

وزارت کار و امور اجتماعی

معاونت روابط کار

اداره کل بازرسی کار

خطرات جوشکاری

منبع : سایت AFSCME Research Department

(American Federation Of State, Country and Municipal Employee)

ترجمه : مرجان شعبانی

ویرایش : لیلا حسینی

فهرست

1 – مقدمه

2 – خطرات بهداشتی جوشکاری

1 – 2 – گازها و فیوم ها

2 – 2 – اثرات سوء بهداشتی کوتاه مدت (حاد)

3 – 2 – اثرات سوء بهداشتی طولانی مدت (مزمن)

3 – سایر خطرات تهدید کننده سلامتی

1 – 3 – گرما

2 – 3 – نور مرئی ، اشعه های ماوراء بنفش و مادون قرمز

3 – 3 – سرو صدا

4 – 3 – آسیبهای عضلانی – استخوانی

4 – خطرات ایمنی جوشکاری

1 – 4 – خطرات الکتریکی

2 – 4 – آتش سوزی و انفجار

3 – 4 – ماشین آلات خطرناک

4 – 4 – عبور و مرور و سقوط

5 – خطرات جوشکاری در محیط های بسته

6 – خطرات گازهای تحت فشار

7 – کاهش خطرات جوشکاری

7 – 1 – کنترل‌های مهندسی و روندهای کاری ایمن

7-1-1 – جایگزینی

7 – 1 – 2 – تهویه

7 – 1 – 3 – حفاظ گذاری

7 – 1 – 4 – اعمال ایمن

7 – 1 – 5 – وسایل حفاظت فردی

7 – 1 – 5 – 1 – محافظت از چشم

7 – 1 – 5 – 2 – لباس حفاظتی

7 – 1 – 5 – 3 – محافظت از گوش

7 – 1 – 5 – 4 – تجهیزات تنفسی

7 – 1 – 6 – کنترل کیفیت هوا

7 – 1 – 7 – معاینات پزشکی

7 – 1 – 8 – آموزش

8 – قوانین و استانداردها

8 – 1 – حدود تماس شغلی

8 – 2 – برچسب ها و سایر اطلاعات

8 – 4 – علائم

8 – 5 – استاندارد جوشکاری OSHA

9 – فن آوریهای جدید جوشکاری

9 – 1 – جوشکاری لیزری

9 – 2 – جوشکاری با پرتوهای الکترونی

9 – 3 – روبات های جوشکاری

1 - مقدمه :

در عملیات جوشکاری قطعات فلزی با استفاده از گرما یا فشار یا هر دو بهم متصل می شوند.

لحیم کاری شامل اتصال قطعات یک فلز با فلز یا آلیاژی (ترکیبی از فلزات) پرکننده می باشد که نقطه ذوب آن از نقطه ذوب فلز اصلی کمتر است که مواد پرکننده (مثل سرب و کادمیوم) ممکن است خیلی سمی باشند .

برش فلزات در اثر گرم کردن فلز با شعله و برخورد مستقیم جریانی از اکسیژن خالص روی مسیر برش انجام می شود . بیش از 80 نوع فرایند جوشکاری وجود دارد که برخی از انواع عمومی تر آن عبارتند از :

جوشکاری قوس الکتریکی - جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی (SMAW) - جوشکاری با گاز محافظ با الکتروود مصرف شونده (MIG) - جوشکاری با گاز محافظ با الکتروود تنگستنی (TIG) - جوشکاری با قوس پلاسما (PAW) و جوشکاری زیر پودری . در برخی دیگر از روشهای جوشکاری از گاز اکسی استیلن ، جریان برق - لیزر - پرتوهای الکترونی - اصطکاک - امواج ماوراء صوت - واکنش های شیمیایی - گرمایی حاصله از گاز سوختنی و روبات و استفاده می نمایند .

2 - خطرات بهداشتی جوشکاری

1 - 2 - گازها و فیوم ها

«دود» جوشکاری مخلوطی از ذرات بسیار ریز (فیوم) و گازها می باشد . بسیاری از مواد موجود در دود جوشکاری مثل کروم ، نیکل ، آرسنیک ، آزبست ، منگنز ، سیلیس ، بریلیوم ، کادمیوم ، اکسیدهای نیتروژن ، فسژن ، اکروئین ، ترکیبات فلوراید، مونوکسیدکربن ، کبالت، مس ، سرب ، ازن ، سلنیم و روی بسیار سمی می باشند .

معمولاً گازها و فیوم های جوشکاری از منابع زیر تولید می شوند :

- ماده اصلی یا فلز اصلی تحت جوشکاری یا ماده پرکننده مورد استفاده

- پوشش ها و رنگ های روی فلز تحت جوشکاری یا پوشش الکتروودها

- گازهاي مورد مصرف حاصله از سيلندر ها
- واكنش هاي شيميايي كه در اثر نور ماوراء بنفش حاصله از قوس الكتريكي و گرما ايجاد مي
شوند .

