

پودمان ۵

جوشکاری پلاستیک‌ها



امروزه پلاستیک‌ها (پلیمرها) به دلیل خواصی مانند نسبت استحکام به وزن بالا، مقاومت در برابر خوردگی، شکل‌پذیری مناسب و هزینه‌ی پایین کاربردهای فراوانی یافته‌اند. نظر به اینکه از فرایندهای جوشکاری برای اتصال و تعمیر قطعات پلاستیکی استفاده نمی‌شود، بنابراین مطالعه و بررسی نحوه‌ی جوشکاری پلاستیک‌ها حائز اهمیت می‌باشد.

جوشکاری پلاستیک با گوه و ابزار داغ

آیا تابه حال پی برده اید؟

- چرا بسیاری از مصنوعات از جنس پلاستیک ساخته می شوند؟
- جوشکاری می تواند چه نقشی در فرایند ساخت این مصنوعات داشته باشد؟
- مصنوعات پلاستیکی در صورت آسیب دیدن قابل تعمیر هستند؟

جوشکاری در تولید مصنوعات پلاستیکی مثل پالت ها و تعمیر قطعات آسیب دیده مثل سپر خودرو بسیار حائز اهمیت است. در این واحد یادگیری با انواع پلاستیک ها، کاربردها و روش های شناخت آنها آشنا می شوید. در ادامه برخی از روش های جوشکاری پلاستیک ها توضیح داده می شود و ضمن آن مهارت جوشکاری پلیت و لوله های پلاستیکی را فرا می گیرید.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی جوشکاری پلاستیک ها، هنر جویان با برخی از روش های جوشکاری پلاستیک ها آشنا شده و مهارت انجام جوشکاری پلیت ها و لوله های پلاستیکی با ابزار داغ را فرا می گیرند.

به تصاویر زیر نگاه کنید.



شکل ۱- تصاویر برخی از مصنوعات فلزی که با پلاستیک جایگزین شده‌اند.

چه تفاوتی در تصاویر فوق می بینید؟
 به نظر شما با پیشرفت فناوری و گذشت زمان کاربرد پلاستیک بیشتر شده است؟
 می توانید قطعاتی که با گذشت زمان پلاستیکی شده اند را نام ببرید؟
 به نظر شما چرا قطعات را از پلاستیک ها می سازند؟

دسته بندی پلاستیک های (پلیمرهای) صنعتی

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می نمایید پلیمرهای صنعتی را بر حسب خواص و رفتار آنها در برابر گرما و خواص مکانیکی به سه دسته الاستومرها، ترموست ها و ترموپلاست ها تقسیم می کنند. در جدول ۱، انواع، خواص و کاربردهای پلیمرهای صنعتی را مشاهده می کنید.

جدول ۱- انواع و کاربردهای پلیمرهای صنعتی

شکل	تعریف	مثال	نام
	<p>ترموپلاست ها مواد پلاستیکی هستند که در اثر گرما تغییر شکل می دهند می توانیم چندین بار آنها را ذوب کرده و تغییر فرم دهیم. به همین علت بسیار پر کاربرد هستند، می توان آنها را با تزریق کردن یا پرس کردن فرم داده و با جوشکاری به هم متصل نمود.</p>	<p>پلی وینیل کلراید (P.V.C) نایلون، پلی اتیلن، پلی پروپیلن</p>	<p>ترموپلاست (پلاستیک گرمانرم)</p>
	<p>به پلیمرهایی گفته می شود که در اثر اعمال گرما دچار واکنش شیمیایی می شوند و پس از پخت و شکل پذیری دیگر با استفاده از گرما نمی توان شکل آنها را تغییر داد. ترموست ها دارای سختی بالا، مقاومت در برابر گرما و حلال شیمیایی هستند و مقاومت الکتریکی بالایی دارند. ترموست ها پس از سخت شدن قابلیت جوشکاری ندارند.</p>	<p>ملامین ها، پلی استرها، اپوکسی ها و ...</p>	<p>ترموست (پلاستیک گرما سخت)</p>

	<p>پلیمرهایی هستند که قابلیت ارتجاعی زیادی دارند و در اثر نیروهای خارجی تغییر شکل پیدا می‌کنند و بعد از حذف نیرو دوباره به حالت اول برمی‌گردند. الاستومرها در اثر گرما نرم می‌شوند ولی به حالت مایع در نمی‌آیند. الاستومرها از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، قلیاها و نمک‌ها مقاوم هستند.</p>	<p>کش و لاستیک</p>	<p>الاستومرها (لاستیک‌ها)</p>
---	--	--------------------	-----------------------------------

پلاستیک چیست؟

گرچه تمام پلیمرهای صنعتی را پلاستیک می‌نامند، ولی در صنعت منظور از پلاستیک‌ها همان ترموپلاست‌ها هستند. پلاستیک‌ها می‌توانند سخت، نرم، شفاف یا مات باشند. همچنین می‌توان ظاهر آنها را شبیه چوب، شیشه، ابریشم یا چرم طراحی نمود. در حال حاضر بیش از ده هزار نوع پلاستیک وجود دارد.

شناسایی پلاستیک‌ها

روش‌های مختلفی برای شناسایی پلاستیک‌ها وجود دارد که یکی از آنها آزمون شعله می‌باشد. در این آزمون با توجه به رنگ شعله، دود و بوی ناشی از سوختن پلاستیک نوع آن تعیین می‌شود. در جدول ۲ خصوصیات برخی از پرکاربردترین پلاستیک‌ها را در آزمون شعله مشاهده می‌کنید.

جدول ۲- شناخت پلاستیک‌ها به وسیله رنگ شعله، دود و بوی ناشی از سوختن و طریق سوختن پلاستیک درآزمون شعله

نماد	نام علمی	بخار	رنگ شعله	شعله‌وری	تغییرات در هنگام سوختن
PVC	پلی‌وینیل کلراید	اسیدی	زرد با حاشیه سبز	در شعله می‌سوزد و با دور شدن شعله خاموش می‌گردد	ماده به رنگ سیاه و با قهوه‌ای سوخته باقی می‌ماند
Pvdc	پلی‌وینیلیدین کلراید	اسیدی	زرد با حاشیه سبز	در شعله می‌سوزد و با دور شدن شعله خاموش می‌گردد	ماده به رنگ سیاه و با قهوه‌ای سوخته باقی می‌ماند
PC	پلی کربنات	کمی اسیدی	به صورت دوده‌دار با شعله زیاد	در شعله می‌سوزد و با دور شدن شعله خاموش می‌گردد	به صورت زغال در می‌آید
PA	پلی آمید	قلیایی	زرد با حاشیه آبی	در شعله می‌سوزد و با دور شدن شعله خاموش می‌گردد	به هنگام سوختن می‌چکد
PET	پلی اتیلن ترفتالات	خنثی	زرد همراه با دوده	در شعله می‌سوزد و با دور شدن شعله به سوختن ادامه می‌دهد	به هنگام سوختن می‌چکد
PE	پلی اتیلن	خنثی	شعله‌ور با رنگی آبی	شعله‌ور شده و با دور شدن شعله به سوختن ادامه می‌دهد	ذوب شده و می‌چکد
PP	پلی پروپیلن	خنثی	شعله‌ور با رنگی آبی	شعله‌ور شده و با دور شدن شعله به سوختن ادامه می‌دهد	ذوب شده و می‌چکد
PS	پلی استایرن	خنثی	شعله‌ور با دوده زیاد و زرد	شعله‌ور شده و به راحتی با سر و صدا می‌سوزد	ذوب شده و می‌چکد
PMMA	پلی متیل متاکریلات	خنثی	زرد با حاشیه آبی همراه صدا	شعله‌ور شده و به راحتی می‌سوزد	به صورت زغال در می‌آید



در مورد سایر روش‌های شناخت پلاستیک‌ها تحقیق کنید.

مزایا و معایب پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها دارای مزایا و معایب هستند که با توجه به شرایط کاری، خواص محیطی و دمای کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. مزایا و معایب پلاستیک‌ها به شرح زیر است:

مزایا	معایب
۱- مقاومت در برابر خوردگی	۱- محدودیت در تحمل دما
۲- عایق الکتریکی خوب	۲- شکنندگی
۳- وزن کم	۳- مشتعل شونده
۴- سهولت فرآوری، شکل‌دهی و ساخت	۴- ایجاد بو و بخارات شیمیایی در هنگام تولید
۵- امکان تولید به صورت شفاف، نیمه شفاف و مات	۵- دیر تجزیه شدن در محیط زیست
۶- رنگ‌پذیری و امکان تولید به هر رنگی	۶- کاهش استحکام در دماهای بالا
۷- انعطاف‌پذیری	۷- شکنندگی در دماهای پایین

جوشکاری پلاستیک‌ها

امروزه در بسیاری از موارد مانند لوله‌ها، در و پنجره‌ها، کابینت‌ها و حتی قطعات خودروها، پلاستیک‌ها جایگزین قطعات فلزی شده‌اند. لذا جوشکاری پلاستیک‌ها به عنوان یک فرایند تولید برای ساخت، نصب و تعمیر قطعات پلاستیکی حائز اهمیت است و در صنایع اتومبیل‌سازی، بسته‌بندی، الکترونیک، پزشکی، غذایی و نقل و انتقال و خطوط لوله و... کاربرد دارد.

عمده‌ترین روش‌های اتصال و مونتاژ پلاستیک‌ها

جدول ۳ عمده‌ترین روش‌های اتصال پلاستیک‌ها را به همراه مزایا و محدودیت‌های آنها نشان می‌دهد.

