همه آنچه لازم است در مورد جوشکاری بدانیم

تاریخچه پیدایش و توسعه جوشکاری از گذشته تاکنون

فرآیند جوشکاری زمانی آشکار شد که پیشینیان در جستجوی تکنیکی برای تبدیل آهن به اشکال مفید بودند. اولین نمونه‌های جوشکاری مربوط به عصر برنز است که در آن جعبه‌های دایره‌ای طلایی کوچک با اتصالات جوشکاری تحت فشار ساخته می‌شدند. تخمین زده می شود که این جعبه ها بیش از ۲۰۰۰ سال پیش ساخته شده اند. در طول عصر آهن (۱۲۰۰-۶۰۰ قبل از میلاد) مصریان و نواحی شرق مدیترانه هنر جوشکاری را آموختند. ابزارهای زیادی پیدا شده اند که تقریباً ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد ساخته شده اند. در قرون وسطی (۴۰۰-۱۴۰۰ بعد از میلاد)، هنر آهنگری رواج یافت.

تا دهه ۱۸۰۰ که جوشکاری به شکلی که امروزه می شناسیم در آمد. در اوایل قرن نوزدهم، دو پیشرفت عمده در جوشکاری وجود داشت. در سال ۱۸۰۰، همفری دیوی [1] با استفاده از یک باتری یک قوس بین دو الکترود کربن ایجاد کرد. و در سال ۱۸۳۶، ادموند دیوی [2] انگلیسی، استیلن (استفاده از شعله های باز) را کشف کرد که امکان توسعه ابزار و تجهیزات فلزی پیچیده را فراهم کرد.

محبوبیت جوش قوس الکتریکی [3] تا قرن نوزدهم با اختراع ژنراتورهای الکتریکی و توسعه جوشکاری و برش با گاز ادامه یافت. جوشکاری قوس الکتریکی با قوس کربن و قوس فلزی نیز توسعه یافت و جوشکاری مقاومتی [4] به عنوان یک فرآیند اتصال عملی ایجاد شد.

در سال ۱۸۸۱، یک دانشمند فرانسوی [5] موفق شد صفحات سربی را با استفاده از گرمای تولید شده از یک قوس به یکدیگر همجوشی کند. هرچند که، چهار سال بعد، شاگرد او، دانشمند روسی نیکولای ان [6]، بناردوس [7] و شریکش استانیسلاوس اولشفسکی [8]، حق ثبت اختراع یک دارنده الکترود را از بریتانیا و سپس آمریکا در سال ۱۸۸۷ دریافت کردند.

جوشکاری قوس کربنی [9] یکی از رایج ترین روش های جوشکاری در دهه ۱۸۹۰ بود. در سال ۱۸۹۰، یک دانشمند آمریکایی [10] حق ثبت اختراع ایالات متحده را برای جوشکاری قوس الکتریکی الکترود فلزی در آن زمان به دست آورد. در همان سال، یک دانشمند روسی [11]، از همان اصل قوس الکترود فلزی برای ریخته‌گری فلزات در قالب استفاده کرد.

---

[1] Sir Humphrey Davy
[2] Edmund Davy
[3] arc welding
[4] resistance welding
[5] Augste De Meritens
[6] Nikolai N
[7] Benardos
[8] Stanislaus Olszewski
[9] Carbon arc welding
[10] CL Coffin
[11] NG Slavianoff

الکترود فلـزی پوشـش داده شـده بـرای اولـین بـار در سـال ۱۹۰۰ توسـط اسـترومنگر[۱۲] معرفـی شـد. پوششـی از خـاک رس یـا آهک به پایداری قوس کمک می کند. تعدادی دیگر از فرآیندهای جوشکاری نیز در این دوره توسعه یافتند.

بلافاصـله پـس از پایـان جنـگ جهـانی اول، بیسـت نفـر از اعضـای کمیتـه جوشـکاری در زمـان جنـگ شـرکت ناوگـان اضـطراری[۱۳] تحـت رهبـری کـامفورت اوری آدامـز[۱۴]، انجمـن جوشـکاری آمریکـا [۱۵]را تأسـیس کردنـد؛ یـک سـازمان غیرانتفاعی که به پیشرفت جوشکاری و فرآیندهای وابسته اختصاص دارد.

نوبـل[۱۶] جوشـکاری خودکـار [۱۷]را در سـال ۱۹۲۰ اختـراع کـرد، او ولتـاژ قـوس الکتریکـی و سـیم هـای الکتـرود لخـت را ادغـام کرد که برای تعمیر و قالب گیری فلزات استفاده می شد. چندین نوع الکترود نیز در این دهه ساخته شد.

در طـول دهـه ۱۹۲۰ تحقیقـات قابـل تـوجهی در مـورد محافظـت از قـوس و ناحیـه جـوش توسـط گازهـای اعمـال شـده خـارجی انجـام شـد. اتمسـفر اکسـیژن و نیتـروژن در تمـاس بـا فلـز مـذاب جـوش باعـث ایجـاد جـوش هـای شـکننده و گـاهی متخلخل می شود.

در دهـه ۱۸۹۰ جوشـکاری قـوس گـاز تنگسـتن (GTAW)[۱۸] از ایـده Coffin CL شـروع شـد، سـپس در دهـه ۱۹۲۰ توسط HM Hobart و PK Devers اصلاح شد.

فرآینـد جوشـکاری قـوس فلـزی گـاز محـافظ (GMAW)[۱۹]نقطـه عطـف مهـم دیگـری در تـاریخ جوشـکاری بـود کـه در موسسه یادبود Battelle در سال ۱۹۴۸ توسعه یافت.

در سـال ۱۹۵۳، لیوباوسـکی [۲۰]و نووشـیلوف[۲۱] اسـتفاده از جوشـکاری بـا الکترودهـای مصـرفی را در فضـایی از گـاز CO2 اعـلام کردنـد. فرآینـد جوشـکاری CO2 بلافاصـله مـورد توجـه قـرار گرفـت زیـرا از تجهیـزات توسـعه یافتـه بـرای جوشـکاری قوس فلزی با گاز بی اثر استفاده مـی کـرد، امـا اکنـون مـی تـوان از آن بـرای جوشـکاری اقتصـادی فولادهـا اسـتفاده کـرد. ایـن پیشرفت، تغییر قوس اتصـال کوتـاه بـود کـه بـهعنوان جوشـکاری میکـرو سـیم[۲۲]، قـوس کوتـاه [۲۳]و انتقـال شـیب دار [۲۴]شـناخته می‌شد، که همگی در اواخر سال ۱۹۵۸ و اوایل سال ۱۹۵۹ ظاهر شدند.

---

[12] Strohmenger
[13] Welding Committee of the Emergency
[14] Comfort Avery Adams
[15] the American Welding Society
[16] PO Nobel
[17] automatic welding
[18] Gas Tunsten Arc Welding (GTAW)
[19] gas shielded metal arc welding (GMAW)
[20] Lyubavskii
[21] Novoshilov
[22] welding Micro-wire
[23] short-arc welding
[24] dip transfer welding

در دهه ۱۹۶۰ پیشرفت های زیادی در صنعت جوش وجود داشت. جوشکاری دو شیلد[۲۵]، شیلد داخلی [۲۶]و جوشکاری سرباره الکتریکی [۲۷]برخی از پیشرفت‌های مهم جوشکاری در این دهه بودند. جوشکاری قوس پلاسما [۲۸]نیز در این زمان توسط Gage اختراع شد. فرانسوی ها همچنین جوشکاری پرتو الکترونی [۲۹]را توسعه دادند که هنوز هم در صنایع هواپیماسازی ایالات متحده استفاده می شود.

در مورد پیشرفت های اخیر صنعت جوشکاری می توان به جوشکاری اصطکاکی (یا جوش اینرسی)[۳۰] اشاره کرد، که از سرعت چرخشی و فشار برای تامین گرمای اصطکاک استفاده می کند، این فرایند در روسیه توسعه یافت. جوشکاری لیزری [۳۱]نیز یکی از جدیدترین فرآیندها می باشد. جوشکاری لیزر در عملیات فلزکاری خودرو کاربرد دارد.

