



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

نوسه کار و متین اجتماعی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

ایمنی کار در عملیات جوشکاری و برشکاری ویژه کارگران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار





جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
سازمان روابط کار

ایمینی‌کار در عملیات جوشکاری و بر سنجاری و شره کارکران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و
بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

گردآوری: سید احسان میر صالحی
عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

چاپ اول

۱۴۰۲

سرشناسه: میرصالحی، سید احسان، ۱۳۵۹-

عنوان و نام پدیدآور: ایمنی کار در عملیات جوشکاری و برشکاری ویژه کارگران و کارفرمایان / گردآوری سید احسان میرصالحی؛ تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ برای وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، معاونت روابط کار.

مشخصات نشر: تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار، ۱۴۰۲.

مشخصات ظاهری: ۱۷۹ ص. مصور، جدول. یادداشت: کتابنامه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۵۳-۹ / رایگان وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: جوشکاری -- پیش بینی های ایمنی **Welding -- Safety measures**

موضوع: برشکاری و تراشکاری فلزات -- پیش بینی های ایمنی **Metal-cutting -- Safety measures**

موضوع: ایمنی صنعتی **Industrial safety**

شناسه افزوده: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)

Amir Kabir university of technology (Tehran polytechnic)

شناسه افزوده: ایران. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

رده بندی دیویی: ۶۷۱/۵۲

رده بندی کنگره: TS ۲۲۷/۸

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

شماره کتابشناسی ملی: ۹۴۸۰۷۶۶

ایمنی کار در عملیات جوشکاری و برشکاری ویژه کارگران و کارفرمایان

پدیدآورندگان: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه

صنعتی امیرکبیر

ناشر: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

نوبت چاپ: اول / ۱۴۰۲

ویرایش و آماده سازی برای چاپ: موسسه کار و تامین اجتماعی

صفحه آرایی: سیدحامد رضوی

قیمت: رایگان

ISBN:978-600-6203-53-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۵۳-۹

شمارگان: ۵۰ نسخه



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد

بلوار معلم، نرسیده به میدان معلم کد پستی: ۱۳۷۱۶۱۳۵۱

کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است
و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.

فهرست

عنوان

شماره صفحه

ا	سخن معاون روابط کار
ج	مقدمه ناشر
۱	فصل اول: شناخت مبانی روش‌های جوشکاری و برشکاری
۳	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ آشنایی با برخی از فرایندهای جوشکاری ذوبی
۴	۱-۲-۱ فرایند جوشکاری قوسی الکتروود دستی (SMAW)
۹	۲-۲-۱ فرایند جوشکاری قوسی زیرپودری (SAW)
۱۱	۳-۲-۱ فرایند جوشکاری قوسی با الکتروود توپودری (FCAW)
۱۲	۴-۲-۱ فرایند جوشکاری قوسی تحت حفاظت گاز (GMAW)
۱۴	۵-۲-۱ فرایند جوشکاری قوسی گاز تنگستن (GTAW)
۱۵	۶-۲-۱ فرایند جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای (RSW)
۱۶	۷-۲-۱ فرایند جوشکاری پرتو لیزر (LBW)
۱۸	۸-۲-۱ فرایند جوشکاری پرتو الکترونی (EBW)
۲۰	۹-۲-۱ فرایند جوشکاری گازی اکسی سوخت (OFW)
۲۱	۳-۱ فرایندهای برشکاری
۲۲	۱-۳-۱ برشکاری توسط اره نواری
۲۲	۲-۳-۱ برشکاری و سایش کاری توسط دستگاه فرز دستی
۲۳	۳-۳-۱ برشکاری توسط انواع قیچی
۲۳	۴-۳-۱ برشکاری گازی اکسی سوخت (OFC)
۲۵	۵-۳-۱ برشکاری لنس
۲۵	۶-۳-۱ برشکاری با الکتروود کربنی و هوا (ACAC)
۲۷	۷-۳-۱ برشکاری قوس پلاسما (PAC)
۲۸	۸-۳-۱ برشکاری و شیارزنی توسط الکتروود روپوش دار فرایند الکتروود دستی
۲۸	۹-۳-۱ برشکاری قوس الکتروود دستی با الکتروود روپوش دار توخالی و گاز اکسیژن (اکسی-آرک)
۲۸	۱۰-۳-۱ برشکاری با اشعه لیزر

۳۱	فصل دوم: شناسایی انواع مخاطرات در عملیات جوشکاری و برشکاری
۳۳	۱-۲- آشنایی با خطرات جوشکاری و برشکاری
۳۳	۱-۱-۲ خطرات ایمنی جوشکاری
۳۴	۲-۱-۲ خطرات جوشکاری در محیط‌های بسته
۳۴	۳-۱-۲ خطرات گازهای تحت فشار
۳۵	۴-۱-۲ خطرات بهداشتی جوشکاری
۳۶	۵-۱-۲ سایر خطرات تهدیدکننده سلامتی
۳۸	۲-۲ اهمیت ایمنی
۳۹	۳-۲- مقررات عمومی، مدیریت و نظارت
۳۹	۱-۳-۲ تنظیمات و نصب
۳۹	۲-۳-۲ مسئولیت‌ها

فصل سوم: شناخت مبانی و اصول پیشگیری از حریق در جوشکاری و برشکاری و راه‌های کنترل

۴۳	۱-۳ مناطق حاوی مواد قابل احتراق
۴۵	۱-۱-۳ شرایط برای برشکاری یا جوشکاری
۴۵	۲-۱-۳ کار قابل جابه‌جایی
۴۵	۳-۱-۳ خطرات حریق قابل جابه‌جایی
۴۵	۴-۱-۳ کار و خطرات حریق غیرقابل جابه‌جایی
۴۶	۲-۳ حفاظت در مقابل آتش
۴۶	۱-۲-۳ خاموش‌کننده‌ها و آبپاش‌ها
۴۶	۲-۲-۳ ناظران آتش
۴۶	۳-۲-۲ ناظران آتش اضافی
۴۷	۴-۲-۳ وظایف ناظر آتش
۴۷	۳-۳ مجوز کار داغ
۴۷	۴-۳ جوشکاری یا برشکاری محافظه‌ها

فصل چهارم: شناخت مبانی ایمنی برق در عملیات جوشکاری و برشکاری

۵۱	۱-۴ مقدمه
۵۲	۲-۴ منابع شوک الکتریکی
۵۴	۳-۴ انتخاب تجهیزات
۵۴	۴-۴ نصب و راه اندازی
۵۴	۵-۴ اتصال زمین
۵۵	۶-۴ اتصالات و کابلها
۵۶	۷-۴ کاربری
۵۷	۸-۴ اصلاح و نگهداری
۵۷	۹-۴ عملیات جوشکاری چند قوسه
۵۸	۱۰-۴ اقدامات احتیاطی ویژه برای افراد استفاده کننده از باتری قلب

فصل پنجم: شناخت اصول ایمنی در کپسولها و سیلندرها و عملیات جوشکاری و برشکاری

۵۹	۱-۵ محفظهها و سیلندرها و گاز
۶۱	۱-۱-۵ پُر کردن
۶۱	۲-۱-۵ استفاده و انبارش
۶۳	۳-۱-۵ برداشت گاز
۶۴	۴-۱-۵ ابزارهای آزادسازی فشار
۶۴	۲-۵ سیلندرها و مخازن برودتی
۶۵	۳-۵ رگلاتورها (تنظیم کنندهها)
۶۶	۴-۵ منیفولدها
۶۶	۱-۴-۵ سیستمهای لوله کشی
۶۷	۵-۵ اکسیژن
۶۸	۶-۵ گازهای سوختنی
۶۸	۱-۶-۵ آتش سوزی حاصل از گاز سوختنی
۶۹	۷-۵ گازهای محافظ

فصل ششم: آشنایی با قوانین و مقررات و آیین نامه حفاظت فنی و بهداشت کار در عملیات جوشکاری و برشکاری

