل نقص با درج شکل و اندازه آن به انضمام موقعیت آن معمولاً در فرم بازرسی می‌آید.

WELDING VISUAL INSPECTION TEST REPORT (V.T) گزارش بازرسی چشمی جوش (هنرجو)				
شماره گزارش Report number	۱	جنس و ابعاد نمونه Material & dimensions	St_۳۷ ۱۵*۱۰ cm	
عنوان فعالیت Work title	بازرسی جوشکاری	فرایند کار process	جوشکاری با الکتروود دستی	
تاریخ آزمایش Date of inspection	۹۵/۹/۵	نام هنرستان	امام خمینی	
شکل (SCHEME)				
ردیف (ITEM)	PART NO. مشخصات یا کد قطعه	REMARKS توضیحات نقص	REJECT مردود	ACCEPT قبول
۱	p-۱	بریدگی کنار جوش ۱۵ میلی متر طبق شکل	√	—
۲	p-۲	—	—	√
۳	p-۳	—	—	√
ارزیابی نهایی	نام مربی	نام هنرآموز		
توضیحات:				

اندوسکوپ

- 1 جهت بازرسی چشمی از داخل لوله‌های تأسیساتی حساس و بزرگ یا قسمتی از موتور هواپیما (بدون باز کردن آن) از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟ این سؤال به دلیل آشنا شدن هنرجویان با دستگاه اندوسکوپ طراحی شده و قابل تحقیق بیشتر توسط هنرجویان می‌باشد.
- 2 چهار بخش از جوش که قابل بررسی ابعادی می‌باشند را نام ببرید.
پاسخ در تصاویر ارائه شده است.
- 3 کاربردها را به نوع وسیله وصل کنید:
پاسخ در تصاویر یا جداول ارائه شده است.
- 4 اندازه ساق جوش در شکل زیر (شکل ۲-۱۱) چند میلی‌متر می‌باشد؟
الف) ۱۰ میلی‌متر ب) ۵/۸ میلی‌متر ج) ۱۸/۵ میلی‌متر

نایبوستگی و نقص

- در این بخش هنرجویان باید فرا بگیرند که هر نوع نایبوستگی ممکن است نقص تلقی نگردد، لذا این استاندارد است که تعیین می‌کند کدام نایبوستگی باید مردود اعلام شود. کدام قوطی روغن را جهت مصرف انتخاب می‌کنید؟
- پاسخ بسیار روشن و واضح است. قوطی له شده دلیل فاسد بودن روغن نیست. کدام نمونه یا نمونه‌ها دارای نایبوستگی یا (تغییر) می‌باشد با ضربدر مشخص کنید. تغییر هم در شکل قوطی و هم محتوای قوطی مشخص می‌باشد.
- حال شما پاسخ دهید: کدام یک از دو نمونه شماره ۲ و ۳ قابل استفاده نمی‌باشد؟ پاسخ روغن شماره ۲ فاسد است.

تمرین



- باتوجه به مطالب فوق به سؤالات زیر پاسخ دهید.
- 1 آیا هر نوع نایبوستگی یک نقص می‌باشد؟ الف) بلی () ب) خیر (*)
 - 2 آیا هر نقص حتماً یک نایبوستگی می‌باشد؟ الف) بلی (*) ب) خیر ()
- تعدادی از استانداردهای مرجع و یا (ملاک) در ارتباط با ارزیابی نواقص جوشکاری به شرح ذیل می‌باشند.

انواع نقص

دسته‌بندی‌های مختلفی از نقص ممکن است ارائه شود.

■ نقص در ماده اولیه

■ نقص در قطعات در حال ساخت

■ نقص در تجهیزات در حال سرویس‌دهی

یک دسته‌بندی بسیار مهم می‌باشد که در این بخش به آن اشاره شده است.

ممکن است سؤالات دیگری در این حیطة تهیه و در کلاس استفاده کنید.

انواع عیوب یا نواقص جوش

در این بخش عیوب جوش مربوط به جوشکاری الکتروود دستی آورده شده است. اغلب این نواقص در سایر جوشکاری‌ها نیز مشترک می‌باشد. با توجه به توضیحات ارائه شده در ارتباط با علل ایجاد نقص و راه‌های جلوگیری نقص زمینه خوبی جهت بحث و پرسش و پاسخ در این زمینه ایجاد گردیده است.

کار اضافه

در صورت داشتن وقت کافی می‌توانید از هنرجویان بخواهید در کارگاه با رعایت مسائل ایمنی و با توجه به جدول علل ایجاد نقص و راهنمایی شما مبادرت به ساخت نمونه‌های معیوب بپردازند.

ساخت نمونه جوشکاری شده که دارای نقص باشد هنر هنرجویان می‌باشد.

در این بخش عیوب جوش مربوط به جوشکاری الکتروود دستی آورده شده است. اغلب این نواقص در سایر جوشکاری‌ها نیز مشترک می‌باشد. با توجه به توضیحات ارائه شده در ارتباط با علل ایجاد نقص و راه‌های جلوگیری نقص زمینه خوبی جهت بحث و پرسش و پاسخ در این زمینه ایجاد گردیده است.

لازم به یادآوری است که عدم تطبیق اندازه‌های جوش با نقشه و وجود تابیدگی نیز در لیست نواقص جوشکاری (نقص ابعادی) قرار می‌گیرند.

توجه: آماده نمودن نمونه‌های معیوب ضروری است لذا می‌توانید با توجه به جدول و بررسی علل ایجاد نقص نمونه‌های نقص دار تهیه و در کلاس استفاده نمایید. جهت ایجاد ترک در جوش از فولاد سخت مانند شمش فنر میسر می‌باشد. حرارت دادن جوش آماده و انداختن در آب سرد یک راه ایجاد ترک می‌باشد.

شما می‌توانید به عنوان کار تحقیقاتی پژوهشی و اختصاص نمره از هنرجویان در خواست کنید با دستورالعمل شما نمونه‌هایی با عیوب مشخص تولید نمایند.

تمرین



۱ جدول زیر (۴-۵) را تکمیل کنید:

هنرجویان این جدول و سایر سؤالات را با مراجعه به درس تکمیل خواهند کرد. هدف بازخوانی و تکرار می باشد.

آیا در فلز پایه ممکن است نقص وجود داشته باشد؟ بلی حفره های گازی و عیوب ریختگی یا نورد ممکن است در مواد اولیه وجود داشته باشد.

۲ در شکل پایین نام نقص ها را در زیر هر عکس درج کنید.

پاسخ کاملاً واضح است.

همان گونه که می دانید، لکه قوس به علت روشن کردن الکتروود روی قطعه کار اتفاق می افتد.

مراحل بازرسی جوش

جوش باید در سه مرحله:

■ قبل از جوشکاری

■ در حین جوشکاری

■ پس از جوشکاری

انجام پذیرد. ویژگی‌های هر مرحله در کتاب هنرجویان آمده است.

مرحله قبل از جوشکاری

۱ کاربرد گیج جوشکاری شامل شناسایی کدام نواقص می‌گردد. سه مورد نام ببرید؟

در بخش مربوطه پاسخ این سؤال وجود دارد.

۲ تحقیق کنید عدم وزش باد در کدام روش جوشکاری بیشتر اهمیت دارد.

جوشکاری با گاز محافظ

۳ در بازرسی از تجهیزات و مواد مصرفی جوشکاری کدام موارد زیر قابل توجه هستند؟

(الف) لقی بست سیم‌ها (ب) محل نگهداری الکترودها (ج) ایمنی
(د) همه موارد

۴ هدف از استفاده از گچ حرارتی جوشکاری چیست؟ کنترل پیش‌گرم و پس‌گرم

۵ موارد بازرسی قبل از جوشکاری را در ردیف‌های زیر را با شماره‌گذاری مرتب کنید:

(۴) - بررسی زاویه یخ‌ها و آماده سازی طرح

(۱) - بررسی نقشه سازه

(۳) - بررسی رویه جوشکاری

(۲) - بررسی تجهیزات و محیط کار

(۵) - بررسی خال جوش‌ها

لیست مواردی که باید در این مرحله مورد بازرسی قرار گیرند در کتاب هنرجویان ذکر گردیده است.

در این مرحله کار کارگاهی شماره ۳ را به اتفاق هنرآموزان انجام دهید.

نتایج بازرسی باید در فرم بازرسی چشمی ثبت و ارزیابی گردد.

نکاتی که مربوط به کنترل فرایند جوشکاری در قبل از جوشکاری می‌باشد را کنترل و یادآوری نمایید.

بازرسی در حین جوشکاری

تمرین



- ۱ کدام یک از موارد زیر در حین جوشکاری بازرسی می‌شود با ضربدر مشخص کنید؟
(الف) پس گرم (ب) اندازه گیری تاب جوش (* ج) تمیزکاری بین پاسی (د) بررسی طرح اتصال
- ۲ به شکل (۴-۳) کتاب درسی توجه کنید و جمله بعدی را تکمیل کنید:
فاصله ایده‌آل بازرسی چشم باید حدود ۶۰ سانتی‌متر و زاویه چشم نسبت به محل بازرسی باید بیش از ۳۰ درجه باشد.
- ۳ کدام عامل ممکن است در حین جوشکاری جوش را دچار نقص کند؟
(الف) اندازه طول قوس (ب) میزان جریان (ج) زاویه دست جوشکار (* د) همه موارد

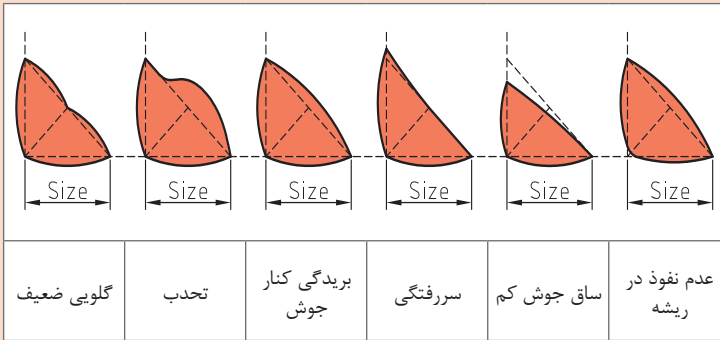
بازرسی پس از جوشکاری

در این مرحله کارکارگاهی شماره ۳ را به اتفاق هنرجویان انجام دهید. نکات مربوط به کنترل فرایند جوشکاری در حین جوشکاری را کنترل و یادآوری نمایید.

تمرین



نواقص زیر را در محل مناسب خود در زیر تصویر ۳-۲۸ قرار دهید.



شکل ۳-۲۸- نمای جوش ناقص و غیر قابل قبول از نوع گوشه

۱ کدام گزینه‌ها در بازرسی‌های بعد از جوشکاری بررسی می‌شوند؟

() پیش‌گرم (*) اندازه بعد جوش (*) اندازه گرده جوش () میزان امپر (*) پاک کردن گل جوش‌ها

۲ هدف از ثبت نتایج در فرم بازرسی چیست؟

() الف) مسئولیت‌پذیری

() ب) بایگانی

(*) ج) هردو مورد

معیارهای پذیرش جوش

به منظور رد یا قبول کردن یک ناپیوستگی باید ملاک یا مرجع معین در دست باشد. صنایع گوناگون هرکدام معیار ارزیابی منحصر به خود را دارا می‌باشند. برخی از استانداردهای ارزیابی به شرح زیر می‌باشند.

AWS - D - 1-1 استاندارد ارزیابی جوش سازه‌های ساختمانی
ASME SEC ۸&۵. استاندارد ارزیابی جوش مخازن و صنعت API ۱۱۰۴
استاندارد ارزیابی جوش سازه‌های نفت

ISO - ۵۸۱۷ استاندارد بین‌المللی ارزیابی جوش
می‌توانید با مطالعه مفاد برخی از این استانداردها مثال‌هایی جهت تکمیل درس خود تهیه نمایید.

براساس اکثر استانداردها: ترک، چاله جوش پرنشده، عدم نفوذ در ریشه و عدم نفوذ قابل قبول نمی‌باشند.

در این بخش یک ملاک ارزیابی جوش هنرجویی را مشاهده می‌کنید. هنرجویان باید کارهای کارگاهی را بر اساس این جدول تنظیم نمایند و فرم بازرسی را بر اساس آن پر نمایند.

معیار پذیرش	نام نقص
هیچ‌گونه ترکی قابل قبول نمی‌باشد.	ترک (CRACK)
هیچ‌گونه عدم چسبندگی لایه‌های جوش به جوش و جوش به فلز پایه قابل قبول نمی‌باشد.	ذوب ناقص (LACK OF FUSION)
هیچ‌گونه چاله جوش پر نشده قابل قبول نمی‌باشد.	چاله جوش پر نشده و ترک‌های ستاره‌ای (CRATER)
معمولاً ۱۰٪ ضخامت که از ۰/۸ میل تجاوز ننماید.	بریدگی کنار جوش (UNDER CU)
در هر ۱۰۰ میلی‌متر یک حفره که قطر آن از ۲/۵ میلی‌متر تجاوز ننماید.	حفره‌های گازی یا تخلخل (POROSITY)
هرگونه سر رفتگی قابل قبول نمی‌باشد.	سر رفتگی (OVER LAP)
بر اساس شکل‌های همین کتاب	مقطع و شکل جوش
بر اساس نقشه	ابعاد جوش

در این بخش یک ملاک ارزیابی جوش هنرجویی را مشاهده می‌کنید. هنرجویان باید کارهای کارگاهی را بر اساس این جدول تنظیم نمایند و فرم بازرسی را بر اساس آن پر نمایند. توجه داشته باشید اگرچه این معیارها طبق استاندارد می‌باشند اما گزینشی بوده و ممکن است در یک صنایع خاص کاربرد نداشته باشند.

پاسخ بسیار روشن است. به جدول زیر توجه کنید و با توجه به روش های جوشکاری به سؤالات پاسخ دهید. در این شکل نواقصی که در انواع جوشکاری ایجاد می شوند آورده شده اند.

	Shielded metal arc welding (SMAW)	Gas metal arc welding (GMAW)	Flux cored arc welding (FCAW)	Gas tungsten arc welding (GTAW)	Oxyacetylene welding (OAW)	Oxyhydrogen welding (OHW)	Submerged arc welding (SAW)	Laser beam welding (LBW)
Porosity	X	X	X	X	X	X	X	X
Inclusions	X	X	X				X	
Inadequate joint penetration	X	X	X		X		X	
Incomplete fusion	X	X	X	X	X	X	X	X
Arc strikes	X	X	X	X				
Overlap (cold lap)	X	X	X	X	X	X	X	X
Undercut	X	X	X	X	X	X	X	
Crater Cracks	X	X	X	X	X	X	X	
Underfill	X	X	X	X	X	X	X	

توجه داشته باشید که یادگیری اطلاعات موجود در این جدول مد نظر نبوده و فقط بیان اینکه نواقص در برخی از جوشکاری ها و کار با جدول لحاظ شده است. الف) کدام نقص در کلیه روش های جوشکاری ایجاد می شود؟

پاسخ: POROSITY

ب) در روش های جوشکاری با گاز محافظ (GMAW) و الکتروود دستی (SMAW) کدام نواقص ایجاد نمی شوند؟ پاسخ: همه نواقص ایجاد می شوند.