جوشکاری چیست و چگونه انجام می شود؟

جوشکاری یک فرآیند ساخت است که به شما امکان می دهد با استفاده از گرما در دماهای بالا، موادی مانند فلزات را به هم متصل کنید. در جوشکاری از دمای بالا برای اتصال مواد استفاده می شود، پس از خنک شدن، فلز پایه و فلز پرکننده به هم متصل می شوند. جوش معمولاً برای فلزات و ترموپلاستیک ها استفاده می شود، اما می توان از آن برای چوب نیز استفاده کرد. مواد مختلف نیاز به فرآیندها و تکنیک های منحصر به فردی دارند. برخی مواد هستند که (غیرقابل جوش) [۳۲]در نظر گرفته می شوند. در حالی که این اصطلاح در فرهنگ لغت نیست، مهندسان آن را به‌عنوان اصطلاحی می‌شناسند که به این معنی است که ماده مورد نظر قادر به جوش دادن نیست.

مواد اولیه [۳۳]اصطلاحی است که برای توصیف قطعات جداگانه ای که به هم متصل شده اند استفاده می شود. نمونه هایی از مواد اولیه لوله ها و صفحات هستند. مواد اولیه با مواد پرکننده [۳۴]یا مصرفی[۳۵] که برای کمک به اتصال، به ماده اولیه اضافه می شوند متفاوت هستند. نمونه هایی از مواد پرکننده سیم، فلز یا الکترودهای مصرفی هستند.

به طور معمول، مواد مصرفی به گونه ای انتخاب می شوند که از نظر ترکیب با مواد اصلی متناسب باشند. این مسئله به آنها امکان می دهد تا یک جوش همگن یا متجانس[۳۶] ایجاد کنند. با این حال، شرایطی مانند جوشکاری چدن های شکننده[۳۷] وجود دارد که نیاز به ترکیب متفاوتی دارد. در این حالت، این جوش ها ناهمگن یا غیر متجانس[۳۸] نامیده می شوند.

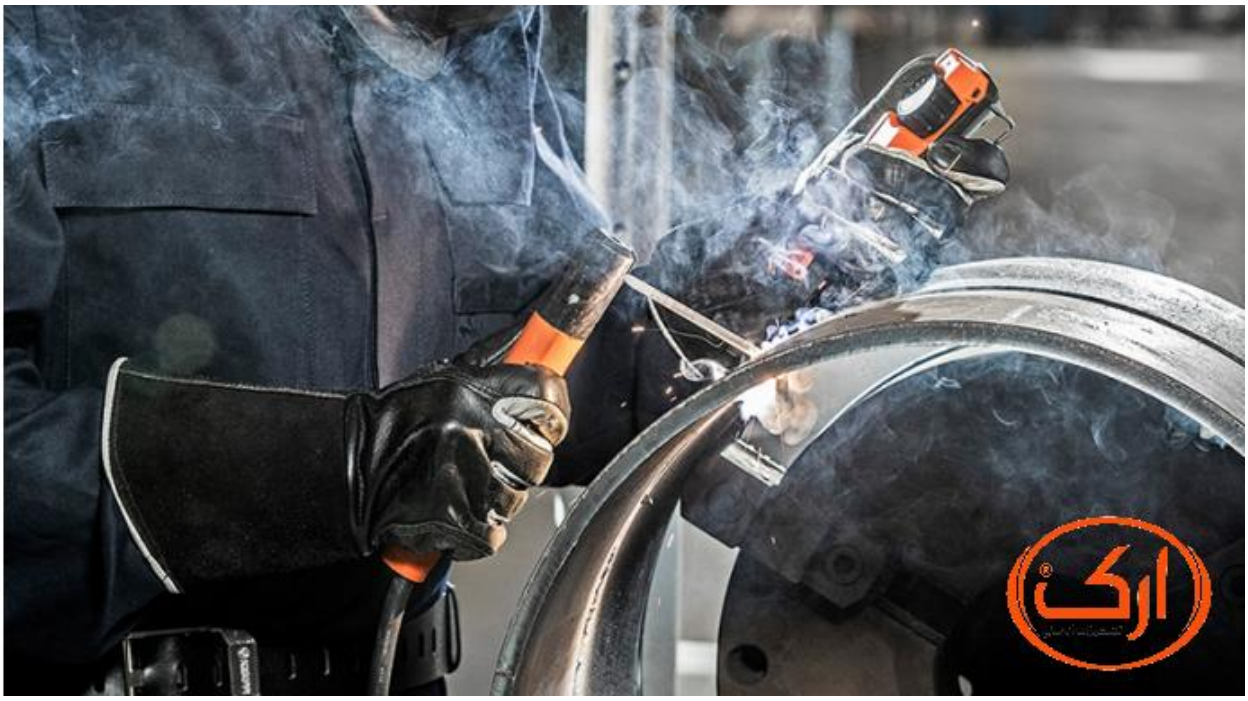
---

[25] Dualshield welding
[26] Innershield
[27] Electroslag welding
[28] Plasma arc welding
[29] electron beam welding
[30] Friction welding (or inertia welding)
[31] Laser welding
[32] unweldable
[33] Parent materials
[34] filler material
[35] consumable material
[36] homogeneous
[37] welding brittle cast irons
[38] heterogeneous

متداول ترین مواد برای جوشکاری فلزات هستند، مانند آلومینیوم، فولاد نرم و فولاد ضد زنگ. همچنین می توان پلاستیک ها را نیز جوش داد. در جوشکاری پلاستیک، منبع حرارت هوای داغ یا مقاومت الکتریکی است. اکثر جوشکاری هایی که امروزه انجام می شود به یکی از دو دسته تقسیم می شوند: جوشکاری قوس الکتریکی و جوشکاری مشعل[۳۹].

در جوشکاری قوس الکتریکی از یک قوس الکتریکی برای ذوب مواد اولیه و فلز پرکننده، برای اتصالات استفاده می شود. جوشکاری قوس الکتریکی شامل اتصال یک سیم زمینه [۴۰]به مواد جوشکاری یا سایر سطوح فلزی است. سیم دیگری به نام الکترود سرب [۴۱]در ماده ای که قرار است جوش داده شود قرار می گیرد. قوس الکتریکی زمانی رخ می دهد که سرب از ماده فاصله بگیرد. قوس قطعه کار را همراه با مواد پرکننده ذوب می کند که به اتصال قطعات به یکدیگر می انجامد.

کارگر حین اتصال جوش و کار با پرکننده به دستانی ثابت و چشمانی قوی برای دیدن جزئیات نیاز دارد. همانطور که میله ذوب می شود، جوشکار باید به طور مداوم پرکننده را با استفاده از حرکات رفت و برگشت کوچک و ثابت وارد محل اتصال کند. این حرکات همان مهارت هایی است که جوشکار باید داشته باشد و به جوش ظاهر منحصر به فردی می دهد. حرکت دادن قوس، خیلی سریع یا خیلی آهسته، خیلی نزدیک یا خیلی دورتر از مواد می تواند منجر به ایجاد یک جوش ضعیف شود.



[39] torch welding
[40] ground wire
[41] electrode lead

گاز محافظ

هنگام جوشکاری فلز اگر مستقیماً در معرض هوا قرار گیرد، اکسیژن موجود در هوا با فلز واکنش داده و اکسید تشکیل می دهد که فلز را آلوده می کند و منجر به جوشکاری ضعیف می شود. بهترین راه برای جلوگیری از این اتفاق استفاده از گاز محافظ است. فرآیند استفاده از گاز محافظ پس از جوشکاری فلزات، هر دو جزء پایه و پرکننده را از اکسید شدن محافظت می کند. بنابراین برای اینکه جوش دوام داشته باشد، حوضچه جوش مذاب[۴۲] باید از اکسیژن و اثرات هوای اطراف محافظت شود، به عنوان مثال با گازهای محافظ[۴۳] یا خاکستر[۴۴]. گاز محافظ با مشعل جوش وارد حوضچه جوش مذاب می شود. الکترود جوش نیز با ماده ای پوشیده شده است که گاز محافظ و خاکستر روی حوضچه جوش مذاب تولید می کند.