جدول ۳- روش‌های اتصال و مونتاژ پلاستیک‌ها

محدودیت‌ها	مزایا	شکل	انواع	روش
<p>۱- شل شدن اتصال ۲- هزینه بالای اتصال ۳- به سختی آب‌بندی می‌شوند</p>	<p>۱- پلاستیک‌هایی که قابلیت جوشکاری ندارند. ۲- قابلیت باز و بسته کردن اتصال</p>		<p>اتصال مکانیکی از طریق چفت و بست و رزوه کردن (پیچ و مهره کردن) Mechanical) (Fasteners</p>	مکانیکی
<p>۱- ضریب اطمینان و استحکام پایین اتصال ۲- نیاز به دقت بالا</p>	<p>۱- هزینه پایین ۲- روش اجرای آسان</p>		<p>اتصال چسبی و چسب کاری Adhesive) (Bonding</p>	
<p>۱- همه پلاستیک‌ها را نمی‌توان با این روش جوشکاری کرد.</p>	<p>۱- قابلیت جوشکاری ترموست‌ها ۲- جوشکاری بدون گرما</p>		<p>جوشکاری به وسیله مواد حلال Solvent) (Welding</p>	شیمیایی

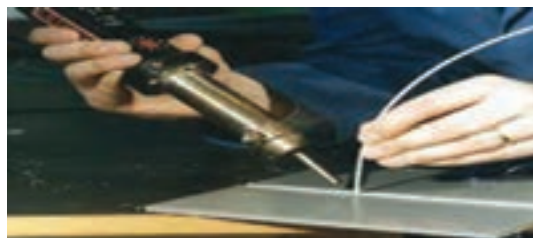
<p>۱- همه پلاستیک‌ها قابلیت جوشکاری ندارند. ۲- گاهی اوقات امکان استفاده از گرما نیست</p>	<p>روشی است که منجر به تشکیل اتصالات محکم و استوار با ضریب اطمینان بالا می‌شود.</p>		<p>اتصال از طریق آمیزش مولکولی یا جوشکاری (Welding)</p>	<p>گرمایی</p>
--	---	--	---	---------------

مزایا و محدودیت‌های اتصال به روش جوشکاری در پلاستیک‌ها

- همه پلاستیک‌ها قابلیت جوشکاری ندارند و فقط گروه ترموپلاستیک‌ها قابل جوشکاری می‌باشند. ترموست‌ها (پلاستیک‌های گرماسخت) را نمی‌توان جوشکاری کرد و فقط از طریق اتصالات مکانیکی، چسب‌ها، حلال‌ها و رزوه کاری می‌توان به هم متصل کرد.
- با استفاده جوشکاری می‌توان پلاستیک‌ها را با خواص مکانیکی بالا حتی در سطح خواص ماده اصلی به هم متصل کرد.
- جوشکاری چاره اصلی ساخت در مونتاژ مصنوعات چند تکه و دقیق می‌باشد.
- درجه اطمینان اتصالات جوشکاری به خصوص در محیط‌های خورنده بالاست و هزینه‌های مونتاژ پایین است.

تفاوت جوشکاری پلاستیک و جوشکاری فلزات

- الف) در جوشکاری فلزات، حوضچه مذاب و امتزاج لبه‌های اتصال وجود دارد اما در جوش پلاستیک حوضچه مذاب نداریم و ذوب شدن و جریان یافتن به درز جوش عملی نشده بلکه مفتول پلاستیکی نرم و خمیری شده و با ذوب سطحی به قطعه پیوند دائمی و ثابت به وجود می‌آید.^۱
- ب) در جوشکاری پلاستیک تا حدود زیادی استحکام قطعات در منطقه جوش با نقاط دیگر قطعه یکسان است. در صورتی که در جوشکاری فلزات خواص سه منطقه اصلی جوش (قطعه کار، فلز جوش و منطقه تحت تأثیر گرما) به هیچ وجه یکسان نیست. (شکل ۲)



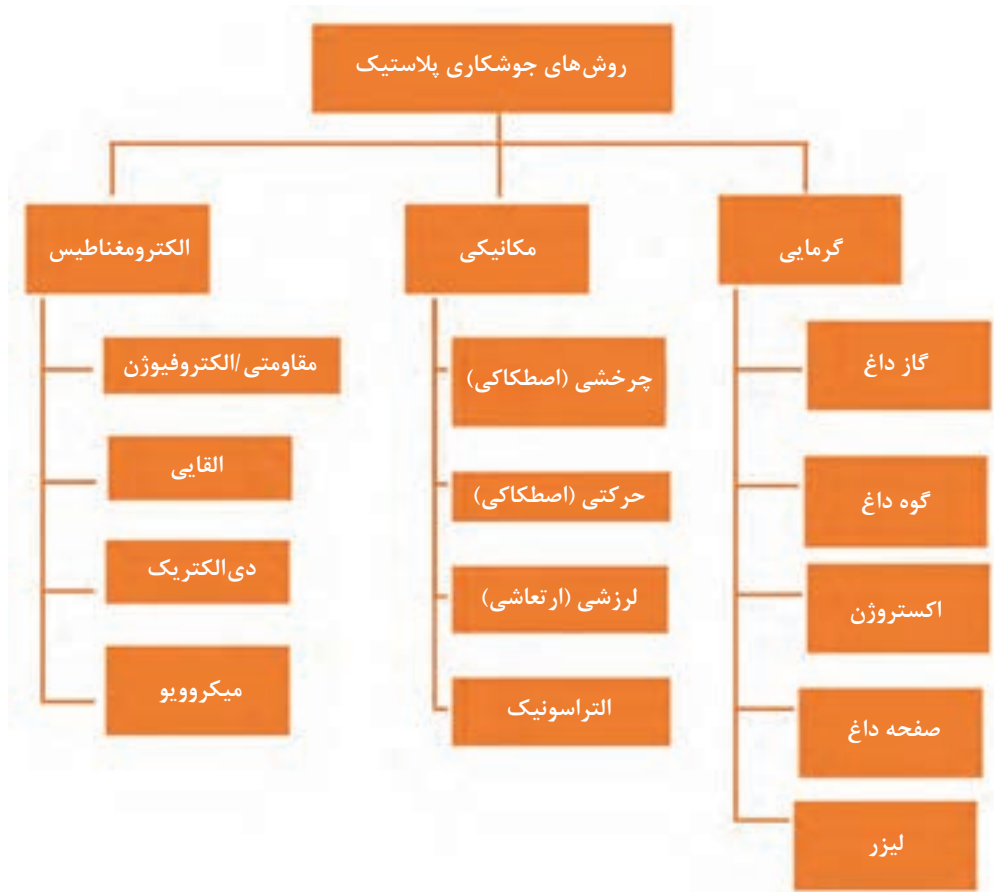
ب) جوشکاری فلزات

الف) جوشکاری پلاستیک

شکل ۲- فرایند جوشکاری الف) جوشکاری پلاستیک‌ها ب) جوشکاری فلزات

روش‌های جوشکاری پلاستیک

یکی از متداول‌ترین دسته‌بندی‌های جوشکاری پلاستیک‌ها، دسته‌بندی بر اساس روش اجرا و مکانیزم می‌باشد که در نمودار شکل ۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳- تقسیم‌بندی روش‌های مختلف جوشکاری پلاستیک‌ها بر اساس روش اجرا و مکانیزم

به‌طور کلی فرایند جوشکاری پلاستیک‌ها دارای سه مرحله اصلی می‌باشد:

- ۱ آماده‌سازی سطح
- ۲ اعمال گرما و فشار
- ۳ نگهداری تا سرد شدن کامل

به‌طور معمول در روش‌های جوشکاری پلاستیک‌ها از دو عامل گرما و فشار به‌طور همزمان استفاده می‌شود.

نکته



روش‌های جوشکاری با ابزار داغ

در این روش‌ها سطوح اتصال را به وسیله یک منبع گرمایی که یک ابزار داغ به شکل گوه، صفحه، غلتک و ... می‌باشد تا دمای ذوب‌شان گرم می‌کنند آنگاه سطوح ذوب شده را در کمترین زمان به هم متصل کرده و تحت فشار سرد می‌کنند.

فشار بین قطعات باید آنقدر باشد که حباب‌های هوا از درون جوش خارج شوند تا پیوند محکمی ایجاد شود. یکی از مهم‌ترین فاکتورها در این فرایند زمان بین جدا کردن قطعه از ابزار داغ و متصل کردن سطوح اتصال به هم و اعمال فشار بعد از آن است. این مدت باید تا حد امکان کوتاه انتخاب شود (یک الی سه ثانیه) زیرا تأخیر در آن منجر به ایجاد جوش ضعیفی خواهد شد. باید توجه داشت که این فرایند دور از جریان هوا یا باد و گرد و خاک انجام شود.

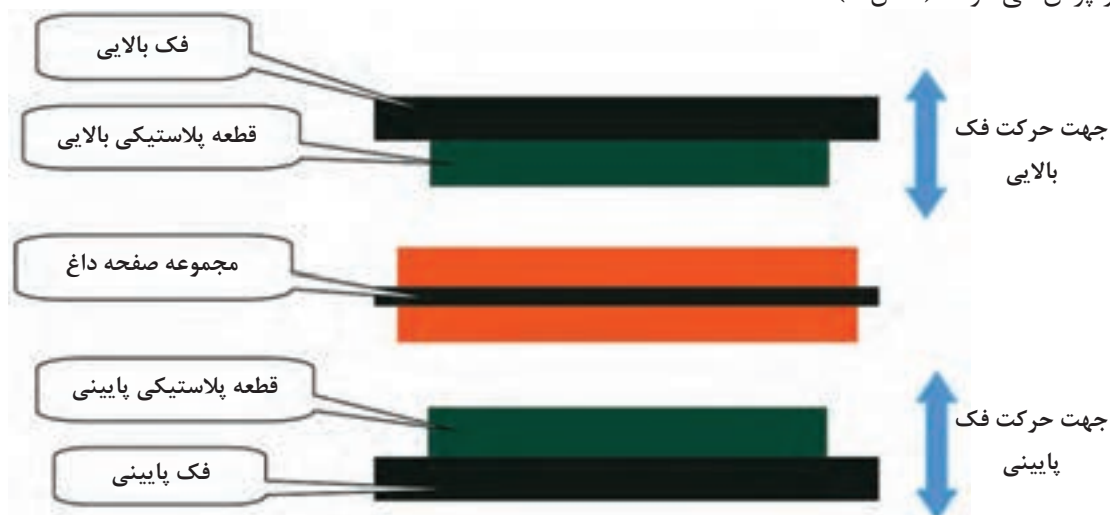
ویژگی ابزار داغ

گرما: گرمای ابزارهای داغ معمولاً به وسیله المنت‌های الکتریکی یا هیتر و گاهی اوقات با توجه به شرایط محیطی از دمیدن گاز داغ تأمین می‌شود.

جنس روکش: ابزارهای داغ معمولاً از جنس مس یا آلومینیوم هستند و سطوح آنها را به دلیل برخورد با لبه‌های اتصال با تفلون یا نیکل پوشش می‌دهند تا از چسبندگی پلاستیک به ابزار داغ جلوگیری شود.
شکل: ابزار داغ می‌تواند شکل‌های هندسی مختلف مثل گوه، غلتک، صفحه و یا تیغه داشته باشد.

