

فصل ۱ :

جوشکاری

مقدمه:

جوشکاری از جمله عملیاتی است که پس از ابداع، هر روزه بر میزان کاربرد آن در صنایع و کارخانجات مختلف افزوده شده است. امروزه کمتر صنعت فلزی را می توان یافت که انواعی از عملیات جوشکاری در آن مورد استفاده قرار نگیرد. کاربرد منابع مختلف انرژی و تجهیزات خاص در عملیات جوشکاری که موجب تولید و انتشار انواع مختلفی از عوامل شیمیایی ناشی از اکسیداسیون فلزات در حال جوش و سیم جوش های مصرفی می گردد، جوشکاران را در معرض مجموعه ای از مخاطرات ایمنی و بهداشتی قرار می دهد. هر ساله نیز حوادث متعددی در صنایع به واسطه عملیات جوشکاری به وقوع پیوسته و جراحات و خسارت فراوانی را بر جای می گذارد. حوادث حریق و انفجار ناشی از جوشکاری از جمله حوادثی است که برخی صنایع و کارگاه های جوشکاری کشورمان نیز، آن را تجربه کرده اند.

با توجه به خطرات مختلف عملیات جوشکاری که انواع مختلفی از عوامل زیان آور شیمیایی، فیزیکی، ارگونومیک و خطرات ایمنی را به صورت مجموعه ای بالقوه در خویش جای داده و نیز با توجه تعداد کارکنانی که در سطح صنایع و کارگاه های مختلف در سطح کشور به این فعالیت مشغول می باشند، ضروریست ابتدا مخاطرات این عملیات به خوبی شناسایی شده و سپس اقدامات کنترلی متناسب با هر یک از آنها تعیین شده و استقرار یابند. بدیهی است استقرار کنترل های ایمنی و بهداشتی به تنهایی کافی نبوده و دستیابی به عملکرد بالای ایمنی و بهداشتی در این فعالیت ها در گرو اثربخشی کنترل های طرح ریزی شده می باشد و لذا انجام اقدامات پایشی و اندازه گیری عوامل زیان آور به عنوان اقدامی مکمل جهت حصول اطمینان از اثربخشی کنترل های طرح ریزی شده امری الزامی می باشد.

۱- کلیات:

۱-۱ هدف:

هدف از تدوین این آئین نامه محافظت از نیروی انسانی به عنوان سرمایه های ملی، در برابر خطرات بهداشتی محیط کار از جمله آلاینده های سمی و زیان آور، اشکال مختلف عوامل فیزیکی، آسیب های مکانیکی و همچنین بیماری های ناشی از کار در جوشکاری و فرایندهای مرتبط با آن می باشد.

۱ ۴ دامنه شمول:

دامنه شمول این دستورالعمل کلیه کارگاه های کوچک در کشور می باشد که بطور دائم یا موقتی، ثابت یا سیار عملیات جوشکاری انجام می دهند. اجرای این آئین نامه توسط کارفرمایان، پیمانکاران، مدیران، سرپرستان و کارگران الزامی می باشد.

۲- شناخت فرآیند:

در عملیات جوشکاری قطعات فلزی با استفاده از گرما یا فشار و یا هر دو عامل به هم متصل

می شوند.

بیش از ۸۰ نوع فرایند جوشکاری وجود دارد که برخی از انواع عمومی تر آن عبارتند از:

جوشکاری قوس الکتریکی - جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی (SMAW^۱) - جوشکاری با گاز محافظ با الکتروود مصرف شونده (MIG^۲) -

^۱ Shielded Metal Arc Welding

^۲ Metal Inert Gas

همراه است. این ذرات بسیار کوچک بوده (اندازه قطر آنها در حدود ۰/۲ تا ۰/۳ میکرون است) و از این رو به سهولت استنشاق شده و خود را به قسمت‌های انتهایی دستگاه تنفس می‌رسانند.

کلیه روش‌های جوشکاری تولید فیوم می‌کنند. اما میزان آن با توجه به نوع عملیات جوشکاری متفاوت است. خطرات فیوم‌ها برای سلامتی افراد به مواردی از جمله میزان فیوم تولید شده و حضور فلزات یا گازهای خاص در ناحیه قوس (نزدیک نوک الکتروود) بستگی دارد.

مکانیسم اصلی تولید فیوم، تبخیر عناصر یا اکسیدهای ناشی از ناحیه قوس (نزدیک نوک الکتروود) و کندانسه شدن سریع بخارات می‌باشد.

فلز الکتروود، مواد فلاکس و روکش‌ها، باقیمانده‌ها، روغن‌ها، زنگ زدگی‌ها، رنگ‌های با پایه حلال، بتونه‌های (آسترهای) روی فلز اصلی از منابع اصلی فیوم به شمار می‌روند. میزان تولید فیوم در روش‌های مختلف جوشکاری متفاوت می‌باشد به نحوی که در عملیات جوشکاری با الکتروود مصرفی، فیوم تولید شده ناشی از الکتروود، روکش الکتروود یا فلاکس می‌باشد. فلز اصلی در حال جوش سهم اندکی در تولید این فیوم دارد. اما در عملیات جوشکاری با الکتروود مصرف نشدنی نسبت به عملیات الکتروود مصرف نشدنی فیوم کمتری تولید می‌شود. فیوم تولید شده ناشی از فلز در حال جوش و میله پرکننده است.

۳-۱-۱-۱ اثر مواجهه با فیوم‌ها بر سلامت افراد:

اثرات اصلی فیوم‌ها بر سلامتی افراد را می‌توان به دو گروه اثرات کوتاه مدت و اثرات بلند مدت تقسیم نمود. اثرات کوتاه مدت، بلافاصله پس از مواجهه یا چند ساعت یا چند روز پس از مواجهه ظاهر می‌شوند.

الف- اثرات کوتاه مدت:

یکی از اثرات کوتاه مدت بر سلامتی افراد تب فیوم فلزی می باشد.

ب- اثرات بلند مدت:

این اثرات ناشی از ویژگی های شیمیایی برخی از فیوم ها بوده و شامل ایجاد بیماری هایی با انواع و شدت مختلف می باشد که بستگی به نوع فلز آلاینده در فیوم دارد.

۱-۱-۲- عوامل مؤثر بر میزان تولید فیوم:

عوامل متعددی بر میزان تولید فیوم در حین عملیات جوشکاری موثرند که عبارتند از:

- ولتاژ برق مصرفی: با افزایش ولتاژ، فیوم بیشتری تولید می شود.
- طول قوس الکتریکی: با افزایش طول قوس، فیوم بیشتری تولید می شود.
- شدت جریان الکتریکی: با افزایش شدت جریان الکتریکی، فیوم بیشتری تولید می شود.
- قطر الکترود: استفاده از الکترودهای با قطر کمتر باعث افزایش فیوم تولیدی می گردد.
- نوع قطبیت الکترود: در جریان جوشکاری با قطب مثبت یا DC، فیوم تولید شده ۳۰ درصد بیشتر از جوشکاری با قطب منفی یا AC می باشد.
- گاز محافظ: ترکیب گاز محافظ به طور قابل ملاحظه ای می تواند بر میزان تولید فیوم اثرگذار باشد. مخلوط گاز آرگون و دی اکسید کربن، فیوم کمتری (تا ۲۵ درصد) نسبت به گاز دی اکسید کربن به تنهایی، تولید می کند.
- تجربه و عملیات کاری جوشکار: هرچه فاصله بین قطعه کار و نوک الکترود افزایش یابد، فیوم بیشتری تولید می گردد.
- سرعت تغذیه مفتول: هرچه سرعت تغذیه مفتول افزایش یابد، فلز بیشتری استفاده شده و فیوم بیشتری نیز تولید می گردد.
- رطوبت: در محیط های مرطوب، به دلیل جذب آن توسط فلاکس، میزان تولید فیوم افزایش می یابد.

- موقعیت (وضعیت) جوش: موقعیت افقی تخت، فیوم کمتری را نسبت به وضعیت بالای سر یا عمودی تولید می‌نماید.
 - نوع عملیات جوشکاری، جنس قطعه کار، جنس روکش قطعه کار، دمای هوای محیط، دمای شعله جوشکاری در جوشکاری با گاز، مدت زمان و فرکانس جوشکاری و سایر عوامل
- با توجه به عوامل فوق مشاهده می‌گردد که تغییر در هر یک از آن‌ها می‌تواند موجب افزایش یا کاهش میزان فیوم‌های تولیدی گردد و لذا ضروریست در طراحی پست کار، تدوین دستورالعمل‌های بهداشتی و آموزش کارکنان، اقدامات لازم جهت کنترل و کاهش میزان تولید فیوم‌ها مد نظر قرار گیرد.
- ضمناً باید توجه داشت که غلظت کمتر فیوم‌ها می‌تواند نتیجه زیاده‌تر بودن گازهای ازن یا دی‌اکسید نیتروژن باشد. همچنین برشکاری با قوس پلاسما فیوم‌های کمتری تولید می‌نماید که این امر می‌تواند ناشی از برشکاری باریکی باشد که طی آن مواد کمتری از فلز اصلی خارج می‌سازد.

۳-۱-۲- گازها و بخارات:

کلمه گاز و بخار در برخی از اوقات به اشتباه به صورت مترادف به کار برده می‌شود. اما گاز به ماده‌ای گفته می‌شود که در حرارت 25°C و فشار 760mmHg به صورت گاز باشد و بخار به ماده‌ای اطلاق می‌شود که در شرایط مذکور به صورت جامد یا مایع باشد. تمام پروسه‌های جوشکاری گازهای خطرناکی را تولید می‌کنند. بعضی از این گازها مرئی و بعضی از آن‌ها نامرئی هستند. گرمای حاصل از شعله و قوس، اشعه فرابنفش حاصل از قوس، گازهایی از قبیل منو اکسید کربن، دی اکسید کربن، اکسید نیتروژن و ازن را تولید می‌کنند. سایر گازها و بخارات در اثر استفاده از مواد اولیه نامناسب و یا وجود مواد محلول روی فلزات، تولید می‌شود. برخی از گازها نیز به عنوان محافظ قوس و سوخت استفاده می‌شوند.

مهم‌ترین ویژگی این گازها عوارض سمی و یا خفه‌کنندگی آنها می‌باشد. این گازها یا در طول جوشکاری تشکیل می‌شوند و یا عناصر گاز محافظ هستند.