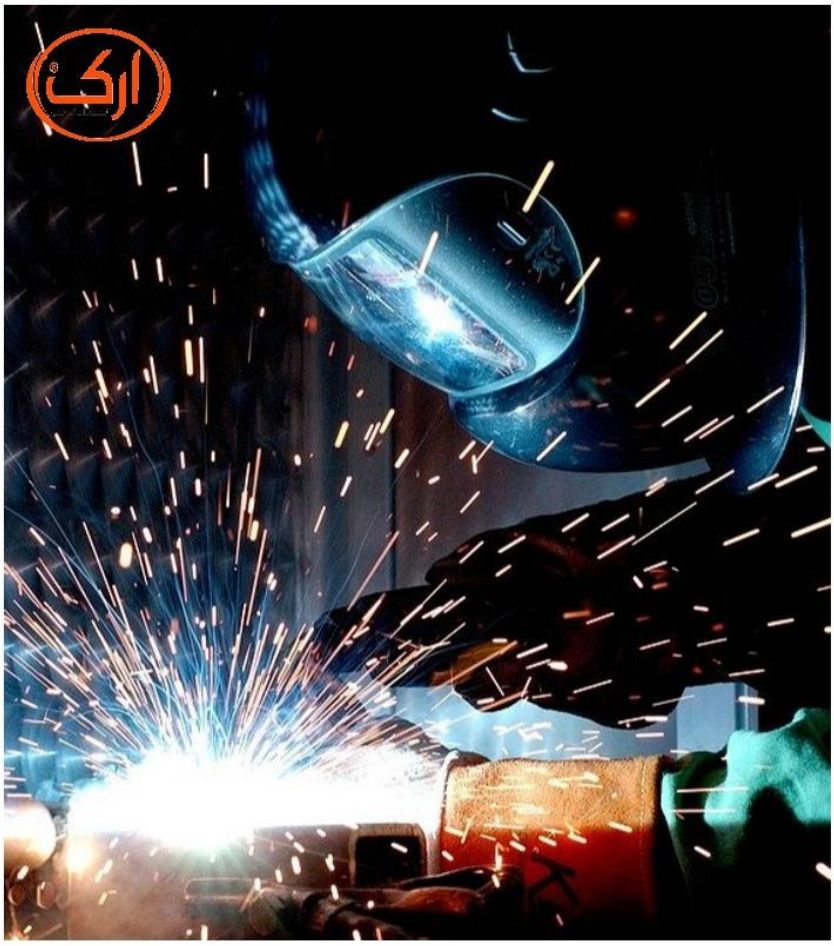
گاز محافظ اغلب نقش مهمی در بهره وری و کیفیت جوش دارد. همانطور که از نامش پیداست، گاز محافظ از جوش مذاب جامد در برابر اکسیژن و همچنین ناخالصی ها و رطوبت موجود در هوا محافظت می کند، که ممکن است تحمل خوردگی جوش را تضعیف کند، مواد متخلخل ایجاد کند و با تغییر ویژگی های هندسی، دوام جوش را تضعیف کند. رایج ترین اجزای گاز محافظ عبارتند از آرگون، هلیوم، دی اکسید کربن و اکسیژن.

گاز محافظ می تواند بی اثر یا فعال باشد. یک گاز بی اثر به هیچ وجه با جوش مذاب واکنش نمی دهد در حالی که یک گاز فعال با تثبیت قوس و تضمین انتقال مواد به جوش در فرآیند جوشکاری شرکت می کند. گاز بی اثر در جوشکاری (MIG-جوشکاری قوس فلزی با گاز بی اثر) در حالی که گاز فعال در جوشکاری (MAG- جوشکاری قوس فلزی با گاز فعال) استفاده می شود.

نمونه ای از گاز بی اثر گاز آرگون است که با جوش مذاب واکنش نمی دهد. این گاز متداول ترین گاز محافظ در جوشکاری TIG است. با این حال، دی اکسید کربن و اکسیژن مانند مخلوطی از دی اکسید کربن و آرگون با جوش مذاب واکنش می دهند. هلیوم نیز یک گاز محافظ بی اثر است. مخلوط هلیوم و آرگون در جوشکاری TIG و MIG استفاده می شود. هلیوم در مقایسه با آرگون، نفوذ جانبی بهتر و سرعت جوش بیشتر را فراهم می کند.

دی اکسید کربن و اکسیژن گازهای فعالی هستند که به عنوان جزء اکسیژن ساز برای تثبیت قوس و اطمینان از انتقال روان مواد در جوشکاری MAG استفاده می شوند. نسبت این اجزاء در گاز محافظ بر اساس نوع فولاد تعیین می شود.

[42] the molten weld pool
[43] shielding gases
[44] slag



تفاوت جوشکاری با لحیم کاری

جوشکاری مستقیماً دو قطعه کار را به هم متصل می کند و فلز پایه نیز ذوب می شود؛ برخلاف لحیم‌کاری[۴۵] که فرآیندی است که در آن دو یا چند جسم معمولاً فلزی با ذوب کردن و قراردادن یک فلز پرکننده (لحیم) به هم متصل می‌شوند. در لحیم کاری فلز لحیم نقطه ذوب پایین‌تری از دو جسم دیگر دارد، در لحیم‌کاری فلز پایه ذوب نمی‌شود و فقط فلز پرکننده یا لحیم ذوب می‌شود. در فرآیند جوشکاری از مواد پرکننده استفاده می شود؛ این مواد منبعی از مواد مذاب است که به تشکیل پیوند قوی بین فلز پایه کمک می کند. حرارت زیاد یک منبع از مواد مذاب ایجاد می کند. می توان از فشار همراه با حرارت برای جوش دادن دو ماده به یکدیگر استفاده کرد. در نهایت این ماده مذاب برای تشکیل اتصال، سرد می شود. اتصالاتی که ایجاد می شوند بسیار قوی هستند، گاهی اوقات حتی قوی تر از مواد اصلی.

[45] Soldering

انواع مختلف جوشکاری چیست و برای چه مواردی استفاده می شود؟

انواع مختلفی از جوشکاری برای اهداف متفاوت در شرایط مختلف استفاده می شود:

جوشکاری فورج (Forge welding)

جوشکاری فورج نسخه اولیه جوشکاری است که از آن برای اتصال قطعات کوچک آهنی به منظور ساخت قطعات بزرگ تر استفاده می شد. این نوع جوشکاری ساده ترین روش جوشکاری است که در آن دو فلز حرارت داده شده و به هم متصل می شوند و بعداً به منظور رسیدن به هدف نهایی چکش کاری می شوند.

جوش قوس الکتریکی (Arc welding)

جوش قوس الکتریکی رایج ترین نوع جوشکاری است که امروزه دیده می شود. جوشکاری قوس الکتریکی نوعی جوشکاری است که در آن قوس یا جرقه الکتریکی برای حرارت دادن و اتصال فلزات ایجاد می شود. فلز مذاب از الکترود فلزی به محل اتصال جوش منتقل می شود.

جوشکاری قوس الکتریکی انواع مختلفی دارد شامل:

فرآیندهای دستی، نیمه اتوماتیک و اتوماتیک.