۱ جوشکاری با صفحه داغ (Hot Plates)

در این روش صفحه داغ بین سطوح مورد اتصال قرار می‌گیرد و پس از آنکه صفحه داغ سطوح مورد نظر را گرم نمود به سرعت از میان قطعه خارج می‌شود و آنگاه سطوح اتصال به کمک نیروی فشاری به هم چسبیده و پرس می‌شوند. (شکل ۴)



شکل ۴- شماتیک جوشکاری با صفحه داغ

این فرایند معمولاً برای اتصال لب به لب یا لب روی هم استفاده می‌شود.

نکته

جوشکاری قطعات غیرهم‌جنس با این روش امکان‌پذیر است و کفایت از دو فک که دارای دماهای متفاوت است استفاده شود.



در این فرایند کنترل دقیق دما و فشار ضروری است.

پارامترهای مهم در جوشکاری با صفحات داغ

۱ فشار

۲ زمان اعمال فشار

۳ ضریب هدایت گرمایی، صفحه داغ و قطعات

۴ فاصله زمانی خروج صفحه داغ از حد فاصل بین قطعات

۵ ابعاد فیزیکی

در زیر دو مثال از جوشکاری قطعات پلاستیکی با صفحه داغ را مشاهده می‌نمایید.

الف) جوشکاری پالت پلاستیکی با صفحه داغ: در جدول ۴ تصاویر و مراحل تولید پالت پلاستیکی را توسط فرایند جوشکاری به‌وسیله صفحه داغ مشاهده می‌کنید.



شکل ۵- پالت پلاستیکی

جدول ۴- جوشکاری پالت با صفحه داغ

تصویر	توضیحات
	<p>قسمت بالایی و پایه پالت وارد دستگاه می‌شوند سپس صفحه داغ تحت زمان معین بین پایه و قسمت بالایی قرار می‌گیرد تا آن را برای اتصال آماده کند.</p>
	<p>سپس صفحه داغ از ناحیه اتصال خارج می‌شود و دو قسمت تحت زمان معینی به هم فشرده می‌شوند. (اعمال فشار) تا اتصال انجام شود.</p>
	<p>پس از پایان فرایند پالت از دستگاه خارج می‌شود.</p>

ب) جوشکاری در و پنجره‌های دو جداره پی وی سی (PVC) با صفحه داغ: امروزه استفاده از در و پنجره‌های دو جداره از جنس پی وی سی در حال گسترش می‌باشد. بنابراین اتصال و جوشکاری آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پروفیل‌های پی وی سی به کار رفته در تولید این در و پنجره‌ها به کمک جوشکاری با صفحات داغ به یکدیگر متصل می‌شوند که مراحل آن عبارت‌اند از:

- ۱ عملیات برشکاری پروفیل‌ها به وسیله تیغه فلزی
- ۲ جوشکاری به وسیله صفحه داغ
- ۳ زدودن پلیسه جوش‌ها به وسیله تیغه و رنده فلزی

تمرین



جدول ۵ تصاویر و مراحل جوشکاری در و پنجره‌های پی وی سی را نشان می‌دهد. جدول را کامل کنید.

جدول ۵- تصاویر و مراحل جوشکاری در و پنجره‌های PVC

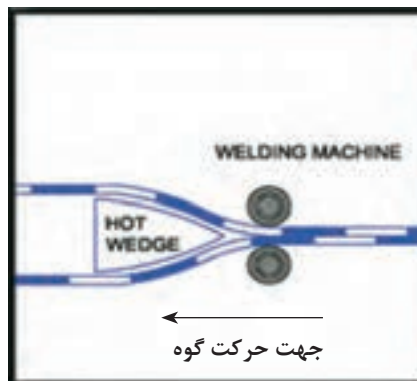
مراحل	فرآیند	محصول
		
		
		

۲ جوشکاری با گوه داغ (Hot Wedge)

در این فرایند یک گوه داغ با دمای حدود ۴۰۰ الی ۴۹۰ درجه سلسیوس (شکل ۶) بین سطوح مورد جوشکاری که اغلب ورق‌های نازک و انعطاف‌پذیرند قرار می‌گیرد و در طول خط جوش موردنظر حرکت می‌کند تا لبه‌ها نرم و آماده جوشکاری شوند، سپس غلتکی برای اعمال فشار لازم برای اتصال دو سطح داغ شده پشت گوه حرکت می‌کند و باعث می‌شود دو ورق به هم متصل شوند. گوه‌های داغ را معمولاً از جنس مس می‌سازند تا بیشترین قابلیت هدایت گرمایی را داشته باشند و سپس سطح این گوه‌های مسی را با نیکل روکش می‌دهند تا از خوردگی و چسبیدن آن به قطعات جلوگیری شود.

مراحل جوشکاری با گوه داغ

- ۱ قرارگیری گوه بین سطوح موردنظر
- ۲ حرکت گوه بین درز سطوح و نرم کردن لبه‌ها
- ۳ اعمال فشار توسط غلتک همراه با حرکت گوه و ایجاد اتصال



شکل ۶- جوشکاری با گوه داغ (Hot Wedge) و دستگاه جوش آن

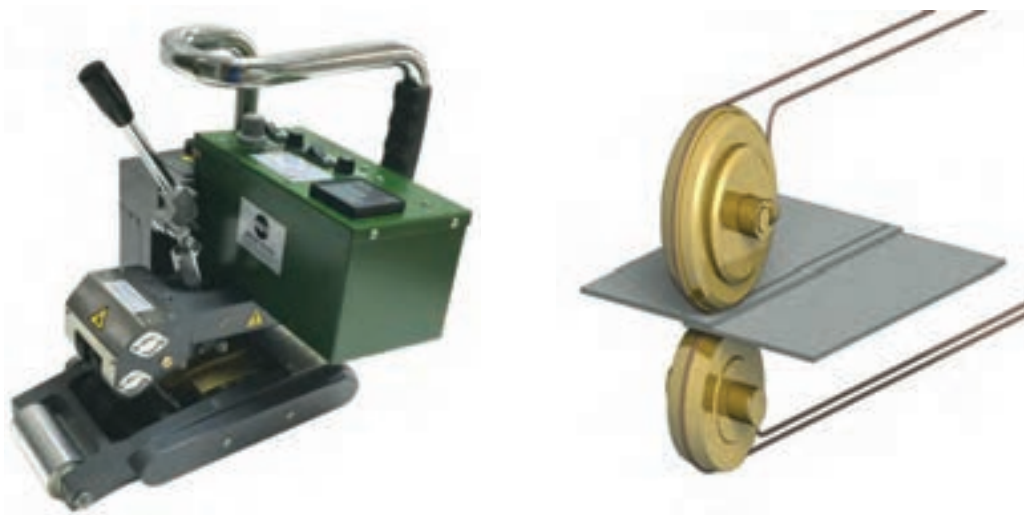
حرکت گوه و اعمال فشار غلتک‌ها می‌تواند به صورت دستی یا ماشینی انجام شود.

نکته



۳ جوشکاری با غلتک‌های داغ (Hot Rollers Welding)

در این فرایند ابزار داغ به شکل غلتک است بنابراین به آن جوشکاری با غلتک‌های داغ گفته می‌شود که در آن دو غلتک داغ که در بالا و زیر سطوح اتصال حرکت می‌کند سطوح اتصال را گرم کرده و به هم متصل می‌کند. شکل ۷ مکانیزم و دستگاه جوشکاری با پلاستیک با غلتک داغ را نشان می‌دهد. در شکل موارد تأمین‌کننده گرما و فشار را مشخص کنید.



شکل ۷- جوشکاری با غلتک‌های داغ (Hot Rollers Welding) و دستگاه جوش آن

این فرایند بهترین روش برای جوشکاری فیلم‌های پلاستیکی می‌باشد. (شکل ۸)



شکل ۸- اتصال فیلم‌های پلاستیکی با استفاده از غلتک داغ در بسته‌بندی محصولات

این فرایند شبیه کدام روش جوشکاری مقاومتی است؟

تمرین



۴ روش جوشکاری با گاز داغ (Hot gas welding)



این فرایند شباهت زیادی به جوشکاری با شعله گاز دارد اما بر خلاف جوشکاری فلزات، در آن ذوب شدن رخ نمی‌دهد. در این فرایند گاز توسط هیتر یا المنت داغ شده و به سطح قطعه و سیم جوش دمیده می‌شود.

فشار دمش گاز به سطح اتصال برای قطعات مختلف قابل تنظیم است. با دمیدن گاز سطح قطعه و سیم جوش نرم شده و یک جوش مناسب ایجاد می‌شود. گاز داغ می‌تواند گاز خنثی، ازت، اکسیژن یا هیدروژن باشد.

مهم‌ترین عامل در کیفیت جوشکاری گاز داغ دمای گاز است و عوامل دیگری مانند فشار، زاویه و سرعت حرکت در کیفیت جوش تأثیرگذار هستند. دمای گاز را می‌توان با نرخ جریان گاز یا تغییرات مقاومت الکتریکی مشعل برقی تغییر داد.

همچنین باید توجه داشت، زاویه مفتول پلاستیکی جوش (فیلر) با سطح قطعه کار باید ۹۰ درجه و عمود باشد که برای راحتی نازل‌هایی برای رعایت زاویه ۹۰ درجه مفتول جوش ساخته شده است که در شکل ۹ مشاهده می‌کنید.



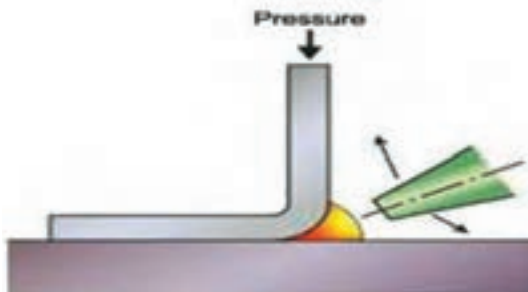
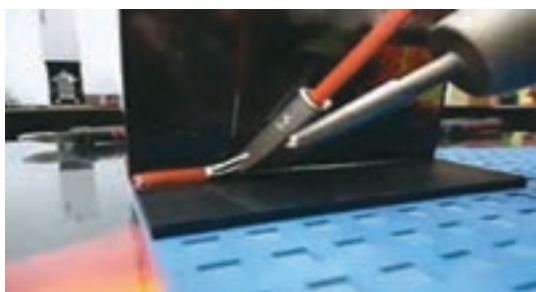
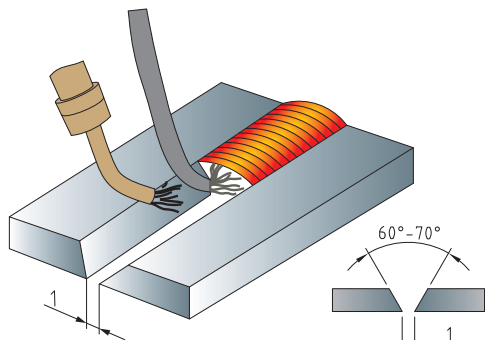
شکل ۹- نازل مفتول جوش پلاستیک برای رعایت زاویه ۹۰ درجه در جوشکاری با هوای داغ

در جوشکاری پلاستیک گرمایش بیش از حد (Over Heating) یا گرمای بیش از مقدار استاندارد بر ساختار پلاستیک اثر نامطلوب می‌گذارد و باعث تغییر رنگ، از شکل افتادگی، سوختگی و از هم پاشیدگی می‌شود و می‌تواند باعث تولید گازهای سمی شود.