- فرايند و مواد مصرفي مورد استفاده

- آلودگيهاي موجود در هوا مثل بخارات متصاعد شده از مواد پاك كننده و گريس زدا
نام بردن از تمامي اثرات سوء بهداشتي در اثر جوشكاري بسيار مشكل مي باشد ، زيرا ممكن
است فيوم ها حاوي چندين نوع ماده مضر باشند (بسته به عواملی كه در بالا بدانها اشاره شد) .
هر يك از تركيبات موجود در گاز يا دود جوشكاري مي توانند يك بخش خاص از بدن فرد را
تحت تاثير قرار دهند مثل ريه ها - قلب - كليه ها و سيستم عصب مركزي. با وجود اين كه كليه
جوشكاران در معرض خطر قرار دارند ، ولي افراد سيگاري دچار آسيب هاي شديدتري مي
گردند . تماس با گازهاي جوشكاري اثرات کوتاه مدت يا بلند مدت بر سلامتي افراد دارد كه مي
توان آنها را به صورت زير شرح داد :

2 - 2 - اثرات سوء بهداشتي کوتاه مدت (حاد)

تماس با فيوم فلزات (مثل روي ، منيزيم ؛ مس و اكسيد آن) باعث بروز بيماري بنام تب فيوم
فلز مي گردد . علائم اين بيماري بين 4 تا 12 ساعت پس از تماس نمايان مي شود و شامل
احساس سرماخوردگي ، عطش ، تب، دردهاي عضلاني، درد قفسه سينه، سرفه، خس خس
کردن، كوفتگي، حالت تهوع و احساس مزه بد در دهان است.

برخي تركيبات موجود در فيوم مثل كادميوم در مدت زمان کوتاه نیز ممكن است كشنده باشند و
گازهاي متصاعد شده در فرايند جوشكاري نیز بسيار خطرناك مي باشند. براي مثال اشعه ماوراء
بنفش منتشر شده در اثر واكنش با اكسيژن و نيتروژن موجود در هوا، ازن و اكسيدهاي نيتروژن
توليد مي كند. اين گازها در مقادير زياد كشنده اند و مي توانند منجر به التهاب و تحريك بيني و
گلو و بيماريهاي شديد ريوي گردند.

اشعه ماوراء بنفش توليدي، با حلالهاي هيدروكربني كلردار مثل تري كلرواتيلن،
1 و 1 و 1 تري كلرواتان، متيلن كلرايد و پركلرواتيلن تركيب مي شود و گاز فشن توليد مي

نماید. حتی مقادیر بسیار کم فسژن نیز کشنده است، اگر چه علائم اولیه مسمومیت با آن که شامل سرگیجه، احساس سرما و سرفه است، پس از 5 تا 6 ساعت ظاهر می شود. جوشکاری با قوس الکتریکی نباید هیچگاه در فاصله کمتر از 200 فوت (61 متر) از مخازن حاوی محلولهای گریس زدا انجام شود.

3-2- اثرات طولانی مدت (مزم)

مطالعه بر روی جوشکاران، افرادی که با شعله فلزات را برش می دهند و کارگرانی که در کنار کوره ها کار می کنند نشان می دهد که خطر ابتلا به سرطان ریه و گاهی اوقات سرطان حنجره و دستگاه ادراری در جوشکاران بیشتر از بقیه است. این موضوع نیز چندان غیر منتظره نمی باشد چرا که مواد سمی موجود در دود جوشکاری مثل کادمیوم، نیکل، بریلیوم، کروم و آرسنیک موادی هستند که باعث بروز سرطان ریه می گردند.

ممکن است جوشکاران انواع مشکلات مزمن دستگاه تنفسی را نیز تجربه کنند، همانند: برونشیت، آسم، ذات الریه، امراض ریوی که در اثر تنفس ذرات فلزی ایجاد می شوند، کاهش ظرفیت تنفسی ریه، سیلیکوزیز (تنگی نفس در اثر تنفس مداوم ذرات حاوی سیلیس) و دیگر مشکلات و بیماریهای ناشی از جوشکاری عبارتند از: بیماریهای قلبی، بیماریهای پوستی، افت شنوایی، ورم معده، ورم روده کوچک و زخم معده و روده کوچک. همچنین جوشکارانی که در معرض فلزات سنگین مثل کروم و نیکل می باشند ممکن است دچار بیماریهای کبدی نیز گردند.

جوشکارانی که با سطوح دارای پوشش آزبست کار می کنند نیز احتمال دارد به بیماریهای آزبستوز، سرطان ریه و بیماریهای دیگر ناشی از آزبست مبتلا شوند. چنین افرادی باید قبل از آغاز به کار با این مواد، آموزش دیده و از تجهیزات و وسایل حفاظتی مناسب نیز برخوردار باشند.

3- سایر خطرات تهدید کننده سلامتی

1-3- گرما

گرمايي شديد و جرقه هاي ناشي از جوشكاري ممكن است باعث سوختگي شود. جراحات چشمي نيز از تماس با خاكستر داغ، تراشه فلزات، جرقه ها و الكترودهاي داغ حاصل مي شود، بعلاوه، تماس طولاني مدت با گرما منجر به استرس حرارتي در فرد خواهد گرديد. جوشكاران بايستي از علائمي همچون خستگي، سرگيجه، كم اشتهايي، تهوع، درد ناحيه شكمي و بيحوصلگي آگاهي داشته باشند. تهويه، جداسازي و ايجاد فاصله مناسب با منبع حرارتي، رعايت فواصل استراحت و نوشيدن مایعات مناسب مي تواند افراد را در برابر خطرات مرتبط با گرما محافظت نمايد.