- جوشکاری با گاز بی اثر فلزی (MIG)
- جوشکاری با گاز فعال فلزی (MAG)
- جوشکاری با چوب (Stick welding)
- جوشکاری با گاز بی اثر تنگستن(TIG)
- جوشکاری قوس الکتریکی فلزی گاز (GMAW)
- جوشکاری قوس الکتریکی با هسته شار (FCAW)
- جوشکاری قوس پلاسما (Plasma arc welding)

- جوشکاری قوس فلزی محافظ (SMAW)
- جوشکاری قوس زیر آب (SAW)

جوشکاری قوس فلزی محافظ (Shielded metal arc welding)

نام‌های مختلفی مانند جوشکاری با قوس محافظ شار[۴۶]، جوشکاری قوس الکتریکی دستی[۴۷] یا جوشکاری چوبی[۴۸] به عنوان جوشکاری قوس فلزی محافظ شناخته می‌شوند. این فرآیند یک شیوه جوشکاری دستی است که از یک الکترود پوشیده شده با شار برای انجام جوش استفاده می کند. منبع تغذیه AC یا DC یک قوس الکتریکی بین الکترود و فلزاتی که قرار است به یکدیگر متصل شوند تشکیل می دهد.

جوشکاری قوس فلزی با گاز (Gas metal arc welding)

جوشکاری قوس فلزی با گاز که در آن قوس الکتریکی بین الکترود سیم، گاز بی اثر فلزی مصرفی و فلز قطعه کار تشکیل می شود. گرمای تولید شده فلز قطعه کار را ذوب کرده و سپس به هم متصل می شود. این نوع جوشکاری یک فرآیند نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک است که از AC یا DC برای منبع تغذیه استفاده می کند.

جوشکاری قوس زیر آب (submerged arc welding)

جوشکاری قوس زیردریایی نوعی فرآیند جوشکاری قوس الکتریکی است که شامل تشکیل قوس بین الکترود و قطعه کار می شود. یک پتو از مواد قابل ذوب دانه ای، از قوس روی کار محافظت می کند.

جوشکاری قوسی با هسته شار (flux-cored arc welding)

[46] flux shielded arc welding
[47] manual metal arc welding
[48] stick welding

جوشکاری قوسی با هسته شار یک فرآیند جوشکاری قوس الکتریکی نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک است. جوشکاری قوسی با هسته شار مشابه فرآیند جوشکاری گاز فعال فلزی است. از یک الکترود سیمی پیوسته و یک منبع تغذیه جوشکاری با ولتاژ ثابت استفاده می کند.

جوشکاری قوس پلاسما (Plasma arc welding)

جوشکاری قوس پلاسما یک تکنیک دقیق است که معمولاً در هوافضا با فلزات به ضخامت ۰.۰۱۵ اینچ استفاده می شود. جوشکاری قوس پلاسما از نظر فنی بسیار شبیه به جوشکاری TIG است، اما دارای یک الکترود تعبیه شده است و از گاز یونیزه شده درون قوس برای تولید گرما استفاده می کند. ترکیب گاز معمولی آرگون به عنوان گاز پلاسما و آرگون و ۲-۵٪ هیدروژن به عنوان گاز محافظ است. هلیوم را هم می توان به عنوان گاز پلاسما استفاده کرد، اما دمای بالای هلیوم باعث کاهش آمپر نازل می شود.

جوشکاری با سرباره الکتریکی (electroslag welding)

این روش موثرترین نوع جوشکاری است که برای جوش دادن مواد از ۲۵ میلیمتر تا حدود ۳۰۰ میلیمتر قابل اجرا است. در جوشکاری با سرباره الکتریکی، گرما با عبور الکتریسیته بین فلز پرکننده و قطعه کار از طریق سرباره یا خاکستر مذابی که سطح جوش را می پوشاند، تولید می شود. از این روش برای اتصال عمودی لبه های نازک دو ورق فلزی استفاده می شود. یک سیم الکترود مسی از یک لوله هدایت فلزی مصرفی عبور می کند که به عنوان ماده پرکننده عمل می کند. هنگامی که جریان الکتریکی اعمال می شود، قوسی ایجاد می شود که شروع به جوشکاری در پایین درز می کند و به آرامی به سمت بالا حرکت می کند و در حین پیشرفت به جای درز، جوش ایجاد می کند. این روش یک فرآیند خودکار است و توسط ماشین آلات انجام می شود

جوشکاری اکسی سوخت (Oxy-fuel welding)

جوشکاری با سوخت اکسی، جوشکاری گازی یا جوشکاری اکسی استیلن است. این فرآیند از احتراق گازهای سوختی مانند استیلن و اکسیژن برای جوشکاری یا برش فلزات استفاده می کند. ادموند فوشه [۴۹] و چارلز پیکارد [۵۰]، مهندسان فرانسوی در سال ۱۹۰۳، جوشکاری با سوخت اکسی را توسعه دادند.

هنگامی که استیلن و اکسیژن به اندازه مناسب در داخل مشعل دستی یا لوله دمنده مخلوط می شوند، شعله داغ در مشعل دستی با دمای ۳۲۰۰ درجه سانتیگراد تولید می شود. شدت شعله را می توان با تغییر نسبت حجم اکسیژن به استیلن دستکاری کرد. با استفاده از این شعله می توان جوشکاری را انجام داد.

جوشکاری پالس مغناطیسی (magnetic pulse welding)

جوشکاری پالس مغناطیسی تکنیکی است که از نیروی مغناطیسی برای جوش دادن دو ماده به یکدیگر استفاده می کند. این جوشکاری به حالت جامد است که در سال ۱۹۷۰ توسعه یافت و به طور گسترده در صنایع خودرو استفاده

[49] Edmond Fouché
[50] Charles Picard

می شود. این فرایند سریع ترین روش جوشکاری است که بدون نیاز به مواد مصرفی جوشکاری یا گازهای محافظ انجام می شود.

جوشکاری پرتو الکترونی (electron beam welding)

جوشکاری با پرتو الکترونی تکنیکی است که در آن الکترون های با سرعت بالا به موادی که قرار است جوش داده شوند اعمال می شود؛ از الکترون ها با سرعت بالا برای ترکیب و اتصال مواد استفاده می شود. انرژی جنبشی الکترون پس از وارد شدن ضربه به قطعه کار به گرما تبدیل می شود. این مسئله باعث می شود که مواد با هم ذوب شوند. جوشکاری پرتو الکترونی در شرایط خلاء برای جلوگیری از اتلاف پرتو الکترونی انجام می شود. از این فرایند برای اتصال بخش های ضخیم استفاده می شود تا بتوان آن ها را در صنایع مختلف مانند هوافضا، خودروسازی، راه آهن و انرژی هسته ای اعمال کرد.

جوشکاری پرتو لیزر (Laser beam welding)

جوشکاری پرتو لیزر فرآیندی است که در آن فلز یا مواد ترموپلاستیک با کمک لیزر (تقویت نور با انتشار تشعشعات تحریک‌شده) به یکدیگر متصل می‌شوند. این فرایند یک تکنیک کارآمد برای ایجاد جوش های عمیق است. جوشکاری پرتو لیزر یک فرآیند غیر تماسی است که نیاز به دسترسی به ناحیه جوش از یک طرف قطعات جوش داده شده دارد. از آنجایی که پرتو لیزر تک رنگ و تک فاز است، بدون هیچ گونه واگرایی، نور تولید شده با انرژی بالا برای انجام جوشکاری کانالیزه می شود. این فرآیند از گرمای متمرکز استفاده می کند که آن را برای جوشکاری با سرعت بالا و همچنین جوش های باریک و عمیق ایده آل می کند و همچنین برای برای صنعت خودرو ایده آل است چرا که جوش با سرعت بالا انجام می شود و آن را برای کاربردهای با حجم بالا مناسب می کند.

جوشکاری اصطکاکی (friction stir welding)

تکنیکی که برای اتصال مواد با استفاده از اصطکاک مکانیکی استفاده می شود. این نوع جوش به طرق مختلف بر روی مواد مختلف مانند آلومینیوم، فولاد یا چوب انجام می شود. اصطکاک مکانیکی گرما را به منظور نرم کردن مواد ایجاد می کند تا بتوان آن ها را با هم مخلوط کرد تا در حین سرد شدن یک پیوند ایجاد شود. به فلزات پرکننده، گاز محافظ یا شار نیاز ندارد. این نوع جوشکاری برای ترکیب آلیاژهای آلومینیوم سبک وزن غیر قابل جوش ایده آل است و می تواند برای چسباندن چوب بدون چسب یا میخ استفاده شود. از این فرآیند معمولاً در صنعت هوافضا استفاده می شود.