ج) پرنشنگی گرده جوش در کدام روش جوشکاری نقص (Underfill) ایجاد نمی شود؟

پاسخ: در روش LBM جوشکاری با لیزر

د) OAW کدام نوع جوشکاری است؟ جوشکاری اکسی استیلن



همراه با مربی خود به مقطع جوش‌ها در شکل زیر نگاه کنید. دو ردیف جوش مشاهده می‌کنید، جوش قابل قبول (Acceptable) و جوش‌های غیر قابل قبول (Reject)، دلیل مردودی جوش‌ها در ردیف دوم را بنویسید.

ردیف	علت مردودی	مردود REJECT	قابل قبول ACCEPT
۱	گرده جوش بیش از حد		
۲	گرده جوش ناکافی - تقعر		
۳	گرده جوش اضافی		
۴	گرده محدب		
۵	گرده جوش ضعیف		

شکل ۳-۳۰ مقطع جوش‌های قابل قبول و مردود

توجه: Excessive به معنای اضافی و R_{max} معادل حداکثر اندازه گرده جوش می‌باشد.

بازرسی چشمی از جوش تولید شده با آمپر پایین و طول قوس کم
طریقه انجام این آزمایش بسیار روشن در کتاب بیان شده است.



یک آزمایش مخرب می‌باشد که کمی تفسیر مقطع مشکل می‌باشد. عدم نفوذ یا ذوب بیشتر در الکتروود بزرگتر مشهود است. قسمت‌های فلز پایه که تحت حرارت هیچ آسیبی ندیده‌اند را ملاک عدم نفوذ در ریشه قرار دهید و از هنر جویان بخواهید موقعیت عدم نفوذ را روی نمونه علامت‌گذاری نمایند. این آزمایش را ممکن است در هر زمانی به ویژه پس از مراحل بازرسی پس از جوشکاری انجام دهید. بدیهی است که سایر نواقص مانند تخلخل را نیز باید بررسی نمایند.



ارزشیابی بازرسی چشمی هنر جویان

در بازرسی چشمی هنر جویان باید بازرسی و فعالیت هنر جویان را در هر سه مرحله جوشکاری کنترل و گزارش تهیه نمایید. لذا ارزشیابی هنر جویان باید به شکل ویژه‌ای انجام و در فرم بازرسی مخصوص ارزشیابی برای هنر جویان ثبت و ارزیابی گردد. چنانچه قطعاتی را برای ارزیابی در اختیار هنر جویان قرار دهیم (TEST PLATE) نمی‌توانیم مرحله قبل و در حین جوشکاری و بررسی رعایت ایمنی را در محتوای ارزشیابی آنان قرار دهیم.

لذا در حالت دوم (که فرم ارزشیابی آن موجود است و ارزشیابی براساس آن انجام می‌پذیرد) هنرآموز می‌تواند هنر جویان را به گروه‌های دو نفره تقسیم نماید (این روش پیشنهادی می‌باشد). و دو دستورالعمل و نقشه ساده جوشکاری، یکی جوشکاری تخت و دیگری جوشکاری گوشه را به آنان ارائه دهید سپس از هنر جویان بخواهید به نوبت و آن گونه که شما برنامه‌ریزی می‌نمایید قطعات را جوشکاری نمایند. هنر جویان باید در هر مرحله و از طریق مشاهده یا پرسش و به‌طور مستقیم مورد ارزشیابی قرار گیرند.

بهتر است ابعاد فلز پایه به منظور سهولت در اندازه‌گیری‌ها به‌طور مناسب انتخاب گردد. مثلاً نمونه‌ایی با ورق‌های $12 \times 10 \times 0.5$ سانتی‌متر یا بیشتر باشد و پس از جوشکاری به انضمام نمونه‌ها از هنرآموزان تحویل گرفته و ارزشیابی نمایید.

نکته



هنرآموز محترم می‌تواند برای ارزیابی دقت هنرجو، جوشکاری سپری را به صورت زاویه‌دار کردن (ورق بالایی) طراحی نماید.

نکته



هنرآموز محترم باید نقشه‌های کار را به دو هنرآموز تحویل دهد و در هر سه مرحله جوشکاری هنرجویان را ارزیابی نماید. لذا کنترل هنرجویان و روند جوشکاری‌ها باید توسط هنرآموز کنترل شود. در پایان و پس از ارزیابی این دو مرحله هنرجویان فرم بازرسی نهایی را پس از مرحله بازرسی بعد از جوشکاری به همراه نمونه به هنرآموز تحویل نمایند.

چک لیست ارزیابی هنرآموز از روند ارزیابی هنرجو در مرحله قبل از جوشکاری

فرم ارزشیابی هنرجویی بازرسی چشمی

VISUAL INSPECTION TEST REPORT (V.T)		
فرم ارزشیابی بازرسی چشمی هنرجو		
نام و نام خانوادگی	نام هنرستان	
شماره گزارش	جنس نمونه	
تاریخ	فرایند کار	
نتایج بازرسی		
عنوان	چک لیست فعالیت هنرجو	
بازرسی قبل از جوشکاری نمره	ایمن بودن دستگاه را بررسی نماید (اعلام نماید) کالیبره بودن دستگاه جوشکاری را بررسی نماید (امپرو قطبیت) با استفاده از ابزار ابعاد نمونه را با نقشه تطبیق نماید. با استفاده از ابزار صحت مونتاژ نمونه (قبل از جوشکاری) را بررسی نماید	
بازرسی در حین جوشکاری نمره	از رعایت ایمنی (پوشش مناسب جوشکار و ماسک) مطمئن شود تمیزکاری اولیه فلز پایه را کنترل نماید بررسی زدودن گل جوش کنترل متغیرهای جوشکاری (امپر - سرعت و ولتاژ) کنترل چگونگی نگهداری و استفاده از مواد مصرفی (الکتروود)	
بازرسی پس از جوشکاری نمره	مشخصات عمومی بازرسی (مشخصات بازرسی، نام قطعه و فرایند ساخت و... را به طور کامل در فرم ثبت نماید) نوع و اندازه نواقص (ابعادی و یا متالورژیکی) را در فرم ذکر نماید با توجه به ملاک ارزیابی نظر نهایی خود را در مورد رد یا قبولی ناپیوستگی ها در فرم درج نماید. تصویر نمونه را در فرم کشیده و در شکل محل و اندازه نقص را مشخص نماید	
نام هنرآموز	تاریخ	امضا
	نمره	

چگونگی امتیازدهی به بازرسی و گزارش هنرجویان

ردیف	مرحله کار	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها / داوری / نمره‌دهی)
۱	بازرسی قبل از جوشکاری	کارگاه ابزار اندازه‌گیری متر، گیج، و لمتر دستورالعمل رویه جوشکاری نقشه ۶۰ دقیقه	درست	- ایمن بودن دستگاه را بررسی نماید (اعلام نماید). - کالیبره بودن دستگاه جوشکاری را بررسی نماید (امپرو قطبیت). - با استفاده از ابزار ابعاد نمونه را با نقشه تطبیق نماید. - با استفاده از ابزار صحت مونتاژ نمونه (قبل از جوشکاری) را بررسی نماید.
			قابل قبول	- سه مورد از چهار مورد فوق را بررسی نماید.
			غیرقابل قبول	- کمتر از سه مورد را بررسی یا گزارش نماید.
۲	بازرسی در حین جوشکاری	کارگاه ابزار اندازه‌گیری دما، ابعاد دستورالعمل رویه جوشکاری ۶۰ دقیقه	درست	- از رعایت ایمنی (پوشش مناسب جوشکار و ماسک) مطمئن شود. - تمیزکاری اولیه فلز پایه را کنترل نماید. - بررسی زدودن گل جوش. - کنترل متغیرهای جوشکاری (امپر - سرعت و ولتاژ). - کنترل چگونگی نگهداری و استفاده از مواد مصرفی (الکتروود).
			قابل قبول	سه مورد از چهار مورد فوق را بررسی نماید.
			غیرقابل قبول	کمتر از سه مورد را بررسی یا گزارش نماید.
۳	بازرسی پس از جوشکاری	کارگاه ابزار اندازه‌گیری دما، ابعاد دستورالعمل رویه جوشکاری استاندارد ۴۵ دقیقه	درست	- بررسی زدودن گل جوش. - نواقص و ناپیوستگی‌ها را روی نمونه با مارکر علامت‌زنی کند. - ابعاد ضروری (گرده و ساق جوش و...) را با گیج جوشکاری و متر اندازه‌گیری نماید با استفاده از گونیا و متر بررسی نماید آیا نمونه دارای تابیدگی می‌باشد یا خیر.
			قابل قبول	سه مورد از چهار مورد فوق را بررسی نماید.
			غیرقابل قبول	کمتر از سه مورد را بررسی یا گزارش نماید.
۴	ثبت نتایج و گزارش نهایی	دفتر کارگاه فرم گزارش ۶۰ دقیقه	درست	- مشخصات عمومی بازرسی (مشخصات بازرس، نام قطعه و فرایند ساخت... را به‌طور کامل در فرم ثبت نماید). - نوع و اندازه نواقص (ابعادی و یا متالورژیکی) را در فرم ذکر نماید. - با توجه به ملاک ارزیابی نظر نهایی خود را در مورد رد یا قبولی ناپیوستگی‌ها در فرم درج نماید. - تصویر نمونه را در فرم کشیده و در شکل محل و اندازه نقص را مشخص نماید.
			درست	سه مورد از چهار مورد فوق را بررسی نماید.
			غیرقابل قبول	کمتر از سه مورد را بررسی یا گزارش نماید.

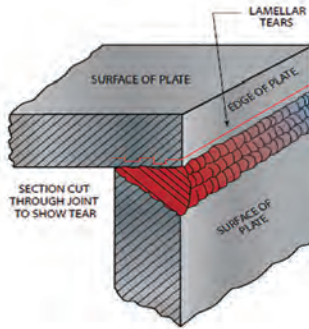
تذکر مهم: هنرآموز محترم باید با مراجعه و مشاهده جوشکاری‌ها از صحت و دقت گزارش‌ها حصول اطمینان پیدا کند.

ارزشیابی پایانی – بازرسی چشمی جوش

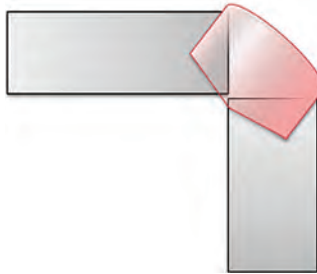
شرح کار: بازرسی چشمی (توسط بازرس) در سه مرحله از جوشکاری دو نمونه از نوع تخت و سپری																																			
<p>استاندارد عملکرد بازرسی از قطعات جوشکاری با استفاده از چشم مسلح یا غیر مسلح در مراحل مختلف جوشکاری</p>																																			
<p>شاخص ها</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ مطالعه نقشه و چگونگی مونتاژ اولیه ■ اندازه گیری ابعاد با استفاده از گیج، کولیس، متر (هندسه اتصال) ■ بازرسی جوش و اندازه گیری ابعاد آن ■ ثبت عیوب شناسایی شده با مارکر + استاندارد ■ تکمیل فرم بازرسی چشمی 																																			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات کارگاه جوشکاری استاندارد با تهویه و نور کافی مجهز به سیستم گرمایشی و سرمایشی، الکتروود دستی شرایط: زمان ۱ ساعت ابزار و تجهیزات: دستگاه جوشکاری، الکتروود ورق آهنی، متر، کولیس، گیج جوشکاری، مارکر و فرم بازرسی چشمی</p>																																			
<p>معیار شایستگی</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>بازرسی قبل از جوشکاری</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>بازرسی در حین جوشکاری</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>بازرسی پس از جوشکاری</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>ثبت نتایج و گزارش</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۵</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	بازرسی قبل از جوشکاری	۱		۲	بازرسی در حین جوشکاری	۱		۳	بازرسی پس از جوشکاری	۲		۴	ثبت نتایج و گزارش	۲		۵				شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																																
۱	بازرسی قبل از جوشکاری	۱																																	
۲	بازرسی در حین جوشکاری	۱																																	
۳	بازرسی پس از جوشکاری	۲																																	
۴	ثبت نتایج و گزارش	۲																																	
۵																																			
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲																																	
میانگین نمرات			*																																
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.																																			

مطالب متنوع جهت پرسش در کلاس و مطالعه آزاد

در شکل زیر ورق بالایی دچار گسیختگی شده است. چگونه می توان با تغییر طرح پنخ در جوش از بروز این نقص جلوگیری نمود؟



یک پاسخ: ممکن است به شکل زیر طراحی شود



فرمول کوچک‌ترین شیء قابل روئیت با چشم غیر مسلح

$$2 \times d \times \tan(\alpha/2)$$

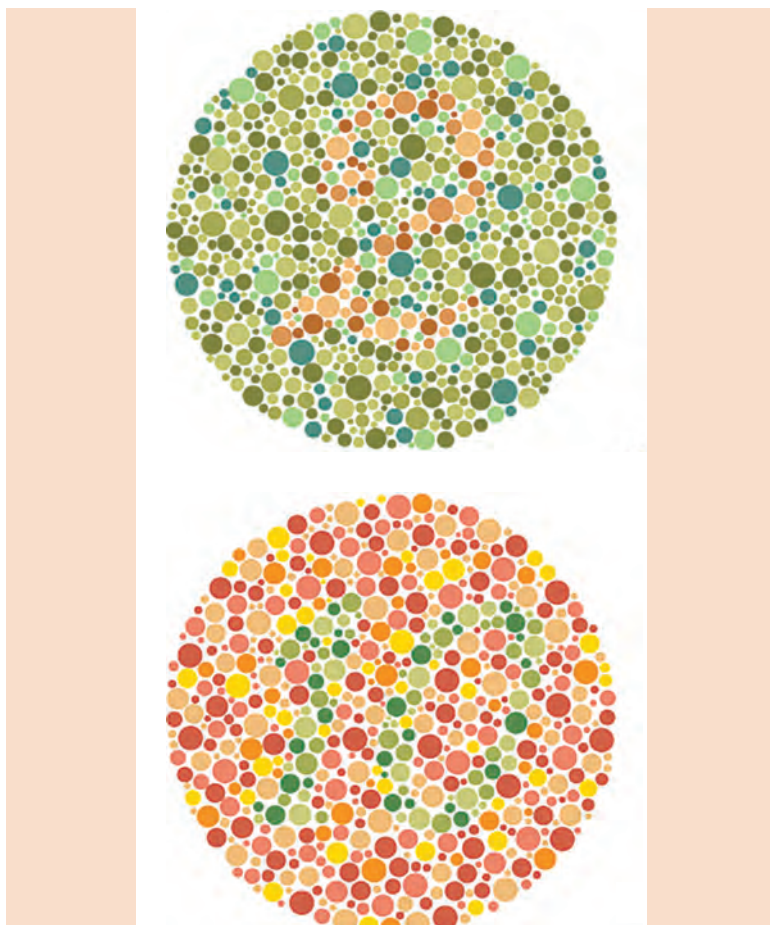
طبق این فرمول و با زاویه مثلاً ۱۸۰ درجه اگر فاصله را ۱۰ سانتی‌متر در نظر بگیریم چشم قادر است حدود ۲۹ میکرون را ببیند. سلامت چشم و بینایی کامل از نیازهای اساسی یک بازرس جوش محسوب می‌گردد.