۷۱	
۷۳	۱-۶ مقدمه
۷۳	۲-۶ هدف و دامنه شمول
۷۳	۳-۶ تعاریف
۷۴	۴-۶ مقررات عمومی
۷۶	۵-۶ مقررات مربوط به جوشکاری و برشکاری با گاز
۷۸	۶-۶ مقررات مربوط به عملیات جوشکاری و برشکاری با برق

فصل هفتم: آشنایی با اهمیت و لزوم استفاده از وسایل حفاظت فردی در عملیات جوشکاری و برشکاری

۸۱	
۸۳	۱-۷ مقدمه
۸۳	۲-۷ آیین نامه وسایل حفاظت فردی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
۹۶	۳-۷ محافظت از چشم، صورت و سر
۹۸	۱-۳-۷ الزامات خاص فرایندها
۹۹	۴-۷ محافظت از دست، پا و بدن
۱۰۱	۵-۷ محافظت شنوایی
۱۰۱	۶-۷ محافظت از تنفس

فصل هشتم: برخی از حوادث و سوانح رخ داده در عملیات جوشکاری

۱۰۵	۱-۸ مقدمه
۱۰۵	۲-۸ آتش سوزی در هنگام جوشکاری مخازن
۱۰۶	۳-۸ از بین رفتن کل یک مغازه مکانیکی پس از آتش سوزی ناشی از جوشکاری
۱۰۷	۴-۸ انفجار در کارگاه
۱۰۷	۵-۸ انفجار مرگبار در سکوی نفتی
۱۰۸	۶-۸ آتش سوزی در خانه جوشکار حرفه‌ای
۱۰۸	۷-۸ حادثه آتش سوزی مرگبار در دو کارخانه واقع در سازند

۱۱۱	فصل نهم: بیماری‌های ناشی از کار در عملیات جوشکاری و برشکاری
۱۱۳	۱-۹ مقدمه
۱۱۳	۲-۹ آسیب‌های اسکلتی عضلانی در جوشکاری
۱۱۴	۱-۲-۹ خطرهای اسکلتی عضلانی رایج در عملیات جوشکاری
۱۱۷	۳-۹ عوارض حاد تنفسی
۱۱۷	۱-۳-۹ تحریک گلو و مجاری تنفسی بزرگ‌تر در ریه‌ها
۱۱۷	۲-۳-۹ آسم حاد ناشی از تحریک‌کننده
۷۱۱	۳-۳-۹ تب ناشی از بخار فلز
۱۱۸	۴-۳-۹ ذات‌الریه حاد
۱۱۸	۴-۹ عوارض مزمن بر تنفس
۱۱۸	۱-۴-۹ سرطان ریه
۱۱۸	۲-۴-۹ بیماری انسدادی مزمن ریوی (COPD)
۱۱۸	۳-۴-۹ بیماری معروف به ریه جوشکار
۱۱۹	۴-۴-۹ آسم شغلی
۱۱۹	۵-۹ خفگی در هنگام جوشکاری در یک فضای بسته
۱۲۲	۶-۹ سایر اثرات جوشکاری بر سلامتی
۱۲۲	۱-۶-۹ اثرات پوستی
۱۲۲	۲-۶-۹ اثرات عصبی
۱۲۲	۳-۶-۹ ملانوم چشمی
۱۲۲	۴-۶-۹ چشم قوس‌زده‌شده
۱۲۲	۵-۶-۹ سروصدا و ارتعاش

۱۲۷	فصل دهم: شناخت عوامل زیان‌آور محیط کار در جوشکاری و برشکاری
۱۲۹	۱-۱۰ پوشش‌ها
۱۳۰	۲-۱۰ فلز پایه
۱۳۰	۳-۱۰ فلز پرکننده
۱۳۰	۱-۳-۱۰ فلز پرکننده جدید

۱۳۰	۱۰-۳-۲ فلز پُرکننده قدیمی
۱۳۰	۱۰-۴ باقی مانده محتویات مخازن
۱۳۱	۱۰-۵ کارگران و فرایندهای در مجاورت کار
۱۳۱	۱۰-۶ بررسی جایگزین‌های جوشکاری و برشکاری
۱۳۲	۱۰-۷ برشکاری با جت آب / آب ساینده

فصل یازدهم: شناخت اصول ایمن حمل بار و انبارش در عملیات جوشکاری و برشکاری

۱۳۳	
۱۳۵	۱۱-۱ اصول ایمنی در حمل بار
۱۳۶	۱۱-۲ اصول ایمنی انبارش کالا

فصل دوازدهم: ملاحظات ایمنی خاص فرایندهای مختلف جوشکاری

۱۴۳	۱۲-۱ مقدمه
۱۴۳	۱۲-۲ ملاحظات ایمنی خاص فرایندهای جوشکاری
۱۴۳	۱۲-۲-۱ جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت
۱۴۴	۱۲-۲-۲ جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی
۱۴۴	۱۲-۲-۳ جوشکاری مقاومتی
۱۴۵	۱۲-۲-۴ جوشکاری با فرکانس بالا
۱۴۵	۱۲-۲-۵ جوشکاری با پرتو الکترونی
۱۴۵	۱۲-۲-۶ جوشکاری و برشکاری با پرتو لیزر
۱۴۵	۱۲-۲-۷ جوشکاری اصطکاکی
۱۴۶	۱۲-۲-۸ جوشکاری انفجاری
۱۴۶	۱۲-۲-۹ جوشکاری فراصوتی
۱۴۶	۱۲-۲-۱۰ جوشکاری ترمیت
۱۴۷	۱۲-۳ ایمنی در عملیات جوشکاری ریاتیک

فصل سیزدهم: ملاحظات ایمنی مربوط به جوشکاری و برشکاری در شرایط خاص ۱۴۹

۱۵۱	۱-۱۳ مسائل ایمنی مربوط به جوشکاری در فضاهاى بسته
۱۵۱	۱-۱-۱۳ آیین‌نامه ایمنی کار در فضای بسته وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
۱۶۲	۲-۱-۱۳ جوشکاری در فضاهاى بسته
۱۶۳	۲-۱۳ مسائل ایمنی مربوط به جوشکاری زیر آب
۱۶۴	۱-۲-۱۳ دستورالعمل‌های عملی و ایمن
۱۶۴	۲-۲-۱۳ ارتباطات دو طرفه
۱۶۴	۳-۲-۱۳ تجهیزات الکتریکی
۱۶۴	۴-۲-۱۳ تجزیه و تحلیل خطرات شغلی
۱۶۵	۵-۲-۱۳ اجرای کار
۱۶۵	۶-۲-۱۳ بازرسی‌ها و آزمون‌ها
۱۶۶	۷-۲-۱۳ پرسنل پشتیبانی
۱۶۶	۳-۱۳ مسائل ایمنی مربوط به جوشکاری و برشکاری در ارتفاع
۱۶۸	۴-۱۳ جوشکاری و برشکاری روی خطوط لوله و تجهیزات در سرویس
۱۶۸	۱-۴-۱۳ راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری و برشکاری شرکت ملی نفت ایران
	۲-۴-۱۳ طبقه‌بندی شاغلین مرتبط با فرایند جوشکاری در احداث خطوط لوله انتقال گاز و
۱۷۲	مسائل ایمنی مربوط به هر طبقه

● سخن معاون روابط کار

امروزه ارتقای فرهنگ ایمنی کار، همواره به عنوان مهم ترین راهبرد پیشگیری حوادث ناشی از کار شناخته شده و نقشی بی بدیل در کاهش هزینه های مستقیم و غیر مستقیم ناشی از حوادث و بیماری های شغلی ایفا می نماید. طبق نظر سازمان بین المللی کار، مهم ترین اصل در پیشرفت یکپارچه اصول ایمنی و بازتاب آن در محیط کار، توجه به تحقق شعار «انسان سالم، محور توسعه پایدار» است که موجبات ارتقای بهره وری و بهبود نظام های اقتصادی را فراهم می نماید. در همین راستا، بهره مندی از محصولات و محتواهای فرهنگی و آموزشی تخصصی یکپارچه و استاندارد ایمنی، یکی از کاربردی ترین و مؤثرترین ابزار در امر یادگیری، آموزش و ترویج در مقوله حفاظت فنی و ایمنی کار است که ضمن تحقق آموزش های کاربردی و هدفمند، نهایتاً به ایجاد کار شایسته منجر می گردد. بدین منظور معاونت روابط کار، با اتخاذ سیاست های نوین و به روز آموزشی؛ از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان مجرب آن مرکز و با بهره مندی از دانش تخصصی اساتید دانشگاهی و متخصصین مراکز علمی و پژوهشی کشور و نیز با حمایت های بی دریغ جناب آقای دکتر مرتضوی وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اقدام به تهیه و تدوین محتواهای آموزشی یکپارچه، استاندارد و منطبق با نیازسنجی های آموزشی و دستورالعمل های فنی در زمینه حفاظت فنی و ایمنی نموده است. امید است نتایج و ثمرات این مکتوب که با بهره گیری از جدیدترین متون علمی داخلی و بین المللی و متناسب با نیاز علوم و فناوری های پیشرفته روز تدوین شده است، بتواند در ارتقای سطح دانش ایمنی و آگاهی جامعه کار و تولید کشور مؤثر واقع گردد.