نحوه اتصال به نوع فرآیند بستگی دارد؛ انواع جوشکاری اصطکاکی نظیر:

- جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی (FSW)
- جوشکاری اصطکاکی خطی (LFW)
- جوشکاری اصطکاکی دورانی (RFW)
- جوشکاری نقطه ای اغتشاشی اصطکاکی (FSSW)

جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی (magnetic pulse welding)

جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی نیز یک فرآیند جوشکاری به حالت جامد است که از گرمای اصطکاکی تولید شده توسط ابزار دوار برای اتصال مواد استفاده می کند. این ابزار، مجهز به یک پروب [51]و شانه پروفیل دار[52]، چرخانده شده است و در رابط بین دو قطعه کار فرو می رود. وقتی این ابزار در امتداد خط اتصال حرکت می کند، باعث گرم و نرم شدن مواد می شود. شانه همچنین حاوی این ماده پلاستیکی است که به صورت مکانیکی برای ایجاد یک جوش فاز جامد مخلوط می شود.

اشکال مختلف اتصالات جوش

جوش فیله Fillet Welds

جوشکاری فیله به فرآیند اتصال دو قطعه فلز به صورت عمودی یا زاویه دار اشاره دارد. این جوش ها را معمولاً اتصال سه راهی می نامند، دو قطعه فلز عمود بر یکدیگر یا اتصالات لبه، دو قطعه فلزی که روی لبه های خود روی هم قرار گرفته و جوش داده می شوند. شکل جوش مثلثی است و بسته به مهارت جوشکار می تواند مقعر، مسطح یا محدب باشد. جوشکاران هنگام اتصال فلنج ها به لوله ها و بخش های جوش زیرسازی و زمانی که پیچ ها به اندازه کافی محکم نیستند و به راحتی سایش می شوند از جوش فیله استفاده می کنند.

یک جوش فیله دو سطح را به صورت عمود به هم متصل می کند و یک زاویه تقریباً قائم بین آن ها ایجاد می کند. این سبک از جوشکاری را می توان به زیرگروه های زیر طبقه بندی کرد:

- پر کردن فیله کامل؛ اندازه جوش برابر با ضخامت قطعات جداره نازک است که به هم متصل می شوند.
- جوش فیله ای متناوب؛ با تشکیل دو خط جوش متناوب افست در دو طرف اتصال مشخص می شود.

[51] profiled probe
[52] profiled shoulder

- جوشکاری فیله متناوب زنجیره ای؛ از دو خط جوش فیله منقطع تقریباً در مقابل یکدیگر در دو طرف اتصال T را تشکیل می دهند.

تطبیق پذیری و هزینه کم جوش های فیله، آن ها را به یکی از پرکاربردترین اتصالات در صنعت جوش تبدیل کرده است. کاربردهای معمولی عبارتند از:

- اتصال فلنج به لوله ها
- مهاربندی اتصالات
- برش زبانه ها
- پایه های ستون
- درز و بخیه جوش

جوش شیاری (Groove Welds)

بعد از جوش های فیله، جوش های شیاری پرکاربردترین جوش ها هستند. دومین روش رایج جوشکاری، جوشکاری شیاری است. جوش شیاری به عنوان دهانه ای بین دو عضو مشترک تعریف می شود که فضایی را برای وارد کردن فلز فراهم می کند. جوش شیاری عبارت است از قرار دادن مهره در شیار بین دو قسمتی که قرار است به هم متصل شوند. نوع جوش مورد استفاده تعیین کننده نحوه آماده سازی درزها، اتصالات یا سطوح است. جوشکاری شیاری این امکان را فراهم می کند که قطعات با قرار دادن یک مهره جوش در شیار بین قطعات در یک صفحه به هم متصل شوند. انواع اصلی جوش های شیاری عبارتند از:

- جوش شیاردار (Flare-bevel weld)
- جوش Flare-V
- جوش شیار تک مخروطی (Single-bevel groove weld)
- جوش شیار تک J (Single-J groove weld)
- جوش شیار تک U (Single-U groove weld)
- جوش شیار تک V (Single-V groove weld)
- جوش شیار مربعی (Square groove weld)

فرآیند جوشکاری شیاری در مقایسه با سایر اشکال جوشکاری به طور کلی کند و دشوار است و معمولاً برای اتصال به پخ های خاصی در یک یا هر دو طرف نیاز دارد. با این حال، یک جوش قوی تولید می کند که به راحتی بررسی می شود. کاربردهای رایج برای جوشکاری شیاری عبارتند از:

- اتصالات لحظه ای
- اتصالات ستون
- اتصالات فولادی ساختاری توخالی (HSS)

جوش مسطح یا روکشی (Surfacing Weld)

روکش یک فرآیند جوشکاری است که برای اعمال یک لایه فلزی سخت و مقاوم در برابر سایش بر روی سطح یا لبه قطعات فرسوده استفاده می شود. یکی از اقتصادی ترین راه ها برای افزایش و حفظ عمر ماشین آلات، ابزار و تجهیزات ساختمانی است. یک جوش سطحی از یک یا چند مهره رشته یا بافته تشکیل شده است. اغلب برای تعمیر شفت های فرسوده، چرخ دنده ها یا لبه های برش استفاده می شود.

رایج ترین انواع جوش های سطحی عبارتند از:

- سطح جوشکاری با هسته شار (FCAW)
- فیوزینگ کوره
- جوشکاری قوس فلزی گازی (GMAW)
- جوشکاری قوسی تنگستن گازی (GTAW)
- جوشکاری سطحی اکسی استیلن
- سطح قوس پلاسما
- سطوح جوشکاری زیرپوستی (SAW)
- جوشکاری قوس فلزی زیر آب (SMAW)

جوش سطحی معمولاً برای افزودن یک لایه فلزی مقاوم در برابر سایش به یک جسم به منظور تقویت سطح آن یا بازیابی مناطق فرسوده استفاده می شود. در این حالت جوشکاری با استفاده از فلزی با مقاومت سایش بالاتر نسبت به ماده پایه انجام می شود. این فناوری یکی از مقرون به‌صرفه‌ترین راه‌ها برای محافظت و افزایش عمر تجهیزات و ابزارهای مورد استفاده در کاربردهای تهاجمی و پر سایش است. همچنین می توان از جوش سطحی در ترکیب با اتصالات لب به لب برای بهبود کیفیت جوش نهایی استفاده کرد.

جوشکاری پلاگین (Plug Welding)

جوشکاری پلاگین که به آن جوش روزت[53] نیز می گویند، زمانی است که دو فلز توسط جوشی که در یک سوراخ دایره ای کوچک قرار می گیرد به یکدیگر متصل می شوند. این فرآیند معمولاً شامل همپوشانی دو فلز است که فلز بالایی دارای سوراخی برای رسوب جوش است.

کاربردهای این نوع جوش عبارتند از:

- میله های جوش داخل لوله
- اتصال فلزاتی که از نظر ضخامت متفاوت هستند
- ساخت و تعمیر بدنه خودرو

جوش شکافی (Slot Weld)

[53] rosette welding

یک جوش شکافی سطح یک ماده را از طریق یک سوراخ دراز به ماده دیگر متصل می کند. سوراخ می تواند در یک انتها باز باشد و به طور جزئی یا کامل با مواد جوش پر شود. جوشی است که سوراخ شکافی را در یکی از اعضای یک اتصال سه راهی به سطح عضو دیگری که از طریق سوراخ در معرض آن قرار دارد می‌پیوندد. این سوراخ ممکن است از یک طرف باز باشد و ممکن است به طور جزئی یا کامل با فلز جوش پر شود. جوش شکافی یک سطح را از طریق یک سوراخ شکافدار به سطح دیگر متصل می کند. تفاوت بین جوش های پلاگین و شکافی در این است که شکل جوش های پلاگین بر اساس قطر و شکل جوش های شکاف بر اساس قطر و طول تعیین می شود.