در جدول زیر خطوطی با فونت‌های مختلف چاپ شده است:

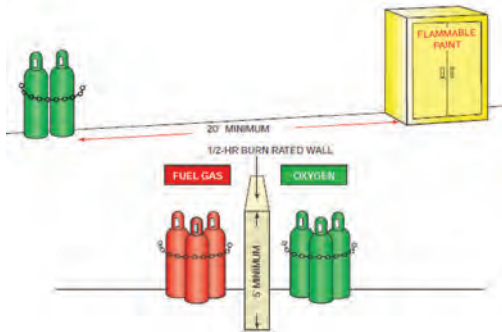
ردیف	فونت	متن
۱	۴	در حین جوشکاری موارد زیر بایستی بررسی شوند:
۲	۴.۵	در حین جوشکاری موارد زیر بایستی بررسی شوند:
۳	۵	چگونگی جوشکاری وتشکیل مهره جوش و شروع و پایان جوشکاری در هر الکتروود.
۴	۶	توجه: عدم ایجاد چاله جوش در انتهای هر جوش بسیار مهم می‌باشد زیرا باعث ترک می‌گردد
۵	۷	بررسی وجود نواقصی مانند بریدگی کنار جوش وجود سرباره در جوش و کنترل عوامل جوشکاری به منظور رفع این نواقص
۶	۸	بررسی چگونگی جوش ریشه (در این مرحله توجه به عدم ایجاد ترک مهم می‌باشد)
۷	۹	بررسی پهنا وتعداد پاس جوش‌ها اندازه گرده جوش و جلوگیری از نفوذ بیش از حد
۸	۱۰	این چارت جهت دقت چشم در شناسایی عیوب طراحی شده است
۹	۱۱	این چارت جهت دقت چشم در شناسایی عیوب طراحی شده است

نوشته‌های فوق را از فاصله ۳۶ سانتی متری بخوانید (کدام ردیف قابل تشخیص نیست؟) آیا نقطه چین‌ها را در کلیه موارد می‌بینید؟

به دایره‌ها نگاه کنید. در این دایره‌ها چه می‌بینید؟
چنانچه در داخل دایره چیزی نمی‌بینید با پزشک خود مشورت کنید.



چگونگی چینش کپسول گاز در انبار و چگونگی فاصله مواد اشتعال‌زا، کپسول گاز و اکسیژن از هم دیگر



شکل (۳-۳۱)

تمرین آزاد برای ارائه به هنرجویان فعال

ضمن بررسی شکل‌های زیر و در صورت تمایل می‌توانید بخش‌های لاتین آن را ترجمه نمایید.

تمرین



	FIRE OR EXPLOSION hazard. <ul style="list-style-type: none"> Do not install or place unit on, over, or near combustible surfaces. Do not install unit near flammables.
	FLYING SPARKS can injure. <ul style="list-style-type: none"> Wear a face shield to protect eyes and face. Shape tungsten electrode only on grinder with proper guards in a safe location wearing proper face, hand, and body protection.
	BUILDUP OF GAS can injure or kill. <ul style="list-style-type: none"> Shut off compressed gas supply when not in use. Always ventilate confined spaces or use approved air-supplied respirator.
	ELECTRIC SHOCK can kill. <p>Touching live electrical parts can cause fatal shocks or severe burns. The electrode and work circuit is electrically live whenever the output is on. The input power circuit and machine internal circuits are also live when power is on. In semiautomatic or automatic wire welding, the wire, wire reel, drive roll housing, and all metal parts touching the welding wire are electrically live. Incorrectly installed or improperly grounded equipment is a hazard.</p> <ul style="list-style-type: none"> Do not touch live electrical parts.
	MOVING PARTS can injure. <ul style="list-style-type: none"> Keep away from moving parts such as fans. Keep all doors, panels, covers, and guards closed and securely in place.



تمرین افزوده

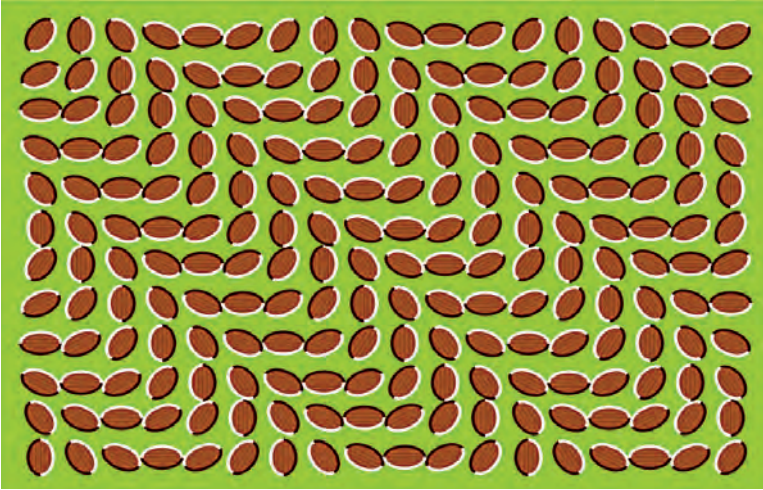
قسمت‌های خالی را در جدول زیر تکمیل کنید و در ارتباط با نواقصی که در بخش نواقص ذکر نشده‌اند تحقیق کنید.

ردیف	نوع نقص	علت بروز نقص	چگونگی جلوگیری از بروز نقص	توضیحات
۱	بریدگی کنار		تغییر عوامل مؤثر ذکر شده در ایجاد بریدگی کنار جوش	Under cut
۲	عدم نفوذ در ریشه	آمبر کم - آماده‌سازی اتصال (اتصال باریک) و زاویه ناصحیح الکتروود	اصلاح فرایند جوشکاری - برطرف کردن اشکال آماده‌سازی طرح اتصال	
۳		حرارت ورودی کم - اندازه و جهت الکتروود - ضعف در طرح اتصال و خروجی گاز نامناسب	تغییر رویه جوشکاری پس از تشخیص علت	Lack of fusion
۴	سررفتگی	سرعت بالای جوشکاری		Over lap
۵	تحدب در ریشه جوش			Convexity
۶	چاله جوش پر نشده		اصلاح روش جوشکاری در انتهای الکتروود	Unfilled crater
۷	تخلخل در جوش	تمیزکاری ضعیف - ورود هوا	تمیزکاری ناخالصی‌ها: مانند گریس و لایه زنگ‌زده روی سطح کار - محافظت از جوش در ورود هوا.	
۸	نفوذ بیش از حد	بیرون زدگی بیش از حد مجاز جوش در بخش ریشه		Too much penetration
۹	پاشش جوش	آمبر بالا - طول قوس بالا و زاویه الکتروود	تغییر رویه جوشکاری پس از تشخیص علت	Spatter
۸	ترک	عدم کنترل دقیق حرارت		Crack

سرگرمی مفید

آیا می دانید؟

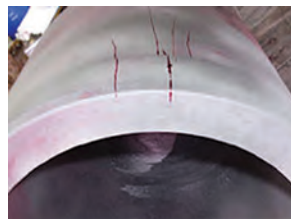
چشم ممکن است خطا کند. به شکل زیر توجه کنید، اگرچه این تصویر ثابت می باشد اما ممکن است شما آن را متحرک ببینید.



پودمان ۴

بازرسی مایعات نافذ

بازرسی با مایعات نافذ



چشم انسان در سالم‌ترین وضعیت خود قادر است اجسام و علائم را تا اندازه معینی ببیند. یک چشم سالم قادر است یک شیء به اندازه تقریباً $\frac{3}{8}$ میلی‌متر را ببیند. در بازرسی چشمی با چگونگی شناسایی نواقص جوشکاری از طریق چشم آشنا شدید. اما حفره‌های بسیار ریز و یا ترک‌های بسیار بسته، با چشم دیده نمی‌شوند. در این بخش با روش بازرسی با مواد نافذ آشنا می‌شوید. در این روش بسیاری از این نوع نواقص ریز شناسایی می‌گردند.

آیا تاکنون از مون شناسایی اسکناس‌های جعلی از اصلی را دیده‌اید (شکل ۱-۵). برای آنکه بدانید پول تقلبی است یا نه، نشانه‌هایی درون آن به کار رفته است که با چشم غیر مسلح و در نور محیط قابل مشاهده نیست. ولی با کمک ابزارهای خاص می‌توان آن را مشاهده نمود. در صنعت هم با کمک ابزارهایی می‌توان عیوبی را که با چشم به راحتی قابل رویت نیستند را آشکار نمود.



شکل ۱-۴ استفاده از نور ماورای بنفش در تشخیص اسکناس

به تصویر زیر نگاه کنید، قبل از ریختن چای در فنجان ترک موجود در آن مشخص نمی‌باشد. برداشت شما از چگونگی نمایان شدن ترک روی آن پس از ریختن چای چیست؟



فنجان ترک‌دار قبل از ریختن چای

فنجان ترک‌دار پس از ریختن چای در آن

شکل ۲-۴

بازرسی با مواد نافذ







همان گونه که در بخش قبل یادآوری گردید، در صنعت روش های غیر مخرب مختلفی برای شناسایی عیوب محصولات در زمان تولید و یا قطعات در حال سرویس وجود دارد. یکی از این روش ها بازرسی با مایعات نافذ است، که تحت عنوان (P.T=Penetrant Testing) شناخته می شود.

بازرسی با مواد نافذ روشی است که برای شناسایی نواقص بسیار ریز که به سطح راه دارند (مانند ترک و حفره ها) در نمونه های غیر اسفنجی (حفره دار) مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش از یک ماده نافذ روی سطح استفاده می شود و به دلیل خاصیت موئینگی وارد نواقص ریز سطحی می شود. این ماده رنگی محبوس شده در نقص طی مراحل بعدی مجدداً بر روی سطح تمیز شده کشیده می شود و به راحتی توسط بازرسی دیده می شود.

در اواخر قرن هجدهم قطعات راه آهن برای اولین بار با این روش بازرسی شدند. ابتدا قطعات را به روغن سوخته، آغشته می کردند و پس از گذشت مدتی سطح آلوده را پاک کرده و محلول گچ و الکل را روی سطوح تمیز شده به کار می بردند. پس از خشک شدن سطح، روغن سیاه رنگ وارد شده به درون ترک و نواقص به سطح نمونه که دارای یک زمینه سفید نیز بود کشیده شده و به راحتی قابل شناسایی بودند. این روش تحت عنوان «نفت زدن و سفید کردن» شناخته می شد که به مرور با ایجاد تغییرات در ساخت مواد نافذ و افزایش ویژگی های آن، به بازرسی با مواد نافذ امروزی تبدیل شد.

مراحل بازرسی با مواد نافذ را در جدول زیر مشاهده می کنید:

جدول ۱-۴ مراحل بازرسی با مواد نافذ

					
تمیز کاری اولیه سطح نمونه	اعمال مواد نافذ روی سطح	زمان اسکان (ماندن مواد روی سطح)	تمیز کاری سطح از مواد نافذ	اعمال آشکار سازی روی سطح	شکل نقص روی سطح نمونه از بالا
۱	۲	۳	۴	۵	۶

تمرین



مراحل بازرسی را با گذاشتن اعداد ۱ الی ۶ مرتب کنید.

- () اعمال ماده نافذ
- () تمیزکاری سطح
- () رعایت ماندن ماده روی سطح
- () به کارگیری آشکارساز
- () بازرسی
- () تمیزکاری مایع نافذ

ویژگی های یک ماده نافذ خوب

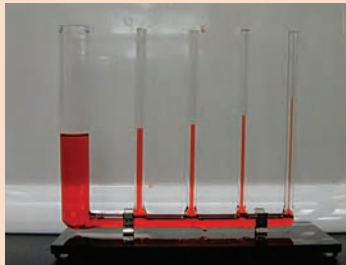
یک ماده نافذ خوب که می تواند عملکرد خوبی در شناسایی نواقص داشته باشد، باید دارای ویژگی های فیزیکی زیر باشد:

- کشش سطحی بالا (جمع شدن مایع روی سطح به شکل ورقه ای کشسان).
 - خاصیت ترکنندگی بالا (گسترش و پخش شدن مایع روی سطح با زاویه کم).
 - گرا روی (Viscosity) کم (مقاوم به جاری شدن).
 - خاصیت مویینگی بالا (نفوذ و جاری شدن در منافذ باریک)
 - شفافیت رنگ (رنگ با خاصیت درخشندگی بالا).
 - حل کنندگی بالا (قابلیت حل کردن ناخالصی های درون نقص).
- توجه:** قبلاً با تعریف و مفاهیم ویژگی های آنها آشنا شده اید.

کار کلاسی



به تصاویر زیر نگاه کنید به نظر شما آیا بین این دو تصویر ارتباطی وجود دارد؟ می توانید برای آن یک دلیل علمی پیدا کنید؟



شکل ۳-۴

چرا در لوله باریک تر سطح مایع، ارتفاع بیشتری دارد؟



با تهیه وسایل موجود در تصاویر زیر آزمایش را یکبار به کمک آب (رنگ شده با جوهر) و یکبار با روغن سوخته انجام دهید و نتایج را با هم مقایسه کنید کدام ماده دارای خاصیت موبینگی بهتری می باشد؟

جدول ۲-۴

<p>MATERIALS</p> <p>Microscope Slides Colour Water Paper Clips Rubber Bands</p>	<p>۱ مواد مورد نیاز گیره کاغذ، لام (تیغه شیشه‌ای) کش و ظرف آب و روغن</p>
<p>PLACE ON SLIDE ON TOP OF OTHER</p>	<p>۲ نحوه قرار دادن ورقه‌ای شیشه بر روی هم</p>
<p>PLACE RUBBER BAND</p> <p>INSERT CLIP BETWEEN SLIDES</p>	<p>۳ نحوه قرار دادن گیره کاغذ گیر و بستن با کش</p>
	<p>۴ قرار دادن نمونه‌های آماده در آب رنگی و روغن سیاه و مشاهده نفوذ</p>



به کمک مربی خود نقش عوامل مؤثر بر کیفیت ماده نافذ را در ستون مربوطه توضیح دهید.

جدول ۳-۴

توضیح	تصاویر	عوامل تأثیر گذار بر خاصیت مویبندی
	<p>چگالی پایین چگالی متوسط چگالی بالا</p>	چگالی DENSITY
	<p>ترکندگی زیاد ترکندگی متوسط ترکندگی کم</p>	خاصیت ترکندگی Wetting Ability
		کشش سطحی Surface Tension
		گرا روی Viscosity

ایمنی در بازرسی با مایعات نافذ

در بازرسی با مواد نافذ، موارد زیر را همیشه در نظر داشته باشید.