2-3- نور مرئي، اشعه هاي ماوراء بنفش و مادون قرمز

شدت نور متصاعد شده از قوس الكتريكي جوشكاري باعث صدمه ديدن شبكيه چشم مي شود، در حاليكه اشعه مادون قرمز باعث آسيب قرنيه و ابتلاء فرد به بيماري آب مرواريد خواهد گرديد. نور نامرئي ماوراءبنفش حاصل از قوس الكتريكي حتي در زمان بسيار کوتاه (كمتر از يك دقيقه) باعث بيماري برق زدگي چشم مي شود. علائم اين بيماري معمولاً ساعت ها پس از تماس با اشعه ماوراءبنفش بروز مي كند و شامل احساس وجود شن و ماسه در چشم، تاري ديد، درد شديد، اشك ريزش از چشم، سوزش و سردرد مي باشد. قوس الكتريكي بر مواد اجسام موجود در محيط نيز اثر داشته و ديگر افراد مجاور محل جوشكاري را نيز تحت تأثير قرار مي دهد. در حدود نيمي از بيماري برق زدگي چشم در افرادي ايجاد مي شود كه در محل حضور داشته ولي جوشكاري نمي كنند. افرادي كه دائماً بدون حفاظت مناسب در محيط داراي اشعه ماوراء بنفش كار مي كنند ممكن است دچار آسيب هاي دائمي چشم شوند. تماس با اشعه ماوراء بنفش نيز باعث سوختگي پوست مي شود كه شبیه آفتاب سوختگي است و خطر ابتلاء به سرطان پوست را افزايش مي دهد.

3-3- سر و صدا

سر و صدای زیاد در محیط ممکن است به سیستم شنوایی آسیب وارد سازد، همچنین عامل ایجاد استرس و فشار خون و یا گاهی بیماریهای قلبی می باشد. کار کردن طولانی مدت در محیط دارای سر و صدای زیاد باعث ایجاد خستگی، حالت‌های عصبی و بیحوصلگی افراد می شود. اگر افرادی در یک محیط پر سر و صدا کار می کنند کارفرما باید از استاندارد سر و صدای OSHA برای ارزیابی میزان سرو صدا و تعیین زمان مواجهه استفاده نماید. اگر سرو صدا به طور متوسط در هشت ساعت به 85 دسی بل می رسد، کارفرما باید برای فرد جوشکار گوشی مناسب تهیه کند و سالانه او را تحت معاینات پزشکی قرار دهد.

4_3_ آسیب های عضلانی - استخوانی

در بین جوشکاران شکایت از بیماریهای عضلانی - استخوانی نظیر صدمات در ناحیه پشت بدن، درد شانه، کاهش قدرت ماهیچه ها، درد مچ، سفید شدن انگشتان و بیماری ناحیه زانو بیشتر دیده شده است. وضعیت فرد هنگام کار کردن (مخصوصاً هنگام قرار گرفتن قطعه در بالای سر، وجود لرزش در حین کار و حمل بارهای سنگین) نیز در بروز اختلالات و بیماریهای فوق مؤثر است. این مشکلات را با روش های زیر می توان کاهش داد:

__ حمل به روش مناسب

__ عدم کار طولانی در یک حالت

__ کار در ارتفاع مناسب

__ استفاده از زیرپایی هنگامی که فرد به مدت طولانی به حالت ایستاده کار می کند.

__ قرار دادن مناسب ابزار آلات و مواد

__ به حداقل رساندن لرزش در حین کار

4_ خطرات ایمنی جوشکاری

1_4_ خطرات الکتریکی

اگر چه در جوشکاری از برق با ولتاژ کم استفاده می شود ، ولی خطر شوک الکتریکی همچنان وجود دارد ؛ شرایط محیط جوشکاری (مثل محیط های مرطوب) نیز ممکن است خطر شوک الکتریکی را تشدید کند . گاهی اوقات ممکن است يك شوک ضعیف منجر به سقوط یا حوادثی نظیر آن شود ولی شوک های شدید می توانند حتی سبب ضربه مغزی و مرگ فرد گردند .

برای محافظت از شوک الکتریکی بایستی از دستکش خشک استفاده نمود . همچنین جوشکار باید کفش های دارای کفی یا زیره پلاستیکی بپوشد و یا از يك لایه عایق مثل يك تخته خشک یا کفپوش لاستیکی برای جلوگیری از انتقال جریان برق استفاده نماید .

قطعاتی که مورد جوشکاری قرار می گیرند و همه قسمت های بدنه وسیله انتقال برق نیز باید اتصال زمین داشته باشند .

روکش نگهدارنده های الکترونها و کابل های برق بایستی خشک و در وضعیت مناسبی باشند . الکترونها را نباید با دست بدون دستکش یا دستکش خیس یا هنگامی که فرد روی سطوح خیس یا سطوح دارای اتصال زمین قرار دارد عوض نمود .

2_4_ آتش سوزی و انفجار

حرارت زیاد و جرقه های تولید شده در جوشکاری یا شعله آن می تواند منجر به بروز آتش سوزی گردد و یا اگر جوشکاری در مجاورت مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال انجام گیرد احتمال وقوع انفجار وجود دارد .

جوشکاری یا برش فلزات تنها بایستی در مواقعی انجام شود که مواد قابل اشتعال نظیر ضایعات مواد ، چوب ، کاغذ ، منسوجات مواد پلاستیکی ، مواد شیمیایی و گردو غبار قابل احتراق وجود نداشته باشد (بخارات می توانند چند صدمتر پراکنده شوند) .

موادی را که نمی توان از محیط خارج نمود بایستی با مواد مقاوم در برابر شعله بطور کاملاً محکم پوشانند . در های عبور و مرور ، پنجره ها ، شکاف ها و منافذها نیز بایستی پوشانده شوند .

هیچگاه روی مخازنی که حاوی مواد قابل اشتعال یا احتراق هستند جوشکاری نکنید مگر اینکه کاملاً آنها را تمیز نموده و با یک گاز بی اثر پر کرده باشید ، در غیر اینصورت احتمال وقوع انفجار ، آتش سوزی یا پخش بخارات سمی وجود دارد . مخازن دارای مواد ناشناخته باید بعنوان مواد قابل اشتعال یا احتراق در نظر گرفته شوند .