کاربردهای ویژه جوشکاری شکافی عبارتند از:

- انتقال نیروی برشی در اتصالات لبه
- جلوگیری از کمانش در قسمت هایی که روی هم قرار گرفته اند

جوش فلاش (Flash Weld)

جوشکاری فلاش یک روش جوشکاری مقاومتی است که به فلز پرکننده نیاز ندارد. در طول فرآیند جوشکاری فلاش، جریان الکتریکی برای ایجاد مقاومت بین دو سطحی که قرار است به یکدیگر متصل شوند، اعمال می شود. هنگامی که دو سطح با یک تماس کوچک برخورد پیدا می کنند، جریان الکتریکی به حرکت در می آید و مواد ذوب می شوند.

مواد مذاب به صورت اسپری از محل اتصال خارج می شود و یک عمل فلاشینگ منحصر به فرد ایجاد می کند. اکسیدها و سایر آلاینده ها از سطح مشترک حذف می شوند و یک ناحیه نرم شده حرارتی در لبه دو سطح تشکیل می دهند. هنگامی که مواد به اندازه کافی ذوب شد، نیرویی برای چسباندن سطوح به یکدیگر اعمال می شود. این امر ایجاد جوش های لب به لب بدون مواد مذاب در محل اتصال را تسهیل می کند.

فرآیند جوشکاری فلاش سریع و مقرون به صرفه است و می تواند فلزات غیر مشابه را با نقاط ذوب مختلف ذوب کند. جوشکاری فلاش اغلب برای موارد زیر استفاده می شود:

- پیوستن بخش‌های خط اصلی در ساخت راه‌آهن
- اتصال قطعات کار ضخیم مانند زنجیر یا لوله
- ادغام ورق های فلزی و میله ها

جوش درز (Seam Weld)

جوشکاری درز فرآیند اتصال دو ماده مشابه یا غیر مشابه در یک اتصال با استفاده از جریان و فشار الکتریکی است. جوشکاری درز به دلیل مقاومت تماس ایجاد شده بین دو فلز امکان پذیر است. هنگامی که جریان بین فلزات عبور می کند، گرما در شکاف های کوچک ایجاد می شود. این فرآیند عمدتاً برای فلزات استفاده می شود زیرا آن ها به راحتی جریان الکتریکی را هدایت می کنند و می توانند فشارهای نسبتاً بالایی را تحمل کنند. هنگامی که جریان بین فلزات عبور می کند، گرما در شکاف های کوچک ایجاد می شود. الکترودها جریان الکتریسیته را حفظ و کنترل می کنند.

این نوع جوش را می توان به دو روش ایجاد کرد:

- جوشکاری درز مقاومتی؛ جوشکاری درز مقاومتی اقتباسی از جوشکاری نقطه ای است که از چرخ موتور به جای میله ثابت روی الکترود جوش استفاده می کند. کاربردهای رایج شامل پردازش ورق فلز و ساخت قطعات خودرو مانند مخازن سوخت، رادیاتورها و درام های فولادی است.
- جوشکاری درز اصطکاکی؛ جوشکاری درز اصطکاکی از اصطکاک به جای الکترود برای تولید گرما استفاده می کند. جوشکاری درز اصطکاکی اغلب برای موادی ترجیح داده می شود که ذاتاً جوش دادن آن ها با استفاده از روش های معمولی جوش قوس الکتریکی دشوار است.

مزایای جوشکاری درز عبارتند از:

- جوش های محکم و بادوام را فراهم می کند
- اجرای آن نسبتا آسان است
- ایده آل برای ساخت کشتی های ضد مایع و گاز

جوش نقطه ای Spot Weld

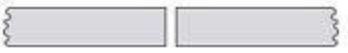
جوش نقطه ای (که به آن جوش نقطه ای مقاومتی نیز گفته می شود) یک فرآیند جوشکاری مقاومتی است. این فرآیند جوشکاری عمدتاً برای جوش دادن دو یا چند ورق فلزی با اعمال فشار و گرما از جریان الکتریکی به ناحیه جوش استفاده می شود. این کار با قرار دادن یک الکترود آلیاژ مس با سطح ورق انجام می شود، جایی که فشار و جریان اعمال می شود و با عبور جریان از یک ماده مقاوم مانند فولاد کم کربن، گرما ایجاد می شود.

این نوع جوشکاری نقطه ای نسبتاً آسان و ارزان است، و آن را به یک انتخاب مناسب برای جوشکاری در چندین صنعت بزرگ تبدیل می کند، از جمله صنایع:

- خودرو
- هوافضا
- ساخت و ساز
- الکترونیک
- ساختمان مبلمان فلزی
- راه آهن

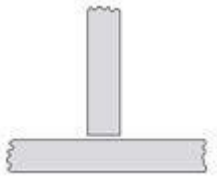
انواع مفاصل و اتصالات در جوشکاری

Butt Joint



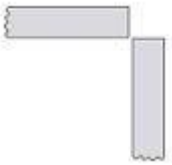
جوش بین انتها یا لبه های دو قسمت که زاویه ای بین ۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه نسبت به یکدیگر دارند اتصال ایجاد می کند.

T Joint



اتصال بین انتها یا لبه یک قسمت و وجه قسمت دیگر، قسمت ها با یکدیگر زاویه بیش از ۵ تا ۹۰ درجه در ناحیه اتصال ایجاد می کنند.

Corner Joint



اتصال بین انتها یا لبه های دو قسمت که زاویه ای نسبت به یکدیگر بیش از ۳۰ اما کمتر از ۱۳۵ درجه در ناحیه اتصال ایجاد می کند.

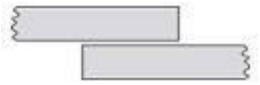
Edge Joint

اتصال بین لبه های دو قسمت که زاویه ای بین ۰ تا ۳۰ درجه نسبت به یکدیگر ایجاد می کند که در ناحیه اتصال شامل می شود.

Cruciform Joint

اتصالی که در آن دو صفحه مسطح یا دو میله در زاویه قائم و در یک محور به صفحه صاف دیگری جوش داده می شود.

Lap Joint



اتصال بین دو قسمت روی هم قرار گرفته که زاویه ای بین ۰ تا ۵ درجه نسبت به یکدیگر در ناحیه جوش ایجاد می کند.

مزایای جوشکاری

- جوشکاری اتصالات محکم، بادوام و دائمی ایجاد می کند.
- در هر مکانی قابل اجراست.
- یک فرآیند اقتصادی و مقرون به صرفه است.
- در بخش های مختلف مانند ساخت و ساز، خودرو و بسیاری از صنایع دیگر استفاده می شود.
- مواد مختلف می توانند جوش داده شوند.
- می توان در هر شکل و جهتی جوش را انجام داد.
- می تواند اتوماتیک باشد.
- یک اتصال کاملاً سفت را ایجاد می کند.
- افزودن اتصال به سازه های موجود آسان است

معایب جوشکاری

- زمانی که تحت دستورالعمل های ایمنی و به درستی انجام نشود خطرناک است.
- از بین بردن یا جداکردن مواد متصل شده از طریق جوش کاری دشوار است.
- به نیروی کار ماهر و تامین برق نیاز دارد.
- ممکن است افراد در حین جوشکاری به دلیل تنش های حرارتی دچار آسیب شوند.
- سرمایه گذاری اولیه نسبتا بالایی می خواهد.

استانداردها در جوشکاری

چندین استاندارد و قانون بین المللی برای فرآیندهای جوشکاری و ساختار و ویژگی های دستگاه ها و لوازم جوشکاری اعمال می شود. این استاندارد ها شامل تعاریف، دستورالعمل ها و محدودیت هایی برای رویه ها و ساختار ماشین آلات هستند تا ایمنی فرآیندها و تجهیزات را افزایش دهند و کیفیت محصولات را تضمین کنند.