- مواد نافذ سمی و اشتعال‌زا است.
- مواد نافذ تأثیر نامطلوب روی پوست و چشم دارد.
- نور فرابنفش برای پوست و چشم مضر می‌باشد.
- محل بازرسی باید دارای تهویه و شیر آب برای شست‌وشوی چشم و پوست باشد.

تمرین



به شکل ۴-۴ نگاه کنید و تجهیزات حفاظت فردی که بازرس مورد استفاده قرار داده است را در جدول زیر بنویسید.



شکل ۴-۴- تجهیزات فردی

جدول ۴-۴

ردیف	نام تجهیزات حفاظت فردی	دلایل استفاده
۱	دستکش پلاستیکی	
۲		جلوگیری از ورود گازها و بخارات تبخیر شده از مایع نافذ و حلال‌های پایه نفتی به ریه
۳	عینک	
۴	پیش‌بند پلاستیکی	

توجه: قبل از انجام تست مایعات نافذ چک لیست زیر را پر کنید (هدف جلوگیری از خطرات احتمالی)

جدول ۵-۵

راهکار	وجود ندارد	وجود دارد	نوع خطر	ردیف
			کار با مواد شیمیایی	۱
			خطر آتش‌سوزی	۲
			تهویه مناسب	۳
			خطر تماس مواد شیمیایی با پوست و چشم	۴
			نور مناسب محیط	۵
			خطر سقوط اجسام	۶
			خطر برق‌گرفتگی	۷
			سقوط از ارتفاع	۸

تمیزکاری سطح قطعات

در بازرسی با روش مواد نافذ، تمیزکاری، که اولین مرحله بازرسی نیز می‌باشد بسیار مهم و تأثیرگذار می‌باشد.

در این مرحله باید تمام پوشش‌های سطحی مانند چربی، رنگ‌ها، اکسیدهای سطحی و... از روی سطح قطعات برداشته شود. چون می‌توانند سبب بسته شدن دهانه عیب شده و از نفوذ مایع نافذ به درون عیب جلوگیری کنند.

نکته



- در بازرسی با مواد نافذ نباید سطح نمونه دارای چربی یا هرگونه پوشش یا رنگ باشد.
- روش تمیزکاری باید با توجه به جنس نمونه و با دقت انتخاب شود تا آسیبی به کارایی قطعه وارد نیاید.
- در روش‌های تمیزکاری با آب، نمونه باید حتماً به اندازه کافی خشک شود زیرا آب مانع ورود مواد نافذ به نقص می‌گردد.

در شکل زیر چند روش تمیزکاری را مشاهده می‌کنید.



روش‌های مکانیکی مانند سنگ زدن، فرچه زدن، سند بلاست



تمیزکاری با امواج مافوق صوت (التراسونیک)
تمیزکاری با ایجاد لرزش‌های صوتی توسط دستگاه انجام می‌شود



روش‌های شیمیایی مانند اسیدشویی، استفاده از انواع زنگ‌برها

شکل ۵-۴- چند روش تمیزکاری



تمیزکاری با روش مکانیکی و آب و صابون

الف) برای آنکه با نحوه تمیزکاری مکانیکی آشنا شویم ابتدا سطح دو ورق جوشکاری شده فولادی به ابعاد ۱۰ سانتی‌متر در ۵ سانتی‌متر را با سوهان کاملاً پرداخت کنید سپس آنها را در درون یک پارچه خیس پیچیده و به مدت ۴۸ ساعت قرار دهید تا سطح آن مانند تصویر زیر اکسید شود سپس یکی را با روش (فرچه سیمی دستی) تمیز کنید و دیگری را با سمباده تمیز نمایید. سپس سطح قطعات را با یکدیگر مقایسه نمایید. (این آزمایش را می‌توان با نمونه‌های زنگ زده نیز انجام داد)



شکل ۶-۴ - چگونگی سطوح خورده شده

ب) چربی‌گیری

با کمک مربی خود تعدادی قطعات آلوده به روغن یا گریس تهیه کنید.

دستور تمیزکاری برای چربی‌گیری:

- ابتدا روغن و آلودگی اضافی موجود بر روی سطح را با دستمال تمیز کنید.
- سپس در مرحله بعد با استفاده از یکی از روش‌های زیر نمونه را چربی‌گیری نمایید.
- استفاده از حلال و پارچه
- استفاده از آب گرم و صابون و یا شوینده‌های رایج
- این قطعات پس از خشک شدن برای بازرسی با مواد نافذ آماده می‌باشند.

روش‌های اعمال مواد نافذ

در شکل ۷ روش‌های اعمال مواد نافذ را مشاهده می‌کنید.



روش اسپری با قوطی



روش اسپری با کمپرسور فشار باد



روش غوطه‌وری در مخزن مایع نافذ



استفاده از فرچه

شکل ۷



سه نمونه فلزی ترجیحاً کوچک تهیه کنید. آنها را با روش های اسپری، غوطه وری و استفاده از قلم مو به مواد نافذ آلوده کنید. سپس محدودیت و مزایای هر روش را طبق جدول گزارش کنید.

جدول ۶

امتیاز	محدودیت	روش اعمال	
	پاشش ذرات در قسمت های غیر ضروری و آلوده سازی بیشتر محیط	اسپری	۱
		غوطه وری	۲
		قلم مو	۳

زمان اسکان چیست؟

پس از اعمال مواد نافذ روی نمونه مدت زمانی معین این مواد باید روی نمونه باقی بماند که به آن زمان اسکان یا (Dwell Time) گفته می شود این زمان بستگی به عواملی چون جنس نمونه، حساسیت و نوع نقص متفاوت می باشد. زمان اسکان براساس جداول ثبت شده استاندارد یا کارخانه سازنده مواد نافذ صادر می شود. جهت بررسی خوردگی و عیوب ریز به ویژه حفره ها به زمان بیشتری نیاز می باشد. زمان اسکان فلزات فولادی معمولاً بیشتر از فلزات رنگی می باشد. زمان اسکان ممکن است از ۵ دقیقه الی چند ساعت و بستگی به متغیرهای فوق متفاوت باشد. در جدول زیر (Dwell Time) طبق استاندارد ASME^۱ برای مواد و فرایندهای مختلف ارائه شده است.

جدول ۷ زمان اسکان براساس استاندارد ASME

جدول حداقل زمان Dwell Times و آشکارسازی در بازرسی مایعات نافذ				
مواد Material	روش تولید Form	نوع عیب Type of Discontinuity	زمان ماندن مایع نافذ Penetrant دقیقه	زمان آشکارسازی Developer دقیقه
آلومینیوم - آهن	ریخته گری و جوشکاری	ترک، حفرات، عدم ذوب	۱۰	۱۰
آلومینیوم - آهن	آهنگری، اکستروژن	ترک، حفرات، عدم ذوب	۱۰	۱۰
پلاستیک	همه روش های تولید	ترک	۵	۱۰
شیشه	همه روش های تولید	ترک	۵	۱۰
سرامیک	همه روش های تولید	ترک	۵	۱۰

دسته‌بندی آزمون مایعات نافذ

بازرسی مایعات نافذ براساس نوع نور بازرسی مورد نیاز و روش‌های تمیزکاری مایع نافذ اضافی از روی سطح قطعه دسته‌بندی می‌شوند. در جدول ۸ این دسته‌بندی نشان داده شده است.

جدول ۸ دسته‌بندی مایع نافذ

نور محیط بازرسی	فلورسانس (Fluorescence)			مرئی (visible)		
	معلق‌سازی سپس شست‌وشو با آب	شست‌وشو با حلال	قابل شست‌وشو با آب	معلق‌سازی سپس شست‌وشو با آب	شست‌وشو با حلال	قابل شست‌وشو با آب
اهمیت و میزان حساسیت	*****	*****	****	***	**	*

دسته‌بندی مواد نافذ از نظر نور بازرسی

محیط نوری که برای بازرسی قطعات در مرحله نهایی آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرند: **مواد نافذ مرئی**: مواد نافذی هستند که در مرحله بازرسی زیر نور معمولی بازرسی می‌شوند.

در جدول ۹ دو نوع مواد نافذ براساس نور بازرسی را مشاهده می‌کنید.

جدول ۹

	<p>تست با مایعات نافذ مرئی (قرمز رنگ) Visible penetrant testing قابل بازرسی زیر نور معمولی محیط</p>	۱
	<p>تست با مایعات نافذ فلورسانس (معمولاً فسفری رنگ) Fluorescent Penetrant Testing قابل بازرسی با نور فرابنفش</p>	۲

مواد نافذ فلورسانس: مواد نافذی هستند که در مرحله بازرسی زیر نور فرابنفش بازرسی می‌شوند.

دلیل استفاده از مایع فلورسانس، حساسیت چشم انسان نسبت به طول موج رنگ آن می‌باشد. بدین صورت که چشم انسان اثرات رنگ فلورسنت را در زیر نور فرابنفش به صورت شفاف و واضح‌تر می‌بیند. لذا برای بازرسی قطعات حساس و نواقص بسیار ریز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توجه: از تابش مستقیم نور فرابنفش به چشم پرهیز گردد. مایع نافذ مرئی فقط در زیر نور معمولی قابل مشاهده است و از حساسیت کمتری نسبت به مایع نافذ فلورسنت برخوردار می‌باشد.

نور فرابنفش در بازرسی مایعات نافذ از نوع فلورسانس باید از نور فرابنفش که به نور سیاه نیز معروف است استفاده شود. (شکل ۸)
این چراغ ممکن است به صورت ثابت و یا قابل حمل مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۸- دستگاه مولد نور فرابنفش

در بازرسی‌های حساس شدت نور این دستگاه با دستگاه سنجش فرابنفش مورد بررسی قرار می‌گیرد.



تولید نمونه جوشکاری شده ترک‌دار با وضعیت تخت برای بازرسی P. T. قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای جوشکاری و برشکاری که شامل ماسک جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس نمونه را ایجاد کنید: تجهیزات فنی:
دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب.

مواد مورد نیاز:

- الکتروود E۶۰۱۳ با قطر ۴
- دو تکه قطعه فولادی از جنس فنر ماشین با ضخامت ۶ میلی‌متر یا بیشتر با طول ۱۰۰ میلی‌متر و عرض ۳۰ میلی‌متر یا بیشتر
- ظرف آماده آب سرد

دستور کار:

- ابتدا دو قطعه را با یک گیره دستی کنار هم قرار دهید.
- در این مرحله قطعه را جوشکاری کنید.
- بعد از اتمام جوشکاری بلافاصله قطعه را در ظرف آب سرد قرار دهید.

هدف:

- ایجاد عیوب جهت انجام آزمایش مایعات نافذ.
- پس از تولید نمونه یک گزارش چشمی از نواقص قابل مشاهده با چشم تهیه کنید.
- اندازه ترک‌ها را مشخص کنید.
- این نمونه را جهت آزمایش بعدی نزد خود نگهدارید.
- در آزمایش P.T. به تفاوت نتایج توجه و آن را گزارش کنید.
- فرم گزارش چشمی در بخش قبل ارائه شده است.



دسته‌بندی مواد نافذ از نظر نوع تمیزکاری ماده نافذ بر روی سطح نمونه: مواد نافذ قابل شست‌وشو با آب (Water Washable): مواد نافذی هستند که باید با آب تمیز شوند. این نوع ماده ممکن است با پارچه آغشته به آب و یا فشار آب شسته شوند. این نوع مواد از حساسیت کمی برخوردار هستند. ولی مزیت آن برای قطعات با شکل پیچیده که تمیزکاری آن سخت است مناسب می‌باشد، همچنین برای خطوط تولید مناسب می‌باشد.



شکل ۹- شست‌وشوی مایع نافذ با آب (سمت راست مایع نافذ فلورسنت سمت چپ مایع نافذ مرئی)

مواد نافذ قابل شست‌وشو با حلال (Solvent Removable): مواد نافذی هستند که ابتدا پارچه را به حلال آن آغشته و سپس سطح نمونه با آن تمیز می‌شود. از این مواد اغلب برای قطعات کوچک‌تر و یا خارج از آزمایشگاه استفاده می‌شود و از نوع قابل شست‌وشو با آب حساس‌تر می‌باشد. توجه داشته باشید که از پاشش این حلال روی نمونه، به دلیل امکان شستن ماده نافذ در نواقص سطحی پرهیز گردد.



شکل ۱۰- حذف مایع نافذ به کمک دستمال و حلال

مواد نافذ قابل شست‌وشو پس از معلق‌سازی (Post – Emulsifiable):
 مواد نافذی هستند که در دو مرحله تمیز می‌شوند، ابتدا پس از گذشت زمان ماندگاری ماده نافذ روی سطح، یک مایع معلق‌ساز روی آن زده می‌شود و پس از گذشت زمانی معین، با آب شسته می‌شوند.
توجه: زمان ماندگاری ماده تعلیق‌ساز طبق دستورالعمل سازنده ماده اجرا شود (معمولاً حدود ۵ دقیقه می‌باشد) در غیر این صورت ممکن است مواد نافذ درون نقص نیز شسته شود. این نوع مواد اغلب جهت قطعات حساس‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بازرسی با مواد نافذ از نوع مرئی و قابل شست‌وشو با آب

بر روی نمونه بازرسی جوشکاری شده در کار شماره ۴ قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز: دستکش، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی و عینک محافظ را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید.

تجهیزات و مواد مصرفی:

- نمونه ساخته شده در کار شماره ۴
- اسپری تمیزکننده قطعه، اسپری مواد نافذ از نوع مرئی و قابل تمیزکاری با آب و اسپری آشکارساز
- برس سیمی، پارچه تمیزکننده و نیاز به شیر آب، قلم‌مو، مارکر، فرم گزارش

دستور کار:

- ابتدا قطعه را با برس تمیز کرده و جهت چربی‌گیری با اسپری حلال آن را تمیز کنید.
 - سپس با استفاده از یک قلم‌مو که به مواد نافذ آلوده شده، سطح نمونه را با مواد نافذ پوشش دهید.
 - پس از گذشت زمان اسکان (۲۰ دقیقه) قطعه را با آب تمیز کرده و خشک نمایید.
 - ماده آشکارساز را (به‌طور یکنواخت و نازک) بر روی سطح نمونه بپاشید.
 - قطعه را پس از ۵ دقیقه زیر نور معمولی بازرسی نمایید.
 - نقص‌ها را علامت‌گذاری کنید.
 - نتایج را در فرم بازرسی با مواد نافذ گزارش کنید.
- نتایج نمونه بازرسی شده با روش مایع نافذ را با بازرسی چشمی (کار کارگاهی شماره ۴) مقایسه و نتایج را در زیر برگه بنویسید.