قبل از خروج از محل کار و حداقل سی دقیقه پس از اتمام کار بایستی محیط را از نظر وجود آتش بازبینی نمود . وسایل اطفاء حریق نیز بایستی در دسترس باشند .

3_4_ ماشین آلات خطرناک

همه ماشین آلات دارای قطعات گردنده را باید حفاظ گذاری نمود تا از گیر کردن مو ، انگشتان یا لباس کارگران در آنها جلوگیری بعمل آید. هنگام تعمیر دستگاه بوسیله جوشکاری یا لحیم کاری ، برق آن بایستی قطع گردد و دستگاه خاموش و قفل شود تا به طور اتفاقی روشن نگردد .

4_4_ عبور و مرور و سقوط

برای جلوگیری از سقوط افراد بایستی ابزار آلات ، ماشین آلات ، کابلها و مواد اضافی دیگر را از محل جوشکاری دور و برای عبور و مرور از خطوط یا ریلهای ایمن استفاده نمود .

5_ خطرات جوشکاری در محیط های بسته

یک محیط بسته محلی است با مساحت کم که دسترسی به آن محدود است ، همچنین یا تهویه نداشته و یا اینکه جریان هوا در آن کم است . تهویه مناسب برای کار در محیط های بسته ضروری است . در این محیط های کوچک فیوم ها و گازهای خطرناک می توانند خیلی سریع به حد غلظت خطرناک خود برسند .

از آنجایی که در فر ایند جوشکاری ، اکسیژن هوا به مصرف می رسد ممکن است فرد سریعاً دچار بیهوشی یا مرگ ناشی از خفگی گردد .

همه کارگرانی که به نوعی وارد این فضاها می شوند چه به صورت معمول و عادی و چه در حالت اضطراری ، بایستی آموزشهای لازم امداد و نجات را دیده باشند ، ماسک های تنفسی

همراه داشته باشند ، از وسایل حفاظت فردي مناسب استفاده کنند و روشهاي صحيح ورود و خروج به فضاهاي بسته را بدانند . توجه به نکات ذیل در مورد فضاهاي بسته حائز اهميت مي باشد :

کارگري که وارد فضاي بسته مي شود بایستي مجهز به يك ماسک يا نقاب ، طناب نجات ، و لباس حفاظت فردي حاوي سيستم و دستگاه تنفسي مناسب باشد .

- سيلنדרهاي گاز و منابع برق جوشکاري را بايد در محل هاي ايمن و در خارج از فضاي بسته قرار داد .

- يك امدادگر آموزش ديده و مجهز به وسایل مناسب از قبيل دستگاه اطفاء حريق و وسایل حفاظت فردي بایستي در خارج از فضاي بسته قرار داشته باشد تا بتواند در صورت لزوم به کمک کارگر يا نجات وي بشتابد و هر گاه علائمي از وجود مواد سمی يا کاهش هشيارى فرد را در داخل فضاي بسته مشاهده نمود سريعاً وي را از محل خارج سازد .

- همه فضاهاي بسته را بايد از نظر وجود مواد سمی ، قابل اشتعال و يا گازها و بخارات قابل انفجار و ميزان اکسيژن موجود بررسی نمود . کنترل کيفيت مداوم جريان هوا طي جوشکاري لازم و ضروري است . ورود کلیه کارگران به مکانهاي که درصد اکسيژن آن کمتر از 19/5 درصد است ممنوع مي باشد ، مگر اينکه ماسک تنفسي حاوي کپسول هوا به همراه داشته باشند . - هيچگاه از اکسيژن براي سيستم تهويه استفاده نکنيد .

- هنگام جوشکاري يا برش حرارتي در فضاهاي بسته از تهويه مکانیکی استفاده نماييد .

- همه لوله ها ، مجراها و خطوط برق که به اين فضاها اتصال دارند ولي در حال کار نيستند بایستي قطع يا خاموش شوند .

همه کلیدها و شیرهاي قطع شده بایستي قفل شوند تا به طور تصادفي روشن نگردند .

- مشعل ها و يا مخازن ذخيره اکسيژن يا گاز که مورد استفاده نيستند بايد از محل خارج گردند .

6- خطرات گازهای تحت فشار

در جوشکاری یا برش با شعله از یک گاز سوختنی و اکسیژن برای تولید حرارت مورد نیاز جوشکاری استفاده می شود .

در این نوع جوشکاری ، هم اکسیژن و هم گاز سوختنی (استیلن، هیدروژن، پروپان و غیره) به صورت تحت فشار در سیلندرهایی ذخیره می شوند .

استفاده از سیلندرهایی تحت فشار ، کارگران را در معرض خطراتی قرار می دهد . استیلن بسیار قابل انفجار است و فقط بایستی با تهویه مناسب و همراه با برنامه تست نشستی مورد استفاده قرار گیرد . اکسیژن به تنهایی قابل انفجار نمی باشد ، ولی در هر حال اگر غلظت آن زیاد باشد بسیاری از مواد حتی آنهایی که در هوا به سختی می سوزند (مثل گرد و غبارهای معمولی، گریس یا روغن) به راحتی منفجر می شوند . توجه به نکات ذیل در حین کار با گازهای تحت فشار از اهمیت بسیاری برخوردار است :

- همه سیلندرها باید دارای درپوش و رگولاتور باشند .
- فقط از رگولاتورهایی استفاده نمایید که متناسب با فشار درون سیلندر طراحی شده باشند .
- قبل از جوشکاری و نیز حین انجام آن همه شیرهای کاهش فشار و همه خطوط ارتباطی را کنترل نمایید .
- لوله انتقال اکسیژن را در شرایط مناسب نگهداری و در فواصل منظم تمیز نمایید .
- بست ها و اتصالات باید در شرایط مناسبی باشند و منظمآً کنترل گردند .
- سیلندرهایی گاز اکسیژن و گاز سوختنی را به طور جداگانه و دور از حرارت و نور خورشید و در جای خشک دارای تهویه مناسب و مقاوم در برابر آتش و حداقل 20 فوت (6 متر) به دور از مواد قابل اشتعال مثل رنگ ، روغن یا حلالها نگهداری و انبار کنید .
- پس از اتمام کار شیر سلیندر را ببندید . قبل از اینکه سیلندرها را حرکت داده و در انبار قرار دهید ، درپوش محافظتی شیر را روی آن قرار داده و شیر تخلیه را باز کنید تا گاز درون شیلنگ خالی شود .