نکته



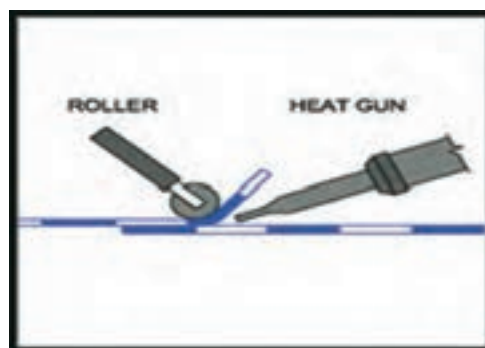
در شکل‌های ۱۰ تا ۱۳ جوشکاری با گاز داغ و انواع دستگاه‌های دستی و ماشینی آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰- جوشکاری با گاز داغ و مفتول جوش پلاستیک



شکل ۱۱- ابزار جوشکاری با گاز داغ

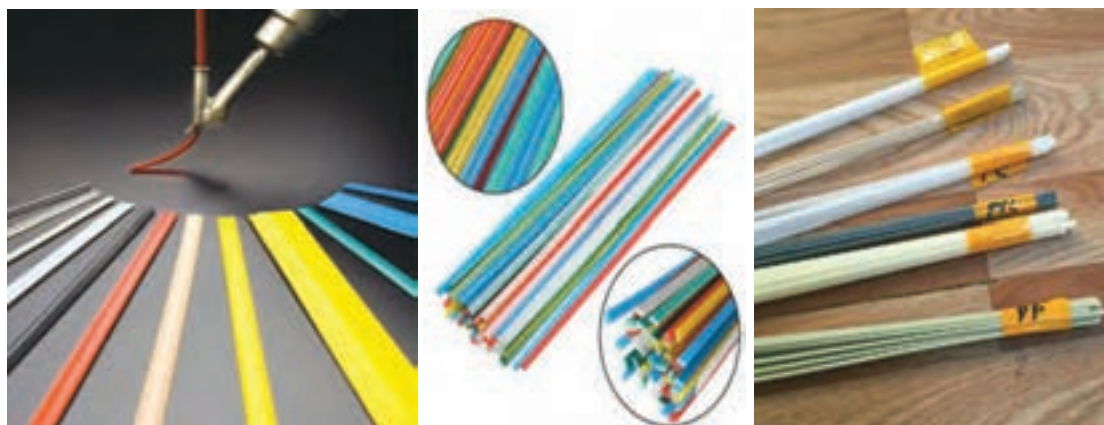


شکل ۱۲- جوشکاری با گاز داغ به صورت دستی



شکل ۱۳- دستگاه جوشکاری گاز داغ و جوشکاری با گاز داغ به صورت ماشینی

مفتول‌های پلاستیکی جوشکاری plastic Welding rods: ماده پرکننده در جوشکاری با گاز داغ مفتول‌های پلاستیکی هستند که در رنگ‌ها و مقاطع مختلف متناسب با طرح اتصال و رنگ قطعات انتخاب می‌شوند. شکل ۱۴ انواع سیم‌جوش‌های پلاستیکی را نشان می‌دهد. نکته مهم در طراحی و ساخت سیم‌جوش‌های پلاستیکی کیفیت ماده پلاستیکی است که در ساخت سیم‌جوش‌ها استفاده می‌شود. تخلخل ماده پلاستیکی از مهم‌ترین پارامترها است چون تخلخل و حباب‌های هوا موجود در میله‌ها در جوش نفوذ کرده و کیفیت جوشکاری را کاهش می‌دهد.



شکل ۱۴- انواع مفتول‌های پلاستیکی جوشکاری

از جمله کاربردهای جوشکاری پلاستیک با گاز داغ جوشکاری عایق‌های پلیمری ژئوممبران (جوش ژئوممبران) می‌باشد.

ژئوممبران Geomembrane

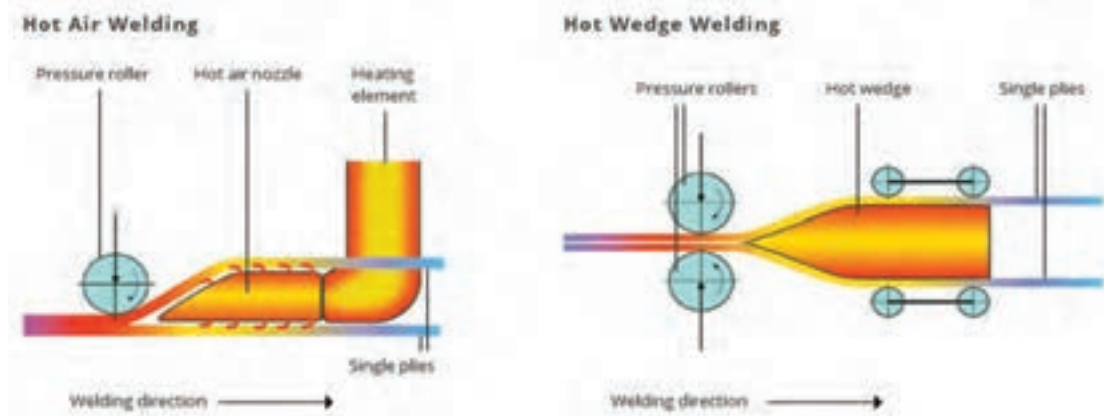
عایق‌های پلیمری چند لایه هستند که به علت طول عمر بالای آنها در شرایط محیط از آنها در ذخیره‌سازی آب در استخرهای پرورش ماهی استخرهای ذخیره آب کشاورزی، زیر پوشش آسفالت به عنوان یک لایه ضدآب و ... استفاده می‌شود. امروزه کاربرد این عایق‌ها رو به گسترش است. بنابراین جوشکاری استاندارد آنها بسیار مهم و حائز اهمیت است.

جوشکاری عایق‌های پلیمری ژئوممبران (جوش ژئوممبران): جوشکاری عایق‌های ژئوممبران با گاز داغ معمولاً توسط یک دستگاه اتوماتیک با هدایت یک اپراتور و سرعت قابل تنظیم تا ۴ متر بر دقیقه انجام می‌شود. اتصال به صورت لب روی لب با دو خط جوش در کنار هم می‌باشد. از جمله ویژگی‌های این عایق‌های پلاستیکی عدم نیاز به تعمیر و ترمیم در طول دوره حداقل ۶۰ سال می‌باشد. شکل ۱۵ جوشکاری عایق‌های پلاستیکی ژئوممبران (جوش ژئوممبران) با طول‌های بالای ۱۰۰ متر و عرض ۱۰ متر در کف استخرها ذخیره آب را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵- جوشکاری عایق‌های پلاستیکی (ژئوممبران) استخرهای ذخیره آب

برای اتصال ژئوممبران هم می‌توان از جوشکاری با گوه داغ و هم از جوشکاری با گاز استفاده کرد. شکل ۱۶ جوشکاری ژئوممبران به وسیله هر دو روش را نشان می‌دهد. در روش جوشکاری به وسیله گوه داغ، یک صفحه فلزی داغ بین لبه دو ورقه ژئوممبران قرار گرفته و به طور همزمان آنها را ذوب و سپس با فشار به یکدیگر می‌چسباند. عمل اتصال توسط فشار یک غلتک صورت می‌پذیرد. در روش گاز داغ با دمیدن گاز داغ به ناحیه اتصال لبه‌های اتصال نرم شده و با اعمال فشار به هم می‌چسبند.



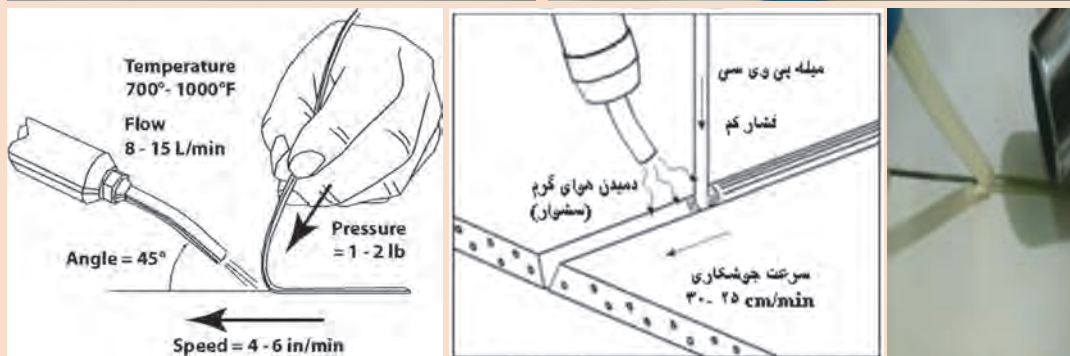
شکل ۱۶- جوشکاری ورق‌های پلاستیکی با گوه داغ (سمت راست) و گاز داغ (سمت چپ)



جوشکاری پلیت‌های پلاستیکی با استفاده از ابزار جوشکاری با گاز داغ
دستور کار: قبل از شروع کار به وسایل ایمنی شامل دستکش، لباس کار با آستین‌های بلند، ماسک و ...
 مجهز شوید و درحین کار و تا زمانی که محل جوش سرد نشده دست با قطعات تماس پیدا نکنند.

موارد مورد نیاز	توضیحات
تجهیزات فنی	ابزار جوشکاری با گاز داغ، ابزار برش پلیت‌های پلاستیکی (اره دستی یا برقی و...)
مواد اولیه	پلیت پلاستیکی
مواد مصرفی	مفتول پلاستیکی

پلیت‌های پلاستیکی را مانند تمرین جوشکاری گاز به صورت لب به لب و سپری به هم جوش دهید.