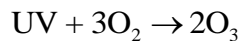
گازها در عملیات جوشکاری به دلایل زیر به وجود می‌آید:

- تجزیه گازهای محافظ یا فلاکس
- فعل و انفعال پرتو فرابنفش با گازهای هوا در دمای بالا
- گاز محافظ

گازهایی که در جریان عملیات جوشکاری تولید می‌شوند شامل گازهای ازن، مونوکسید کربن، دی‌اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، کلرید هیدروژن، فسژن و برخی دیگر از گازها می‌باشند که در ادامه برخی از آنها معرفی می‌گردند.

الف- ازن^۱:

ازن در نتیجه یونیزاسیون اکسیژن توسط پرتوی فرابنفش حاصل از قوس جوشکاری، طبق فرمول زیر به وجود می‌آید.

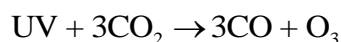


ازن گازی است ناپایدار، که رنگ آن متمایل به آبی و بویی شبیه بوی یونجه و یا بویی است که در هنگام جرقه الکتریکی در هوای آزاد استشمام می‌شود. ازن به عنوان گاز محرک ریه طبقه‌بندی می‌شود. به دلیل اینکه حلالیت ازن در آب کم است، معمولاً مجاری تنفسی تحتانی را درگیر می‌کند. در افراد سالمی که در معرض تماس با مقادیر نسبتاً کم ازن قرار دارند، تغییرات ناگهانی در آزمون‌های عملکرد ریه آنها ایجاد می‌شود. افراد در معرض تماس حاد با ازن از درد زیر جناغ سینه، سرفه و تنگی نفس شکایت می‌کنند. این گاز حتی در مقادیر کم (کمتر از یک پی پی ام) ایجاد سرفه، درد پیشانی، تهوع، استفراغ، برونشیت، خستگی و خواب‌آلودگی می‌نماید. در غلظت‌های بالا این گاز می‌تواند قابلیت تحریک، ادم حاد و حتی مرگ را در پی داشته باشد.

^۱-Ozone (O₃)

ب - مونوکسید کربن:

مونوکسید کربن در طی عملیات جوشکاری به علت تاثیر پرتو فرابنفش بر دی-اکسید کربن موجود در گاز محافظ، مطابق فرمول زیر به وجود می آید.



مونوکسید کربن یکی از گازهای خفقان آور شیمیایی محسوب می شود. این گازها به دلیل داشتن اثر شیمیایی در فرآیند تحویل اکسیژن و فرآیند متابولیک، ایجاد تداخل می نمایند و مانع جذب طبیعی اکسیژن توسط بافت ها می گردند.

مونوکسید کربن گازی است بی رنگ و بی بو، بی مزه و بسیار سمی که از هوا سبک تر است. در افراد در معرض مواجهه علائم هشدار دهنده ای وجود ندارد. نکته دیگر در مورد این گاز این است که علائم مسمومیت آن شبیه سایر بیماری هاست، یعنی فرد مصدوم از سردرد، تهوع و سرگیجه شکایت دارد. این علائم همانند علائم رایج سرما خوردگی، ناراحتی گوارشی و سایر بیماری های شایع است.

میل ترکیب مونوکسید کربن با هموگلوبین ۲۲۰ مرتبه بیشتر از اکسیژن است. ترکیب مونوکسید کربن با هموگلوبین در خون، کمپلکسی به نام کربوکسی هموگلوبین را تشکیل می دهد. یکی از اثرات مهم تشکیل این کمپلکس، کاهش ظرفیت هموگلوبین در حمل اکسیژن است. در این گونه موارد اندام هایی که به اکسیژن بیشتری نیاز دارند (نظیر مغز و قلب) بیشتر صدمه می بینند. علائم زودرس، غیر اختصاصی بوده و مربوط به کاهش اکسیژن رسانی مغز است. این علائم شامل سردرد تهوع، بی حالی، ضعف، گیجی و اختلال بینایی است.

کاهش تیزی بینی و تیز هوشی، سردرد، احساس فشار در پیشانی، ضعف و تهوع، تیرگی دید و ضربان شدید قلب از علائم مسمومیت با این گاز است که در صورت عدم معالجه و غلظت زیاد گاز می تواند منجر به مرگ گردد. به علت خواص این گاز سمی، فردی که در معرض مسمومیت با آن قرار گرفته به هیچ عنوان متوجه مسمومیت خود نشده و به همین علت مرگ ناشی از آن را مرگ خاموش می نامند.

ج - دی اکسید کربن:

دی اکسید کربن در اثر تجزیه فلاکس تولید می شود. دی اکسید کربن در گروه گازهای خفقان آور ساده طبقه بندی می شود. گازهای خفقان آور ساده، گازهایی هستند که از نظر فیزیولوژیکی بی اثر هستند و باعث توقف برون ده قلبی و یا تغییر عملکرد هموگلوبین نمی شوند. اما در غلظت های زیاد باعث کاهش غلظت اکسیژن هوای تنفسی شده و فشار نسبی مورد نیاز جهت برقراری اشباع خون از اکسیژن برای تنفس بافت ها را کاهش می دهند.

دی اکسید کربن گازی بی رنگ و بی بو با مزه نسبتاً ترش است. در صورتی که غلظت تنفسی آن به ۷ تا ۱۰ درصد برسد طی چند دقیقه و در غلظت تنفسی بیش از ۱۰ درصد در کمتر از یک دقیقه، ممکن است سبب از دست رفتن هوشیاری فرد در معرض تماس شود. استنشاق دی اکسید کربن، مرکز تنفس را تحریک می کند.

د - اکسیدهای نیتروژن:

اکسیدهای نیتروژن در عملیات جوشکاری در اثر گرم شدن نیتروژن جو (در حضور پرتو فرابنفش) ایجاد می گردد. اکسیدهای نیتروژن معمولاً شامل دی اکسید نیتروژن (NO_2) و اکسید نیتروژن (NO) می باشند. NO_2 ، گاز غالب در فیوم می باشد. NO_2 در هوای سرد به رنگ زرد، در درجه حرارت معمولی اتاق سرخ قهوه‌ای و در موقع گرم شدن به رنگ شکلاتی است. در غلظت های کم (۲۰ - ۱۰ پی پی ام) باعث سردرد، وزوز کردن گوش ها، سرفه، تپش قلب، تنگی نفس، سیانوز، سوزش چشم‌ها، بی قراری و بی خوابی می گردد. افرادی که به مدت کوتاه با ۵۰ پی پی ام اکسید نیتروژن مواجهه دارند در معرض ایجاد مشکلات حاد تنفسی هستند. به علت حلالیت نسبتاً کم اکسیدهای نیتروژن در آب، برای دهان و حلق، زیان آور نیستند از این رو افراد ممکن است ندانسته این مواد را به مدت طولانی استنشاق کرده و مجاری تنفسی تحتانی آنها بدون آنکه هیچ گونه نشانه‌ای داشته باشد دچار آسیب شود. اکسیدهای نیتروژن با آب موجود در مجاری تنفسی تحتانی ترکیب شده و اسیدنیتریک تولید می کند. نترات ها و

نیتریت‌هایی که از تجزیه اسید نیتریک حاصل می‌شوند، می‌توانند مستقیماً باعث التهاب و تخریب بافت موضعی شوند. افراد در معرض تماس با اکسیدهای نیترژن ممکن است ظرف ساعت‌ها تا روزها به درجات مختلفی از تنگی نفس، سرفه مداوم همراه با خلط خونی، احساس خفگی و ضعف مفرط دچار شوند. NO_2 در غلظت‌های بالا منجر به ادم ریوی می‌شود.

ه - کلرید هیدروژن و فسژن¹:

این گازها در اثر واکنش بین پرتو فرا بنفش و بخارات ناشی از هیدروکربن‌های کلرینه حلال‌ها به وجود می‌آیند.

کلرید هیدروژن، اسیدی است بسیار محلول در آب که می‌تواند باعث آسیب مخاط ملتحمه و راه‌های هوایی فوقانی شود. تماس حاد با کلریدهای هیدروژن ممکن است منجر به تحریک غشاهای مخاطی چشم و راه‌های هوایی فوقانی گردد. در تماس با مقادیر بیش از حد مجاز و تماس‌های شدید با کلرید هیدروژن، علائم تنفسی به صورت سرفه و تنگی نفس ظاهر می‌شود. به طور خلاصه، کلرید هیدروژن محرک راه‌های هوایی فوقانی و مخاط ملتحمه می‌باشد. مواجهه با این ماده ممکن است سبب علائم تحریکی حاد و عملکرد ریوی انسدادی قابل برگشت شود.

فسژن یا کربونیل کلراید گازی است بی‌رنگ، سنگین‌تر از هوا، با محلولیت کم در آب و بوی خاصی که به بوی یونجه و علف تازه چیده شده تشبیه شده است. فسژن به علت حلالیت کم در آب، فقط به طور خفیف باعث تحریک چشم‌ها و راه‌های هوایی فوقانی می‌شود. زمانی که فسژن در ریه‌ها رسوب کند، به طور آهسته به اسید هیدروکلریک و دی‌اکسید کربن هیدرولیز می‌شود. افراد در معرض تماس، ممکن است تحریک فوری چشم‌ها و گلو را که معمولاً خفیف و خود محدود شونده است تجربه کنند. به علت ایجاد علائم خفیف، تماس با این گاز غالباً ادامه می‌یابد. چندین

¹-HCl & COCl₂

ساعت بعد از تماس (۸ ساعت) تنگی نفس، احساس کوفتگی قفسه سینه و سرفه خشک، ممکن است ایجاد شود.

۲-۳- خطر فیزیکی:

گروهی دیگر از انواع خطرات فعالیت جوشکاری، خطرات ناشی از عوامل فیزیکی محیط کار می باشد. جوشکاران بعضاً در مواجهه با عوامل زیان آور فیزیکی زیر می باشند:

- صدا
- پرتوها
- میدان های الکترومغناطیسی
- سرما یا گرمای شدید

۳-۲-۱- صدا:

در برخی از عملیات جوشکاری نظیر جوشکاری و برشکاری با پلاسما صدای زیادی تولید می شود (بیش از ۸۵ dBA) که از این لحاظ، می بایست اقدامات لازم به منظور جلوگیری از آسیب به افراد صورت پذیرد. در سایر انواع جوشکاری، صدا معمولاً ناشی از عملیات جانبی نظیر چکش کاری فلز قطعه کار می باشد.