فعالیت
کارگاهی ۵



نمونه فرم پر شده گزارش بازرسی با مواد نافذ

فرم گزارش بازرسی با مواد نافذ Penetrant Testing Report Form			
Employer کارفرما	هنرستان فنی	Report No: شماره گزارش	۱
Dwell time زمان اسکان مایع نافذ	۲۵	date تاریخ	۹۶/۳/۱۸
Penetrant type نوع مایع نافذ	مرئی - قابل شست و شو با آب	Developer نوع آشکارساز	تر - حلال
Part name نام نمونه	جوش لب به لب تخت	Process فرایند ساخت	جوشکاری
Results Scheme			

در بخش زیر یک فرم گزارش بازرسی پر شده با مواد نافذ را مشاهده می کنید.

Item	Code of component کد نمونه	Defect Type نوع نقص	Reject مردود	Accept قبول
۱	۱-P	ترک ستاره ای	✓	—
۲	—	—	—	—
۳	—	—	—	—
۴	—	—	—	—
۵	—	—	—	—

فرم شماره ۱- فرم گزارش بازرسی با مواد نافذ پر شده

Operator بازرس	Accepted By: تأییدکننده	تاریخ
علی محمدی	محمد رضا زارعی	۹۶/۳/۱۸

فرم پرنشده گزارش بازرسی با مواد نافذ برای کارهای کارگاهی - آزمایشگاهی
این فرم پس از هر بار انجام کار بازرسی P.T باید پر شود.

Penetrant Testing Report Form فرم گزارش بازرسی با مواد نافذ			
Employer کارفرما		Report No: شماره گزارش	
Dwell time زمان اسکان مایع نافذ		date تاریخ	
Penetrant type نوع مایع نافذ		Developer نوع آشکارساز	
Part name نام نمونه		Process فرایند ساخت	
Results Scheme شکل نمونه			

Item	Code of component کد نمونه	Defect Type نوع نقص	Reject مردود	Accept قبول
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				

فرم شماره ۲- فرم پرنشده گزارش بازرسی با مواد نافذ برای کارهای کارگاهی - آزمایشگاهی

Operator بازرس	Accepted By: تأیید کننده	تاریخ



در شکل زیر یک میل لنگ با روش مواد نافذ بازرسی شده است. شرح مراحل را در مقابل هر عکس بنویسید. نام روش نافذ انجام پذیرفته چیست؟ (.....)

جدول ۱۰

شرح مرحله تست	تصاویر مربوط به مراحل تست	ردیف
		۱
		۲
		۳
تمیزکاری با حلال		۴
		۵
		۶



بازرسی دو مقطع یک شمش

هر دو نفر به عنوان یک گروه می‌توانند در انجام این آزمایش شرکت نمایند.

تجهیزات و مواد مصرفی:

- شمش یا یک لوله توپر از جنس آلومینیوم
- اسپری تمیزکننده قطعه
- اسپری مواد نافذ از نوع قابل شست‌وشو با حلال از نوع مرئی
- اسپری مواد نافذ از نوع قابل شست‌وشو با حلال از نوع فلورسانس
- اسپری آشکارساز
- اسپری حلال مواد نافذ
- پارچه تمیزکننده
- قلم مو
- مارکر
- فرم گزارش بازرسی با مواد نافذ

دستور کار:

- قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار که شامل ماسک، محافظ چشم و گوش، دستکش، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:
- ابتدا بخشی از قطعه آلومینیومی را به وسیله برشکاری جدا کنید.
- سطح دو مقطع حاصله را با حلال تمیز کنید.
- با استفاده از یک قلم مو، یک سطح آماده شده را با ماده نافذ از نوع قابل شست‌وشو با حلال از نوع مرئی، پوشش دهید.
- در مرحله بعد نمونه دوم را با استفاده از قلم مو و مواد نافذ از نوع قابل شست‌وشو با حلال و از نوع فلورسانس پوشش دهید.
- پس از گذشت زمان اسکان (۱۰ دقیقه) قطعه را با استفاده از پارچه مناسب و حلال تمیز کنید و خشک نمایید.
- ماده آشکارساز را بر روی سطح نمونه بپاشید.
- قطعات را پس از ۵ دقیقه زیر نور معمولی و فرابنفش بازرسی نمایید.
- نقص‌ها را علامت‌گذاری کنید.
- نتایج را در فرم بازرسی با مواد نافذ گزارش کنید.
- آیا تفاوت محسوسی در این دو نوع بازرسی مشاهده کردید در فرم بنویسید.



ویژگی‌های ذکر شده مواد نافذ در جدول را، در ستون مربوطه با علامت ضربدر مشخص کنید.

جدول ۱۱

ویژگی Specification	مایع نافذ مرئی Visible penetrants	مایع نافذ فلورسنت Fluorescent Penetrants
برای انجام تست به نور معمولی نیاز دارد.		
برای انجام تست به نور فرا بنفش نیاز دارد.		
در هنگام تست، محیط باید تاریک باشد.		
در هنگام تست، محیط باید روشن باشد.		
برای تست قطعات حساس مورد استفاده قرار می‌گیرد.		
مایع نافذ به صورت قرمز رنگ است.		
رنگ مایع نافذ فسفری است.		

آشکارسازها (Developers)

پس از تمیزکاری مواد نافذ از روی سطح نمونه و خشک کردن آن باید از آشکارساز استفاده شود. نقش آشکارساز بیرون کشیدن مواد نافذ حبس شده در نقص به سطح نمونه و پخش آن روی سطح می‌باشد. آشکارساز به خاطر داشتن رنگ سفید می‌تواند زمینه خوبی برای نشان دادن نقص رنگی حاصل از مواد نافذ باشد. لذا باعث افزایش دید و وضوح می‌گردد.

انواع آشکارساز

آشکارساز خشک (Dry Developer)

معمولاً این نوع آشکارساز به صورت پودر تولید می‌شود. این نوع آشکارساز بایستی روی قطعات خشک اعمال گردد، اما از حساسیت لازم برای بازرسی قطعات حساس برخوردار نمی‌باشد.

آشکارساز تر (Wet Developer)

این نوع آشکارساز پس از مرحله زدودن مواد نافذ اعمال می‌گردد. ممکن است از نوع محلول در آب و یا به صورت معلق در آب باشد. این نوع آشکارساز برای قطعات حساس توصیه نمی‌شود. این نوع آشکارساز معمولاً در خطوط بازرسی با مواد نافذ و به صورت مخزنی استفاده می‌شود. قطعات در مایع آشکارساز غوطه‌ور و پس از خشک کردن بازرسی می‌گردند.

آشکارساز تر با پایه حلال (Wet Solvent Developer)

این نوع آشکارساز از حساسیت بیشتری نسبت به انواع ذکر شده فوق می‌باشد. سریع‌تر خشک می‌شود و برای هر دو نوع ماده نافذ از نوع مرئی و فلورسانس موجود می‌باشد. در جدول زیر انواع آشکارساز را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱۲- انواع آشکارساز

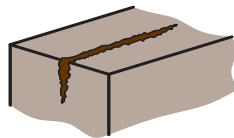
	آشکارساز پودر خشک	۱
	آشکارساز حل شده در آب	۲

	<p>آشکارساز معلق در آب</p>	<p>۳</p>
	<p>آشکارساز با پایه غیر آبی یا حلال</p>	<p>۴</p>

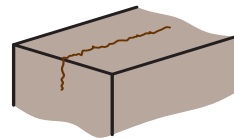
بازرسی (Inspection)

پس از گذشتن زمان ماندگاری ماده آشکارساز روی نمونه مورد بازرسی قرار می‌گیرد. قطعه بستگی به نوع ماده نافذ استفاده شده (مرئی یا فلورسانس) در زیر نور مناسب قرار گرفته و مورد بازرسی قرار می‌گیرد. نواقص شناسایی شده بر روی نمونه با مارکر علامت‌زنی شده و نتایج بازرسی در فرم مربوطه ثبت می‌گردند.

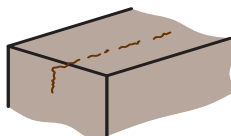
علائم نقص در بازرسی با مواد نافذ ممکن است نواقص به صورت گرد یا خطی مشاهده شوند. عیوب حفره‌ای معمولاً به صورت گرد دیده می‌شوند. ترک و سایر نواقص مشابه به صورت خطی یا منقطع دیده می‌شوند. در شکل‌های زیر چگونگی نواقص را در مرحله بازرسی مشاهده می‌کنید.



ترک نسبتاً باز



ترک با پهنای بسیار کم (بسته)



نقص نیمه بسته

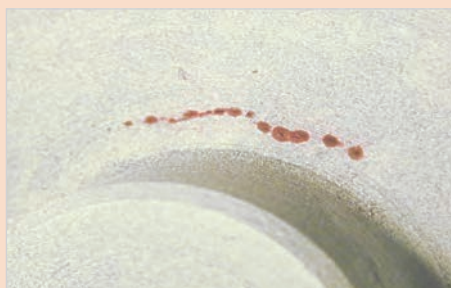


نواقص ریز و درشت گرد

در شکل‌های زیر تصاویر واقعی از ترک طولی و عرضی کم عمق، حفره یا تخلخل و ترک سراسری عمیق را مشاهده می‌کنید.



ترک‌های طولی و عرضی کم عمق



تخلخل



ترک سراسری نسبتاً عمیق

شکل ۱۱- انواع نقص

نشانه‌های نامربوط

ممکن است نشانه‌هایی را بر روی نمونه ببینیم که در واقع نقص نباشند. در داخل رزوه و شیرها یا بر روی قطعه ممکن است به علت تمیزکاری ضعیف علائم نامربوط دیده شود. چنانچه مجدداً این نشانه‌ها را پس از تمیزکاری با پارچه و استفاده از آشکارساز مشاهده نکنیم، علائم نامربوط می‌باشند.

کار کلاسی



مشخص نمایید کدام یک از عوامل قید شده در جدول زیر در بروز علائم غیرمرتبط، تأثیرگذار نمی‌باشد.

جدول ۱۳

تأثیر		متغیرات
ندارد	دارد	
		عدم تمیزکاری و برداشتن اکسیدهای سطحی و لکه‌های چربی
		استفاده از مایع نافذ زیاد بر روی سطح
		باقی ماندن ماده نافذ درون رزوه و شیر
		آغشته بودن دست بازرس به مایع نافذ در هنگام بازرسی

مزایا و محدودیت‌های بازرسی با مایعات نافذ

بازرسی با مایعات نافذ دارای مزایا و محدودیت‌های می‌باشد که در جدول ۱۴ آورده شده است.

جدول ۱۴

محدودیت بازرسی با مایعات نافذ (Disadvantages)	مزایای بازرسی با مایعات نافذ (Advantages)
فقط می‌تواند ناپیوستگی‌هایی که به سطح راه دارند را شناسایی کنند.	این روش بازرسی حساسیت زیادی به ناپیوستگی‌های ریز سطحی دارد.
موادی که ساختار متخلخل داشته باشند را نمی‌توان بازرسی کرد.	بازرسی انواع فلزات آهنی و غیر آهنی و سایر مواد
مضر برای چشم و پوست	ارزان
عیب بزرگ‌تر از حد واقعی نشان داده می‌شود.	توانایی در بازرسی سطوح پیچیده
باقی ماندن مواد نافذ روی قطعات ممکن است ایجاد خوردگی کند.	نسبتاً آسان و قابل حمل



مراحل انجام بازرسی مایعات نافذ با تصاویر واقعی در جدول ۷ آمده است، قسمت‌های خالی را پر کنید.

جدول ۱۵

ردیف	عنوان مرحله تست	تصویر انجام مراحل تست	هدف انجام این مرحله	روش انجام
۱	تمیز کردن سطح نمونه			تمیزکاری مکانیکی، شیمیایی یا آب و صابون
۲			نفوذ مایع درون ناپیوستگی‌های احتمالی	اسپری کردن روش غوطه‌وری استفاده از قلم‌مو
۳	زمان اسکان			به کمک زمان سنج
۴	حذف مایع نافذ اضافی			- شست‌وشو با حلال - با استفاده از آب - شست‌وشو با آب بعد از معلق‌سازی
۵	اعمال آشکارساز			آشکارساز تر یا خشک
۶			بررسی علائم ظاهر شده در مرحله آشکارسازی	- با چشم غیر مسلح - با استفاده از ذره بین - با استفاده از نور فرابنفش - یادداشت در فرم‌های مخصوص



با توجه به جدول ۱۵ اعداد جلوی تصاویر را در محل مناسب در ردیف اول قرار دهید.



جدول فعالیت ۱۶

	<p>۱ آشکارسازی از مراحل تست مایعات نافذ می باشد، این مرحله سبب بیرون کشیدن مایع نفوذ کرده به درون عیب می شود.</p>
	<p>۲ تمیزکاری ابتدای انجام بازرسی باعث پاک شدن آلودگی ها از روی سطح قطعه شده و امکان نفوذ مایع نافذ به درون عیب را برای مایع نافذ فراهم می کنند.</p>
	<p>۳ پوشش های سطحی بر روی قطعات سبب بسته شدن دهانه عیوب شده و از نفوذ ماده نافذ به درون قطعات جلوگیری می کنند.</p>
	<p>۴ بازرسی غیرمخرب یکی از روش های کنترل کیفیت می باشد که بدون آسیب رساندن به قطعات می تواند از سالم بودن یا معیوب بودن ما را آگاه سازد.</p>
	<p>۵ دومین مرحله از تست مایعات نافذ اعمال (Penetrant) بر روی سطح قطعه کار می باشد که می تواند به صورت اسپری یا با کمک قلم مو یا روش غوطه وری قطعه به درون مایع نافذ انجام شود.</p>



در جدول ۱۷ کدام تصویر از مزایا و کدام تصویر از محدودیت روش بازرسی با مواد نافذ را نشان می‌دهد؟

جدول ۱۷

۱	۲	۳
		
بازرسی مواد متخلخل	نشان دادن یک ترک بسته	نشان دادن فقط عیوب سطحی

مواد قابل بازرسی با مایعات نافذ

به غیر از مواد متخلخل یا موادی که مایع نافذ در آن خوردگی ایجاد کنند، اکثر مواد را می‌توان با این روش بازرسی نمود.



الف) در جدول زیر تعدادی از مواد آورده شده است تعیین کنید کدام مواد قابلیت بازرسی با روش مواد نافذ را دارد و کدام یک ندارد؟

جدول ۱۸

نام مواد	قابلیت P.T
فلزات (آلومینیوم، مس، استیل تیتانیوم،...)	
شیشه	
پلاستیک‌ها	
سفال	
چوب	

ب) کدام یک از عیوب مندرج در جدول زیر قابلیت بازرسی با روش P.T را دارد؟

جدول ۱۹

قابلیت بازرسی	Defects	عیوب
	Surface cracks	انواع ترک‌های سطحی
	Porosity	حفره و تخلخل سطحی در جوش
	Under cut	برش کناره جوش
	Hi-low	عدم هم ترازى
	Under bead crack	ترک‌های زیر سطحی

فعالیت
کارگاهی ۷



بازرسی با مواد نافذ دو نمونه از ورق جوشکاری شده چدنی با حالت تخت هدف: مقایسه کارایی مواد نافذ مرئی و فلورسانس در شناسایی ترک‌های حاصل از سنگ‌زنی

- تجهیزات و مواد مصرفی
- دو عدد ورق چدنی به ابعاد تقریبی $12 \times 5 \times 1$ سانتی‌متر و الکتروود جوشکاری شماره ۴ با چدن.
 - اسپری تمیزکننده قطعه
 - اسپری مواد نافذ از نوع مرئی و فلورسانس قابل تمیزکاری با حلال یا آب (هر دو از یک نوع باشند)
 - اسپری آشکارساز مربوطه
 - اسپری حلال مواد نافذ در صورت نیاز
 - پارچه تمیزکننده
 - قلم مو
 - مارکر
 - فرم گزارش بازرسی با مواد نافذ

دستور کار:
توجه: قبل از شروع به کار از تجهیزات ایمنی و پوشش لازم استفاده کنید.