علی حسین رعیتی فرد

معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

بی شک یکی از نشانه‌های بارز توسعه پایدار و دستیابی به کار شایسته در هر کشور، ارتقای فرهنگ ایمنی کار است که با حفظ منابع مادی و معنوی به‌عنوان یک ارزش اجتماعی در کلیه سطوح جامعه مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌طور یقین، دستیابی به چنین هدفی نیازمند رشد همه‌جانبه علمی، فرهنگی و ارتقای بهره‌وری با ترویج فرهنگ ایمنی کار بوده که تهیه و انتشار کتب، دستورالعمل‌های فنی و استانداردهای ایمنی و حفاظت فنی، به‌ویژه اگر از طریق نیازسنجی‌های علمی، دقیق و به‌روز انجام شده باشد، می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر در ارتقای دانش علمی و تخصصی در این حوزه به‌شمار آید.

در همین راستا مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار وزارت تعاون کار و رفاه اجتماعی اقدام به خدمت‌رسانی به جامعه کار و تلاش کشور می‌نماید. این مرکز در سال ۱۳۸۸ و در راستای وظایف قانونی آموزشی و پژوهشی خود و رفع خلأ ناشی از کمبود کتب فنی و تخصصی در زمینه ایمنی و بهداشت کار، اقدام به تأسیس واحد انتشارات با هدف هدایت، راهبری و انتشار این کتب در سطح کشور نمود. همچنین این مرکز استانداردهای منابع آموزشی ایمنی و حفاظت فنی و تدوین دستورالعمل‌های حفاظت فنی و ایمنی را به‌عنوان یک حرکت پویا و نوین با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره‌گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور در دستور کار خود قرار داده است. امید است بهره‌مندی از محتواهای آموزشی، دستورالعمل‌ها و منابع علمی جدید، بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره‌وری و کاهش حوادث و بیماری‌های ناشی از کار نقش مؤثری ایفا نماید. در این میان بر خود لازم می‌دانم ضمن تشکر از رئیس محترم مؤسسه کار و تأمین اجتماعی در جهت همیاری در امر چاپ و انتشار این کتاب، از گردآورنده این محتوا و نیز تلاش‌های همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار که در تولید و تدوین این محتوای آموزشی ما رایاری نموده‌اند، تشکر و سپاسگزاری نمایم. در پایان؛ مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با چاپ اثر مزبور به‌عنوان نسخه اولیه منتشر شده؛ آمادگی بهره‌مندی مستمر از بازخوردها و نظرات و پیشنهادهای اصلاحی و سازنده کلیه اساتید، متخصصان و فعالین این عرصه؛ به‌منظور به‌روزرسانی و رفع نواقص احتمالی و هرچه پربارتر شدن محتوای آن را خواهد داشت.

حبیب‌اله جلیلی

سرپرست مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار



فصل اول

شناخت مبانی

روش‌های جوشکاری

و پرشکاری

شناخت مبانی روش‌های جوشکاری و برشکاری

۱-۱ مقدمه

جوشکاری عبارت از «اتصال موضعی فلزات یا غیرفلزات با یکدیگر از طریق اعمال حرارت، فشار یا هر دو با استفاده از فلز پُرکننده و یا بدون استفاده از آن» است. در هر فرایند جوشکاری، عوامل مختلفی در دستیابی به جوش با کیفیت مطلوب، مؤثر هستند. این عوامل شامل نوع منبع انرژی جهت تولید حرارت، روش محافظت از حوضچه مذاب در برابر اتمسفر، فلز پُرکننده (در صورت لزوم)، تکنیک جوشکاری و غیره می‌باشند.

فرایندهای جوشکاری به دو گروه فرایندهای جوشکاری ذوبی و فرایندهای جوشکاری حالت جامد تقسیم می‌شوند.

برخی از متداول‌ترین فرایندهای جوشکاری ذوبی در زیر فهرست شده‌اند:

- ▶ جوشکاری قوسی الکترو دستی؛
- ▶ جوشکاری قوسی فلزی تحت پوشش گاز محافظ؛
- ▶ جوشکاری قوسی توپودری؛
- ▶ جوشکاری قوسی تگستن تحت پوشش گاز محافظ؛
- ▶ جوشکاری قوسی زیرپودری؛
- ▶ جوشکاری قوسی پلاسما؛
- ▶ جوشکاری سرباره الکتریکی؛
- ▶ جوشکاری گازی اکسی سوخت؛
- ▶ جوشکاری زائده‌ای؛

▶ جوشکاری با پرتو لیزر؛

▶ جوشکاری با پرتو الکترونی؛

▶ جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای.

برخی از متداول‌ترین فرایندهای جوشکاری حالت جامد نیز عبارت‌اند از:

▶ جوشکاری اصطکاکی؛

▶ جوشکاری اصطکاکی تالاطمی؛

▶ جوشکاری انفجاری؛

▶ جوشکاری اولتراسونیک؛

▶ جوشکاری نفوذی.

فرایندهای برشکاری برای جداسازی و برداشتن فلزات و سایر مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دو صورت حرارتی یا غیر حرارتی هستند. در فرایندهای برشکاری حرارتی، جداسازی یا برداشتن فلز، با استفاده از ذوب کردن، سوزاندن و یا تبخیر کردن فلز صورت می‌پذیرد.

برخی از متداول‌ترین فرایندهای برشکاری در زیر فهرست شده‌اند:

▶ برشکاری گازی اکسی سوخت؛

▶ برشکاری با الکتروود کربنی؛

▶ برشکاری قوسی پلاسما؛

▶ برشکاری مکانیکی.

● ۱-۲-۱ آشنایی با برخی از فرایندهای جوشکاری ذوبی

در صنعت از روش‌های زیادی برای جوشکاری فلزات استفاده می‌شود که یکی از مهم‌ترین انواع این روش‌ها، روش‌های جوشکاری با قوس الکتریکی می‌باشد. در ادامه به برخی از مهم‌ترین روش‌های قوسی اشاره می‌شود:

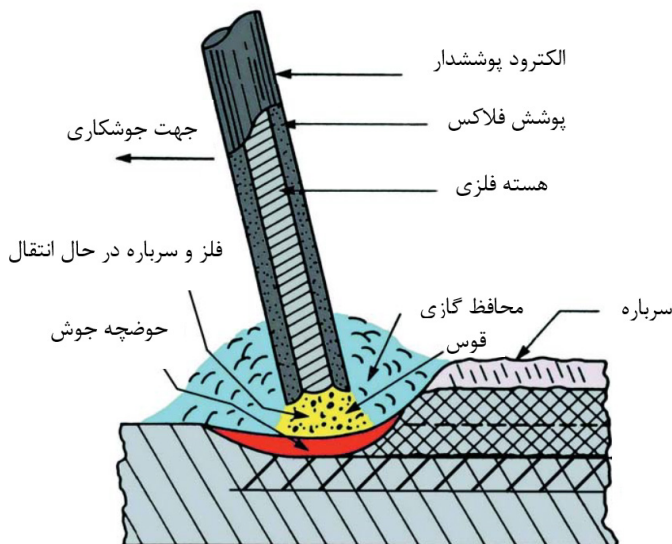
■ ۱-۲-۱-۱ فرایند جوشکاری قوسی الکتروود دستی^۱ (SMAW)

فرایند جوشکاری قوسی الکتروود دستی یکی از متداول‌ترین و ساده‌ترین روش‌هایی است که در صنعت به کار می‌رود. در محاورات فنی، این روش به نام جوش برق یا دستی (با الکتروود) خوانده می‌شود. حرارت با برقرار کردن قوس الکتریکی بین یک الکتروود روکشدار و فلز پایه^۲ ایجاد می‌شود (فلزات پایه قطعاتی را گویند که باید به هم متصل گردند). در جریان جوشکاری فلز پایه و فلز الکتروود ذوب می‌شوند.