7- کاهش خطرات جوشکاری

قبل از آغاز جوشکاری لازم است خطرات مختص این عملیات ، شناسایی شوند . این خطرات بسته به نوع جوشکاری ، مواد (فلزات اصلی، پوشش سطح، الکترودها) و شرایط محیط (فضای آزاد یا بسته) متفاوتند.

همچنین تحقیق و بررسی در مورد برگه های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS¹) جهت شناسایی مواد خطرناک مورد استفاده در جوشکاری و محصولات برش و فیوم های تولیدی بسیار مهم و حائز اهمیت می باشد ، اطمینان حاصل نمایید که قبل از آغاز کار ، موادی را که جوشکاری می کنید می شناسید . برخی از فیوم ها همانند موادی که هنگام جوشکاری سطوح دارای پایه کادمیوم متصاعد می شوند ، می توانند در مدت زمان کوتاهی کشنده باشند . پس از تعیین و شناسایی خطرات ، می توان روش های مناسب کنترلی را بکار گرفت :

7-1- کنترل های مهندسی و روندهای کاری ایمن

7-1-1- جایگزینی

- مواد خطرناک را با موادی که خطر کمتری دارند جایگزین کنید . بدین منظور می توانید :
- الف _ از آلیاژ نقره بدون کادمیوم برای لحیم کاری استفاده نمایید .
 - ب - از الکتروود و دستکش های فاقد مواد آزیستی استفاده کنید .

¹MSDS: Material safety Data sheet

2-1-7- تهویه

بایستی برای از بین بردن فیوم ها و گازهای مضر از تهویه مناسب استفاده نمود . تهویه موضعی² که این گازها و فیوم های مضر را مستقیماً از محل تولید به بیرون هدایت می کند مفید تر می باشد . این عمل را می توان با استفاده از دستگاههای دارای تهویه یا هودهایی که نزدیک محل جوشکاری نصب می شوند ، انجام داد . سیستم تهویه باید به طور منظم تمیز و بازبینی گردد.

از معابر خروجی سقف ، درها یا پنجره های باز ، فن های سقفي یا فن های نصب شده در کف برای جریان هوا در محل کارگاه بعنوان تهویه عمومی³ استفاده می شود . این سیستم به خوبی تهویه موضعی نبوده و ممکن است باعث پخش ذرات شیمیایی مضر در کارگاه گردد . تهویه عمومی معمولاً در صورتی مفید است که برای تکمیل تهویه موضعی و در کنار آن بکار رود . در جوشکاری با گاز محافظ ، تهویه موضعی را می توان با یک فن مکنده انجام داد که میتواند تماس کارگر را با امواج جوشکاری به میزان 70% کاهش دهد .
هودها و کانالهای خروجی هوا بایستی از مواد مقاوم در برابر حریق ساخته شوند .

3-1-7- حفاظ گذاری

از دیواره هایی با پوشش مناسب جهت حفاظت افراد دیگری که در محل کار حضور دارند در برابر امواج جوشکاری، گرما و پاشش ذرات داغ استفاده نمایید .
کابین یا اتاقک جوشکاری باید دارای رنگ با روکش مات باشد که امواج ماوراء بنفش را منعکس نکند (مشابه پوشش هایی که دارای اکسید تیتانیوم یا اکسید روی می باشند)
صفحات اکوستیک ما بین کارگر و منبع صوت قرار دهید تا میزان سر و صدا را کاهش دهد و یا اینکه ماشین آلات را در محل محصور قرار دهید .

² local exhaust ventilation

³ General ventilation

4-1-7- اعمال ایمن

اگر مراحل کاری را اصلاح کرده و یا اعمال حفاظتی زیر را انجام دهید خطرات موجود کاهش می یابند . بعنوان مثال :

- بخش های پوشش دار یا رنگ شده را جوشکاری نکنید ، در صورت امکان قبل از جوشکاری همه پوشش ها و رنگ های روی سطوح را پاک نمایید .
- یک ظرف آب زیر دستگاه برش با قوس پلاسما قرار دهید تا میزان سر و صدا و فیوم کاهش یابد .
- هنگام جوشکاری یا برش در موقعیتی قرار بگیرید که سر شما در معرض جریان فیوم ها نباشد .
- قبل از اتصال قوس الکتریکی و یا روشن کردن شعله اطمینان حاصل نمایید که همه مواد قابل احتراق و اشتعال از محل دور شده اند .
- اطمینان حاصل نمایید که ابزار آلات و قطعات سالم باشند و شیلنگ ها و روکش های عایق پاره را تعویض نمایید .
- محوطه جوشکاری را عاری از ماشین آلات یا ابزار اضافی کنید تا خطر تصادم یا سقوط کاهش یابد .
- شما می توانید با استفاده از پایین ترین آمپر قابل استفاده و نگهداری الکتروود به صورت قائم و تا حد ممکن نزدیک به محل جوشکاری تولید فیوم را به حداقل برسانید .
- جوشکاری با قوس الکتریکی را نباید در فاصله کمتر از 200 فوتی (61 متری) از حلال ها یا مواد چربی زدا انجام داد .