صدای زیاد در محیط کار، ممکن است در دراز مدت، موجب آسیب به سیستم شنوایی گردد، هم چنین مواجهه با صدا عامل ایجاد استرس، فشار خون و بیماری های قلبی، ایجاد خستگی، حالت های عصبی و بی حوصلگی فرد می باشد.

اگر افرادی در یک محیط دارای تراز فشار صدای بالا کار می کنند، کارفرما باید از روش ها و حدود تماس شغلی (تعیین شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور) برای ارزشیابی میزان مواجهه با صدا و تعیین میزان زمان مواجهه مجاز استفاده نماید. اگر تراز فشار صدا به طور متوسط در هشت ساعت به ۸۵ دسی بل می رسد، کارفرما

باید ضمن تلاش برای حذف یا کاهش تراز فشار صدا در محیط کار، گوشی مناسبی را برای فرد جوشکار تهیه و به وی ارائه نموده و سالانه او را تحت معاینات دوره ای پزشکی قرار دهد.

به منظور اندازه گیری میزان مواجهه فرد با صدا، می توان از صداسنج هایی که تراز فشار صوت را در شبکه A اندازه گیری می نمایند، استفاده نمود. علاوه بر اندازه گیری تراز فشار صوت، باید اطلاعاتی را در مورد نحوه مواجهه و مدت زمان مواجهه فرد بدست آورده و سپس نسبت به ارزشیابی و تعیین مجاز یا غیر مجاز بودن مواجهه فرد اقدام نمود.

ضمناً از دزیمترها نیز می توان برای اندازه گیری میزان مواجهه فرد با صدا استفاده نمود. دزیمتری قابل اعتمادترین روش برای اندازه گیری مواجهه کارگر با صدا می باشد زیرا در تمام طول شیفت کاری دزیمتر متصل شده به کارگر، مقدار مواجهه واقعی را اندازه گیری نموده و در پایان شیفت، دز دریافتی واقعی صدا را نشان می دهد.

لازم به ذکر است که قبل از اندازه گیری صدا می بایست از کالیبره بودن صداسنج، اطمینان حاصل نمود. استاندارد کشور ایران که کلیه کارفرمایان ملزم به رعایت آن می باشند توسط کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور مقدار ۸۵ دسی بل برای ۸ ساعت کار تعیین شده است.

برای کنترل صدا در محیط کار، امروزه روش های پیچیده ای ابداع شده و مورد استفاده قرار می گیرند. برخی از این روش ها عبارتند از:

- بهره گیری از کنترل های مدیریتی نظیر دور کردن جوشکاران از نواحی دارای صدای غیر مجاز به منظور کاهش تراز فشار صدای دریافتی
- بهره گیری از کنترل های مهندسی مثل جایگزینی عملیات دارای صدای بالا، با تجهیزات و عملیات کم صدا
- کاهش ارتعاش سطوح مرتعش
- استفاده از مواد جاذب صدا در محیط کار

- استفاده از حصارهای صوتی
- استفاده از سپرها یا موانع صوتی
- استفاده از وسایل حفاظت فردی مانند گوشی های ایمنی رو گوشی و توگوشی.

۳-۲-۲- پرتوها:

پرتوهایی که در عملیات جوشکاری وجود دارند شامل دو نوع پرتو ماوراء بنفش و مادون قرمز می باشند. پرتو ماوراء بنفش بیشتر در جوشکاری قوس الکتریکی به وجود می آید در حالیکه پرتوهای مادون قرمز بیشتر در جوشکاری با اکسی سوخت به وجود می آید. پرتوهای ماوراء بنفش و مادون قرمز بخشی از پرتوهای الکترومغناطیسی می باشند که انرژی آنها برای یونیزاسیون ماده کافی نیست (لذا به این پرتوها، پرتوهای غیریونساز می گویند).

الف- پرتو ماوراء بنفش (UV):

پرتو ماوراء بنفش شامل پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر می شود. پرتو ماوراء بنفش دارای طول موج کوتاه تری (فرکانس بیشتر) نسبت به نور مرئی، اما طول موج بلندتر (فرکانس کمتر) نسبت به پرتوهای X می باشد. پرتو ماوراء بنفش بر حسب طول موج، به سه بخش UV-A، UV-B و UV-C تقسیم می شود. اثرات پرتو فرابنفش شامل اثرات حاد و مزمن بوده و به شرح زیر می باشد:

- اثرات حاد:

الف- آفتاب سوختگی:

اصطلاح پزشکی آفتاب سوختگی، اریتما می باشد. در این عارضه، پوست قرمز می شود و در موارد شدید پوست، تاول زده و پوسته پوسته می شود. از سه باند موجود در پرتو ماوراء بنفش، باند UV-B مؤثرترین بخش ایجاد کننده آفتاب سوختگی می باشد. پوست جهت حفاظت خود در برابر پرتوهای ماوراء بنفش، حالت برنزه پیدا می کند، بدین صورت که تولید رنگدانه های پوست که به آن رنگ می دهند، افزایش یافته و

پوست تیره تر می شود. مواجهه طولانی تر با پرتوهای ماوراء بنفش منجر به ضخیم شدن لایه خارجی پوست می شود. به دلیل کمتر بودن میزان رنگدانه ها در افراد با پوست، مو و چشم های روشن، این افراد به مواجهه به پرتو ماوراء بنفش حساس تر می باشند.

ب - برق زدگی چشم:

به این عارضه برف کوری نیز می گویند و اصطلاح پزشکی آن فتو کراتو کنژونکتیوت (التهاب ملتحمه چشم) است. این عارضه سوزش دردناک قرنیه و ملتحمه (غشاء وصل کننده کره چشم به پلک داخلی) را به همراه دارد. در این عارضه فرد احساس می کند در چشمش چیزی مانند شن وجود دارد و چشم وی به نور حساس می شود. میزان حساسیت چشم به پرتو ماوراء بنفش از پوست بیشتر است زیرا چشم فاقد لایه خارجی شاخی و رنگدانه های حفاظتی است.

علائم معمول حدود ۴-۶ ساعت پس از مواجهه بروز و ۲۴ ساعت پس از مواجهه نیز فروکش می کند و در صورتی که مواجهه شدیدی رخ نداده باشد، آسیب دائمی به چشم وارد نمی شود.

اثرات مزمن:

از اثرات مزمن پرتو ماوراء بنفش می توان به پیری زودرس و سرطان پوست اشاره نمود. بیشترین میزان پرتوهای ماوراء بنفش در جوشکاری با قوس پلاسما، جوشکاری با قوس فلزی گازی و جوشکاری با قوس فلزی با گاز محافظ می باشد و کمترین میزان پرتوهای ماوراء بنفش در جوشکاری با قوس تنگستن ایجاد می شود.

در مکانی که جوشکاری قوس الکتریکی بطور منظم در نزدیکی دیوارهای رنگ شده انجام می شود، دیوارها باید با یک پرداخت و صیقل کاری نهایی که انعکاس کمی برای تابش ماوراء بنفش دارند، رنگ آمیزی شوند. ماده پرداخت کننده باید حاوی رنگدانه های معینی مثل دی اکسید تیتانیم یا اکسید روی باشد. این رنگدانه ها انعکاس کمی برای تابش ماورای بنفش دارند. رنگدانه های رنگی اگر انعکاس را افزایش

ندهند، می توانند به کار گرفته شوند. رنگدانه‌های پودری یا رنگدانه‌های با پایه ذرات فلزی توصیه نمی‌شوند زیرا این نوع رنگدانه‌ها تابش ماوراء بنفش را منعکس می‌کنند.

ب - پرتو مادون قرمز (IR):

پرتو مادون قرمز بیشتر در جوشکاری با گاز ایجاد می‌شود. پرتوهای مادون قرمز دارای اثرات ملایم‌تری نسبت به پرتوهای ماوراء بنفش بوده و عوارض آنها نیز، کمتر می‌باشد.

- اثرات پرتو مادون قرمز:

مهم‌ترین اثر پرتو مادون قرمز، افزایش دمای بافت‌های بدن، پس از جذب پرتو می‌باشد. پرتو مادون قرمز بطور عمده توسط پوست و چشم جذب می‌شود. اثر این پرتو روی عدسی چشم، باعث ایجاد بیماری آب مروارید (کاتاراکت) می‌گردد که آب مروارید شیشه‌سازان نیز نامیده می‌شود ولی در حال حاضر این عارضه در کارگران ذوب فلزات و کارگران کوره‌ها نیز مشاهده می‌شود. علت ایجاد آب مروارید، اثرات گرمایی حاصل از این پرتو می‌باشد و چون عدسی چشم فاقد عروق خونی است به همین دلیل نمی‌تواند گرمای جذب شده را دفع نماید، در نتیجه به تدریج آسیب می‌بیند. دوره نهفته این عارضه در حدود ۲۰-۱۵ سال تعیین شده است. تابش پرتو به میزان زیاد روی چشم، سبب سوختگی شبکیه می‌شود.

- حفاظت در برابر پرتو ماوراء بنفش:

اقدامات کنترلی زیر در صورت اثربخشی می‌تواند جهت جلوگیری از مواجهه بیش از حد کارگران با پرتو ماوراء بنفش مفید باشد:

- آموزش: جوشکاران را باید در مورد ماهیت پرتو ماوراء بنفش، خطرهای آن و نحوه حفاظت از خود در برابر آن آموزش داد.
- محصور سازی: پرتو ماوراء بنفش باید تا آنجایی که امکان دارد در منطقه محصور شده‌ای محدود یا حفظ شود. پرتو ماوراء بنفش را به آسانی می‌توان توسط

مواد مات نظیر مقوا یا چوب محصور نموده و از انتشار آن جلوگیری نمود. مواد شفاف نظیر شیشه، پی وی سی، فلکسی گلاس ها و پلاستیک های شفاف با درجات مختلفی جلوی عبور پرتو ماوراء بنفش را می گیرند. معمولاً پلاستیک های کربناته، حفاظت کافی در برابر پرتو ماوراء بنفش را فراهم می سازند. برخی از انواع شیشه های شفاف (شامل برخی از انواع شیشه های پنجره و شیشه های عینک) مقادیر قابل توجهی از پرتو ماوراء بنفش (باند A) را عبور می دهند. بنابراین با ایجاد مانع مناسب، به خصوص در محل جوشکاری باید افراد دیگر را از پرتوها محافظت نمود. جهت این کار می توان از پرده ای از جنس پلی وینیل کلراید (که به پاراون معروف است) استفاده کرد. به دلیل اینکه رنگ پرده دارای اهمیت ویژه ای است، بنابراین رنگ پرده نباید بازتاب دهنده پرتو باشد و مناسب ترین رنگ، رنگی است که در آن از اکسید روی و اکسید تیتانیوم استفاده شده باشد. ماده حفاظتی دیگر برای محصورسازی، شیشه هایی می باشد که طول موج خطرناک پرتو را جذب می کند.