1- Shielded Metal Arc Welding

2- Base metal

با ذوب فلز الکتروود، الکتروود روکشدار مصرف می‌شود. فلز الکتروود تبدیل به مادهٔ پرکننده می‌شود و قسمتی از روکش به سرباره جوشکاری تبدیل می‌شود و قسمتی از آن می‌تواند به گاز محافظ تبدیل گردد. تصویر این فرایند، در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱: فرایند جوشکاری قوسی الکتروود دستی

تجهیزات فرایند SMAW نسبتاً ساده است. از منبع قدرت، دو کابل خارج شده است. یکی به انبر الکتروودگیر و دیگری به قطعه کار متصل می‌گردد که در اثر ایجاد قوس الکتریکی بین نوک الکتروود و قطعه کار، حرارت لازم جهت ذوب تأمین می‌شود.

دستگاه‌های جوشکاری، جریان الکتریکی موردنیاز را برای تشکیل قوس الکتریکی تأمین می‌نمایند (جدول ۱-۱). دستگاه‌های جوشکاری به دو دسته مولدها و مبدل‌ها تقسیم می‌گردند.

دستگاه جوشکاری از نوع مولد، جریان موردنیاز را خود تولید نموده و معمولاً در مکان‌هایی که دسترسی به برق شهری نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه‌های مولد عبارتند از:

۱. موتور ژنراتور احتراقی (بنزینی و گازوئیلی)؛

۲. موتور ژنراتور الکتریکی (دینام).

دستگاه‌های مبدل، جریان الکتریکی برق شهر را به جریان موردنیاز جوشکاری تبدیل می‌نمایند این دستگاه‌ها عبارت‌اند از:

۱. دستگاه ترانس؛

۲. دستگاه ترانس رکتیفایر؛

۳. دستگاه اینورتر.

دو نوع نمودار ولت-آمپر در دستگاه‌های جوشکاری بکار می‌رود. نمودار شدت جریان ثابت و نمودار ولتاژ ثابت.

الف) نمودار ولت-آمپر از نوع جریان ثابت:

در دستگاه‌هایی که از نوع شدت جریان ثابت (Constant Current) یا (C.C) هستند، با تغییرات طول قوس (به فاصله نوک الکتروود تا فلز مبنا در حین جوشکاری طول قوس گویند) در حین جوشکاری، مقاومت قوس تغییر نموده و باعث نوسانات در ولتاژ و آمپر می‌گردد. تغییرات آمپر با نوسانات کم طول قوس بسیار شدید است و باعث می‌گردد با تغییرات طول قوس قدرت قوس کم‌هزیاد شود. برای رفع این مشکل دستگاه‌های جدید، مجهز به سیستم حسگر آمپر می‌باشند. وقتی آمپر روی مقداری خاص تنظیم شود، در هنگام جوشکاری با تغییرات طول قوس، حسگر جلوی نوسانات آمپر را گرفته و مقدار آمپر تقریباً ثابت می‌ماند. نمودار ولت-آمپر این دستگاه‌ها از نوع نزولی با شیب نزولی تند می‌باشد و به آن‌ها دستگاه‌های شدت جریان ثابت گفته می‌شود.

جدول ۱-۱: علامت مشخصه دستگاه‌های جوش و نوع جریان خروجی آنها

نام دستگاه	علامت مشخصه	نوع جریان برق خروجی
موتور ژنراتور		جریان مستقیم (DC)
		جریان متناوب (AC)
ترانس		جریان متناوب (AC)
ترانس رکتیفایردار (رکتیفایر)		جریان مستقیم (DC)
		جریان مستقیم و متناوب
اینورتر		جریان مستقیم و متناوب

همان‌طور که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود با تغییرات طول قوس، میزان نوسانات آمپر بسیار کم می‌باشد و در حدود ۵-۸ آمپر می‌باشد.

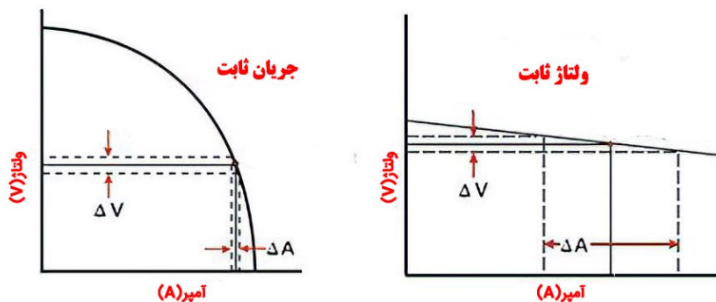
دستگاه‌های قوس الکتریکی الکتروود دستی و جوشکاری قوسی گاز تنگستن (تیگ)، از نوع دستگاه‌های شدت جریان ثابت می‌باشد.

با ادغام منحنی ولت-آمپر قوس و منحنی ولت-آمپر دستگاه، محدوده کاری قوس مشخص می‌گردد.

ب) نمودار ولت-آمپر از نوع ولتاژ ثابت:

دستگاه‌های جوشکاری قوسی گاز فلز (میگمگ) و توپودری، از نوع ولتاژ ثابت (Constant Voltage) یا (C.V) هستند.

در این دستگاه‌ها تغییرات طول قوس سریعاً جبران شده و قوس اثر خود تنظیمی دارد. در این دستگاه‌ها ولتاژ از روی دستگاه تنظیم شده و آمپر در ارتباط با سرعت تغذیه سیم است. با افزایش سرعت تزریق سیم، آمپر زیاد شده و با کاهش آن آمپر کم می‌شود. در شکل زیر منحنی ولت-آمپر دستگاه‌های ولتاژ ثابت و جریان ثابت نشان داده شده است.



شکل ۱-۲: منحنی ولت-آمپر برای دستگاه‌های جریان ثابت و ولتاژ ثابت.

در فرایند SMAW، جوشکار قادر است با افزایش یا کاهش طول قوس میزان سیالیت حوضچه مذاب را کنترل نماید.

به هر حال افزایش بیش از حد طول قوس موجب افت درجه حرارت حوضچه مذاب به دلیل کاهش تمرکز قوس می‌گردد. از طرفی طول قوس بلند سبب کاهش پایداری قوس و ایجاد اختلال در حفاظت حوضچه مذاب می‌شود.

جوشکاران خبره عموماً مایل به استفاده از دستگاه‌هایی با شیب تخت به منظور دستیابی به کنترل بیشتر هستند. در حالی که جوشکاران مبتدی به دلیل عدم توانایی در ثابت نگاه داشتن طول قوس، مایل به استفاده از دستگاه‌هایی با شیب تند هستند تا مشخصات حوضچه مذاب کمتر دستخوش تغییر گردد. اخیراً منابع قدرتی ساخته شده‌اند که کوچک و سبک بوده و به راحتی توسط جوشکار به محل کار حمل می‌شوند.