5-1-7- وسایل حفاظت فردی

تجهیزات و وسایل حفاظت فردی باید در کنار کنترل‌های مهندسی و اقدامات ایمنی و پیشگیرانه بکار روند نه اینکه جایگزین آنها گردند .

1-5-1-7- محافظت از چشم

در کلیه عملیات جوشکاری حفاظت از چشم ها ضروري مي باشد تا آنها را از نور ، گرما ، اشعه ماوراء بنفش و پرتاب جرقه ها محافظت نماید . براي حفاظت بهتر ، از ماسك هاي پوششي صورت يا كلاه ايمني به همراه عينك استفاده نماييد . هنگامي كه ماسك حفاظتي را از روي صورت بر مي داريد براي جلوگیری از پرتاب ذرات به چشم ها ، سر خود را كج نگاه داشته و چشمانتان را ببندید .

در مورد جوشکاری یا برش با قوس الكتریكي ، جوشکاری با گاز اكسيد كننده ، لحیم كاري و یا برش ، كلاههاي ايمني، عينك و ديگر وسايل حفاظتي بايد داراي فيلتر و یا لنزهاي مخصوص باشند .

استاندارد OSHA بیان می‌دارد که کارگرانی که عملیات جوشکاری یا برش انجام می‌دهند باید با لنزها یا فیلترهایی مطابق با جدول 1 محافظت شوند :

شماره و نوع فیلتر برای حفاظت در مقابل انرژی تشعشعی	
شماره	نوع عملیات جوشکاری
10	جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی با استفاده از الکتروودهایی به قطر 1/16 و 3/32 و 1/8 و 5/32 اینچ
11	جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (غیر آهنی) با استفاده از الکتروودهایی به قطر 1/16 و 3/32 و 1/8 و 5/32 اینچ
12	جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (آهنی) با استفاده از الکتروودهایی به قطر 1/16 و 3/32 و 1/8 و 5/32 اینچ
12	جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی با استفاده از الکتروودهایی به قطر 3/16 و 7/32 و 1/4 اینچ
14	الکتروودهایی به قطر 3/8 و 5/16 اینچ
10-14	جوشکاری با اتم هیدروژن
14	جوشکاری با شعله کربنی
2	لحیم کاری
3 یا 4	لحیم کاری با مشعل
3 یا 4	برش سبک تا 1 اینچ
4 یا 5	برش متوسط 1 تا 6 اینچ
5 یا 6	برش سنگین بیش از 6 اینچ
4 یا 5	جوشکاری با گاز (سبک) تا 1/8 اینچ
5 یا 6	جوشکاری با گاز (متوسط) 1/8 تا 1/2 اینچ
6 یا 8	جوشکاری با گاز (سنگین) بالای 1/2 اینچ

جدول 1 – لنزها و فیلترهای محافظ چشم

2-5-1-7- لباس حفاظتي

لباس محافظي که جوشکاران و افراد نزديک به محل جوشکاري بايد بر تن داشته باشند شامل موارد زير است :

دستکش مقاوم در برابر آتش ، کلاه ، کفش هاي ايمني داراي پنجه حفاظت شده ، پيش بند چرمي ، سپر حفاظتي صورت ، لباس کار مقاوم در برابر شعله ، عينک حفاظتي ، کلاه ايمني گتر يا چکمه ساق دار .

لباس محافظ بايد از پشمي ساخته شود که به آساني شعله نمي گردد و يا از پارچه هاي کتاني مخصوص باشد . آستين و يقه لباس بايستي بسته و شلوار و بلوز نيز بدون لبه دوبل يا برگردان باشد . استفاده از کلاه ايمني محکم نيز لازم بوده و جوشکاران بايد از هلمت هاي ايمني همراه با لنزهاي فیلتر ي مناسب استفاده کنند نه اينکه صفحاتي را به عنوان نقاب در دست بگيرند . در زماني که جوشکاري در بالاي سر فرد انجام مي شود ، محافظت بيشتري لازم است مثل پوشش شانه که مقاوم در برابر آتش باشد ، پيش بند ، سربند ، گتر و لباس کار . از آنجايي که جوشکاران با مواد سمی سر و کار دارند ، کمدهايي بايد تهيه شود تا لباس کار آنها جدا از لباس هاي معمولي نگهداري گردد . لباس کار بايد توسط کارفرما به خشک شويي فرستاده شود . حمام و رختکن نيز بايد در نظر گرفته شود تا کارگران بتوانند در پايان کار لباس هاي خود را تعويض نمايند .

3-5-1-7- محافظت از گوش

از حفاظ گوش يا گوشي هاي محافظ (ايرپلاک⁴ يا ايرماف⁵) بايد هنگام کار در سر و صدای زياد استفاده نمود . همچنين هنگامی که در فضا بارش و پاشش جرقه وجود دارد که ممکن است اين جرقه ها وارد گوش شود ، استفاده از گوشي ضروري است.

⁴ Ear plug

⁵ ear muf

4-5-1-7- تجهیزات تنفسی

تجهیزات تنفسی باید مخصوص محیط های خطرناک بوده و مطابق با استاندارد *OSHA* تنظیم ، نظافت ، نگهداری و انبار گردند . بعلاوه کارگران باید در مورد نحوه استفاده صحیح از این وسایل آموزش ببینند . سازمان *NIOSH*⁶ عنوان می کند که در مکانهایی که مواد سرطان زا وجود داشته و غلظت آن قابل اندازه گیری باشد و یا در هر شرایطی که برای سلامتی افراد خطرناک باشد ، بایستی از این وسایل تنفسی استفاده نمود . هنگام جوشکاری در فضاهای بسته نیز استفاده از وسایل تنفسی مجهز به کپسول اکسیژن ضروری می باشد ، زیرا احتمال کاهش غلظت اکسیژن در هوا وجود دارد .