- ابتدا دو قطعه موجود را در کنار هم مونتاژ کنید. (با رعایت مسایل ایمنی و پوشش مناسب)
- سپس قطعه را با راهنمایی هنرآموز خود جوشکاری کنید. (بدون رعایت پیش گرم)
- پس از سرد شدن نمونه، سطح جوشکاری شده آن را با استفاده از دستگاه سنگ زن با سطح فلز پایه صاف و هم تراز کنید.
- سپس آن را از قسمت عرض به دو نمونه مساوی تقسیم و برش بزنید.
- هر دو قطعه را با حلال تمیز کنید.
- سپس با استفاده از یک قلم مو، مواد نافذ مرئی را به سطح آماده شده یکی از نمونه‌ها آماده اعمال کنید.
- در مرحله بعد سطح نمونه دوم را با مواد نافذ فلورسانس با یک قلم موی دیگر پوشش دهید.
- پس از گذشت زمان اسکان (۱۰ دقیقه) قطعات را با استفاده از روش مناسب تمیز و خشک نمایید.
- ماده آشکارساز را بر روی هر دو سطح نمونه بپاشید.
- قطعات را پس از ۵ دقیقه یکی را زیر نور معمولی و دیگری را زیر نور ماورای بنفش بازرسی کنید.
- نقص‌ها را علامت گذاری کنید.
- نتایج را در فرم گزارش بازرسی با مواد نافذ گزارش کنید.
- آیا تفاوت محسوسی در شناسایی نقص‌ها (از نظر اندازه) در دو نمونه بازرسی شده با مواد نافذ مرئی و فلورسانس مشاهده کردید؟ توضیح دهید.

انتخاب نوع روش بازرسی با مواد نافذ

(Selection of a penetrant testing technique)

- مسئله مهم در بازرسی مایعات نافذ درست انتخاب کردن روش بازرسی است. عوامل مؤثر در انتخاب یک روش عبارت‌اند از:
- حساسیت مورد نیاز کار
 - تعداد قطعات و حجم قطعات
 - چگونگی سطح (زبر یا صاف)



با توجه به جدول ۲۰ برای هریک از موارد جدول ۲۱ تکنیک مناسب بازرسی را انتخاب کنید.

جدول ۲۰

مواد نافذ فلورسانس قابل شست‌وشو با آب	مواد نافذ مرئی قابل شست‌وشو با آب
مواد نافذ فلورسانس قابل شست‌وشو با حلال	مواد نافذ مرئی قابل شست‌وشو با حلال
مواد نافذ فلورسانس قابل شست‌وشو پس از تعلیق‌سازی	مواد نافذ مرئی قابل شست‌وشو پس از تعلیق‌سازی

جدول ۲۱

پیشنهاد تکنیک مناسب بازرسی	نوع فعالیت	ردیف
	قطعات فولادی جوشکاری با سازه معمولی اما سطوح پیچیده	۱
	جوشکاری مخازن تحت فشار	۲
	بازرسی از دو قطعه نسبتاً کوچک بر روی یک دستگاه در حال سرویس‌دهی با حساسیت کم	۳

مایع نافذ قابل شست‌وشو با آب Water-Washable	مایع نافذ Penetrant	۱
مایع نافذ قابل شست‌وشو با حلال Removable Solvent		
مایع نافذ معلق شونده سپس قابل شست‌وشو با آب Post-Emulsifiable		
امولسیون ساز ماده نافذ	آشکارساز Developer	۲
آشکارساز پودر خشک Dry Powder		
آشکارساز با پایه حلال Solvent Developer	تمیزکننده حلال Solvent Remover	۳
حلال پایه نفتی		

مواد و تجهیزات مورد نیاز برای انجام تست با مایعات نافذ

در جدول زیر لیست تجهیزات مورد نیاز جهت آماده‌سازی یک آزمایشگاه کوچک بازرسی آورده شده است.

جدول ۲۲

تجهیزات	
ذره بین	با بزرگنمایی ۱۰ برابر
چراغ فرابنفش	برای انجام آزمایش با مایعات نافذ فلورسنت
ماژیک مخصوص علامت گذاری	برای مشخص نمودن محل عیوب کشف شده
چراغ قوه	برای بررسی دقیق تر موضعی نقص
دستگاه سنجش شدت فرابنفش	برای تست نور فرابنفش مورد استفاده در بازرسی با مایعات فلورسنت
خط ثابت بازرسی	در صورت زیاد بودن نمونه‌ها و تولید سری
وسایل تمیزکاری	برای پاک کردن مواد نافذ از روی سطح قطعه

۴

نکته



در هنگام خریداری مواد نافذ دقت شود که این مواد از شرکت‌های معتبر که دارای کدهای استاندارد می‌باشند، خریداری شوند.

فعالیت

کارگاهی ۸



تولید نمونه جوشکاری شده دارای چاله جوش، در وضعیت تخت هر دو نفر به‌عنوان یک گروه می‌توانند در انجام این آزمایش شرکت نمایند. هدف: ایجاد نقص چاله جوش پر نشده و تشخیص ترک ستاره‌ای با انجام آزمایش مایعات نافذ.



دستور کار:

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای جوشکاری و برشکاری که شامل ماسک جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی است را تهیه کنید و سپس تمرین مربوطه را انجام دهید:

تجهیزات فنی:

دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب - تجهیزات برشکاری

مواد مورد نیاز:

■ الکتروود E۶۰۱۳ با قطر ۴ میلی‌متر - دو تکه قطعه فولادی با ضخامت ۶ یا ۱۰ میلی‌متر

با طول ۱۰۰ میلی‌متر و عرض ۳۰ میلی‌متر یا بیشتر.

■ ابتدا دو قطعه را با یک گیره دستی کنار هم قرار دهید، سپس جوشکاری را بر روی قطعه اصلی انجام دهید.

در انتهای کار، جوشکاری را به حالتی که چاله جوش ایجاد شود به پایان برسانید:

● در حالی که چاله جوش پر نشده است بدون مکث جوشکاری را قطع کنید.

● از جوشکاری به عقب پرهیز نموده تا چاله جوش ایجاد شود.

● قطعه را در آب سرد خنک کنید.

■ قطعه را پس از تمیزکاری با روش مایع نافذ از نوع قابل شست و شو با حلال بازرسی کنید.

الف) دیگرام شاخه‌ای از بازرسی انجام پذیرفته را رسم و مراحل کامل بازرسی را در آن ثبت کنید.

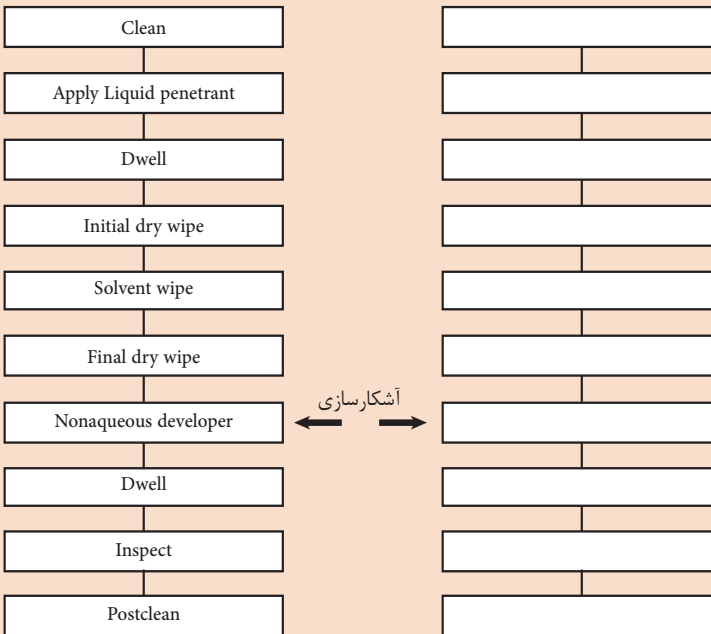
(یک نمونه دیگرام در همین بخش موجود می‌باشد)

ب) نتایج بازرسی را با کشیدن تصویر نمونه و شکل نقص در فرم گزارش ثبت کنید.

ج) اندازه ترک‌ها را مشخص کنید.

Solvent removable Liquid penetrant process.

فرایند تست مایعات نافذ با حلال مخصوص



دیگرام مراحل بازرسی با مواد نافذ از نوع قابل شست و شو با حلال

پودمان ۵

بازرسی با ذرات مغناطیسی

قابل توجه هنرآموز گرامی

همان گونه که در بازرسی چشمی و در بازرسی با مواد نافذ تأکید گردید، سعی کنید نسبت به تأمین تجهیزات و مواد مصرفی مورد نیاز در بخش بازرسی با ذرات مغناطیسی با مرکز آموزش در تماس بوده تا تجهیزات و سایر نیازها قبل از شروع کلاسها تأمین شده باشد.

در تأمین نیازها با مسئول خرید همکاری نموده و در تماس باشید تا هم دقت و هم سهولت در خرید انجام پذیرد.

همان گونه که قبلاً تذکر داده شد، شما هنرآموز گرامی چنانچه علاقه‌مند هستید یک آموزش بی‌دغدغه موفق و بانشاط ارائه دهید باید یک مجموعه از نمونه‌های معیوب و سالم هم جهت آموزش و هم جهت ارزیابی در دست داشته باشید. نمونه‌هایی که باید دارای نواقصی باشند که برخی یا کلیه ناپیوستگی‌ها قابل مشاهده با چشم نباشند.

لذا: خود از همین الان این کار را شروع کنید. شما می‌توانید:

■ به مراکز صنعتی مرتبط مراجعه و درخواست نمونه‌های معیوب نمایید.

■ خود مبادرت به ساخت این نمونه‌ها نمایید.

■ به کمک هنرجویان این کار را انجام دهید.

■ نمونه‌های جالب ساخته شده هنرجویان را نگهداری کنید.

توجه داشته باشید که:

بازرسی‌های غیرمخرب از جمله: روش بازرسی چشمی، بازرسی با مواد نافذ و بازرسی با ذرات مغناطیسی منحصر به جوش نبوده و کاربرد به اصطلاح عمومی (General) دارند. بنابراین هم در تدریس هم در جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی می‌توانید از قطعات صنعتی در سایر فرایندها مانند ماشین‌کاری، ریختگی، فورج و... نیز استفاده کنید. در تدریس این روش‌ها به کارگیری تجهیزات مرتبط با تکنولوژی‌های آموزشی مانند ویدیوپروژکتور و استفاده از نرم‌افزارهایی چون Power point توصیه می‌شود.

نکته آموزشی: از موادی که غیر فرومغناطیسی هستند، مانند استیل زنگ نزن استفاده کنید. در این حالت نقش یک آهنربا را در تشخیص مواد فرومغناطیسی از غیر فرومغناطیسی توضیح و آموزش دهید.

در پایان توجه داشته باشید که جنس نمونه‌ها و یا فلز پایه در بازرسی (M.T) باید از نوع فرومغناطیس باشند.

مقدمه

با اشاره به آزمون‌های غیرمخرب و پرسش سؤالاتی از دو بخش گذشته یعنی بازرسی چشمی و مواد نافذ، هنرجویان را برای یادگیری روش سوم یعنی بازرسی با ذرات مغناطیس‌شونده آماده کنید.

توضیح تفاوت و مزیت‌های روش بازرسی با ذرات مغناطیس‌شونده.

در شروع این بخش هنرجویان باید با مفاهیم مغناطیس، فرومغناطیس و چگونگی تشخیص مواد فرومغناطیس و غیرفرومغناطیس آشنا شوند.

آموزش اصول بازرسی را با بحث درباره تصویر ۱-۵ (در مراحل ۱ الی ۴ چه اتفاقی افتاده است)؟ شروع نمایید.

همان‌گونه که توجه خواهید داشت انتهای یک آهنربا ذرات پودر آهن را به خود جذب می‌کند.

حال چنانچه در یک مغناطیس دورانی شکل، بخشی از مغناطیس دچار گسیختگی گردد، ذرات بیشتری را به خود جذب می‌نماید.

اصول بازرسی با ذرات مغناطیسی

چنانچه جریان برق به یک نمونه فرومغناطیسی اعمال گردد، قطعه به مغناطیس تبدیل می‌گردد.

این نمونه دارای میدان مغناطیسی و خطوط میدان می‌باشد. حال اگر این خطوط میدان توسط یک ناپیوستگی قطع گردد، خطوط میدان دچار تغییر شکل گردیده و آثار این تغییر در سطح نمونه به شکل یک نشستی مغناطیسی (Magnetic leakage) ظاهر خواهد شد.

این قسمت آسیب‌دیده در سطح نمونه به دو علت: یعنی ایجاد قطب N و S آهنربایی و یا بروز نشستی مغناطیسی قوی‌تر از سایر قسمت‌های نمونه می‌تواند ذرات بسیار ریز آهنی را به خود جذب و به شکل نقص ظاهر گردد.

جریان برق - بازرسی

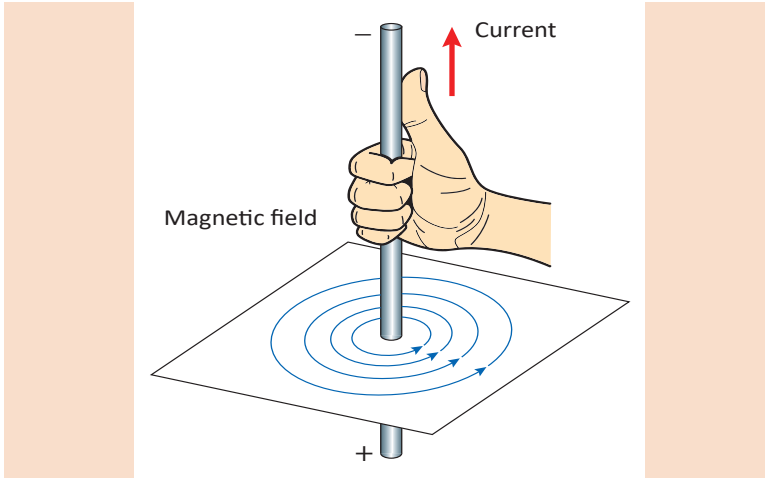
اگر چه از مغناطیس دائم نیز در این نوع بازرسی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما سهم بسیار ناچیزی را در بازرسی‌ها به خود اختصاص می‌دهد.