- روکش الکتروود، موادی گل مانند است که مخلوطی از سیلیکات‌ها و مواد دیگری مانند فلوراید‌ها، کربنات‌ها، اکسیدها، آلیاژهای فلزی و سلولز است. یک روکش، یکی یا چند تا از وظایف زیر را به عهده دارد:
۱. با ایجاد سپر گازی، هوا را جدا ساخته، قوس و الکتروود ذوب شده را محافظت می‌کند؛
 ۲. مواد دیگری مانند احیاء کننده‌ها را وارد فلز جوش کرده و کیفیت آن را بهبود می‌بخشد؛
 ۳. با ایجاد یک روکش از سرباره جوشکاری روی حوضچه مذاب و جوش تازه منجمد شده، آن‌ها را در مقابل اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن هوا محافظت می‌کند و ضمناً مانع سرد شدن سریع جوش می‌گردد؛
 ۴. باعث پایداری قوس می‌شود؛
 ۵. می‌توان به وسیله آن عناصر آلیاژی را به فلز جوش اضافه نمود؛
 ۶. با کمک و یسکوزیته‌ای که دارد شکل گرده را منظم می‌کند؛
 ۷. کاهش دهنده پاشش فلز جوش به اطراف بوده و عمل رسوب فلز را به حوضچه تسهیل می‌کند؛
 ۸. بر روی میزان نفوذ قوس تأثیر دارد.

در زیر به مزایای فرایند SMAW اشاره شده است:

- ▶ روکش الکتروود، مانع از اکسید شدن فلز جوش و حوضچه در طول جوشکاری می‌شود؛
- ▶ شروع به کار ساده‌تر و سریع‌تر فرایند؛
- ▶ تجهیزات ساده، ارزان و قابل حمل این فرایند (برای موارد جزئی و کم)؛
- ▶ عدم نیاز به پودر جوشکاری و گازهای محافظ کمکی (چون خود روکش این عمل محافظت را انجام می‌دهد)؛
- ▶ داشتن حساسیت کمتر به باد و کوران هوا در مقایسه با فرایندهای تحت پوشش گاز؛
- ▶ کاربردی برای اغلب فلزات و آلیاژها مثل فولادهای کم کربن، فولادهای کم آلیاژ، فولادهای زنگ نزن، چدن‌ها، مس و آلیاژهای آن، نیکل و آلیاژهای آن و برخی آلیاژهای آلومینیوم؛
- ▶ اولین آشنایی هر جوشکار با فرایند جوشکاری توسط SMAW است و لذا ملاحظات و عیوب این فرایند را به خوبی می‌شناسد (تجربه کاری زیاد جوشکار در این زمینه).
- ▶ محدودیت‌های فرایند SMAW نیز در زیر آورده شده است:
- ▶ از آن جایی که حرارت قوس در این فرایند بسیار بالا است، لذا استفاده از این فرایند برای جوشکاری فلزات زود ذوب مانند سرب (Pb)، قلع (Sn)، روی (Zn) و آلیاژهای آن‌ها مناسب نیست؛
- ▶ برای جوشکاری فلزات واکنشی و فعال مانند تیتانیوم (Ti)، کلمبیم (Cb)، زیرکونیم (Zr) و تانتالیوم (Ta) استفاده نمی‌گردد، چون پوشش محافظ آن برای جلوگیری از اکسید شدن سطح جوش آن‌ها مناسب نمی‌باشد؛
- ▶ آمپراژ بیش از حد مجاز سبب بیش از حد گرم شدن الکتروود و شکسته شدن پوشش الکتروود می‌گردد. این موضوع سبب تغییر خصوصیات و پایداری قوس و مشکلات در ایفای نقش محافظتی روکش از حوضچه

- مذاب گشته و عیوبی را در جوش ایجاد می‌کند و به دلیل همین محدودیت‌ها و وجود پاشش^۱ زیاد، در مقایسه با سایر فرایندهای جوشکاری مانند WAMG، نرخ رسوب در WAMS معمولاً پایین‌تر است؛
- ▶ درصد برقراری قوس نسبت به کل زمان جوشکاری (سیکل کاری فرایند) و نرخ رسوب در WAMS معمولاً پایین‌تر از فرایندهایی با تغذیه مداوم الکتروود یا سیم جوش (مانند WAMG و WACF) است؛
 - ▶ هنگامی که طول مشخصی از الکتروود مصرف شد، جوشکار باید الکتروود را دور بیندازد و ته‌مانده آن را از الکتروودگیر درآورده و الکتروود دیگری را جایگزین آن کند که هزینه مواد مصرفی را بالا می‌برد و هر بار آغاز و پایان جوشکاری، خواص مکانیکی جوش را پایین می‌آورد (در مقایسه با روش‌های جوشکاری پیوسته مثل WAMG) و زدایش سرباره‌ها نیز زمان‌بر است؛
 - ▶ با در نظر گرفتن فاکتورهای اقتصادی، این فرایند برای ضخامت‌های بین ۳/۲ تا ۸۳ میلی‌متر کاربرد دارد و برای ضخامت‌های بیشتر از این، فرایندهای پیوسته‌ای نظیر WAMG یا WACF توجه اقتصادی بهتری دارند. در ضمن برای ضخامت‌های کمتر از ۱/۶ میلی‌متر، قبل از این که حوضچه جوشکاری ایجاد شود، فلز پایه ذوب شده و متلاشی خواهد شد؛
 - ▶ وجود دود (بخارات) حاصل از جوشکاری؛
 - ▶ نیازمندی به مهارت سطح بالای جوشکار دستی؛
 - ▶ راندمان رسوب (درصدی از فلز الکتروود که به فلز جوش تبدیل می‌شود) پایین؛
 - ▶ نرخ رسوب‌گذاری (مقدار فلز رسوب داده شده در واحد زمان) پایین.

■ ۱-۲-۲ فرایند جوشکاری قوسی زیرپودری^۲ (SAW)

در جوشکاری به روش زیرپودری، ماده حفاظت‌کننده، به صورت یک لایه پودری در روی درز ریخته می‌شود، سپس قوس الکتریکی توسط الکتروود لخت در زیر این پودر برقرار می‌گردد. در حین جوشکاری، قوس زیرپودر برقرار شده و دیده نمی‌شود.

الکتروود فلزی بدون روکش که در این نوع جوشکاری از آن استفاده می‌گردد، به مصرف پُر کردن درز می‌رسد. انتهای الکتروود، به طور دائم به وسیله پودر ذوب شده‌ای که روی آن لایه دیگری از پودر ذوب نشده به صورت دانه‌ای قرار دارد، حفاظت می‌گردد.

پودر که مشخصه این روش جوشکاری است، روکشی ایجاد می‌کند که اجازه می‌دهد عمل جوشکاری بدون پراکندگی، جرقه‌زدن یا ایجاد دود انجام پذیرد. پودر دانه‌ای به طور خودکار روی خط جوش و در پیشاپیش الکتروود، که در حال حرکت به جلو می‌باشد، قرار می‌گیرد. این ماده، حوضچه مذاب را در مقابل گازهای هوا محافظت می‌نماید، به تمیزی فلز جوش کمک می‌کند و در ضمن ترکیب شیمیایی فلز جوش را نیز بهبود می‌بخشد.

1- Spatter

2- Submerged Arc Welding

جوشکاری به روش قوس الکتریکی زیرپودری اغلب برای جوش فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جوشکاری به روش زیرپودری، ماده حفاظت‌کننده، به صورت یک لایه پودری در روی درز جوشکاری ریخته می‌شود، سپس قوس الکتریکی توسط الکتروود بدون پوشش در زیر این پودر برقرار می‌گردد. در حین جوشکاری، قوس زیرپودر برقرار شده و دیده نمی‌شود.

الکتروود فلزی بدون روکش که در این نوع جوشکاری از آن استفاده می‌گردد، به مصرف پُر کردن درز می‌رسد. انتهای الکتروود، به طور دائم به وسیله پودر ذوب شده‌ای که روی آن لایه دیگری از پودر ذوب نشده به صورت دانه‌ای قرار دارد، حفاظت می‌گردد. پودر که مشخصه این روش جوشکاری است، روکشی ایجاد می‌کند که اجازه می‌دهد عمل جوشکاری بدون پراکندگی، جرقه‌زدن یا ایجاد دود انجام پذیرد. پودر دانه‌ای به طور خودکار روی خط جوش و در پیشاپیش الکتروود، که در حال حرکت به جلو می‌باشد، قرار می‌گیرد. این ماده، حوضچه مذاب را در مقابل گازهای هوا محافظت می‌نماید، به تمیزی فلز جوش کمک می‌کند و در ضمن ترکیب شیمیایی فلز جوش را نیز بهبود می‌بخشد.