4-5-1-6- کنترل کیفیت هوا

کنترل کیفیت هوا برای تعیین مقادیر مواد خطرناک و سر و صدای موجود در مناطقی که جوشکاری انجام می شود صورت می پذیرد .

4-5-1-7- معاینات پزشکی

به علت ازدیاد انتشار مواد خطرناک در فضای اطراف جوشکاری *NIOSH* پیشنهاد می کند که همه کارگرانی که در معرض فرایند جوشکاری هستند حداقل سالی یکبار تحت معاینات پزشکی قرار گیرند و علاوه بر آزمایشات عادی و معمولی شش ها ، پوست ، چشم، قلب و شنوایی آنها نیز مورد معاینه قرار گیرد .

⁶ *NIOSH=National Institute for Occupational Safety and Health*

8-1-5-7- آموزش

همه جوشکاران باید در مورد استفاده ایمن از وسایل و انجام اعمال ایمن و نحوه کار در شرایط اضطراری آموزش ببینند .

8 – قوانین و استانداردها

OSHA استانداردهایی دارد که بسیاری از جوانب جوشکاری از قبیل جوشکاری ایمن ، جوشکاری در فضاهای بسته ، نگهداری گازهای تحت فشار ، ایمنی وسایل برقی ، اطفاء حریق ، تهویه ، وسایل حفاظت فردی و آموزش کارگران را در بر می گیرد . آنچه در زیر می آید خلاصه ای از شرح وظایف و مقرراتی است که به جوشکاران مربوط می شود . البته همواره بر شرایط کار ایمن قبل از انجام جوشکاری تاکید می شود .

8-1- حدود تماس شغلی

OSHA در مورد کل ترکیب دودهای جوشکاری استانداردی ارائه نکرده، ولی برای هر یک از مواد تشکیل دهنده دودها استانداردهایی تنظیم نموده است. تهویه عمومی یا موضعی بایستی تعبیه شود تا بتوان حدود فیوم های سمی، گازها یا گردوغبارات را به حد مجاز تعیین شده توسط *OSHA* رساند.

سازمان *NIOSH* بیان کرده است که جوشکاران در هر حال در معرض خطرات ناشی از گازهای جوشکاری هستند، حتی هنگامی که غلظت هر یک از عناصر تشکیل دهنده آنها کمتر از حد مجاز ارائه شده توسط *OSHA* باشد. این سازمان توصیه کرده است که با روندهای کاری صحیح و کنترلهای مهندسی، میزان انتشار گازهای جوشکاری به حداقل ممکن رسانده شود.

2-8- برچسب ها و ساير اطلاعات

بر اساس استاندارد *OSHA* در مورد آگاهی از خطرات (*29 CFR1910,1200*) قانون حق دانستن)، کلیه مخازن حاوی فلزات پرکننده، الکترودها و مواد کمک ذوب، بایستی برچسب هایی برای آگاهی جوشکاران داشته باشند که نشان دهد در فرایند جوشکاری فیوم ها و گازهای خطرناک تولید می شود. فلز پایه که جوشکاری روی آن انجام می شود و ممکن است پوششی هم از مواد سمی داشته باشد نیز باید برچسب داشته باشد (مثل رنگ، سرب، جیوه). مواد جوشکاری حاوی مواد سرطانزا نیز باید برچسبی داشته باشند که بیانگر سمی بودن گازهای متصاعد شده از این مواد سرطانزا باشد. کارفرما بایستی برگه اطلاعاتی ایمنی مواد (*MSDS*) را برای همه این مواد خطرناک تهیه کرده و در دسترس جوشکاران قرار دهد. این برگه ها بایستی حاوی اطلاعاتی در مورد عناصر شیمیایی، محصولات خطرناک حاصله از تجزیه مواد حین جوشکاری، روش های ایمن حمل مواد، اعمال حفاظتی و روش های مؤثر کمک های اولیه و اثرات مواد جوشکاری بر سلامتی باشد.

4-8- علائم

استاندارد *OSHA* (*29 CFR1910. 145*) بیان می دارد که علائم مورد استفاده بایستی کارگران را از خطرات منجر به جراحت یا آسیب آگاه سازد. این علائم باید در محل جوشکاری نصب شوند و به عنوان کمکی برای یادآوری به کارگران در استفاد از وسایل حفاظتی باشند، همچنین باید به کارگران گوشزد کنند که ممکن است در اثر نگاه کردن به قوس جوشکاری چشم هایشان آسیب ببیند.