- محدودیت مواجهه کارگر: مواجهه کارگر با پرتو ماوراء بنفش باید محدود گردد و سایر کارگران نیز در فاصله دورتری نسبت به محل جوشکاری قرار گیرند. قانون عکس مجذور فاصله در مورد پرتو ماوراء بنفش نیز صادق است به نحوی که شدت پرتو با عکس مجذور فاصله از منبع کاهش می یابد.
- استفاده از وسایل حفاظت فردی: کارگر باید از وسایل حفاظت فردی مناسب، مانند نقاب صورت (ماسک جوشکاری)، عینک مخصوص، دستکش جوشکاری و پیشبند چرمی در هنگام جوشکاری استفاده نماید. معمولاً استفاده از لباس فلانل بر نوع چرم آن برتری دارد.

۳-۲-۳- گرما:

گرمای شدید و جرقه های ناشی از جوشکاری ممکن است باعث سوختگی بخش هایی از بدن کارگر در حین جوشکاری شود. جراحات چشمی نیز از تماس با خاکستر داغ،

تراشه فلزات، جرقه ها و الکترودهای داغ حاصل می شود، به علاوه، تماس طولانی مدت با گرما منجر به استرس حرارتی در فرد خواهد گردید. جوشکاران بایستی از علائم گرمزدگی هم چون خستگی، سرگیجه، کم اشتها، تهوع، درد ناحیه شکمی و بی حوصلگی آگاهی داشته باشند. تهویه، جداسازی و ایجاد فاصله مناسب با منبع حرارتی، رعایت فواصل استراحت و نوشیدن مایعات مناسب می-تواند افراد را در برابر خطرات مرتبط با گرما محافظت نماید.

۳-۳- خطرات ارگونومیکی :

بسیاری از آسیب ها و جراحات جوشکاران در نتیجه کشیدگی، در رفتگی، و یا تغییر شکل عضلات آنها می باشد. جوشکاران اغلب مجبورند که:

- وسایل و تجهیزات سنگین را بردارند یا حرکت دهند.
- به مدت طولانی در موقعیت نامناسب کار کنند.
- ابزار سنگین جوشکاری را به مدت طولانی در دست نگهدارند.

جوشکاری شغلی است که می تواند باعث کار در وضعیت های بدنی نامطلوب و حمل تجهیزات سنگین گردد. در حین جوشکاری معمولاً فشار زیادی روی بازو و شانه فرد وارد می گردد.

از جمله عوامل مستعد کننده عوارض اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (WMSDs)^۱ در عملیات جوشکاری وضعیت های بدنی نامطلوب بخصوص در قسمت مچ دست و کمر، بلند کردن تجهیزات سنگین، انجام فعالیت استاتیک، یکنواختی کار و... می باشد.

مهمترین پیامدهای ناشی از نامناسب بودن وضعیت کاری را می توان به شرح ذیل بیان نمود:

- کاهش بهره وری و کیفیت

^۱-Work-Related Musculoskeletal Disorders

- غیبت از کار به دلیل صدمه یا بیماری
- هزینه‌های مربوط به درمان و جایگزینی جوشکاران

۳-۳-۱- خطرات اسکلتی - عضلانی رایج در عملیات جوشکاری:

در بین جوشکاران شکایت از بیماری های اسکلتی- عضلانی نظیر صدمات در ناحیه فوقانی پشت، درد شانه، کاهش قدرت ماهیچه‌ها، 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 ارتعاش در حین کار و حمل بارهای سنگین) در بروز اختلالات و بیماری های فوق مؤثر است.

۳-۳-۲- روش های مناسب جهت ارتقاء ارگونومی در جوشکاری:

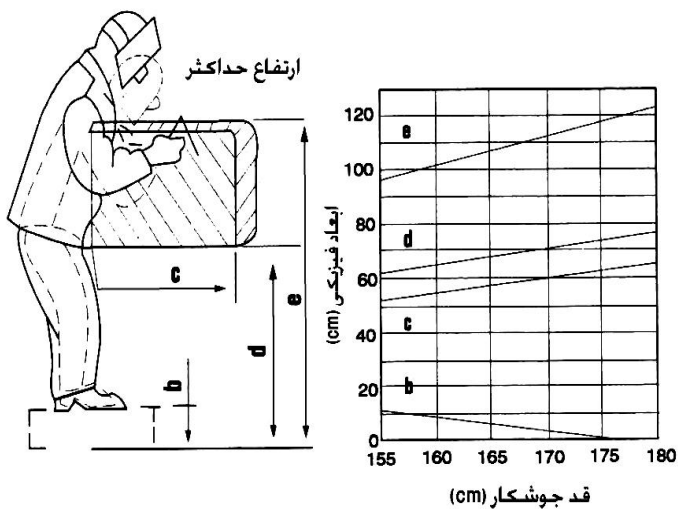
برای حذف و یا کاهش عوارض ارگونومیک ناشی از حمل اشیاء سنگین در حین عملیات جوشکاری می توان از روش های زیر استفاده نمود:

- استفاده از تجهیزات جوشکاری سبک تر و راحت تر برای حمل
 - استفاده از کابل های سبک تر با قابلیت انعطاف بیشتر (سختی کمتر)
 - استفاده از وسایل نگهدارنده کابل (بالانسرها)
 - استفاده از جرثقیل های سقفی
 - استفاده از میزهای بالابر و دارای قابلیت چرخش (میز با قابلیت تنظیم ارتفاع)
- برای حذف و یا کاهش عوارض ارگونومیک ناشی از وضعیت های بدنی نامناسب در حین عملیات جوشکاری می توان از روش های زیر استفاده نمود:
- قرار دادن قطعه کار در ارتفاع کمر در صورت امکان
 - استفاده از میزهای بالابر (میز با قابلیت تنظیم ارتفاع)
 - استفاده از تفنگ های جوشکاری دارای قابلیت حرکت و طراحی شده به صورتی که با هر دو دست بتوان با آن کار کرد.

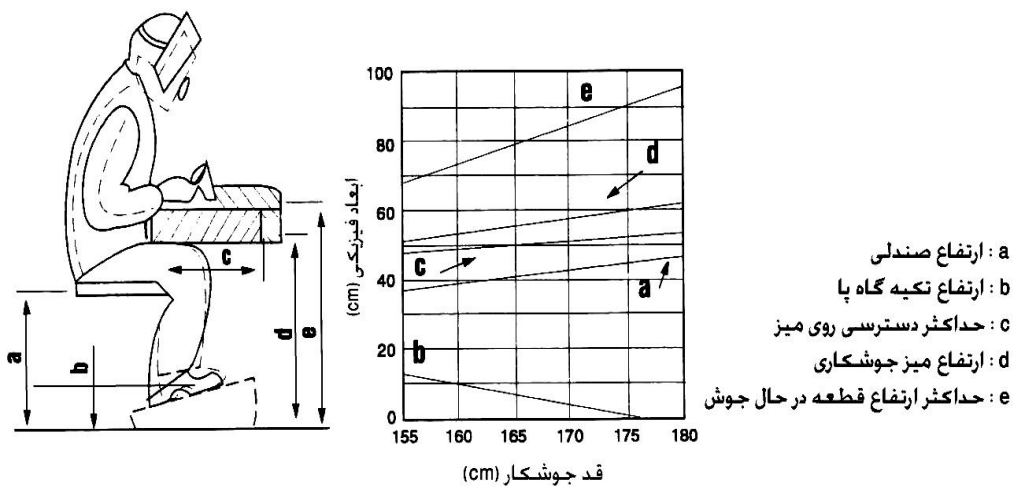
- استفاده از میزکاری و حفظ وضعیت بدنی ایمن تر به منظور کاهش خم شدن کمر در حین انجام جوشکاری روی زمین.
به منظور طراحی مناسب صندلی و میز کار جوشکاری می توان از راهنمای ارائه شده در شکل زیر استفاده نمود.^۱

^۱-Golavatjuk et.al,creation of optimum labour conditions for electric welders with regard to ergonomic requirements.IIW Calloquim on Welding and health , Lisboa (1980)

طراحی میز جوشکاری برای جوشکار ایستاده



طراحی میز کاری برای جوشکاری نشسته

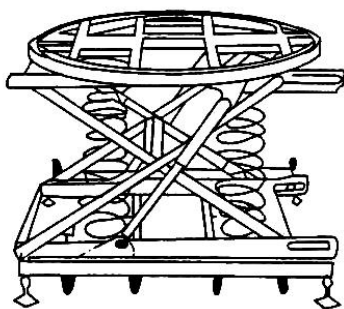


شکل ۱ - راهنمای طراحی میز و صندلی برای جوشکار

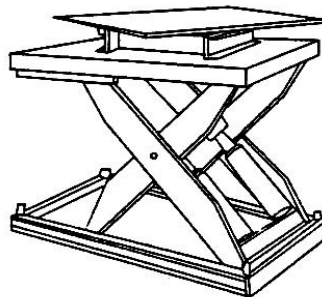
۳-۳-۳- وضعیت بدنی مناسب در حین جوشکاری:

راهنمایی های زیر می تواند در کاهش وضعیت بدنی نامناسب جوشکاران نقش مهمی ایفا کند، مفاد این دستورالعمل ها می تواند به شرح زیر باشد:

- علائم ایجاد اختلالات اسکلتی-عضلانی را بیاموزید. وضعیت‌های بدنی تکراری نامناسب می‌تواند صدمه‌زا باشد.
- از وضعیت‌های بدنی نامناسبی که می‌توانند باعث خستگی، کاهش تمرکز و کاهش کیفیت جوش می‌شوند، خودداری نمایید.
- تا حد امکان دست‌هایتان را در پایین‌تر از سطح شانه بکار گیرید.
- از کار کردن در یک وضعیت بدنی ثابت ایستاده و یا نشسته، خودداری نمایید.
- تا حد امکان قطعه کار را در ارتفاع آرنج تنظیم نمایید.
- در صورت ایستادن به مدت طولانی از زیرپایی مناسب استفاده نمایید.
- تا حد امکان از ایجاد خمش و پیچش در ناحیه کمر اجتناب نمایید.
- جهت پیشگیری از کشیدن بدن و خم کردن کمر، ابزار و مواد را تا حد امکان در محدوده دسترسی قرار دهید.
- از میز با قابلیت تنظیم ارتفاع، به منظور حفظ وضعیت بدنی مناسب و جلوگیری از خمش کمر استفاده نمایید. (شکل ۲)



بالابر دارای قابلیت چرخش



بالابر قیچی مانند

شکل ۲- وسایل کمک‌کننده به تنظیم ارتفاع سطح کار

در جایی که جوشکار مجبور است عملیات جوشکاری را در حالت زانو زده انجام دهد، نکات زیر توصیه می‌شود:

- تنش وارده بر عضلات ران را از طریق افزایش زاویه زانو کاهش دهید.
- فشار وارده به زانو، قوزک پا و ناحیه لومبار (قسمت میانی پشت تا کمر) را کاهش دهید.
- طوری قرار بگیرید که گردش خون در پاها به خوبی انجام گیرد.
- به هیچ وجه به مدت طولانی در وضعیت زانو زده قرار نگیرید.
- به ازاء ۱ ساعت کار ۱۰ دقیقه از جا برخاسته و کمی قدم بزنید.