مزایای این فرایند عبارت‌اند از:

۱. به دلیل نرخ رسوب نشانی بالای این روش، برای لایه نشانی و یا انجام ترمیم‌های سطحی بسیار مناسب است؛

۲. در شرایطی که افزایش مقاومت به خوردگی سطحی و مقاومت به سایش مورد نیاز است، این روش کاملاً مقرون به صرفه و مورد اطمینان می‌باشد؛

۳. می‌توان مهم‌ترین مزیت روش زیرپودری را در نرخ رسوب بالای آن خلاصه کرد. این روش راندمان بسیار بالاتری نسبت به سایر فرایندهای متداول تر دارد؛

۴. این روش محافظت بالایی را برای اپراتور تأمین می‌نماید چرا که در حین جوشکاری هیچ قوس قابل رویتی وجود ندارد و بنابراین اپراتور می‌تواند کنترل جوش را بدون اینکه نیاز به استفاده از لنزهای فیلتر یا لباس‌های محافظ سنگین داشته باشد، به عهده بگیرد؛

۵. قابلیت نفوذ این روش بالا است.

معایب این فرایند نیز عبارت‌اند از:

۱. عمده‌ترین محدودیت روش زیرپودری در این است که فقط در موقعیت‌هایی قابل اجرا است که پودر محافظ مطابق طرح اتصال بتواند وظیفه خود را به درستی انجام دهد (معمولاً وضعیت‌های تخت و افقی) در سایر وضعیت‌های جوشکاری، برای اجرای مناسب این روش نیازمند بکارگیری تجهیزات جانبی هستیم؛

۲. برای قراردادن تجهیزات و قطعات جوشکاری، به قید و بندهای زیادی نیاز است؛

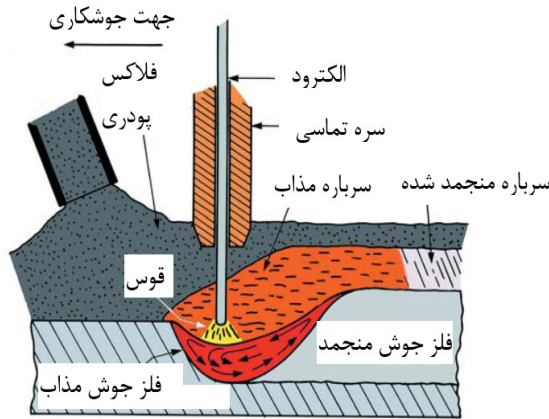
۳. سطح نهایی جوش لایه‌ای از سر باره منجمد شده دارد که بایستی برداشته شود؛

۴. چنانچه متغیرهای جوشکاری به طور مناسبی تنظیم نشده باشد، روند جوشکاری به گونه‌ای پیش خواهد رفت که جدا کردن سر باره دشوار خواهد شد؛

۵. امکان دیدن قوس و محدوده کاری وجود ندارد. معمولاً توصیه می‌شود که قبل از انجام جوشکاری پس از تنظیم دستگاه و موقعیت قیدوبندها یکبار ابزار جوشکاری در طول مسیر خط جوش تا انتهای قطعه به حرکت درآید تا مسیر قبل از اجرای عملیات جوشکاری کنترل شده باشد. چنانچه قوس برقرار شده در جوشکاری مستقیم هدایت نشود می‌تواند منجر به بروز عیب ذوب ناقص در قطعه شود؛

۶. هنگام استفاده از پودرهای دانه‌بندی شده، مشابه الکترودهای SMAW کم هیدروژن، مراقبت در برابر هیدروژن لازم است. در این حالت بایستی پودر جوشکاری کاملاً در برابر ورود رطوبت و هیدروژن حفاظت شود. ممکن است نیاز باشد که بسته‌های پودر جوشکاری قبل از استفاده در محل نگهداری (انبار) درون محفظه‌های گرمایی نگهداری شوند. چنانچه پودرها نم‌دار باشند می‌تواند منجر به ایجاد حفرات در جوش و ترک‌های زیر لایه‌ای گردد؛

۷. یکی از مشکلات ساختاری این فرایند بروز ترک‌های انجمادی است. این عیب زمانی رخ می‌دهد که شرایط قطعه جوشکاری به گونه‌ای است که نسبت پهنا به عمق نفوذ زیاد باشد. در این شرایط اگر نسبت پهنای هر لایه از جوش نسبت به عمق نفوذ خیلی زیاد باشد یا بصورت عکس اتفاق بیفتد، ممکن است ترک‌های ناشی از انقباض در مرکز خط جوش حین انجماد منطقه مذاب رخ دهند. تصویر این فرایند، در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳: فرایند جوشکاری قوسی زیرپودری

۱-۲-۳ فرایند جوشکاری قوسی با الکتروود توپودری (FCAW)

در این روش از الکتروود ممتد فلزی استفاده می‌شود که این الکتروود لوله‌ای شکل بوده و مواد پودری محافظ را در داخل خود دارا است. این ماده همان نقش را به عهده دارد که روکش در روش جوش الکتروود دستی و یا پودر در روش جوش زیرپودری به عهده داشتند.

در مورد مفتول‌های قرقره پیچ، حفظ روکش بر روی سیم امکان ندارد، به این جهت به وسیله پودر مغزی تامین می‌گردد، اما حفاظت بیشتر اغلب به وسیله گاز CO₂ انجام می‌گیرد.

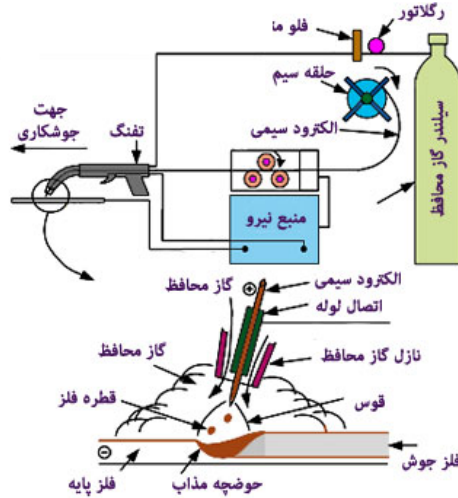
■ ۴-۲-۱ فرایند جوشکاری قوسی تحت حفاظت گاز (GMAW)

قاعده کلی جوشکاری GMAW (میگ و مگ) بر این است که یک سیم جوش فلزی از طریق تفنگ فرایند تغذیه شده و توسط قوس ذوب می‌شود. از این سیم جوش به عنوان الکتروود انتقال‌دهنده جریان و به عنوان فلز پُرکننده استفاده می‌شود. انرژی الکتریکی قوس، توسط یک منبع تغذیه جوشکاری تامین می‌شود. قوس و حوضچه جوش مذاب توسط یک گاز محافظ خنثی یا فعال محافظت می‌شوند. گاز خنثی، گازی است که با مواد مذاب واکنش نمی‌دهد که آرگون و هلیوم از آن جمله‌اند. از سوی دیگر، گاز فعال، گازی است که در واکنش‌های شیمیایی قوس و مواد مذاب مشارکت می‌کند. آرگونی که شامل مقدار کمی دی اکسید کربن یا اکسیژن باشد، نمونه ای از گاز فعال است. جهت انجام بهینه جوشکاری، بسیار مهم است که تمام پارامترهای جوشکاری به درستی تنظیم شده باشند. ولتاژ، سرعت تغذیه سیم جوش و جریان گاز محافظ، نمونه‌هایی از این پارامترها هستند.