- ۱ زاویه سیم جوش با سطح قطعه حدوداً عمود باشد و زاویه سشوار گاز گرم حدود ۴۵ درجه باشد.
- ۲ دمای گاز گرم حدود ۳۵۰ الی ۵۰۰ درجه سلسیوس باشد.
- ۳ سرعت جوشکاری حدود ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متر بر دقیقه باشد.

نکته



در انتخاب روش جوشکاری پلاستیک‌ها باید نکات زیر را مد نظر قرار داد:

- ۱ قابلیت به کارگیری روش گرمایشی انتخاب شده با توجه به شرایط محیط و طول خط جوش
- ۲ دسترسی به تجهیزات لازم و ملحقات آنها برای تأمین انرژی
- ۳ سهولت انجام کار و استفاده از تجهیزات برای اپراتور
- ۴ سرعت انجام کار و محدودیت‌های زمانی
- ۵ استانداردهای کاری با توجه به حساسیت قطعه، مصارف قطعه و کیفیت ظاهری
- ۶ ایمنی کار با توجه به تناسب ابزار جوشکاری با محیط کار
- ۷ دمای لازم برای انجام فرایند جوشکاری

جوشکاری لوله‌های پلاستیکی

به تصاویر شکل ۱۷ نگاه کنید.



شکل ۱۷- کاربرد لوله‌های پلاستیکی در صنایع مختلف

امروزه لوله‌های پلاستیکی از جنس پلی اتیلن به علت مزایای زیادی که دارند به طور گسترده‌ای در شبکه‌های آبرسانی، گاز رسانی و شبکه‌های فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. به نظر شما دلیل به کارگیری لوله‌های پلاستیکی در موارد متنوع چیست؟

مزایای لوله‌های پلاستیکی

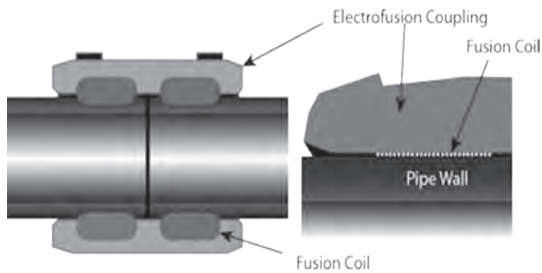
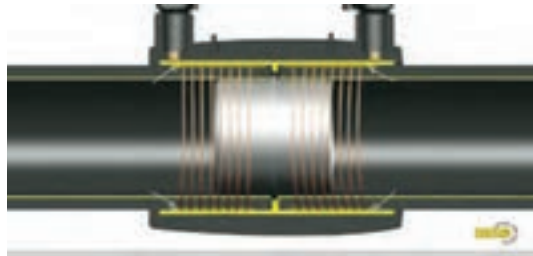
- ۱ سبکی و حمل و نقل آسان
- ۲ مقاومت به خوردگی و زنگ زدگی و طول عمر بالا
- ۳ انعطاف‌پذیری و عدم شکست نسبت به نیروهای وارده در شرایط کاری
- ۴ عدم نیاز به عایق بندی و رنگ زدن و پوشش
- ۵ نصب آسان و سریع و روش‌های متنوع اتصال
- ۶ قیمت پایین و مقرون به صرفه بودن

معایب لوله‌های پلاستیکی

- ۱ مقاومت این لوله‌ها در برابر گرما پایین است.
- ۲ در برابر سرما بسیار حساس و شکننده‌اند.
- ۳ در برابر نور خورشید در محیط‌های باز طول عمرشان پایین است.

جوشکاری لوله‌های پلاستیکی معمولاً به دو صورت الکتروفیوژن Electro Fusion و لب به لب Butt Fusion انجام می‌شود.

انتخاب روش اتصال، بستگی به کاربرد خط لوله، نیازمندی‌ها و امکانات موجود دارد. و معمولاً در شبکه‌های توزیع گاز و در خطوط انتقال آب و فاضلاب استفاده می‌شود. شکل ۱۸ و ۱۹ نحوه جوشکاری و تجهیزات آن را برای هر دو فرایند نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- جوشکاری الکتروفیوژن Electrofusion



شکل ۱۹- جوشکاری لب به لب Butt Fusion

تفاوت اصلی این دو روش در شیوه گرم کردن محل اتصال است. در روش جوشکاری سر به سر ذوبی، از ابزارهای گرمایی مانند صفحه داغ برای گرم کردن سطح لوله و اتصالات پلی اتیلن استفاده می‌شود ولی در جوش الکتروفیوژن گرما به شکل داخلی و از طریق جریان الکتریکی ایجاد می‌گردد. در لوله‌های پلی اتیلن، استحکام جوش ایجاد شده به روش الکتروفیوژن، بیشتر از جوش ذوبی لب به لب است.

جوشکاری لوله‌های پلاستیکی با ابزار داغ (بوشن داغ)

بر روی لوله‌های پلاستیکی خطوط رنگی در امتداد طول لوله وجود دارد.

- ۱ کاربرد این خطوط چیست؟
- ۲ رنگ‌های مختلف نشان‌دهنده چیست؟

تحقیق



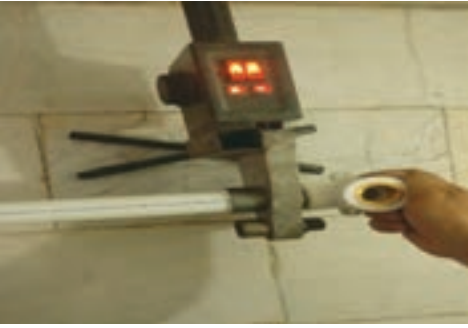

استفاده از ابزار داغ یکی از روش‌های پرکاربرد، ساده و ارزان قیمت برای جوشکاری لوله‌های پلاستیکی در قطرهای پایین می‌باشد. ابزار داغ معمولاً به شکل صفحه یا بوشن می‌باشند. در جوشکاری با ابزار داغ به شکل بوشن لوله‌هایی که قرار است متصل شوند تا دمای ذوب گرما داده می‌شوند و سپس سر لوله‌ها از صفحه یا ابزار داغ جدا شده و سریعاً به هم فشرده می‌شوند. عمل فشردن تا سرد شدن و انجماد کامل ادامه می‌یابد. در این فرایند فشار نباید بیشتر از حد مجاز باشد چون باعث به وجود آمدن پلیسه بیش از حد، کج شدن و انحنای در محل اتصال می‌شود. شکل ۲۰ تجهیزات جوشکاری با بوشن داغ را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- تجهیزات جوشکاری لوله‌های پلاستیکی

جدول ۶ مراحل جوشکاری لوله‌های پلاستیکی با ابزار داغ (بوشن داغ) را نشان می‌دهد.

جدول ۶- مراحل جوشکاری لوله‌های پلاستیکی با ابزار داغ (بوشن داغ)

	<p>مرحله اول: آماده‌سازی</p> <p>۱- باید دقت شود که اتو به دمای لازم برای جوشکاری برسد که معمولاً در اتوهای جدید، رسیدن به دمای لازم با روشن شدن چراغ مشخص می‌شود.</p> <p>۲- برش لوله‌ها با قیچی مخصوص و ازه انجام می‌شود.</p>
	<p>مرحله دوم: قرار دادن لوله و اتصال در ابزار داغ</p> <p>باید دقت شود که لوله و اتصال زمان زیادی درون اتو قرار نگیرد، چون باعث تغییر شکل لوله و اتصال می‌شود.</p>
	<p>مرحله سوم: فشار</p> <p>لوله و اتصال بعد از جدا شدن از اتو باید در کوتاه‌ترین زمان به هم وصل شوند.</p>
	<p>مرحله چهارم: نگهداری چون لوله در محل اتصال داغ شده نرم است برای جلوگیری از کج شدن اتصال این کار انجام می‌شود.</p>

پارامترهای مهم در جوشکاری لوله‌های پلاستیکی



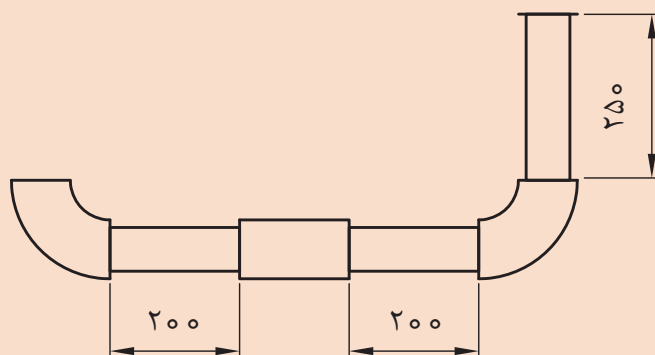
دلایل بروز عیب در اتصالات جوشی لوله‌های پلاستیکی

- ۱ آلودگی سطوح لوله‌ها به گرد و خاک، روغن و گریس و دیگر ناخالصی‌ها
- ۲ جوشکاری ناقص به علت ذوب شدن سطحی
- ۳ کیفیت پایین جنس و ساختار لوله‌ها
- ۴ عدم محافظت از محیط، عدم کنترل دما و عدم جلوگیری از تغییرات دمایی

جوشکاری لوله‌های پلاستیکی با استفاده از ابزار داغ (بوشن داغ)

دستور کار: قبل از شروع کار ابتدا ایمنی را رعایت کنید و حتماً تجهیزات ایمنی شامل دستکش، لباس کار با آستین‌های بلند، ماسک و ... تهیه کنید و سپس تمرین را انجام دهید. مواظب باشید در حین کار و تا زمانی که محل جوش سرد نشده قطعات با دست تماس پیدا نکنند. مواظب باشید در حین کار و تا زمانی که اتو داغ است سیم برق اتو به قسمت داغ آن برخورد نکند.

نقشه کار: سایز لوله و اتصالات ۱۶ یا ۲۰ و اندازه‌ها برحسب میلی‌متر می‌باشد.



کارگاهی



توضیحات	موارد مورد نیاز
اتوی لوله، قیچی مخصوص برش لوله، متر فلزی	تجهیزات فنی
لوله پلاستیکی، زانویی یک عدد، بوشن یک عدد، سه راهی یک عدد	مواد اولیه

مراحل انجام کار

مرحله اول: لوله‌های پلاستیکی را طبق نقشه و اندازه به وسیله قیچی برش بزنید.

مرحله دوم: اتو را روشن کرده دمای اتو را بین ۲۰۰ الی ۲۵۰ درجه سلسیوس تنظیم کنید و منتظر بمانید تا اتو به دمای مورد نظر برسد. (ثابت ماندن دما در اتوها به صورت اتومات انجام می‌شود).