استفاده از جریان برق در بازرسی ضروری است. نوع جریان در چگونگی بازرسی تأثیرگذار است. بازرسی با جریان برق از نوع مستقیم (DC) برای شناسایی نواقص عمقی تر و بازرسی با جریان متناوب (AC) برای بازرسی نواقص سطحی مفید می‌باشد.

توضیح چند مورد جریان با شکل در این بخش در کتاب هنرجویان ارائه شده است.

انواع میدان مغناطیسی

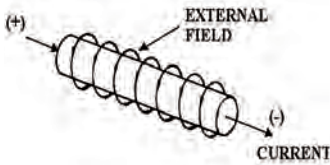
دانستن انواع میدان مغناطیسی از نظر شکل القایی مهم می‌باشد، زیرا شناسایی نقص به‌طور دقیق متناسب با نوع میدان می‌باشد. در شکل براساس قانون دست راست میدان دورانی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱

میدان دورانی (circular field)

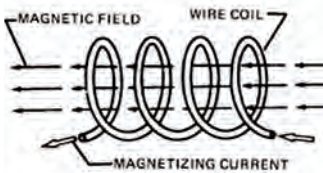
این نوع میدان زمانی در نمونه ایجاد می‌گردد که براساس قانون دست راست جهت جریان از راستای قطعه و از درون آن عبور نماید در این حالت نواقصی که عمود بر میدان باشند بهتر مشخص می‌گردند. (نواقص طولی)



شکل ۲

میدان خطی (Longitudinal field)

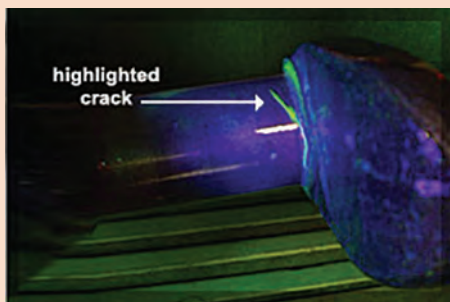
این نوع میدان زمانی در نمونه ایجاد می‌گردد که براساس قانون دست راست جهت جریان از دور قطعه عبور نماید در این حالت نواقصی که عمود بر میدان باشند بهتر مشخص می‌گردند. (نواقص عرضی)



شکل ۳

پودمان پنجم: بازرسی با ذرات مغناطیسی

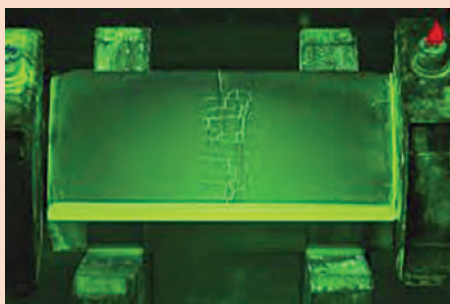
در شکل‌های زیر مشخص کنید چه نوع میدانی در شناسایی نواقص به کار گرفته شده است.



میدان خطی



میدان دورانی



هر دو میدان

شکل ۴



مشخص کنید کدام یک از مواد زیر دارای خاصیت مغناطیس پذیری می باشند؟

چدن	آهن	مس	نیکل	سرب	آلومینیوم	فولاد زنگ نزن
دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد

محاسبه میزان جریان

دستگاه یوک (Yoke) نیاز به محاسبه جریان ندارد. در دستگاه‌های متحرک کلیدهای انتخاب جریان، زمان و نوع جریان وجود دارد. نکته: چنانچه در یک بازرسی از جریان کم استفاده شود، بازرسی ضعیف و اگر از جریان بیش از حد مجاز باشد ممکن است نمونه آسیب ببیند. جریان مورد نیاز جهت بازرسی در میدان دورانی به صورت $I = D * 100 \sim 150$ محاسبه می‌گردد.

جریان مورد نیاز جهت بازرسی در میدان خطی به صورت $N \times I = \frac{220000 \sim 450000}{L/D}$ محاسبه می‌گردد.

نکته: برخی اوقات هنرجویان در حل معادله فوق دچار اشتباه می‌شوند.

$$2250 = \frac{45000}{10/2} \text{ (غ)} \quad 9000 = \frac{45000}{10/2} \text{ (ص)}$$

عدد صورت کسر می‌تواند هر عددی بین ۲۲۰۰۰ الی ۴۵۰۰۰ و متناسب با حساسیت بازرسی انتخاب شود.

نکته



در بازرسی با ذرات مغناطیسی از یک نمونه فولادی بسیار حساس به طول ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۳ سانتی‌متر از ۵ دور کابل استفاده شده است. میزان آمپر را به دست آورید.

تمرین



الف) ۵۰۰۰۰ ب) ۳۰۰۰ ج) ۹۰۰۰ د) ۹۰۰ *
نکته: با توجه به بسیار حساس بودن نمونه از ضریب (۴۵۰۰۰) استفاده کنید.

تجهیزات بازرسی با روش ذرات مغناطیسی شونده

توجه: تجهیزات مغناطیسی باید متناسب با اندازه و تعداد نمونه‌هایی که قرار است بازرسی شوند، انتخاب و خریداری گردند. لذا در صورت تصمیم به استفاده از دستگاه ثابت در یک محیط آموزشی بهتر است از نوع کوچک آن خریداری شود. با یک یوک نیز می‌توان نیازهای یک آزمایشگاه بازرسی کوچک را تأمین نمود.

تجهیزات

■ دستگاه ثابت: بازرسی معمولاً دارای کلیدهای لازم جهت بازرسی و مخزن نگهداری ذرات تر و چراغ فرابنفش می‌باشد.

■ دستگاه‌های منقول

● یوک (YOKE) مغناطیسی

● تیزک‌ها (PRODS)

ویژگی‌های این دستگاه‌ها در کتاب هنرجویان آورده شده است.

● دستگاه چرخدار متحرک (MOBILE) دارای کابل و کلید انتخاب جریان می‌باشد. معمولاً برای بازرسی با PRODS از این نوع دستگاه استفاده می‌شود.

■ لامپ فرابنفش: توضیحات آن در فصل بازرسی با مواد نافذ کتاب هنرجویان آمده است.

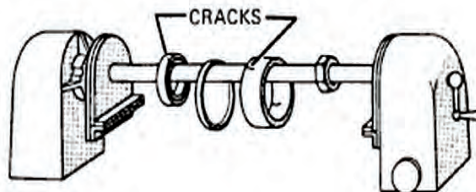
■ نشان‌دهنده میدان: اهمیت این دستگاه کوچک به علت نشان دادن یا ندادن مغناطیس

در نمونه تحت بازرسی می‌باشد. (در زمان بازرسی و در زمان مغناطیس‌زدایی)

■ میله هادی مرکزی: این میله که معمولاً از جنس مسی می‌باشد برای تست

نمونه‌های رینگی شکل استفاده می‌شود. میله از درون قطعات عبور کرده سپس بین دو فک دستگاه محکم می‌شود.

با اعمال جریان قطعات مغناطیس شده و بازرسی می‌گردند.



شکل ۵ - بازرسی با میله مرکزی

مواد مصرفی

برای اجرای کارهای کارگاهی یا آزمایشگاهی حداقل مواد مصرفی مورد نیاز به شرح ذیل می‌باشد:

- ذرات مغناطیس شونده به صورت اسپری مشکی.
 - ذرات مغناطیس شونده به صورت اسپری فلورسانس.
 - رنگ سفید مخصوص بازرسی (WHITE CONTRAST) با ذرات مغناطیس شونده مشکی.
 - ذرات مغناطیس شونده پودری شکل مرئی
- به دسته‌بندی ذرات در کتاب هنرجویان توجه نمایید.

ذرات از نوع فلورسانس باید با نور فرابنفش و ترجیحاً در اتاق تاریک انجام پذیرد. روش زمینه سفید یک روش مرئی می‌باشد که روی آن از جوهر یا ذرات مشکی رنگ برای بازرسی استفاده می‌شود.

نکته



توضیح منحنی هیسترسیس

به نکات مهم و کاربردی در این منحنی توجه فرمایید.

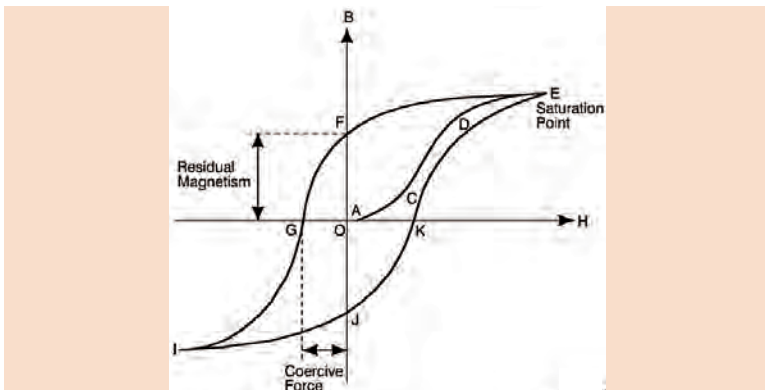
E برابر با نقطه اشباع مغناطیسی

FA برابر با مغناطیس پس ماند

B فلوئ میدان مغناطیسی

H شدت

همان‌گونه که مشاهده می‌کنید این یک منحنی با داشتن میزان ایده‌آلی از مغناطیس پس ماند FA می‌باشد، لذا این نمونه را می‌توان با تکنیک پس ماند بازرسی نمود.



شکل ۶

مراحل بازرسی

نکات اساسی مهم در مراحل انجام بازرسی با ذرات مغناطیسی مربوط به اولین و آخرین مرحله بازرسی می‌گردد. در اولین مرحله باید از فرومغناطیس بودن نمونه مطمئن شویم. و در آخرین مرحله نیز باید از عدم وجود مغناطیس در قطعه آگاه شویم. در این دو مرحله وجود یک آهنربا و دستگاه نشان‌دهنده میدان (field indicator) مورد نیاز می‌باشد.

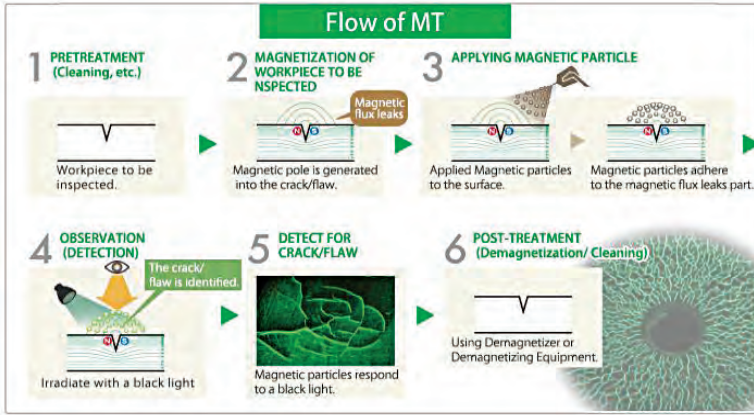
خلاصه مراحل بازرسی

- تأیید روش
 - انتخاب فاکتورهای بازرسی (نوع و میزان جریان - تکنیک بازرسی)
 - آماده‌سازی نمونه و دستگاه
 - قرار دادن قطعه در محل بازرسی در دستگاه یا برعکس
 - اعمال جریان
 - اعمال ذرات
 - بازرسی با نور مناسب با توجه به نوع ذرات
 - ثبت علائم روی نمونه
 - ثبت در فرم بازرسی
 - مغناطیس‌زدایی
- توجه داشته باشید که اعمال جریان و پاشش ذرات باید مناسب با تکنیک بازرسی اعمال گردد. در روش پس‌ماند پاشش ذرات پس از قطع جریان انجام می‌پذیرد، اما در روش مداوم ابتدا ذرات پاشیده می‌شود و اعمال جریان بلافاصله پس از قطع پاشش انجام می‌شود.

نکته



برای حصول اطمینان از شناسایی کلیه نواقص در نمونه بازرسی باید در دو جهت عمود بر هم انجام پذیرد.

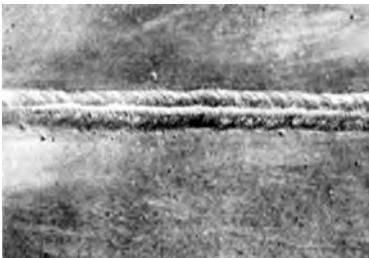


توضیح شکل

- ۱ عملیات قبل از بازرسی (تمیزکاری ...)
- ۲ مغناطیس نمودن نمونه
- ۳ پاشش ذرات مغناطیس شونده
- ۴ مشاهده
- ۵ شناسایی نقص مانند ترک
- ۶ عملیات بعد از بازرسی مانند مغناطیس زدایی.

چگونه ناپیوستگی های سطحی و زیر سطحی را تشخیص دهیم؟

شکل نقص در حالتی که سطحی باشد به صورت واضح و تیز دیده می شود اما نواقص زیر سطحی معمولاً پهن و کدر می باشند:



شکل یک نقص زیر سطحی



شکل یک ترک سطحی

شکل ۷

علائم نامربوط (Non relevant indications)

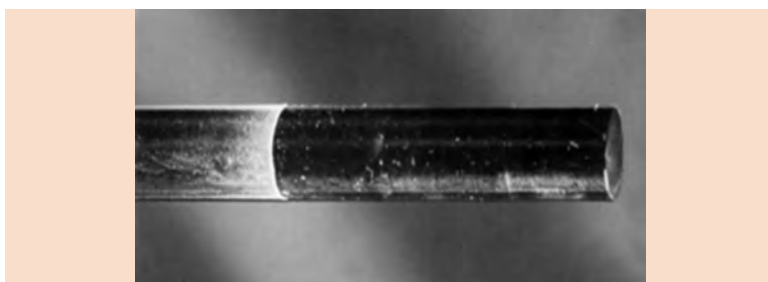
این علائم در همه روش‌ها وجود دارند و در واقع نوعی نقص نما می‌باشند. نحوه تشخیص این علائم بستگی به موارد ذیل دارد:

شناخت نمونه

در این حالت باید از نقاط دو قسمتی قطعه آگاه باشیم. در سوپاپ موتور ماشین یک بخش مقاوم به حرارت و بخشی نیز مقاوم به ضربه می‌باشد در مرز این دو بخش یا در قطعات دو ساختاری دیگر به احتمال زیاد ذرات متمرکز می‌شوند و شکل نقص را نشان می‌دهند.

تمیزکاری دقیق

تمیزکاری ضعیف به ویژه در داخل شیار و رزوه‌ها ممکن است به صورت نقص بروز نماید یا لکه‌های چربی یا لایه‌های اکسیدی باقی مانده روی سطح ذرات را به خود جذب و به شکل نقص نمایان می‌شود. به تنوع این علائم در کتاب هنرجویان توجه فرمایید. قطعات PRESS FIT قطعاتی هستند که از دو قسمت در هم پرس شده ساخته شده‌اند و اغلب به علت ماشین‌کاری مرز این دو بخش در سطح دیده نمی‌شوند اما در بازرسی با جذب ذرات مغناطیسی بروز پیدا می‌کنند.