جوشکاری قوسی تحت حفاظت گاز (GMAW) اغلب به نام جوشکاری میگ، مگ (MIG/MAG) معروف است. در این فرایند، حرارت لازم برای ذوب فلز پایه و الکتروود از طریق تشکیل قوس الکتریکی بین آنها تامین می‌گردد. الکتروود در این فرایند سیمی است که به صورت دائم و با یک سرعت معین به حوضچه جوش تغذیه می‌گردد و به عنوان فلز پُرکننده مصرف می‌گردد. قوس الکتریکی حوضچه جوش و مناطق حرارت‌دیده اطراف توسط یک گاز محافظ یا مخلوطی از گازها که از سرگان جوشکاری خارج می‌شود محافظت می‌گردد. گاز محافظ باید به طور کامل فلز جوش را محافظت کند. ورود هوا می‌تواند باعث آلودگی فلز جوش شود.

در روش GMAW از دو نوع گاز بی‌اثر و فعال می‌توان استفاده کرد. در صورت استفاده از گاز محافظ بی‌اثر مثل آرگون و هلیوم به این فرایند MIG و در صورت استفاده از گاز فعال مثل CO₂ به این فرایند MAG گفته می‌شود.

شماتیک کلی این فرایند در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۴: شماتیک فرایند جوشکاری GMAW

مزیت اصلی این فرایند نسبت به جوشکاری قوسی الکترود دستی، سرعت بیشتر و نرخ رسوب بالاتر است که اساساً مربوط به موارد زیر می‌باشد:

- الف) تغذیه سیم به طور مداوم است. به طوری که نیاز به توقف جوشکاری جهت تعویض الکترود نمی‌باشد. در صورتی که در جوشکاری با الکترود دستی نیاز به توقف برای تعویض الکترود می‌باشد؛
- ب) در این فرایند نیاز به برطرف کردن سرباره از سطح جوش نیست زیرا سرباره‌ای وجود ندارد. در صورتی که در جوشکاری با الکترود دستی، سرباره بایستی از سطح جوش برطرف گردد؛
- ج) با استفاده از سیم جوش با قطر کمتر نسبت به الکترود جوشکاری الکترود دستی و با توجه به اینکه در این فرایند به شدت جریان بیشتری نیاز است، این فرایند در نتیجه نرخ رسوب جوش بیشتری انجام می‌گیرد؛
- د) در این روش هیدروژن کمتری جذب فلز جوش می‌شود که برای فولادهای حساس به ترک هیدروژنی امری مهم است؛

و) امکان جوشکاری ورق‌های کمتر از ۲ میلی‌متر وجود دارد؛

ه) این فرایند قابل خودکارسازی است؛

ز) آموزش جوشکاری در این فرایند نیاز به زمان کمتری دارد.

معایب فرایند میگ‌مگ نیز به شرح زیر است:

الف) تجهیزات جوشکاری این فرایند پیچیده‌تر بوده، قیمت بالاتری داشته و کمتر قابل حمل و نقل است؛

ب) در این فرایند، گان بایستی همواره به سطح قطعه کار نزدیک باشد؛ بنابراین در جوشکاری محل‌هایی

که دسترسی به آن مشکل است، قابلیت جوشکاری میگ‌مگ نسبت به روش الکترود دستی کمتر است؛

ج) در این فرایند احتمال ترك در جوشکاری فولاد قابل سخت شدن وجود دارد، چون سرباره‌ای وجود ندارد تا سرعت سرد شدن را کاهش دهد؛

د) در جوشکاری میگمگ نیاز به حفاظت قوس در مقابل جریان باد است؛ زیرا وزش باد باعث پراکنده شدن گاز محافظ از سطح حوضچه جوش و در نتیجه آلودگی فلز جوش می‌شود.

■ ۱-۲-۵ فرایند جوشکاری قوسی گاز تنگستن (GTAW)

در این فرایند از يك الكترود تنگستن (یا آلیاژ تنگستن مصرف‌نشده) که در تورچ قرار می‌گیرد استفاده می‌شود. گاز محافظ از طریق تورچ تغذیه می‌شود تا بدین وسیله از الكترود، حوضچه مذاب و سیم جوش در حال انجماد، در مقابل آلودگی هوا و جذب ناخالصی‌ها، محافظت شود. قوس الکتریکی، توسط مسیری از جریان الکتریکی از میان گاز محافظ رسانی و یونیزه، ایجاد می‌گردد. قوس بین نوك الكترود و قطعه کار پدید می‌آید و گرمای تولید شده توسط قوس، فلز پایه را ذوب می‌کند. هنگامی که قوس و حوضچه جوش تشکیل شدند، تورچ در امتداد اتصال، حرکت داده می‌شود و قوس نیز سطح تماس را ذوب می‌کند. در صورت استفاده از سیم جوش (فلز پرکننده)، نوك آن در معرض حرارت قوس قرار می‌گیرد تا ذوب گردد و معمولاً آن را به لبه جلویی حوضچه جوش اضافه می‌کنند تا منافذ اتصال پُر شوند.

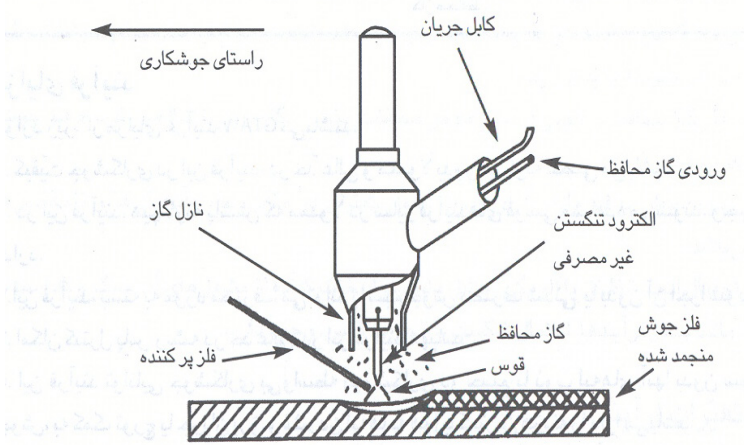
مزایای فرایند جوشکاری گاز تنگستن (تیگ) به صورت زیر است:

۱. حاصل این فرایند، جوش با کیفیت بالا و بدون عیب است؛
۲. این فرایند بدون پاشش جرقه است در صورتی که فرایندهای دیگر قوسی با پاشش جرقه همراه هستند؛
۳. در این فرایند قطعات را می‌توان با استفاده از سیم جوش و یا بدون آن جوشکاری کرد؛
۴. این فرایند کنترل عالی در نفوذ جوش پاس ریشه را امکان‌پذیر می‌سازد؛
۵. جوشکاری ورق‌های نازک را می‌توان با سرعت بالا انجام داد؛
۶. این فرایند اجازه کنترل دقیق بر روی شکل گرده جوش را می‌دهد؛
۷. این فرایند می‌تواند برای جوشکاری اکثر فلزات و همچنین جوشکاری فلزات غیر مشابه استفاده شود؛
۸. در این فرایند منبع گرما و افزودن فلز پرکننده به صورت مستقل کنترل می‌شود؛
۹. این فرایند در همه وضعیت‌ها قابل اجرا می‌باشد؛
۱۰. دود بسیار کمی از فرایند ایجاد می‌شود.

موارد زیر نیز برخی از محدودیت‌های فرایند جوشکاری تیگ است:

۱. نرخ رسوب در این فرایند کمتر از روش‌های دیگر جوشکاری با الكترود مصرف‌شده است؛
۲. این روش نیاز به مهارت بالای جوشکاری نسبت به فرایندهای دیگر دارد؛
۳. این روش برای جوشکاری ورق‌های ضخیم‌تر از ۱۰ میلیمتر مقرون به صرفه نیست؛
۴. در این روش، محافظت مناسب از حوضچه مذاب جوش در محیطی که باد می‌وزد، مشکل است.

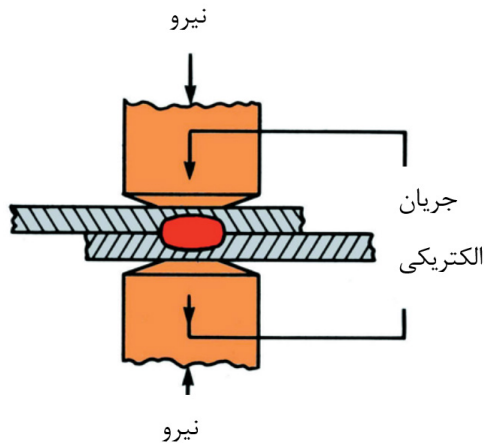
تصویر اجزای این فرایند، در شکل ۵-۱ نشان داده شده است.