5-8- استاندارد جوشکاری *OSHA*

الزامات اطمینان بخش از ایمنی عملیات جوشکاری، برش و لحیم کاری در استاندارد *29 CFR1910.252* آمده است. در زیر تعدادی از الزامات انتخاب شده از این استاندارد بیان گردیده است:

- سیلندرهای گاز تحت فشار باید دور از رادیاتور و دیگر منابع گرمایی نگهداری شوند و بایستی به صورت قائم در یک محیط خشک و دارای تهویه مناسب و حداقل 20 فوت (6متر) دور از مواد قابل اشتعال مثل روغن انبار گردند. سیلندرها باید دور از بالابرها، پله ها و محل های دیگری که احتمال سقوط، ضربه خوردن یا آسیب دیدن وجود دارد، قرار گیرند.
- قبل از آغاز به کار، سیستم های لوله کشی باید آزمایش شوند و در فشار 1/5 برابر حداکثر فشار کاری در مقابل گاز غیر قابل نفوذ باشند.
- سیستم های لوله کشی در حال کار نیز باید با وسایل کاهش دهنده فشار محافظت گردند.
- ترك هايي که نشان دهنده نشستی، سوختگی، پارگی یا عیوب دیگر در لوله کشی ها می باشند، باید تعمیر یا تعویض گردند.
- جوشکاران یا افرادی که عمل برش را انجام می دهند باید در مورد استفاده ایمن از تجهیزات و فرایندهایی که انجام می دهند آموزش ببینند.
- هر یک از جوشکاران باید در اطاقک های جداگانه قرار گیرند یا با صفحات غیر قابل اشتعال که با یک روکش دارای انعکاس کم مثل اکسید روی پوشیده شده اند، یا دارای لامپ سیاه هستند (برای جذب تشعشعات ماوراء بنفش) جدا گردند.
- افراد دیگری که در مجاورت محل های جوشکاری هستند نیز بایستی با صفحات غیر قابل اشتعال یا مقاوم در برابر شعله جداگردند و یا اینکه ملزم به استفاده از عینک های حفاظتی مناسب باشند. در این اطاقک ها جریان هوا باید در کف وجود داشته باشد.
- همه شعله های متحرك خطرناك در نزدیکی محل جوشکاری باید به يك محل امن برده شوند و اگر اینکار ممکن نیست برای جلوگیری از پرتاب و انتشار جرقه، گرما و خاکستر آن از دیواره های حفاظتی استفاده شود.
- تجهیزات اطفاء حریق مناسب باید به صورت آماده به کار در محل وجود داشته باشد.
- در محلهایی که جوشکاری انجام می شود احتمال تبدیل شعله کوچک به حریق های بزرگ وجود دارد، زمان سنج تشخیص دهنده آتش لازم است. این وسیله باید طوری تنظیم شود که حداقل نیم ساعت پس از پایان جوشکاری نیز بتواند هر نوع شعله را شناسایی و خاموش کند.

- عملیات جوشکاری، برش یا کارهایی که در دمای بالا انجام می شوند نباید در مخازن، بشکه ها و تانک ها صورت گیرد مگر اینکه کاملاً تمیز شده باشند. (تمیز کردن با یک گاز بی اثر ارجحیت دارد).

- از وسایل حفاظت چشم باید طی همه عملیات جوشکاری یا برش با قوس الکتریکی، جوشکاری با گاز، برش با اکسیژن، جوشکاری مقاومتی یا لحیم کاری استفاده گردد.

- هر جا که لازم است جوشکار از میان یک منهول یا ورودی کوچک وارد فضای بسته شود، باید یک امدادگر در بیرون محل حضور داشته باشد که آگاه به روش های امداد و نجات بوده و در همه حال جوشکار را زیر نظر داشته باشد تا در مواقع لزوم به کمک او بشتابد.

- برای تمیز کاری سطوح هنگامی که ترکیبات فلئور، روی، سرب، بریلیوم، کادمیوم و جیوه در محل وجود دارند و یا هنگام برش ورق های استنلس استیل، تهویه مناسب یا وسایل تنفسی در فضاهای بسته لازم است.

- برچسب های هشدار دهنده برای فلزات پرکننده در لحیم کاری که حاوی کادمیوم می باشند و فلاکس های حاوی ترکیبات فلئور لازم است.

9- فن آوریهای جدید جوشکاری

تکنولوژیهای جدید جوشکاری مثل جوشکاری با لیزر یا پرتوهای الکترون، خطرات جدیدی را به محیط جوشکاری وارد کرده اند. هنگام انجام این گونه جوشکاریها در نظر گرفتن ملاحظات خاصی لازم و ضروری می باشد.

9-1- جوشکاری لیزری

در جوشکاری با لیزر از پرتوهای متمرکز نور برای انجام جوشکاریهای خیلی دقیق استفاده می شود. خطرات عمده این نوع پرتوهای قوی در مورد چشم می باشد که ممکن است باعث کوری افراد شوند به همین دلیل استفاده از وسایل حفاظتی چشم لازم است.

در مورد سطوح منعکس کننده نیز بایستی دقت بیشتری نمود، لذا هم پرتوهای اولیه و هم پرتوهای انعکاس یافته بسیار خطرناک می باشند.

2-9- جوشكاري با پرتوهاي الكتروني

در اين روش از يك پرتو متمرکز شده الكتروني براي انجام جوشكاريهاي بسيار دقيق و با نفوذ زياد استفاده مي شود. به علت توليد اشعه ايكس به عنوان محصول جانبي، اين جوشكاري بايد در يك فضاي بسته و سرپوشيده با سرب يا مواد مناسب ديگر انجام شود. همه درها و منافذ ورودي بايد به طور مناسب آب بندي و درز بندي و متناوباً كنترل شوند تا از نشت و انتشار اشعه ايكس به بيرون جلوگیری به عمل آيد. کاربران بايد از دستگاههاي استفاده کنند که تماس و برخورد اتفاقي اشعه ايكس را آشکار سازد. همچنين در اين گونه موارد ولتاژ بالا خطر برق گرفتگی ايجاد مي کند.

2-9- روبات هاي جوشكار

در بسياري از صنايع به جاي كارگر از روبات هاي جوشكار در خطوط مونتاژ استفاده مي شود. اين امر كارگران را از خطرات دور مي سازد ولي باعث کاهش اشتغال افراد مي گردد. بعلاوه ممكن است كارگران توسط همين روبات هاي جوشكار دچار آسيب گردند.