۳-۴- خطرات بیولوژیکی:

در این رشته صنعتی خطرات بیولوژیک ناشی از فرایند کار ناچیز است، زیرا عملیات جوشکاری، مواد و ابزار مورد استفاده محیطی برای رشد و انتشار عوامل بیولوژیک پدید نمی آورند. اما مانند هر محیط کار دیگری به علت کار در محیط پر گرد و غبار و احتمال بریدن دست ها و سایر اعضاء بدن، خطر آلوده شدن زخم ها با خاک وجود دارد که خود ریسک بروز بیماری کزاز را در پی دارد. لذا اکیدا توصیه می شود جوشکاران نسبت به تکمیل واکسیناسیون بطور کلی، و دریافت صحیح واکسن کزاز بطور اختصاصی اقدام نمایند.

از آن جایی که عملیات جوشکاری در مقیاس کارگاهی، عمدتاً در کارگاه های کوچک و نسبتاً فاقد تاسیسات رفاهی و بهداشتی استاندارد صورت می گیرد، جوشکاران باید مواظب باشند که قبل از خوردن و آشامیدن، حتماً دستان خود را با آب و صابون کاملاً تمیز نمایند، از وسایل غذا خوری شخصی استفاده نمایند و از غذاهای مانده که خارج از یخچال و در شرایط غیر بهداشتی نگهداری شده باشند، استفاده ننمایند. زیرا عدم رعایت موارد یاد شده می تواند موجب مسمومیت و انتقال بیماری گردند.

۴- کنترل خطرات بهداشتی محیط کار:

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.

هم چنین تحقیق و بررسی در مورد برگه های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)^۱ 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 به کار گرفت:

۴-۱- کنترل های مهندسی:

۴-۱-۱- 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 آزرستی استفاده کنید.

۴-۱-۲- تهویه:

بایستی برای از بین بردن فیوم ها و گازهای مضر از تهویه مناسب استفاده نمود. تهویه موضعی^۲ 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 دستگاه های دارای تهویه یا

^۱MSDS: Material safety Data sheet

^۲ local exhaust ventilation

هودهایی که نزدیک محل جوشکاری نصب می‌شوند، انجام داد. سیستم تهویه باید به طور منظم تمیز و بازبینی گردد.

از معابر خروجی سقف، درها یا پنجره های باز، فن های سقفی یا فن های نصب شده در کف برای جریان هوا در محل کارگاه بعنوان تهویه عمومی¹ 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 به کار رود.

در جوشکاری با گاز محافظ، تهویه موضعی را می توان با یک فن مکنده انجام داد که می تواند تماس کارگر را با فیوم جوشکاری به میزان ۷۰ درصد کاهش دهد.

هودها و کانال های خروجی هوا بایستی از مواد مقاوم در برابر حریق ساخته شوند. در گذشته اکثر شرکت ها ترجیح می دادند که فیوم های متراکم را از نزدیک کارگر گرفته و به سهولت آنها را به اتمسفر تخلیه کنند. امروزه بیشتر قوانین کنترل آلودگی، صریحاً این نوع عملکرد را غیر قابل قبول می دانند. جمع آوری و فیلتراسیون صحیح فیوم ها و گرد و غبار جوشکاری مسئله مهمی است که جهت تامین حفاظت کارگران در هر کشوری مورد توجه قرار می گیرد. با انتخاب سیستم فیلتراسیون دارای راندمان بالا که خوب طراحی شده باشد، فواید دیگری نیز حاصل می گردد. هوای حرارت دیده یا خنک شده مورد فیلتراسیون ممکن است علاوه بر تخلیه به خارج از محیط کار، مجدداً سیر کوله شده و به محل کار بازگردانده شود. که منجر به هزاران دلار در سال صرفه جویی در انرژی می شود. هم چنین سازمان جهانی محیط زیست (EPA)²، صنایع را ملزم به گزارش نوع و میزان آلاینده های رها شده در هوای محیط زیست می کند. گردش مجدد تصفیه شده نیاز به گزارش کردن میزان انتشار آلاینده های حاصل از جوشکاری را به هوای محیط مرتفع می کند. فیوم یا ذرات حاصل از جوشکاری،

¹ General ventilation

² Environmental Protection Agency

برش کاری و لحیم کاری می توانند خیلی سبک باشند؛ لذا کنترل آن‌ها مشکل است. بنابراین در اکثر موارد استفاده از یک سیستم کنترل آلودگی در منبع آن یا به کار بردن برخی از انواع هودها که جهت مکش آلاینده‌ها، نزدیک به سطح کار قرار می‌گیرند، مطلوب است. هود باید به اندازه کافی نزدیک به سطح کار قرار گیرد تا مکش کافی ایجاد کند، اما باید به اندازه و فاصله ای نگهداری شود تا گاز محافظ جوشکاری را مورد مکش قرار ندهد. طرح هود نیز باید مطابق با عملیات مخصوص جوشکاری باشد. روش ثابت و دائمی برای یک یا دو عملیات جوشکاری، می‌تواند جهت تامین بهترین مکش و جمع آوری هوا طراحی شود. در حالی که در یک عملیات جوشکاری که چند موضع جوشکاری دارد، مشعل جوشکاری می‌تواند منجر به اشکال در وضعیت گیری و قرار گرفتن هود شود. در این موارد، استفاده از هودهای متحرک یا حتی کلکتورهای (وسایل جمع آوری کننده) فیوم یا گرد و غبار پرتابل که کارگر می‌تواند به طور دستی به آن وضعیت دهد، مطلوب است. در بعضی از موارد جمع آوری آلاینده‌ها در منبع تولید آن، غیر عملی است. در چنین مواردی یک سیستم کنترل مرکزی باید مورد استفاده قرار گیرد تا هوای آلوده محیط را گرفته و آلاینده‌های حاصل از عملیات جوشکاری و منابع دیگر آلودگی را فیلتره کند.

۴-۱-۲-۱- انواع فیلتراسیون:

پس از مکش فیوم یا ذرات جوشکاری، توسط کانال‌هایی وارد سیستم فیلتراسیون می‌شوند. معمولاً سه نوع اصلی فیلتراسیون برای عملیات جوشکاری به کار می‌رود:

الف- رسوب دهنده های الکترونیکی :

که هوا را به صورت الکتریکی مورد فیلتراسیون قرار می‌دهند. وقتی فیوم یا ذرات جوشکاری وارد این سیستم می‌شوند، به طور الکترواستاتیکی باردار شده و جذب صفحه ای با بار مخالف می‌شوند. رسوب دهنده های الکترواستاتیکی می‌توانند ذرات خیلی ریز و کوچک را به دام اندازند. وقتی صفحات جمع آوری کننده سیستم با

ذرات یا فیوم های باردار گرفته و مسدود می شوند؛ ذرات، متراکم و انباشته می شوند و ممکن است به طور تصادفی از صفحات جدا شده و وارد جریان هوای عبوری گردند و مجدداً وارد محیط کار شوند. این روش باعث تولید گاز ازن نیز می شود. با این همه، باید به طور مرتب اندازه گیری شود تا مطابق با حدود مجاز استاندارد تعیین شده توسط سازمان OSHA باشد.

ب- بک فیلترها (فیلترهای کیسه ای):

این فیلترها چندین دهه مورد استفاده قرار گرفته اند. اکثر این سیستم ها از مکانیسم لرزشی یا ارتعاشی پالس جت هوای فشرده جهت تمیز کردن سطح کیسه ها از فیوم ها و گردوغبارهای جمع آوری شده روی آنها استفاده می کنند. به خاطر توانایی آنها در جابجایی و انتقال انواع وسیعی از آلاینده ها، بک فیلترها روش عمده جمع آوری فیوم و ذرات آلوده کننده شده اند. در سیستم یک فیلتر، قسمت ورودی هوا به سیستم که مجهز به یک صفحه مانع یا Baffle است، که باعث جداسازی ذرات بزرگ قبل از رسیدن به سطح کیسه فیلترها می شود. پالس جت ها، هوای فشرده را از قسمت بالای کیسه ها به داخل کیسه ها می دمند که باعث جداسازی و کنده شدن فیوم و ذرات جمع آوری شده از سطح کیسه ها می شود. کیسه ها با نفوذ پذیری یا نسبت هوا به سطح فیلتر بالاتری از فیلتر کارتریج ها عمل می کنند که خود موجب افت فشار و مصرف انرژی بیشتری می شود.

۳- فیلترهای کارتریج :

جدیدترین تکنولوژی در جمع آوری فیوم و ذرات آلاینده است. این سیستم ها از کارتریج های سفت و چین داری به جای کیسه فیلتر استفاده می کنند که در نتیجه ایجاد سطح فیلتراسیون زیادی را در یک پکیج کوچک امکان پذیر می سازد. گردوغبار و فیوم ها روی جدار خارجی کارتریج ها جمع آوری شده و هنگامی که سیستم در حال کار است، توسط مکانیسم پالس معکوس جت هوای فشرده تمیز می شوند. کلکتورها یا فیلترهای کارتریج کاربرد عمومی کسب می کنند، زیرا ماکزیمم

کارایی را با حداقل فضای لازم فراهم می کنند. مزایای دیگر آن راندمان فوق العاده بالا، افت فشار پایین و مصرف انرژی کم است.