مرحله سوم: لوله‌ها را به بوشن متصل نموده و همگام با ذوب شدن لوله و اتصال به آرامی فشار دهید تا به صورت کامل درون بوشن قرار گیرد. سپس حدود ۵ ثانیه بدون فشار نگه دارید.

مرحله چهارم: لوله و اتصال را با کمی پیچش از اتو جدا کرده و در کوتاه‌ترین زمان ممکن به هم متصل نموده و به آرامی فشار دهید تا به اندازه‌ای که لوله ذوب شده درون اتصال (مادگی) قرار بگیرد. سپس تا سرد شدن محل اتصال آنها را صاف و هم‌راستا نگه دارید.

بر روی لوله‌ها خطی رنگی قرار دارد که از آن می‌توانید برای صاف بودن اتصال و لوله استفاده کنید.

اندازه لوله به همراه اتصال قبل از جوشکاری و بعد از جوشکاری به صورت دقیق چند میلی‌متر تغییر می‌کند.

پرسش‌کلاسی



ارزشیابی عملکرد

- لوله و اتصال بعد از تمام شدن جوشکاری کاملاً صاف و هم‌راستا و هم‌محور باشد.
- طول اتصال بعد از جوشکاری برابر اندازه نقشه باشد.

دو سر لوله را مطابق شکل ۲۱ به صورت لب به لب ذوب کرده و بدون استفاده از بوشن به هم جوش دهید و استحکام آن را با اتصالی که با استفاده از بوشن به هم جوش خورده است مقایسه کنید و نتایج را در جدول ۷ ثبت کنید

آزمایش



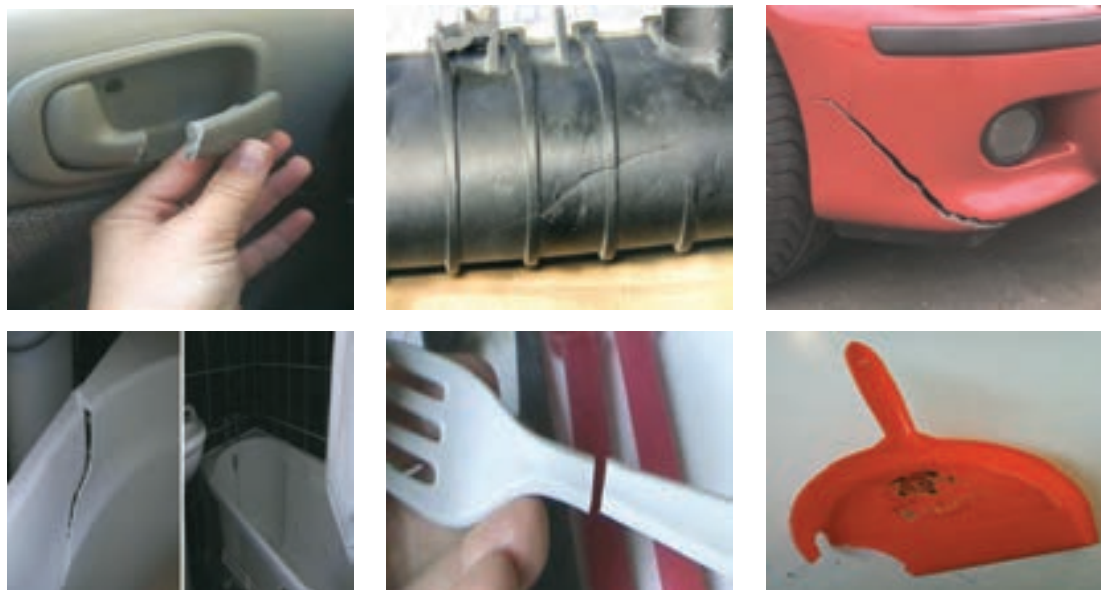
شکل ۲۱- سمت راست) جوشکاری لوله بدون بوشن - سمت چپ) جوشکاری لوله با استفاده از بوشن

جدول ۷ مقایسه اتصال لوله‌ها با بوشن و بدون بوشن

اتصال با بوشن	اتصال بدون بوشن	
		راحتی مونتاژ و سرهم کردن
		استحکام
		صافی و هم راستا بودن

تعمیر مصنوعات پلاستیکی آسیب دیده

به تصاویر شکل ۲۲ نگاه کنید اگر هر یک از اتفاقات زیر برای شما بیفتد چه می‌کنید؟



شکل ۲۲- تصاویر قطعات پلاستیکی آسیب دیده

آیا همیشه تعویض قطعات بهترین کار است؟

شما کدام قطعه را تعمیر و کدام را تعویض می‌کنید؟

در برخی از مواقع قطعات دارای شرایطی هستند که تعمیر آنها مقرون به صرفه‌تر از تعویض آنها می‌باشد و ممکن است این شرایط همیشه به‌خاطر گران بودن آن قطعه نباشد. شرایطی از جمله نایاب بودن قطعه یا حتی طولانی بودن پروسه تعویض ایجاب می‌کند که آن قطعه تعمیر شود. همچنین باید در نظر داشت که یک ورق یا قطعه پلاستیکی که درست تعمیر شده است از لحاظ استحکام تفاوتی با قطعه آسیب‌دیده ندارد و با پرداخت مناسب می‌تواند، تا حدودی از لحاظ ظاهری هم مانند قبل باشد.

جوشکاری علاوه بر اینکه در تولید مصنوعات پلاستیکی به کار می‌رود در تعمیر قطعات آسیب‌دیده نیز چاره‌ساز است.

شکل ۲۲ جوشکاری تعمیری برخی از قطعات آسیب‌دیده پلاستیکی را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲- جوشکاری تعمیری قطعات پلاستیکی

آسیب‌هایی مثل شکستگی، ترک، سوراخ، گسیختگی و اعوجاج را می‌توان به راحتی به کمک جوشکاری تعمیر کرد و قطعه‌ای مشابه با خواص اولیه به دست آورد. شکل ۲۳ نمونه‌هایی از قطعات پلاستیکی آسیب دیده قبل و بعد از تعمیر را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳- نمونه‌هایی از جوش تعمیری قبل و بعد از جوشکاری

مراحل انجام تعمیر به کمک جوشکاری

۱ آماده سازی سطوح که شامل تمیزکاری و پخ زدن است.

۲ تراز کردن لبه‌های اتصال

۳ جوشکاری با سرعت مناسب

۴ سنگ‌زنی، سمباده‌زنی و پرداخت قطعه

در جوشکاری تعمیری قسمتی که قرار است تعمیر شود، باید کاملاً در دسترس باشد تا تعمیرکار بتواند با تسلط کامل کار خود را انجام دهد.

نکته

طولانی شدن عملیات سنگ‌زنی در تمامی مراحل کار باعث بالا رفتن بیش از حد دمای محل اتصال می‌شود که ممکن است باعث تغییر شکل قطعه شود.



۱ آماده‌سازی لبه‌های قطعات پلاستیکی قبل از جوشکاری

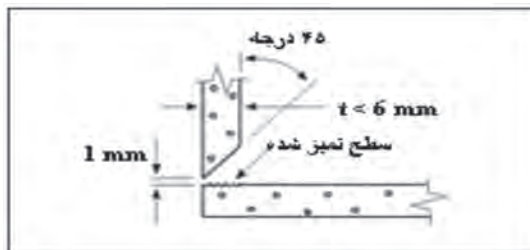
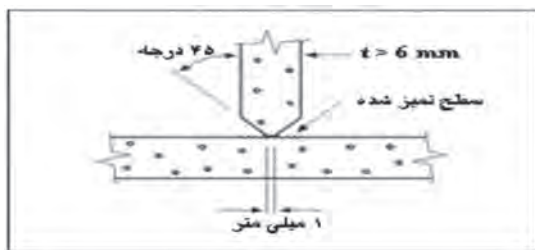
این مرحله شامل پخ زدن و تمیزکاری است. آماده‌سازی سطوح در تمام فرایندهای جوشکاری پلاستیک برای دستیابی به یک جوش با کیفیت باید به درستی انجام شود چون در غیر این صورت منجر به شکست و تخریب جوش می‌شود.

پخ‌زدن قطعات پلاستیکی قبل از جوشکاری: در بعضی از فرایندهای جوشکاری پلاستیک مانند جوشکاری با ابزار داغ و جوشکاری با گاز داغ نیاز به آماده‌سازی و پخ زدن لبه‌های اتصال با توجه به ضخامت قطعه کار می‌باشد. در صورتی که ضخامت قطعات کار به اندازه‌ای باشد که نیاز به استفاده از مواد پرکننده باشد لبه‌های اتصال پخ زده می‌شود.

پخ زدن قطعات پلاستیکی مانند پخ‌زدن قطعات فلزی است. به این ترتیب که هر چه ضخامت قطعه کار بیشتر باشد، باید زاویه پخ را افزایش داد تا دسترسی به ریشه جوش بهتر و نفوذ جوش بیشتر شود. اما از طرفی هر چه زاویه پخ بیشتر باشد زمان جوشکاری و میزان مواد مصرفی بیشتر می‌شود که معایبی نظیر اعوجاج قطعه و افزایش هزینه را دارد. بنابراین زاویه پخ باید متناسب با ضخامت قطعه باشد. در ضخامت‌های بالا پخ با زاویه ۴۵ درجه با عمق ۷۵٪ ضخامت قطعه کار ایجاد می‌شود.

پخ‌زدن قطعات به وسیله رنده‌کردن، فرزکاری، اره کردن و سوهان کاری انجام می‌شود. شکل ۲۴ عملیات پخ‌زدن لوله‌های پلاستیکی را نشان می‌دهد. باید توجه داشت که پخ مناسب می‌تواند نیاز به تمیزکاری قطعات را از بین ببرد.

حتماً در حین پخ زدن با رنده یا فرز از ماسک محافظ استفاده شود.



شکل ۲۴- پخ زدن قطعات پلاستیکی برای جوشکاری

شکل پخ در قطعات پلاستیکی شبیه قطعات فلزی است. فقط با این تفاوت که در همه فرایندهای جوشکاری پلاستیک نیاز به پخ زدن قطعات نیست.

تمیزکاری سطوح اتصالات پلاستیکی: مرحله بعد از آماده‌سازی قطعات پلاستیکی تمیزکاری سطح اتصال جوش است که در شکل ۲۵ آن را مشاهده می‌کنید.