به عنوان مثال، استاندارد کلی برای دستگاه‌های جوش قوس الکتریکی IEC 60974-1 است در حالی که برای شرایط فنی تحویل و فرم‌های محصول، ابعاد و برچسب‌ها استاندارد SFS-EN 759 موجود است.

- سرمایه گذاری اولیه نسبتا بالایی می خواهد.

چرا ایمنی جوشکاری مهم است؟

جوشکاری یک فعالیت خطرناک در محل کار است که به تنهایی در ایالات متحده سالانه بیش از نیم میلیون کارگر را در معرض خطرات بهداشتی و ایمنی قرار می دهد. ایمنی جوشکاری را می توان با انجام آموزش مناسب، بازرسی تجهیزات جوشکاری و حصول اطمینان از آگاهی کارگران نسبت به اقدامات احتیاطی قبل از انجام فعالیت های جوشکاری برای به حداقل رساندن خطر صدمات بهداشتی و ایمنی اجرا کرد.

چندین عامل خطر مرتبط با جوشکاری وجود دارد. قوس نور بسیار روشن است و اشعه ماوراء بنفش ساطع می کند که ممکن است به چشم آسیب برساند. پاشش و جرقه فلز مذاب می تواند پوست را بسوزاند و خطر آتش سوزی ایجاد کند و بخارهای تولید شده در جوشکاری می توانند هنگام استنشاق خطرناک باشند. با این حال، می توان از این خطرات با آماده شدن برای جلوگیری از آن ها و با استفاده از تجهیزات حفاظتی مناسب جلوگیری کرد.

حفاظت در برابر خطرات آتش سوزی را می توان با بررسی محل جوشکاری از قبل و با حذف مواد قابل اشتعال در مجاورت محل جوشکاری انجام داد. علاوه بر این، وسایل اطفاء حریق باید به راحتی در دسترس باشد. افراد خارجی اجازه ورود به منطقه خطر را نداشته باشند.

چشم ها، گوش ها و پوست باید با وسایل حفاظتی مناسب محافظت شوند. ماسک جوشکاری با صفحه کم نور، از چشم، مو و گوش محافظت می کند. دستکش های جوشکاری چرمی و یک لباس جوشکاری محکم و غیر قابل اشتعال از بازوها و بدن در برابر جرقه و گرما محافظت می کند. با تهویه کافی در محل نیز کار می توان از استنشاق دود جوش جلوگیری کرد.

خطرات رایج سلامت و ایمنی جوشکاران عبارتند از:

اشعه ماوراء بنفش

قوس و جرقه شناخته شده ترین ویژگی جوشکاری است، اما در پس زیبایی نور و جرقه خطراتی نهفته است. نگاه کردن به قوس با چشم بدون حفاظ می‌تواند به بینایی شما آسیب دائمی بزند و حتی قرار گرفتن کوتاه مدت در معرض آن می‌تواند باعث سوختن سطح چشم شود و به اصطلاح باعث ایجاد (چشم قوس) [54]یا (فلاش سوختگی) [55]شود. اشعه ماوراء بنفش و مادون قرمز و عناصر مرئی مانند پاشش ذرات داغ می توانند به چشم ها آسیب برسانند و پوست محافظت نشده را بسوزانند.

دود و گازهای سمی جوشکاری

معمولاً در یک شیفت کاری ۸ ساعته ۴۰۰۰ لیتر هوا تنفس می کنیم. در عین حال، یک اپراتور جوشکاری می تواند تا ۴۰ گرم دود و ذرات معلق در هوا در ساعت تولید کند. این بخار جوش از گازها و ذرات کوچک تشکیل شده است و ممکن است حاوی بیش از ۴۰ ماده مختلف باشد که از خود مواد فرآوری شده، از فلزات پرکننده یا سطوحی مانند رنگ ها را ساطع می کنند. دود جوش در مجموع، برای سلامت انسان خطرناک است و اگر محافظت نشود، ذرات بخار ریز می توانند به اعماق ساختار ریه نفوذ کنند. علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا و مواد سرطان‌زا برای مدت طولانی ممکن است منجر به مشکلات سلامتی طولانی‌مدت از جمله سرطان و بیماری‌های تنفسی شود. بیماری های ریوی شغلی با استفاده از محافظ تنفسی مناسب جوشکاری قابل پیشگیری هستند. اگر اقدامات احتیاطی مناسب رعایت شود، مواجهات با دود و گازها قابل کنترل است؛ اطمینان حاصل کنید که محل جوشکاری به خوبی تهویه می شود تا از عبور دود و گازها از منطقه عمومی تنفس جلوگیری شود. جوشکاران باید همیشه از ماسک تایید شده جوشکاری استفاده کنند.

کار در فضای بسته و محدود

شرایطی وجود دارد که یک جوشکار باید در یک فضای محدود مانند مخازن، لوله ها و چاله ها کار کند. گازهای بی اثر و برخی واکنش های شیمیایی رایج می توانند میزان اکسیژن را در این فضاها کاهش دهند یا حتی جایگزین کنند. همیشه در نظر داشته باشید که آیا کار را می توان بدون ورود به یک فضای محدود انجام داد. ارزیابی ریسک باید قبل از کار در فضاهای محدود انجام شود چراکه سطح اکسیژن اتمسفر می تواند به زیر ۱۷٪ برسد.

در صورت نیاز به وارد شدن جوشکار به فضای محدود:

- از ماسک تنفسی جوشکاری تایید شده یا ماسک دود جوشکاری استفاده کنید.
- مطمئن شوید که طرح نجات اضطراری را می دانید.
- از منابع اکسیژن استفاده نکنید زیرا خطر آتش سوزی بسیار جدی است.

[54] arc eye
[55] flash burn

- به یاد داشته باشید که بیشتر گازهای جوشکاری، از جمله تمام گازهای بی اثر، بویی ندارند و می توانند هوای تنفسی را جابجا کنند.
- مطمئن شوید که شیلنگ های گاز محافظ و اتصال دهنده ها محکم بسته شده اند.
- هرگز به تنهایی کار نکنید.

گرما، آتش و سوختگی

وجود مواد قابل اشتعال در محل کار شایع ترین دلیل آتش سوزی است. تمیز نگه داشتن محل کار از هرگونه مواد قابل اشتعال مانند چوب یا پارچه به جلوگیری از خطر آتش سوزی کمک می کند. به یاد داشته باشید که گرما و جرقه ها می توانند مسافت قابل توجهی را طی کنند.

صدمات سوختگی پوستی در جوشکاران جدی نیست اما بسیار شایع است و سوختگی ها ناشی از پاشش جرقه و مواد مذاب به اطراف است. به اثرات پوستی (خالکوبی قوس) [56]نیز می گویند. اگر ناحیه گردن جوشکار به درستی محافظت نشود، در معرض اشعه ماوراء بنفش است که باعث آفتاب سوختگی به نام (گردن جوشکار) [57]می شود. مواجهه طولانی مدت می تواند آسیب دائمی بیشتری ایجاد کند. همیشه از نواحی پوستی در معرض جوش، با لباس مناسب محافظت کنید.