انتخاب پارچه یا سطوح فیلتراسیون

قلب هر سیستم تصفیه کننده هوا از نوع بک فیلتر یا کارتریجی، پارچه یا مدیای فیلتراسیون است. بک فیلترها با انواع پارچه ها وجود دارند، از جمله پارچه هایی از جنس الیاف فایبرگلاس و مصنوعی (سنتتیک). چون کیسه های فیلتر با نسبت هوا به سطح فیلتراسیون بالا تر یا نفوذ پذیری بیشتری از کارتریج ها کار می کنند، در نتیجه افت فشار بیشتر و مصرف انرژی بالاتری را دارند. کیسه های فیلتری که برای عملیاتی با سرعت زیاد جریان هوا به کار می روند، ممکن است دچار نشستی یا جریان نفوذی گرد و غبار ریز از پارچه فیلتر و در نتیجه کاهش راندمان شوند. مدیا یا سطح فیلتراسیون در کلکتورهای کارتریجی معمولاً یک پارچه نبافته از جنس سلولز یا دیگر الیاف مصنوعی یا پارچه های روکش شده یا تفلون یا آغشته به کربن هستند. چون سطح فیلتراسیون زیادی در فیلترهای کارتریج موجود است، سرعت تماسی هوا خیلی پائین است. تراکم مدیا و سطح فیلتراسیون در این نوع فیلترها باعث گرفتن فیوم یا ذرات زیادی می شود. چون آلاینده ها روی سطح پارچه یا مدیا جمع آوری می شوند، یک اثر فیلتراسیون ثانویه نیز به وجود می آید. بهترین سرعت سطحی اغلب با استفاده از بهترین پکیج های سخت افزار، نرم افزار و حصول نتایج مطلوب به کار می رود. در صنعت جمع آوری فیوم و ذرات، این سرعت سطحی به صورت نسبت هوا به سطح فیلتراسیون مشخص شده و بر حسب فوت مکعب در دقیقه سرعت هوا بر فوت مربع سطح فیلتر (Cfm/ft²) بیان می شود. برای مثال در صورتی که ۵۷۶۰ Cfm هوا توسط یک کلکتور کارتریجی دارای ۱۶ کارتریج تصفیه شود، به طوری که هر کارتریج دارای ۲۴۰ فوت مربع سطح فیلتراسیون باشد، نسبت هوا به سطح فیلتراسیون عبارتند از:

$$۲۴۰ \text{ فوت مربع} : ۱۶ \text{ عدد کارتریج} : ۵۷۶۰$$

هر کارتریج

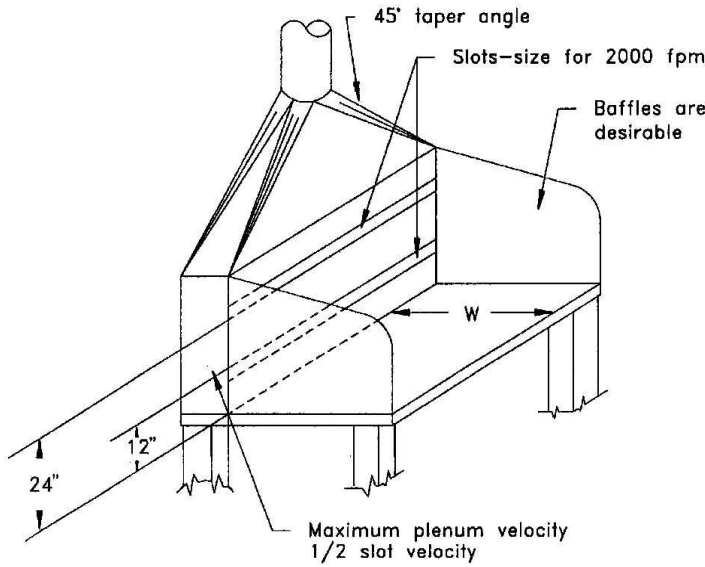
نسبت هوا به سطح فیلتراسیون $1/5 \text{ ft}$ = به طور کلی نسبت هوا به سطح فیلتراسیون پایین تر، باعث عملیات ایمن تر min و تمیز و تجهیزات و فرایندهای صنعتی آلوده کننده می شود. وقتی که نسبت هوا به سطح فیلتراسیون بالاتری انتخاب شود، آلاینده با سرعت های بیشتری روی سطح فیلتراسیون برخورد خواهد کرد. این مسئله ممکن است باعث فرورفتن فیوم و ذرات در پارچه یا مدیا شود، که منجر به عدم تاثیر مکانیسم تمیز کننده کارتریج ها می شود. در صورتی که از نظر فضا و مکان یا سرمایه پولی محدودیت وجود داشته باشد، نسبت بالاتر هوا به سطح فیلتراسیون ممکن است ضروری باشد.

همان طور که قبلاً ذکر شد، این مسئله منجر به کوتاه تر شدن دوام فیلتر و افت فشار بیشتر خواهد شد. از طرف دیگر، اگر سیستمی با دفعات سرویس دهی طولانی تری به دلایل دیگری مورد نظر باشد، نسبت پائین تر هوا به سطح فیلتراسیون باید در نظر گرفته شود. هنگام طراحی سیستم، باید نکات ذکر شده فوق کاملاً در نظر گرفته شود.

۴-۱-۲-۲-تهویه موضعی:

این سیستم تهویه به نوعی دارای اولویت بوده و در صورت امکان باید از آن استفاده نمود زیرا عملیات جوشکاری، غلظت های زیادی از فیوم ها و گازها را در محل جوشکاری تولید می نماید. در مقایسه با تهویه عمومی، تهویه موضعی آلاینده ها را در منبع تولیدشان به دام انداخته و آنها را از محیط کار خارج می نماید و به همین لحاظ با این روش کنترل بهتری در خصوص آلاینده ها اعمال می گردد. اجزای سیستم تهویه موضعی شامل هود، کانال ها، پالایشگر هوا، فن، و کلاهیک می باشد. شکل های زیر انواع رایج سیستم های تهویه موضعی توصیه شده توسط انجمن متخصصین بهداشت صنعتی امریکا را نشان می دهند:

VS-90-01



$Q = 350 \text{ cfm/ft of hood length}$
Hood length = required working space
 $W = 24"$ maximum, if $W > 24"$ see chapter 3
Minimum duct velocity = 2000 fpm
 $h_e = 1.78 VP_s + 0.25 VP_d$

General ventilation, where local exhaust can not be used:

Rod, diam.	Cfm/welder
5/32	1000
3/16	1500
1/4	3500
3/8	4500

or

- A. For open areas, where welding fume can rise away from the breathing zone:
cfm required = 800 x lb/hour rod used
- B. For enclosed areas or positions where fume does not readily escape breathing zone:
cfm required = 1600 x lb/hour rod used

For toxic materials higher airflows are necessary and operator may require respiratory protection equipment.