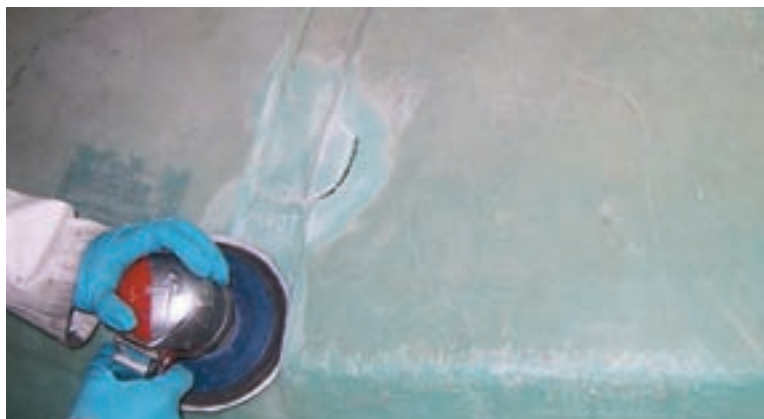
یکی از دلایل اصلی وادادگی یا تخریب اتصالات، آلودگی سطوح جوش حین جوشکاری می‌باشد. این آلودگی‌ها شامل گرد و خاک، روغن و دیگر ناخالصی‌ها می‌باشد. سطوح اتصال در جوشکاری باید از آثار کلیه آلودگی‌ها مثل گریس، روغن، سایر هیدروکربن‌ها، گرد و خاک، رنگ و دیگر آلودگی‌ها تمیز شود.

برای تمیزکاری سطوح از حلال‌ها و مواد شوینده صنعتی استفاده نمی‌شود چون اغلب حلال‌ها موجب حل شدن یا نرم شدن قطعات ترموپلاستیکی شده و موجب ضعیف شدن محل اتصال و اطراف آن می‌شود.



شکل ۲۵- تمیزکاری قبل از جوشکاری

برای پاک کردن آلودگی‌ها بهتر است ابتدا از یک صابون و آب ولرم استفاده شود سپس برای پاکسازی سطوح از روغن و گریس از پاک‌کننده مک (بوتانول یا متیل اتیل کتن) که حلال قوی چربی‌ها است استفاده شود. این ماده بسیار فرار بوده و باعث نرمی پلاستیک‌ها نمی‌شود. برای تمیز کردن سطوح جوشکاری و سرلوله‌های پلاستیکی می‌توان با استفاده از یک پارچه تمیز با الکل خلوص بالا دو سرلوله‌ها را تمیز کرد و پس از آن دقت شود سطوح حتی با دست هم تماس نداشته و آلوده نشود. شکل ۲۶ آماده‌سازی سطوح پلاستیکی قبل از جوشکاری را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶- آماده‌سازی سطوح پلاستیکی قبل از جوشکاری

از دیگر آلودگی‌هایی که باید زدوده شود رنگ و پوشش قطعه است. رنگ و سطوح جرم گرفته به راحتی با استفاده از یک چرخ ساینده استاندارد (دیسک از جنس شن و ماسه) تمیز می‌شوند. اما چون ساختار پلاستیک نرم است و به راحتی ساییده و برداشته می‌شود باید دقت شود که سطح قطعه زیاد برداشته نشود تا اتصال آسیب نبیند. عمل تمیزکاری سطح را می‌توان با استفاده از تیغه تیز و برس سیمی تمیز نیز انجام داد. شکل ۲۷ تمیزکاری سپر خودرو را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷- تمیزکاری سپر خودرو

۲ تراز کردن لبه‌های اتصال

همتراز کردن لبه‌های درز اتصال به گونه‌ای که هر دو افقی قرار گیرند در این مرحله ممکن است از یک نوار فویل آلومینیومی به صورت کمربندی در پشت درز اتصال برای موقعیت‌دهی موقت قطعات کنار هم استفاده شود. (شکل ۲۸)

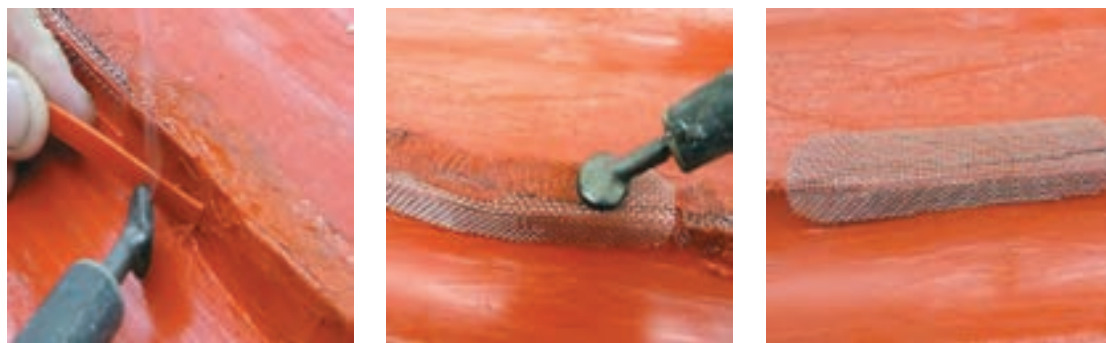


شکل ۲۸- همتراز کردن قطعه به کمک فویل آلومینیومی

۳ جوشکاری با سرعت مناسب

بهتر است جوشکاری در طولی بیشتر از طول آسیب دیده انجام شود. این امر منجر به تقویت قطعه آسیب دیده می‌شود. با روشن کردن ابزار جوشکاری و رسیدن به دمای عمومی جوشکاری تعمیراتی که حدود 350°C است فرایند تعمیر انجام می‌شود. اگر از فویل نگهدارنده استفاده نشود مرحله نخست خال جوش زنی است. جوشکاری با سرعت بالا انجام می‌شود و برای هر بار تکرار آن در یک درز اتصال به پاس قبلی سی دقیقه فرصت سرد شدن می‌دهیم.

گاهی در تعمیر برخی از قطعات پلاستیکی مثل سپر خودروها برای افزایش استحکام و تقویت کار از توری‌های فلزی هنگام جوشکاری استفاده می‌شود. (شکل ۲۹)



شکل ۲۹- استفاده از توری فلزی در تعمیر قطعات پلاستیکی

۴ سنگ زنی، سنباده زنی و پرداخت قطعه

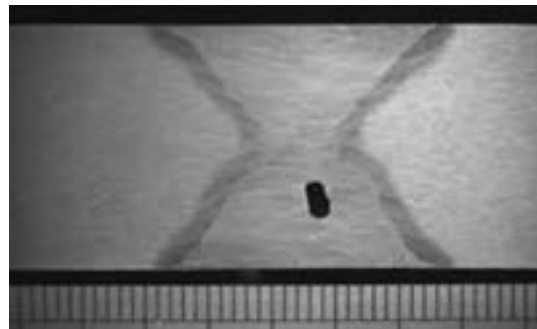
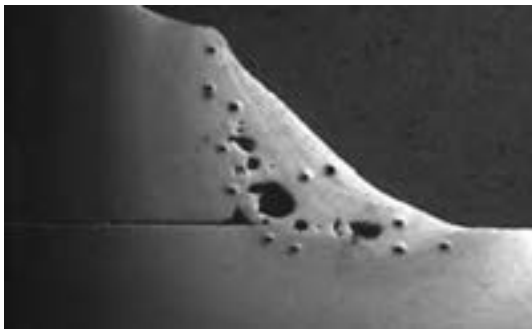
به منظور رسیدن به شمایل اولیه قطعه، عملیات پرداخت نهایی انجام می‌شود. (شکل ۳۰)



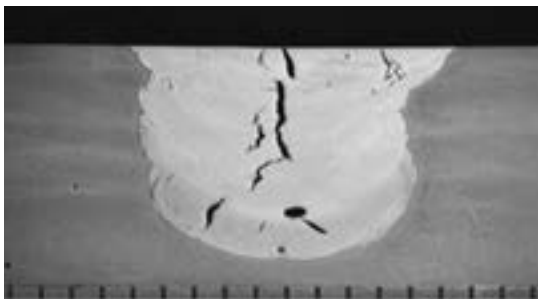
شکل ۳۰- پولیش قطعه کار پس از تعمیر

عیوب جوش قطعات پلاستیکی

همانند فلزات در جوشکاری پلاستیک‌ها نیز احتمال به وجود آمدن عیب وجود دارد که در بعضی مواقع با توجه به نوع و اندازه عیب و حساسیت قطعه کار باعث رد شدن اتصال می‌شود اما در بعضی از مواقع این عیوب قابل تعمیر می‌باشد که در قسمت جوشکاری تعمیراتی به آن پرداخته شد. باید توجه داشت که احتمال به وجود آمدن عیوب در روش‌های جوشکاری دستی بیشتر است. در شکل‌های ۳۱ تا ۳۳ عیوب رایج در جوشکاری پلاستیک‌ها را مشاهده می‌کنید.



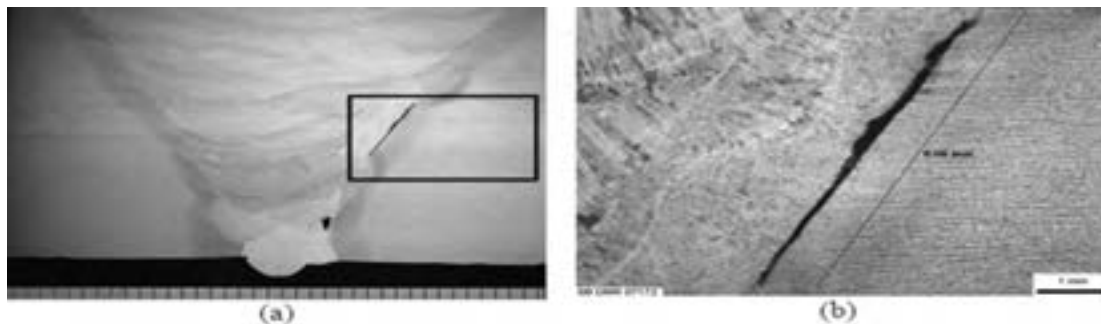
شکل ۳۱- مک و تخلخل در جوشکاری قطعات پلاستیکی



(a)

(b)

شکل ۳۲- ترک‌های داخلی درون جوش



شکل ۳۳- عدم ذوب در جوش قطعات پلاستیکی

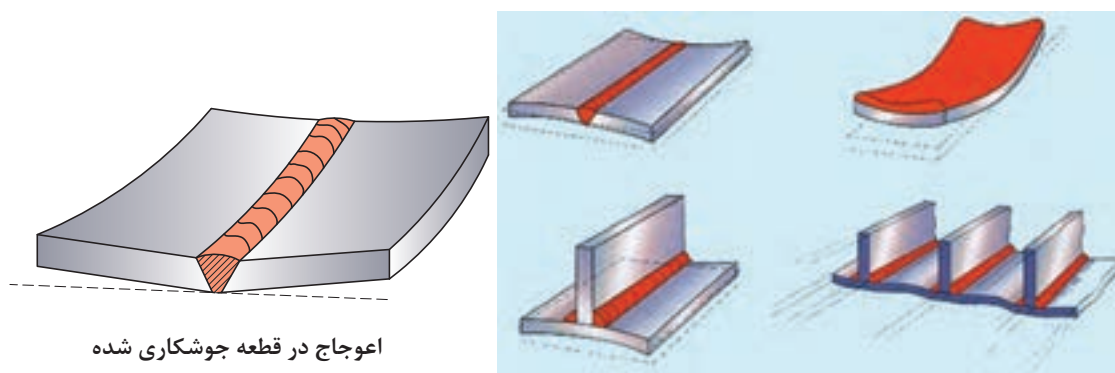
در جدول ۸ برخی از عیوب مهم، دلیل و راه حل رفع آنها آورده شده است.