- همیشه از طرح نجات اضطراری و مکان کپسول های آتش نشانی در مواقع آتش سوزی اطلاع داشته باشید. کپسول های آتش نشانی باید در مجاورت محل جوشکاری باشند.
- در صورتی که تمیز نگه داشتن کامل محل ممکن نباشد، باید در طول فرآیند جوشکاری و حداقل ۶۰ دقیقه پس از آن، آتش نشانی برای ردیابی جرقه ها باید در محل حضور داشته باشد. محل جوش نیز ممکن است با یک پتو یا ورق فلزی مقاوم در برابر آتش از محیط اطراف جدا شود.
- هنگام انجام تعمیرات، مراحل قفل و برچسب گذاری را انجام دهید تا فقط تعمیرکاران واجد شرایط تجهیزات جوشکاری را سرویس یا تعمیر کنند.
- هنگام جوشکاری یک کپسول آتش نشانی مناسب کلاس ABC را در نزدیکی خود نگه دارید. مطمئن شوید که گیج کپسول پر است. اگر خاموش کننده در دسترس نیست، مطمئن شوید که به شلنگ های آتش نشانی، سطل های شن یا سایر تجهیزاتی که حریق را مهار می کنند، دسترسی داشته باشید.
- در صورت جوشکاری در فاصله ۳۵ فوتی مواد قابل اشتعال، یک تکه ورق فلزی یا پتوی مقاوم در برابر آتش را روی مواد قابل اشتعال قرار دهید و جرقه ها را ردیابی کنید.
- هنگام جوشکاری بر روی سازه های بزرگ و تاسیسات لوله کشی، از بستن محل برگشت جوش به نرده ها، لوله ها یا چارچوب سازه خودداری کنید، مگر اینکه بخشی از قطعه کار را تشکیل دهند.

برق گرفتگی

[56] arc tattoo
[57] welder's neck

برق گرفتگی یک خطر فوری و شدید برای جوشکار است و ممکن است باعث آسیب جدی و حتی مرگ شود. راه هایی برای کاهش خطر برق گرفتگی در جوشکاری وجود دارد:

- همیشه مطمئن شوید که تجهیزات بازرسی شده و به درستی کار می کنند. نباید از قطعات آسیب دیده استفاده کرد.
- فقط از تجهیزاتی استفاده کنید که با آن آشنا هستید و نحوه استفاده از آن را می دانید. اگر احساس عدم اطمینان می کنید، با تجهیزات کار نکنید.
- تعمیر و نگهداری تجهیزات فقط باید توسط تعمیرگاه های مجاز انجام شود.
- فقط از دستکش های جوشکاری تمیز و خشک استفاده کنید. قطعات فلزی نگهدارنده الکترود را با پوست یا لباس خیس لمس نکنید.
- لباسی بپوشید که بدن شما را کاملا بپوشاند.
- از یک پلت فرم خشک مانند حصیر یا یک پالت چوبی استفاده کنید تا با سطوح مرطوب یا رسانا در تماس نباشید.

خطرات فیزیکی

خطرات ارگونومی در جوشکاری نیز در حال افزایش است. لغزش و سقوط بخش بزرگی از تصادفات گزارش شده را تشکیل می دهند. از سوی دیگر، خطرات فیزیکی که به عنوان مثال باعث له شدن انگشتان می شود نیز در جوشکاری وجود دارد. تجهیزات حفاظت شخصی مناسب (PPE) جوشکار را در برابر خطرات فیزیکی محافظت می کند.

- گوش بند و گوش گیر از صدا محافظت می کنند.
- کلاه های سخت از سر در برابر افتادن یا اجسام تیز محافظت می کنند.
- تمیز و پاکیزه نگه داشتن محیط کار از موانع و خطرات، کار تیم جوشکاری را آسان می کند.
- تجهیزات جوشکاری باید بر اساس نیازهای ایجاد شده توسط برنامه و منطقه کاری انتخاب شوند. قابلیت جابجایی آسان تجهیزات یک معیار مهم است و می تواند منجر به کار سریع تر، ایمن تر و کارآمدتر شود.
- لباس مناسب بپوشید. شورت و پیراهن آستین کوتاه مناسب جوشکاری نیست. حتی یک جوش سریع به تجهیزات کامل ایمنی از جمله کلاه ایمنی، دستکش و لباس کار نیاز دارد.
- از لباس های مقاوم در برابر شعله استفاده کنید. این بهانه که کت های جوشکاری بیش از حد سنگین، داغ و یا دست و پا گیر هستند قانع کننده نیست. امروزه سازندگان تجهیزات ایمنی لباس های سبک وزنی را از پارچه های مقاوم در برابر شعله، از چرم تولید می کنند که محافظت بهتری دارد و دست و پا گیر هم نیست.

تجهیزات ایمنی برای حفاظت از اطرافیان جوشکار

جوشکار می تواند با پوشیدن ماسک جوشکاری و لباس محافظ از خود محافظت می کند، اما افراد حاضر در محل، در معرض خطرات مشابهی قرار دارند. قوس‌های جوشکاری نور ماوراء بنفش (UV) قدرتمندی تولید می‌کنند که در صورت عدم استفاده از محافظ چشمی مناسب، می‌تواند به چشم‌های اطرافیان جوشکار هم آسیب برساند. علاوه بر نور ، صدای جوشکاری هم می تواند آزار دهنده باشد و حفاظت از اطرافیان وظیفه کارفرما است.

- **پرده های جوشکاری**

عملکرد پرده جوش چیست؟ پرده های جوشکاری مانعی بین صدا و نور محل جوشکاری و افراد خارج از آن ایجاد می کنند و خطر آسیب به گوش و چشم و تحریک کلی کارکنانی را که در آن نزدیکی کار می کنند کاهش می دهند، بنابراین می توان گفت هدف از نصب پرده های جوشکاری؛ حفاظت از اطرافیان جوشکار در محل جوشکاری است. پرده های جوشکاری باید مات باشند چراکه یکی از اهداف آن ها جلوگیری از انتقال اشعه ماوراء بنفش از طریق خود پرده است. به طور کلی، همه رنگ ها تا زمانی که در فرکانس های صحیح استفاده شوند، حدود ۹۰-۹۹٪ مانع فرار این نور خواهند شد. پرده های جوشکاری به گونه ای طراحی شده اند که نور UV را مسدود کنند تا افراد حاضر در برابر آسیب های احتمالی چشم محافظت شوند. پرده های جوشکاری همچنین از افراد حاضر در برابر بخارهای مضر محافظت می کنند.

یکی از معایب این پرده های مات این است که؛ پارچه‌های مات (که به آن‌ها تاریک‌کننده اتاق نیز گفته می‌شود) تقریباً مانع ورود کل نور به اتاق می شوند و حریم خصوصی مطلوبی را فراهم می‌کنند. به خاطر داشته باشید، با این حال، روشن کردن فضای خود با نور طبیعی دشوارتر خواهد بود، مگر اینکه پرده ها تا حدی یا کاملا باز باشند. پرده‌های جوشکاری را در چندین اندازه استاندارد می توان با توجه به مشخصات مشتری به صورت سفارشی در ابعاد اتاقک یا فضای اختصاص یافته، ساخت.

در شرایط اظطراری که به پرده های جوشکاری دسترسی ندارید می توانید از برزنت به عنوان پرده جوش استفاده کنید. برزنت می تواند تا حدودی از اطرافیانتان محافظت کند.

- **پتوهای جوشکاری**

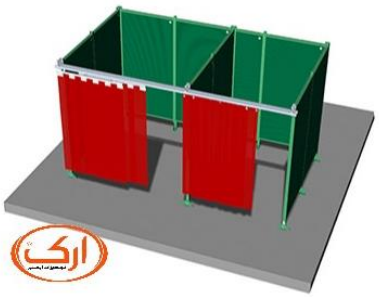
پتوهای جوشکاری مواد مقاوم در برابر حرارت هستند که می توانند به عنوان یک سپر برای محافظت از سایر مواد در برابر جرقه و پاشش عمل کنند. هنگام انجام کار جوشکاری، مهم است که از خود و منطقه اطراف خود محافظت کنید.

از موارد زیر نیز می توان به عنوان پتوی جوشکاری استفاده کرد:

- فایبرگلاس با پوشش نئوپرن
- فایبرگلاس با پوشش اکریلیک سنگین
- فایبرگلاس با روکش سیلیکونی

- **صفحه های جوشکاری**

- **غرفه های جوشکاری**



منابع

- https://zerohourparts.com
- https://www.twi-global.com
- https://www.neit.edu
- https://www.kemppi.com
- https://byjus.com
- https://www.engineeringchoice.com
- https://elliotts.net
- https://safetyculture.com
- https://www.hse.gov.uk
- https://www.millerwelds.com
- https://waterwelders.com
- https://www.ccohs.ca