Other types of hoods

Local exhaust: See VS-90-02

Booth: For design see VS-90-30

$Q = 100 \text{ cfm/ft}^2$ of face opening

MIG welding may require precise air flow control

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

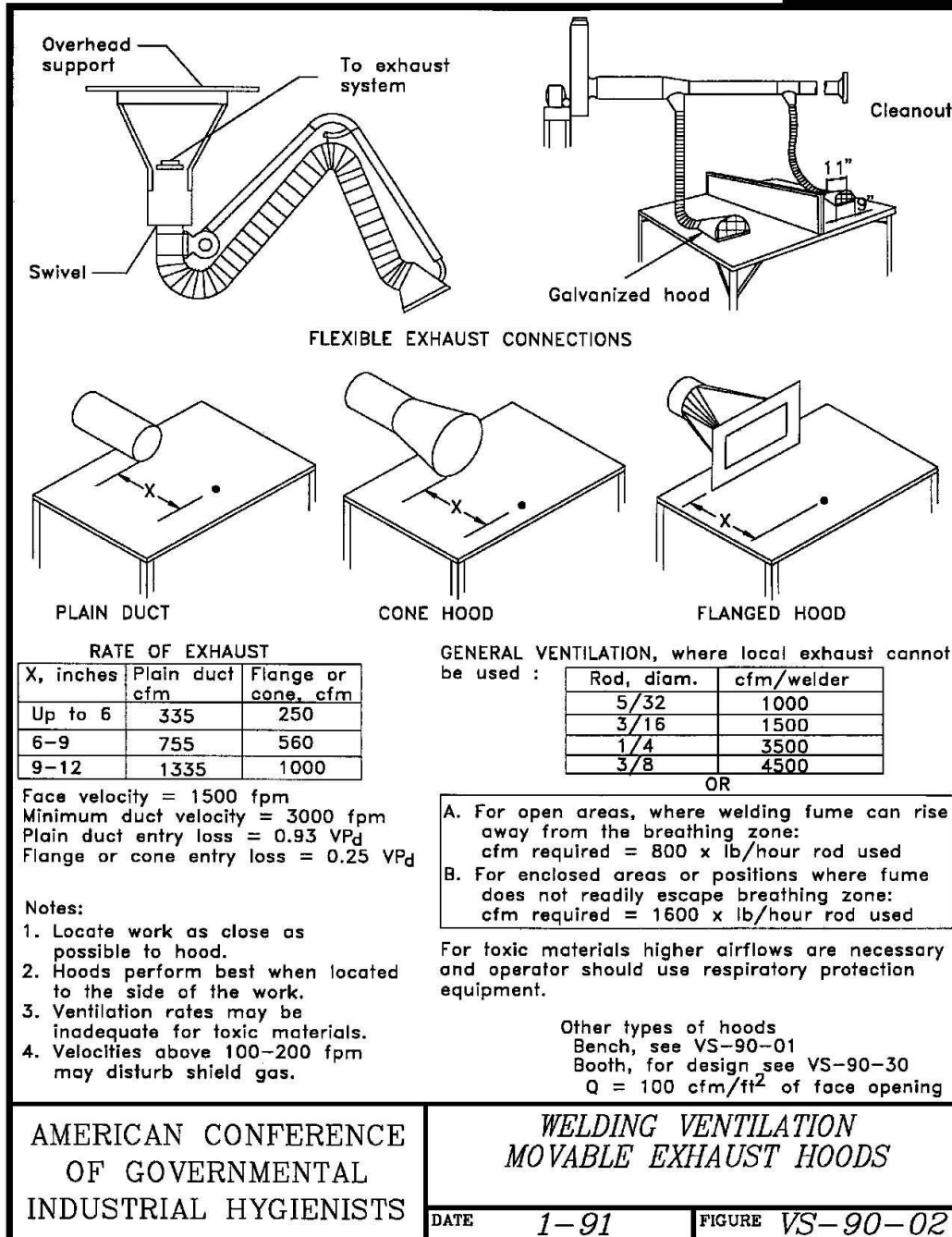
WELDING VENTILATION
BENCH HOOD

DATE 1-91

FIGURE VS-90-01

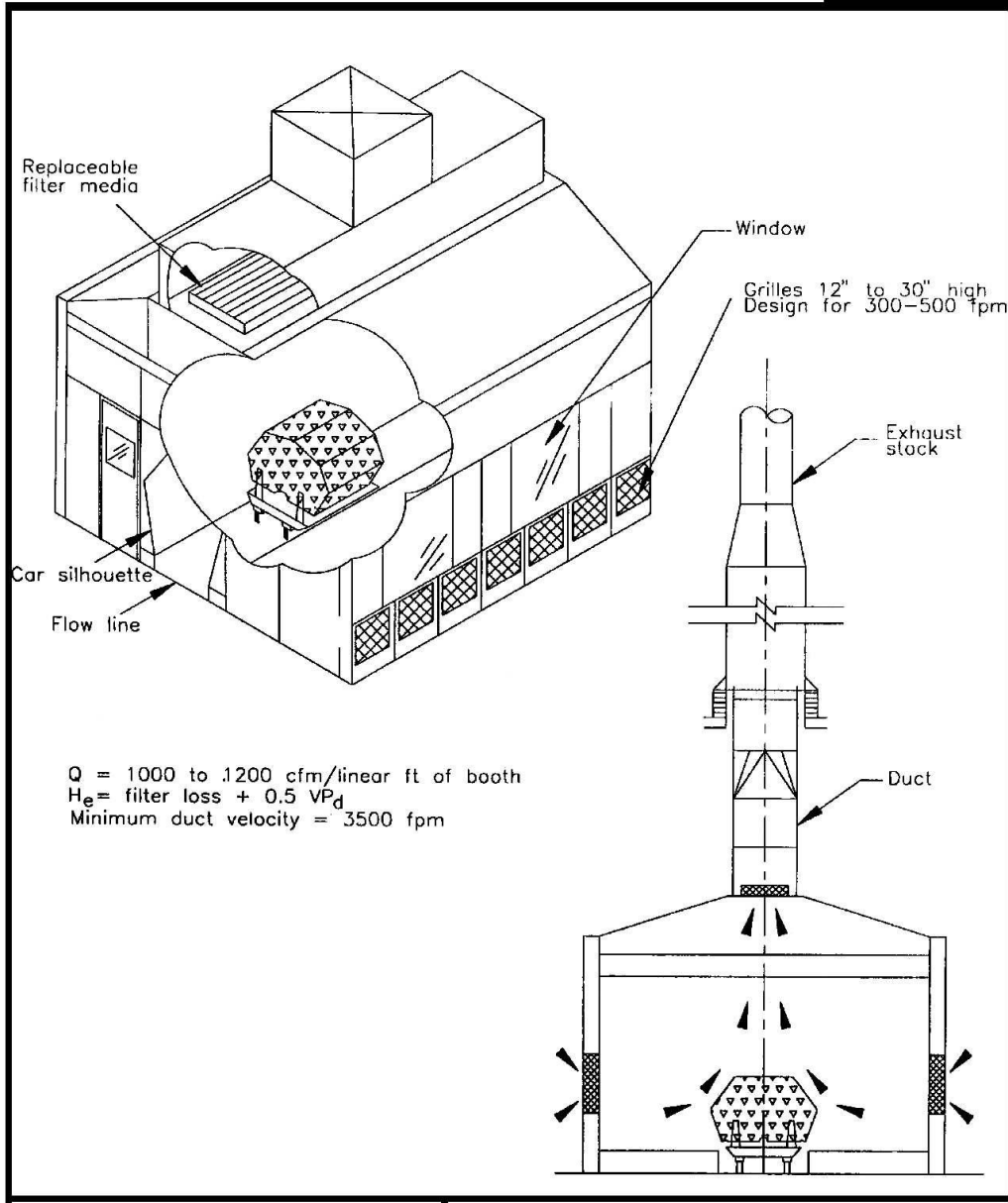
شکل ۳ - هود تهویه‌ای میزی اختصاصی برای جوشکاری