جدول ۸- برخی از عیوب مهم، علت ایجاد و راه حل رفع آنها

عیب	دلیل	راه حل
ترک در جوش	۱- آلوده بودن سطح اتصال ۲- انتخاب مفتول نامناسب ۳- اکسید شدن درز جوش	۱- تمیزکاری متناسب با جنس قطعه ۲- تنش زدایی (با کنترل سرد شدن، کاهش نیروی نگهدارنده و ...) ۳- انتخاب مناسب مفتول ۴- استفاده از گاز محافظ متناسب با جنس قطعه
تخلخل در جوش	۱- استفاده از مفتول پلاستیکی بی کیفیت ۲- کم و زیاد شدن حرارت و همگن نبودن گرما دهی هنگام جوشکاری ۳- سرعت بالای جوشکاری	۱- استفاده از مفتول با کیفیت ۲- حرکت مناسب دست ۳- سرعت مناسب جوشکاری
ذوب ناقص	۱- سرعت نامناسب جوشکاری ۲- روش نامناسب جوشکاری ۳- استفاده از ابزار نامناسب ۴- نازک یا ضخیم بودن سیم جوش نسبت به درز اتصال	۱- سرعت مناسب و تنظیم سرعت جوشکاری ۲- روش مناسب و تکنیک درست جوشکاری ۳- استفاده از ابزار مناسب ۴- انتخاب مناسب سیم جوش از نظر ابعادی
تابیدگی و اعوجاج قطعات جوشکاری شده	۱- گرمای بیش از حد در محل اتصال ۲- جفت کردن نامناسب قطعات ۳- سریع سرد شدن جوش ۴- زیاد شدن تعداد پاس‌های جوش	۱- تنظیم دقیق سرعت و دمای جوشکاری ۲- چیدمان صحیح قطعات ۳- کنترل سرعت سرد شدن ۴- کاهش تعداد پاس‌های جوشکاری و انتخاب قطر سیم جوش مناسب
کیفیت پایین جوش و سوختن جوش	۱- سرعت پایین جوشکاری که باعث افزایش دما در جوش می‌شود ۲- گرمادهی نامناسب به جوش ۳- سرد بودن قطعه	۱- سرعت مناسب جوشکاری ۲- تکنیک مناسب و حرکت مناسب دست ۳- پیش گرمایی قطعه

اعوجاج اتصالات جوشکاری شده

هنگامی که گرما به صورت موضعی به قطعه کار اعمال شود، باعث انبساط قطعه در آن نقطه از قطعه می شود. این انبساط موضعی باعث ایجاد تنش در قطعه شده و منجر به تاب برداشتن و اعوجاج قطعه می شود. در اثر گرم شدن موضعی، قطعه در ناحیه گرمادیده تمایل دارد منبسط شود اما سایر نواحی آن که دمای پایین تری دارند نه تنها میلی به انبساط نداشته بلکه در برابر انبساط ناحیه گرمادیده نیز مقاومت می کند و همین امر باعث ایجاد تنش در قطعه کار می شود. باید توجه داشت گرمای جوشکاری نیز به صورت موضعی به قطعات وارد می شود و اگر قطعه آزاد باشد تنش های ایجاد شده در اثر جوشکاری باعث اعوجاج و تاب برداشتن قطعه می شود. یکی از دلایل مهم اعوجاج و جا ماندن تنش ها در قطعات پلاستیکی جوشکاری شده چرخه گرم و سرد شدن سریع قطعات است که باعث اعوجاج در قطعه می شود. شکل ۳۴ اعوجاج در قطعات جوشکاری شده را نشان می دهد. معمولاً در فرآیندهای جوشکاری دستی قطعات مانند جوشکاری با گاز داغ و گوه داغ که گرما بیشتر به صورت موضعی به قطعات وارد می شود، اعوجاج در قطعات بیشتر است.



اعوجاج در قطعه جوشکاری شده

شکل ۳۴- اعوجاج در قطعات جوشکاری شده

با پیش گرما و پس گرمای قطعه کار و کنترل دمای محیط جوشکاری می توان از سریع سرد شدن قطعه جلوگیری کرد و مانع از اعوجاج قطعه شد. قرینه نبودن پخ در اتصالات باعث توزیع نامناسب گرما در محل اتصال شده و باعث اعوجاج در جوشکاری می شود. همچنین کاهش سرعت جوشکاری باعث رسیدن گرمای زیادی در محل اتصال یا همان افزون گرمایی over heating در قطعه می شود. بنابراین باید در اجرای جوشکاری به گونه ای از امکانات استفاده شود که موجب افزایش سرعت جوشکاری شود تا گرمای کمتری به قطعه برسد.

آیا می توان از تکنیک های جلوگیری از اعوجاج و رفع اعوجاج جوشکاری فلزات در جوشکاری پلاستیک ها استفاده کرد؟

پژوهش



اصول ایمنی در جوشکاری پلاستیک‌ها

۱ در جوشکاری پلاستیک‌ها پرتوهای مضر مانند جوشکاری فلزات وجود ندارند و نیاز به استفاده از ماسک جوشکاری نیست.

۲ پلاستیک‌ها در صورت گرما دیدن تا دماهای بالا تولید گازهای سمی می‌کنند که باید هنگام جوشکاری آنها در فضای بسته از ماسک تنفسی استفاده شود و از طرفی چون اکثراً قابل اشتعال هستند باید تهویه مناسب انجام شود.

۳ پلاستیک‌ها هنگامی که ذوب می‌شوند بسیار چسبنده هستند و در صورتی که با دست برخورد کنند به دست می‌چسبند. دقت شود در صورت چسبیدن مذاب پلاستیک به دست سعی بر جدا کردن آنها نکنید، بلکه سریعاً آن را با آب سرد کنید، چون در صورت سرد شدن راحت‌تر جدا می‌شوند. (شکل ۳۵)



شکل ۳۵- جداکردن پلاستیک ذوب شده از انگشتان دست و خطر چسبیدن مجدد آن

۴ در هنگام پخ زدن به وسیله سنگ فرز حتماً از عینک و ماسک محافظ استفاده کنید.

۵ در جوشکاری با ابزار داغ احتمال برخورد دست با ابزار داغ و سطوح پلاستیکی ذوب شده وجود دارد بنابراین حتماً از لباس کار آستین بلند و دستکش مناسب استفاده کنید.

۶ هرگز ابزار داغ را در محیط مرطوب و نمدار به کار نبرید زیرا احتمال شوک الکتریکی وجود دارد.

۷ هنگام گرم بودن اتو دقت شود که کابل برق دستگاه با قسمت‌های داغ دستگاه برخورد نکند زیرا باعث سوختن روکش سیم دستگاه و برق گرفتگی می‌شود.

۸ در هنگام تمیزکاری سطوح پلاستیکی با مک (mek) باید دقت زیادی شود چون بخارات این ماده به شدت قابل اشتعال است. بنابراین باید از تهویه مناسب استفاده کرد.

ارزشیابی پایانی

<p>شرح کار: - آماده سازی - جوشکاری به روش های مختلف - کنترل نهایی</p>
<p>استاندارد عملکرد: شاخص ها: - جوشکاری دو قطعه پلاستیکی با گاز داغ برابر دستورالعمل - جوشکاری دو قطعه پلاستیکی با گوه داغ برابر دستورالعمل - جوشکاری دو لوله پلاستیکی با ابزار داغ برابر دستورالعمل</p>
<p>شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات: یک کارگاه استاندارد با نور و فضا و تهویه کافی</p> <p>شرایط: ابزار و تجهیزات: تجهیزات گاز داغ - تجهیزات گوه داغ - تجهیزات ابزار داغ لوله (اتو)</p>

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی	۱	
۲	جوشکاری	۲	
۳	کنترل نهایی	۱	
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:			
میانگین نمرات			*

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

- ۱- راهنمای برنامه درسی رشته صنایع فلزی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای، کارودانش، ۱۳۹۴.
- ۲- برنامه درسی اتصال ویژه مواد فلزی و غیرفلزی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای، کارودانش، ۱۳۹۵.
- ۳- Jeffus, Larry. Weldin and Metal Fabrication. Cengage Learning. 2012.
- ۴- Bohnart, Edward R. Welding Principles and Practice. McGraw - Hill Education. 2018.
- ۵- Troughton, Michael J. Handbook of plastics joining: a practical guide. William Andrew, 2008.

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب‌گاه: tvoccd.oerp.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارودانش



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب اتصال ویژه مواد فلزی و غیرفلزی رشته صنایع فلزی کد ۲۱۲۴۱۰

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	حجت‌الله پیرعلی	البرز	۸	سیدصادق میری	کهگیلویه و بویراحمد
۲	حمید بختیاری	مرکزی	۹	قاسم شکوهی‌راد	شهرستان‌های تهران
۳	سیروس هدایتی	اردبیل	۱۰	پویا بصیر	کهگیلویه و بویراحمد
۴	حسین رحیمی‌فر	خوزستان	۱۱	محمد رضا محمدیان	آذربایجان شرقی
۵	حسن مهدی‌زاده	کرمان	۱۲	وحید شعبانی	قزوین
۶	محمد مهدی نیک‌منش	فارس	۱۳	حسین نوروزی	خمینی شهر
۷	آزاد رحیمی	آذربایجان غربی	۱۴	دانیال کیانپور	خراسان رضوی