شکل ۸- نقص نامربوط در یک میله دو جنسی

روش‌های بازرسی (تکنیک‌های بازرسی)

اگرچه استفاده از یوک (yoke)، (prods) و استفاده از میله هادی مرکزی از تکنیک‌های بازرسی محسوب می‌شوند اما بازرسی با میدان دورانی و خطی از مهم‌ترین نوع بازرسی محسوب گردیده و اغلب قطعات حساس صنعتی با این تکنیک‌ها بازرسی می‌شوند. از نگاهی دیگر همان‌گونه که قبلاً نیز یادآوری کردیم با توجه به جنس نمونه و شکل منحنی هیسترسیس آن دو روش مداوم (continuous) و پس‌ماند را داریم. در روش مداوم منحنی هیسترسیس را به اصطلاح لاغر می‌گویند و میزان کربن فلز پایه در این منحنی تأثیرگذار می‌باشد. قطعات کم کربن که مغناطیس را در خود نگه نمی‌دارند یا میزان کمی پس‌ماند دارند، با روش مداوم بازرسی می‌شوند. فلز پایه با میزان کربن زیاد با روش پس‌ماند تست می‌شوند و به منحنی هیسترسیس این مواد معمولاً منحنی چاق می‌گویند.

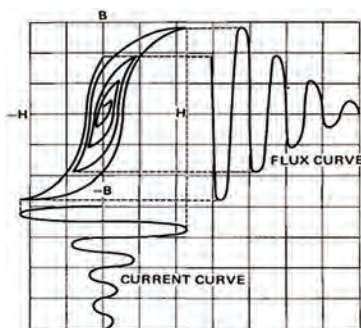
مغناطیس‌زدایی (DEMAGNETIZATION)

در بحث مغناطیس‌زدایی همیشه سه موضوع باید مدنظر هنرآموز گرامی برای تأکید به هنرجویان قرار داشته باشد. اهمیت مغناطیس‌زدایی، روش‌های مغناطیس‌زدایی و حصول اطمینان از عدم وجود مغناطیس باز مانده در نمونه. همان‌گونه که در کتاب هنرجویان نیز آمده است در نمونه‌های حساس ممکن است وجود مغناطیس پس‌ماند در نمونه موجب آسیب و ضرر و زیان گردد. به عنوان مثال وجود مغناطیس در کنار سیستم‌های الات دقیق هواپیما موجب تأثیر و تغییر در روند اندازه‌گیری‌ها می‌نماید، که بسیار خطرناک می‌باشد. در سیستم‌های مکانیکی که با روغن کار می‌کنند نیز وجود مغناطیس باعث مغناطیس شدن قطعات و جذب براده‌های میکروسکوپی آهنی و کاهش عمر در آن به دلیل افزایش سایش، می‌گردد. روش‌های مغناطیس‌زدایی در کتاب هنرجویان آمده است.

نکته



در روش مغناطیس‌زدایی با روش کاهش تدریجی جریان در واقع هر بار با کاهش جریان، مغناطیس پس‌ماند نیز کاهش یافته و سر انجام به صفر می‌رسد. به شکل منحنی هیستریسیس در این رابطه دقت فرمایید.



تمرین



کدام روش مغناطیس‌زدایی براساس منحنی هیستریسیس انجام می‌پذیرد؟

- معکوس کردن جریان.
- تقلیل پله‌ای جریان تا صفر.
- دور کردن نمونه از محیط مغناطیسی.

تشخیص وجود مغناطیس در نمونه

با اهمیت مغناطیس‌زدایی آشنا شدید. جهت تشخیص وجود مغناطیس در نمونه، از دستگاهی به نام نشان‌دهنده میدان (Field Indicator) استفاده می‌شود.

معمولاً این دستگاه که نمونه‌های دیجیتال آن نیز موجود می‌باشد بر حسب واحد گاوس (Gauss) می‌باشد. میزان قدرت میدان مغناطیسی مورد نیاز در نمونه‌ها توسط مهندس بازرسی تعیین می‌شود. به عنوان مثال حداقل مغناطیس پس‌ماند در برخی از نمونه‌های صنعتی باید ۵ گاوس باشد



شکل ۹- دستگاه نشان‌دهنده میدان

محدودیت (Disadvantage)

مزیت (Advantage)

نکات ارائه شده در کتاب هنرجویی برای این دوره کافی می باشد.

تمرین



در بازرسی با ذرات مغناطیسی از یک نمونه فولادی بسیار حساس به طول ۳۰ سانتی متر و قطر ۳ سانتی متر از ۵ دور کابل استفاده شده است. میزان آمپر را به دست آورید.

الف) ۵۰۰۰۰ (ب) ۳۰۰۰۰ (ج) ۹۰۰۰۰ (د) * ۹۰۰
نکته: با توجه به بسیار حساس بودن نمونه از ضریب (۴۵۰۰۰) استفاده کنید.

در این بخش مشخص کنید کدام مورد محدودیت و کدام مورد مزیت روش بازرسی با ذرات مغناطیسی می باشد.

ردیف	مورد	محدودیت	مزایا
۱	بازرسی یک قطعه فولاد زنگ نزن		*
۲	بازرسی عمقی	*	
۳	بازرسی شیشه	*	
۴	بازرسی نواقص زیرسطحی		*
۵	نیاز به برق	*	
۶	سرعت بازرسی در مقایسه با مواد نافذ		*
۷	بازرسی نمونه با رنگ و پوشش	*	

این فرم مانند فرم بازرسی چشمی و مواد نافذ دارای اطلاعات مرتبط با کارفرما، اطلاعات فنی روش بازرسی، مشخصات نمونه و بازرسی می باشد.

فرم بازرسی با روش ذرات مغناطیسی M.T TEST REPORT – FORM

فرم گزارش بازرسی با ذرات مغناطیس شونده

پیمانکار / Owner		شماره گزارش / Report no.	-----
محل بازرسی / Location		ابعاد نمونه / SIZE	
Material		فرایند / Process	
		تاریخ / Date of inspection /	
Ref. Standard استاندارد مرجع		Instrument type نوع دستگاه	یوک / Yoke <input type="checkbox"/> OTHER <input type="checkbox"/>
Particles Type.		MAG / CURRENT نوع میدان و میزان جریان	
Demag.	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Technique.	Residual پس ماند <input type="checkbox"/> Continuous مداوم <input type="checkbox"/>

نتایج TEST RESULTS

ITEMVN	Defect Type نوع نقص	(L) mm طول نقص	REJECT مردود	ACCEPT قبول
۱				
۲				
Scheme: شکل				
OPERATOR : اپراتور			ACCEPTED BY : تأیید کننده	
Date			Date	

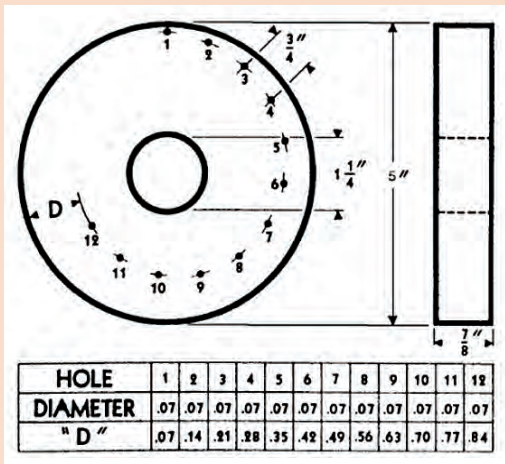
توجه: معیارهای پذیرش معمولاً همانند ملاک ارزیابی بازرسی چشمی در نظر گرفته می شود. استانداردهای مرتبط در روش چشمی آورده شده است.



دستگاه یا ابزار مورد نیاز و مناسب را تعیین کنید:

دستگاه نشئت‌دهنده میدان FIELD INDICATOR	نشان دادن عدم وجود مغناطیس در ماده
دستگاه مغناطیس ثابت STATIONARY MAGNET	بازرسی قطعات بسیار بزرگ در آزمایشگاه
دستگاه فرابنفش BLACK LIGHT	ایجاد نور فرابنفش
YOKE	بازرسی مغناطیسی - جوش در سایت
میله مرکزی CENTRAL CONDUCTOR	بازرسی قطعات متعدد گرد و کوچک رینگ
آهن‌با	بررسی فرومغناطیس بودن نمونه

عمق بازرسی یک دستگاه مغناطیس در یک نمونه چه میزان است؟
 تنها راه تشخیص این ویژگی ساخت یک نمونه ارزیابی می‌باشد.
 شما در تصویر یک نمونه را مشاهده می‌کنید. یک قطعه رینگ شکل که سوراخ‌هایی با قطر ثابت در عمق‌های مختلف از سطح تعبیه شده است. سپس این نمونه با روش مغناطیسی بازرسی می‌شود. جذب ذرات بر روی سطح نمونه و در محل نقص بیانگر توانایی بازرسی زیر سطحی می‌باشد.



شکل ۱۰- نمونه برای سنجش عمق بازرسی

ابعاد بر حسب اینچ می‌باشند. این نمونه برای قطعات کشتی و هواپیما طراحی شده است.

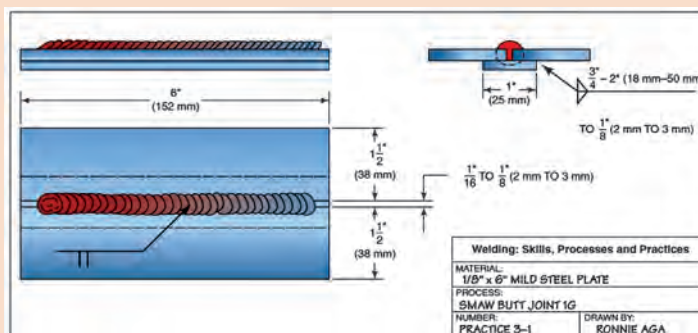


جوشکاری پلیت فولادی در وضعیت تخت و بازرسی آن به روش ذرات مغناطیسی

دستور کار:

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی می‌باشند را تهیه کنید و سپس تمرین فوق را انجام دهید:

موارد مورد نیاز	توضیحات
تجهیزات فنی	دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده و دارای حفاظ محافظ، یوک، ذرات مغناطیسی، اسپری زمینه سفید، اسپری حاوی ذرات، نشان‌دهنده میدان، برس سیمی
مواد اولیه	دو عدد پلیت فولادی با ضخامت ۳ mm و طول ۱۵۲ mm یک عدد نوار فولادی به عنوان پشت‌بند
مواد مصرفی	الکتروود E۶۰۱۳



شکل ۱۱- جوشکاری اتصال مربعی با پشت‌بند

- ۱ ابتدا بر اساس نقشه دو پلیت فولادی را به صورت اتصال لب به لب در وضعیت تخت به یکدیگر متصل کنید.
 - ۲ سپس نمونه‌ها را خنک کنید، و با استفاده از برس‌های سیمی سطح جوش را تمیز کنید.
 - ۳ قطعه جوشکاری شده را با استفاده از روش بازرسی ذرات مغناطیسی، ارزیابی کنید و عیوب موجود در قطعه را شناسایی کنید.
 - ۴ نتایج بازرسی را با کشیدن تصویر نمونه و شکل نقص در فرم گزارش ثبت کنید.
- توجه: در این فعالیت ممکن است نقصی ایجاد نگردد، در این صورت قطعه را سالم گزارش نمایید.



جوشکاری پلیت فولادی در وضعیت تخت و بازرسی آن به روش ذرات مغناطیسی

دستور کار:

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل ماسک یا کلاه جوشکاری، محافظ چشم و گوش، دستکش جوشکاری، لباس کار مناسب و پیش‌بند چرمی می‌باشند را تهیه کنید و سپس تمرین فوق را انجام دهید:

توضیحات	موارد مورد نیاز
دستگاه جوشکاری آماده و تنظیم شده و دارای حفاظ محافظ، یوک، ذرات مغناطیسی، اسپری زمینه سفید، اسپری حاوی ذرات، نشان‌دهنده میدان، برس سیمی	تجهیزات فنی
دو عدد پلیت از جنس فولاد فنر با ضخامت ۳mm و طول ۱۵۲mm یک عدد نوار فولادی به عنوان پشت‌بند	مواد اولیه
الکتروود E۶۰۱۳	مواد مصرفی

- ۱ دو پلیت فولادی را به صورت اتصال لب به لب در وضعیت تخت به یکدیگر متصل کنید، بلافاصله در آب سرد فرو ببرید، به احتمال زیاد دچار نقص می‌شود.
- ۲ سپس با استفاده از برس سیمی سطح جوش را تمیز نمایید.
- ۳ قطعه جوشکاری شده را با استفاده از روش بازرسی با ذرات مغناطیسی، ارزیابی کنید و عیوب موجود در قطعه را شناسایی کنید.
- ۴ نتایج بازرسی را با کشیدن تصویر نمونه و شکل نقص در فرم گزارش ثبت کنید.



از هنرجویان درخواست کنید نمونه بازرسی شده با نقص چاله جوش در بازرسی با مواد نافذ را با روش مغناطیسی بازرسی و نتایج را در مقایسه با بازرسی با مواد نافذ گزارش نمایند.

- ۱ دقت در مراحل بازرسی را کنترل نمایید.
- ۲ در گزارش به موارد زیر نیز اشاره گردد:
 - سرعت و زمان بازرسی
 - اندازه نقص
 - حساس و شفاف بودن
 - اندازه‌گیری حفره‌های کوچک

ارزشیابی پایانی – بازرسی با ذرات مغناطیسی

قابل توجه هنرآموز گرامی

پیشنهاد می‌گردد هنرجویان با استفاده از هر دو روش مرئی (WHITE CONTRAST) و فلورسانس با استفاده از نمونه‌های از قبل آماده شده ارزشیابی به عمل آید. این نمونه‌ها می‌توانند از همان نمونه‌های تولید شده در روش مایع نافذ و یا ذرات مغناطیسی باشد. نمونه‌ها به کسانی که آن را تولید نموده‌اند ارجاع نگردد.

شرح کار: بازرسی دو نمونه جوشکاری شده با روش فلورسانس و روش مرئی (WHITE CONTRAST)			
استاندارد عملکرد بازرسی قطعات با استفاده از مواد نافذ جهت شناسایی عیوب سطحی و یا راه یافته به سطح برابر مرجع استاندارد			
شاخص‌ها ■ تمیزکاری ■ اعمال جریان ■ پاشش ذرات ■ بازرسی و شناسایی نواقص ■ مغناطیس‌زدایی ■ ثبت عیوب شناسایی شده با مارکر + استاندارد ■ تکمیل فرم بازرسی با ذرات مغناطیسی			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات شرایط: زمان ۲ ساعت (دو نمونه) ابزار و تجهیزات: اسپری ذرات مغناطیسی مشکی و فلورسانس اسپری زمینه سفید، تمیزکننده سطح، چراغ فرابنفش، مارکر و فرم گزارش بازرسی کولیس			
معیار شایستگی			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تمیزکاری	۱	
۲	اعمال جریان	۱	
۳	اعمال ذرات مغناطیس شونده	۱	
۴	بازرسی و شناسایی نواقص	۲	
۵	مغناطیس‌زدایی	۱	
۶	ثبت نتایج و گزارش	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.