VS-90-02



شکل ۴ - هودهای متحرک قابل استفاده در انواع جوشکاری متحرک

VS-90-03



AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

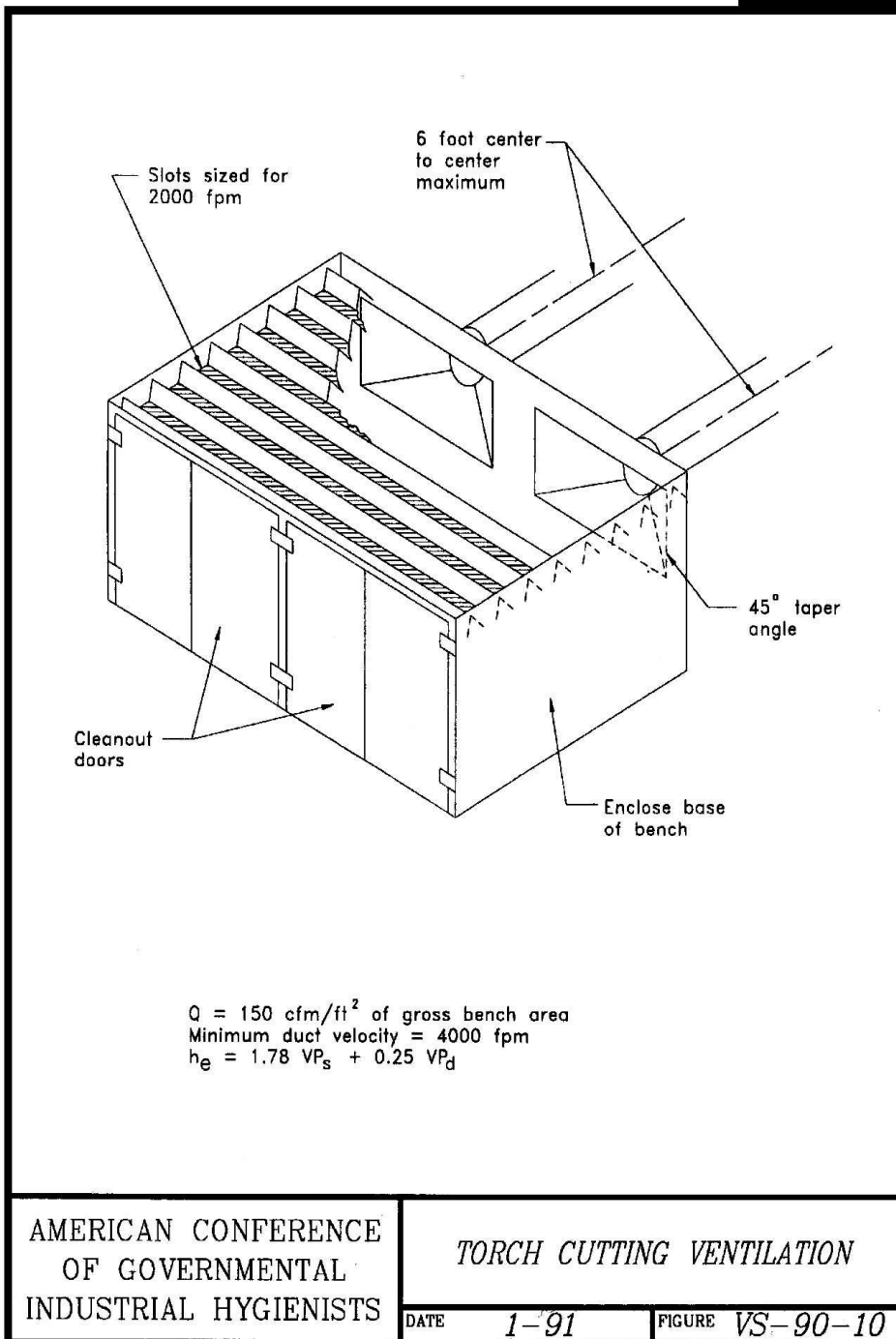
PRODUCTION LINE
WELDING BOOTH

DATE 2-91

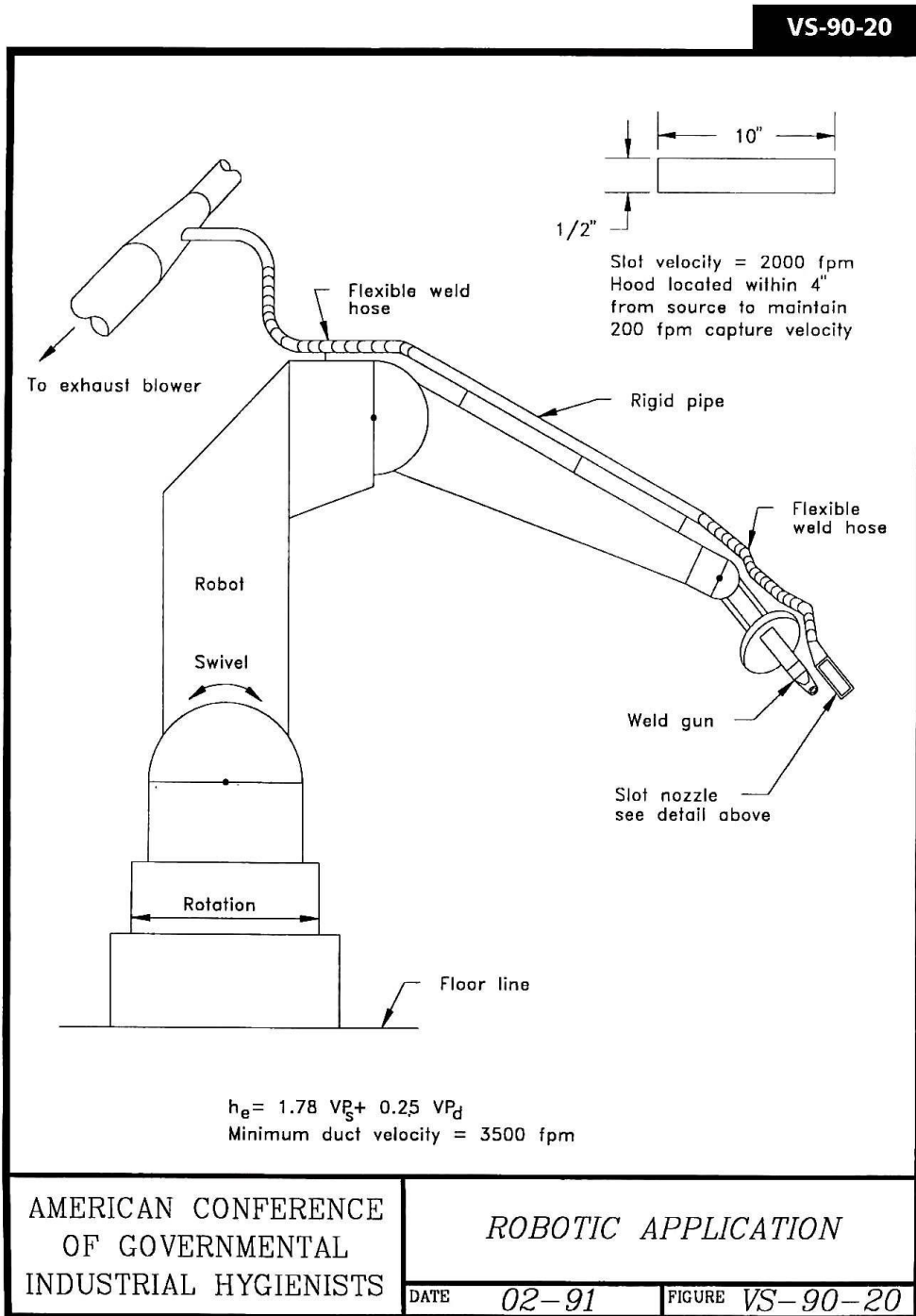
FIGURE VS-90-03

شکل ۵- اتاقک تهویه شونده جوشکاری در خط تولید

VS-90-10



شکل ۶ - تهویه برای برشکاری با مشعل



شکل ۷- سیستم تهویه موضعی برای جوشکاری با ربات

۴-۱-۳- حفاظ گذاری :

- از دیواره هایی با پوشش مناسب جهت حفاظت افراد دیگری که در محل کار حضور دارند در برابر تشعشعات 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.

۴-۱-۴- اعمال بهداشتی :

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 های تولیدی را کاهش دهد.

- هنگام جوشکاری یا برش در موقعیتی قرار بگیرید که سر شما در معرض جریان هوای حاوی 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 ۲۰۰ فوتی (۶۱ متری) از حلال ها یا مواد چربی زدا انجام داد.

۴-۲-وسایل حفاظت فردی :

تجهیزات و وسایل حفاظت فردی باید در کنار کنترل های مهندسی و اقدامات ایمنی و پیشگیرانه به کار روند و نه اینکه جایگزین آنها گردند.

۴-۲-۱-محافظت از چشم :

در کلیه عملیات جوشکاری حفاظت از چشم ها ضروری می باشد تا آنها را از نور، گرما، اشعه ماوراءبنفش و پرتاب جرقه ها محافظت نماید. برای حفاظت بهتر، از ماسک های پوششی صورت یا کلاه ایمنی به همراه عینک استفاده نمایید. هنگامی که ماسک حفاظتی را از روی صورت بر می دارید برای جلوگیری از پرتاب ذرات به چشم ها، سرخود را کج نگاه داشته و چشمانتان را ببندید.

در مورد جوشکاری یا برش با قوس الکتریکی، جوشکاری با گاز اکسید کننده، لحیم کاری و یا برش، کلاه های ایمنی، عینک و دیگر وسایل حفاظتی باید دارای فیلتر و یا لنزهای مخصوص باشند.

استاندارد OSHA بیان می دارد که کارگرانی که عملیات جوشکاری یا برش انجام می دهند باید با لنزها یا فیلترهایی مطابق با جدول ۱ محافظت شوند :

شماره و نوع فیلتر برای حفاظت در مقابل انرژی تشعشعی	
شماره	نوع عملیات جوشکاری
۱۰	جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی با استفاده از الکتروودهای به قطر ۱/۱۶ و ۳/۳۲ و ۱/۸ و ۵/۳۲ اینچ
۱۱	جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (غیر آهنی) با استفاده از الکتروودهای به قطر ۱/۱۶ و ۳/۳۲ و ۱/۸ و ۵/۳۲ اینچ
۱۲	جوشکاری قوس الکتریکی با گاز محافظ (آهنی) با استفاده از الکتروودهای به قطر ۱/۱۶ و ۳/۳۲ و ۱/۸ و ۵/۳۲ اینچ
۱۲	جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود دستی با استفاده از الکتروودهای به قطر ۳/۱۶ و ۷/۳۲ و ۱/۴ اینچ
۱۴	الکتروودهای به قطر ۳/۸ و ۵/۱۶ اینچ
۱۰-۱۴	جوشکاری با اتم هیدروژن
۱۴	جوشکاری با شعله کربنی
۲	لحیم کاری
۳ یا ۴	لحیم کاری با مشعل
۳ یا ۴	برش سبک تا ۱ اینچ
۴ یا ۵	برش متوسط ۱ تا ۶ اینچ
۵ یا ۶	برش سنگین بیش از ۶ اینچ
۴ یا ۵	جوشکاری با گاز (سبک) تا ۱/۸ اینچ
۵ یا ۶	جوشکاری با گاز (متوسط) ۱/۸ تا ۱/۲ اینچ
۶ یا ۸	جوشکاری با گاز (سنگین) بالای ۱/۲ اینچ

جدول ۱ - لنزها و فیلترهای محافظ چشم

۴-۲-۲- لباس حفاظتی :

لباس محافظی که جوشکاران و افراد نزدیک به محل جوشکاری باید بر تن داشته باشند شامل موارد زیر است :

- دستکش مقاوم در برابر آتش، کلاه، کفش های ایمنی دارای پنجه حفاظت شده، پیش بند چرمی، سپر حفاظتی صورت، لباس کار مقاوم در برابر شعله، عینک حفاظتی، کلاه ایمنی، گتر یا چکمه ساق دار.

- لباس محافظ باید از پشم یا پارچه های کتانی مخصوص که به آسانی شعله نمی گیرد ساخته شود. آستین و یقه لباس بایستی بسته و شلوار و بلوز نیز بدون لبه دوپل یا برگردان باشد.

- جوشکاران باید از هلمت های ایمنی همراه با لنزهای فیلتری مناسب استفاده کنند نه این که صفحاتی را به عنوان نقاب در دست بگیرند. در زمانی که جوشکاری در بالای سر فرد انجام می شود، محافظت بیشتری لازم است مثل پوشش شانه که مقاوم در برابر آتش باشد، پیش بند، سر بند، گتر و لباس کار.

- از آنجایی که جوشکاران با مواد سمی سر و کار دارند، کمدهایی باید تهیه شود تا لباس کار آن ها جدا از لباس های معمولی نگهداری گردد. لباس کار باید توسط کارفرما به

خشک شویی فرستاده شود. حمام و رختکن نیز باید در نظر گرفته شود تا کارگران بتوانند در پایان کار لباس های خود را تعویض نمایند.

۴-۲-۳- محافظت از گوش:

باید هنگام کار در سر و صدای زیاد از حفاظ گوش یا گوشی های محافظ (ایرپلاک^۴ یا ایرماف^۵) استفاده نمود. هم چنین هنگامی که در فضا بارش و پاشش جرقه وجود

^۴ Ear plug
^۵ Ear muffs

دارد به طوری که ممکن است این جرقه ها وارد گوش شود، استفاده از گوشی ضروری است.

۴-۲-۴- تجهیزات تنفسی:

تجهیزات تنفسی 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 عنوان می کند که در مکان-هایی 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.

۴-۳- معاینات دوره ای:

متاسفانه اغلب بیماری های ناشی از کار درمان قطعی ندارند ولی در مقابل باید متذکر شد که خوشبختانه اغلب آن ها قابل پیش بینی و پیشگیری هستند. یکی از ابزارهای مهمی که در کنار اندازه گیری و ارزیابی خطرات بهداشتی در محیط کار مانند تعیین غلظت آلاینده های شیمیایی می تواند در کشف زودرس بیماری های ناشی از کار و در نتیجه شروع اقدامات حفاظتی، بسیار مفید خواهد بود، برنامه معاینات دوره ای است. معاینات دوره ای علاوه بر امکان کشف علائم بیماری های ناشی از کار، به عنوان یک ابزار عمومی در کشف و پیشگیری و درمان بیماری های عمومی تهدید کننده بهداشت پرسنل، مؤثر خواهد بود. کارفرمایان بهتر است حداقل سالی یکبار نسبت به انجام معاینات عمومی برای همه پرسنل و انجام آزمایشات و تست های اختصاصی مانند اسپرومتری، رادیوگرافی، شنوایی سنجی و حتی آزمایشات عمومی خون و ادرار برای پرسنل خاص به تشخیص پزشک و یا مهندسین بهداشت حرفه ای اقدام نمایند.

¹ National Institute for Occupational Safety and Health

۴-۴- آموزش:

آموزش همیشه یک رکن اساسی در سلامت و بهداشت کار بوده است. برنامه آموزش باید متناسب با نوع کار و همچنین سطح سواد، دانش، تجربه و گیرایی پرسنل تنظیم گردد. به عنوان یک اصل اساسی باید در همه محیط های کاری در نظر داشت که هیچ پرسنلی بدون طی یک دوره آموزشی که در آن وی با محیط کار، نحوه کار، شرایط و مشخصات کلی کارگاه ها و اصول حاکم بر محل آشنا می شود، شروع به کار نمی کند و ضمناً برای افراد در رده های مختلف کاری و تجربی همیشه دوره های آموزشی با شیوه های متنوع سمعی و بصری بایستی در نظر گرفت. مبانی کار با ابزار و تجهیزات و خطرات ناشی از کار کردن با آن ها و همچنین سمیت مواد شیمیایی و خطرات ناشی از سر و صدا، و عوامل شیمیایی به همراه خطرات ناشی از کار کردن در شرایط نامساعد ارگونومیک از جمله سرفصل های اساسی در برنامه های آموزشی باید باشد.

منابع:

1. OSHA,SLTC, Health guidelines ,welding fumes, recognition
2. NIOSH [1995]. Registry of toxic effects of chemical substances: Welding fumes. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Standards Development and Technology Transfer, Technical Information Branch.
3. Patty,s Industrial Hygiene, Harris ,Robert L. © 2000 John Wiley & Sons