شکل ۵-۱: فرایند جوشکاری قوسی گاز تنگستن

۶-۲-۱-۱ فرایند جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای (RSW)

جوشکاری نقطه‌ای مقاومتی (RSW) شامل اعمال جریان جوش از طریق الکترودهایی است که جریان و فشار را در ناحیه جوش متمرکز می‌کنند. دکمه جوش در محلی که الکترودها قرار دارند و در سطح تماس دو ورق ایجاد می‌شود. شکل ۶-۱ این فرایند را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱: نمایش شماتیک فرایند جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای

الکترودهای مورد استفاده در جوشکاری نقطه‌ای نغتها جریان جوش را به قطعه کار هدایت می‌کنند، بلکه نیروی فشاری را نیز منتقل می‌کنند و گرما را از ناحیه جوش انتقال می‌دهند، زیرا الکترودها از داخل توسط آب خنک می‌شوند. الکترودها معمولاً از آلیاژ مس ساخته می‌شوند و دارای یک بدنه استوانه‌ای و یک نوک مخروطی یا گنبدی هستند. کمتر از یک ثانیه طول می‌کشد تا یک جوش واحد با تجهیزات صنعتی انجام شود.

مزایای استفاده از این فرایند به شرح زیر است:

۱. دارا بودن بالاترین تمرکز حرارتی (حدود ۹۵٪)؛
 ۲. عدم نیاز به مواد مصرفی، گاز محافظ و فلز پُرکننده؛
 ۳. دارای کمترین اتلاف انرژی در بین فرایندهای مختلف جوشکاری؛
 ۴. از نظر محیط‌زیستی بی‌سستی فرایندی کاملاً سالم است.
- معایب این فرایند نیز در ادامه آمده است:
۱. برای فلزاتی که هدایت حرارتی و الکتریکی بالایی دارند مشکل است و نیاز به دستگاه‌های مخصوص با تمهیداتی خاص دارد؛
 ۲. فلزاتی که در برابر سریع سرد شدن و گرم شدن حساس هستند، نیاز به دستگاه مخصوص خواهند داشت؛
 ۳. بیشترین ضخامت قابل جوشکاری ۳ تا ۴ میلیمتر است.
- عمده‌ترین کاربرد این روش در اتصالات ورق‌های بدنه خودرو، صنایع خانگی، تولیدات ساختمانی و به صورت محدود در صنایع هواپیمایی است.

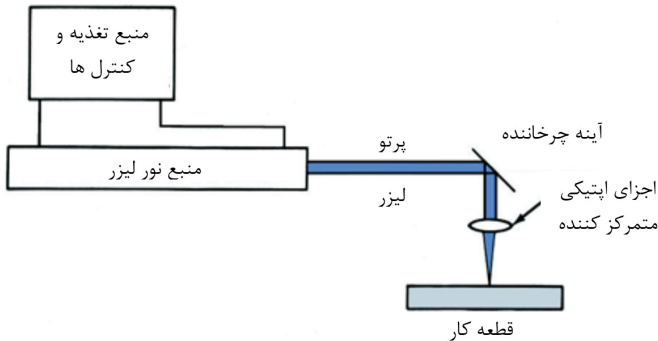
■ ۷-۲-۱ فرایند جوشکاری پرتو لیزر (LBW)

جوشکاری پرتو لیزر (LBW) یک فرایند جوشکاری ذوبی است که با بمباران فلز پایه با پرتو نوری با چگالی توان بالا، ذوب را انجام می‌دهد. مقداری از انرژی نور منعکس می‌شود؛ اما انرژی نوری که جذب می‌شود باعث ارتعاش سریع اتم‌های فلز می‌شود و این ارتعاش سریع، انرژی فوتون‌های نور را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند. پرتو لیزر، از یک پرتو متمرکز نور منسجم و تک رنگ در بخش فرکانس مادون قرمز یا فرابنفش طیف تابش الکترومغناطیسی تولید می‌شود. بنابراین، پرتو در اکثر کاربردهای جوشکاری نامرئی است.

به‌طور کلی فلزات و آلیاژهایی که قابلیت جوشکاری با این فرایند را دارند عبارت‌اند از: سرب، مس، فلزات نجیب، آلومینیوم، تیتانیوم و آلیاژهای این فلزات نظیر مولیبدن، فولاد گرم‌کار کم‌کربن و کربنی، فولادهای استحکام بالای کم‌آلیاژ، فولادهای زنگ‌نزن و آلیاژهای نسوز پایه نیکل و پایه آهن. از این فرایند در صنایع اتومبیل‌سازی، هواپیما سازی و صنایع فضایی و همچنین صنایع الکتریک در سطح بسیار وسیعی استفاده می‌شود.

مزایای فرایند جوشکاری با اشعه لیزر عبارت‌اند از:

۱. بدون تماس بودن فرایند باعث حذف برخی آسیب‌ها مخصوصاً در جوشکاری ورق‌های نازک می‌شود؛
 ۲. به علت ضروری نبودن تماس، در موقعیت‌های منحصر به فردی که تنها راه دسترسی به منطقه جوش فقط یک خط دید نازک است می‌توان عمل جوشکاری را انجام داد؛
 ۳. چون منطقه جوش و حجم حوضچه بسیار کوچک است حرارت وارد شده به قطعه و خسارات ناشی از آن در کمترین حد ممکن است؛
 ۴. توان بالای اشعه، امکان جوشکاری فلزات و آلیاژهای سازگار از نظر متالورژیکی و متفاوت از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی را فراهم آورده است. در این فرایند ممکن است قطعات از نظر جرم، ابعاد و مقاومت الکتریکی بسیار متفاوت باشند؛
 ۵. این فرایند نیاز به خلأ ندارد؛ چون پرتو لیزر قادر است از هوا عبور کند بدون اینکه افت محسوسی در انرژی آن ایجاد شود؛
 ۶. به علت قابلیت تمرکز بسیار بالای پرتو، می‌توان جوش‌های نقطه‌ای با ابعاد بسیار کوچک (با قطری در حدود چند هزارم اینچ) ایجاد کرد؛
 ۷. برخلاف جوشکاری با پرتو الکترونی، در جوشکاری با لیزر اشعه ایکس تولید نمی‌شود؛
 ۸. پیچیدگی و اعوجاج ناشی از حرارت جوشکاری در قطعه بسیار ناچیز است و این امر باعث می‌شود قطعات ماشین‌کاری شده بدون این که نیاز به ماشین‌کاری بعد از جوشکاری، به یکدیگر متصل شوند؛
 ۹. ماشین‌های لیزر مناسب برای اتوماسیون هستند و این روش می‌تواند کاملاً رباتیک باشد؛
 ۱۰. جوشکاری در تمام وضعیت‌ها امکان‌پذیر است. و این امکان فراهم است که به کمک یک وسیله حفاظت کننده تمرکز اپتیکی، به طور هم‌زمان در دو وضعیت افقی و بالایی سر به کار برده شود.
- محدودیت‌های این روش نیز به شرح زیر است:
۱. درز جوش باید به خوبی کنترل شود و لبه قطعات باید به طور کامل با یکدیگر جفت و جور شوند. طبیعتاً این امر متضمن صرف هزینه و زمان برای ماشین‌کاری لبه قطعات است؛
 ۲. اگر در اثر تکان خوردن و یا ضربه و یا هر عامل دیگری قطعات به مقدار بسیار کمی جابه‌جا شوند، به خاطر کوچک بودن نقطه کانونی شدن پرتو، امکان عبور پرتو از فاصله ایجاد شده بین قطعات وجود دارد؛
 ۳. ماشین‌آلات و تجهیزات این سیستم به نسبت گران هستند و باید با دقت بسیار بالایی ساخته شوند؛
 ۴. هزینه نصب، راه‌اندازی و کارکردن سیستم بالاست؛
 ۵. اگر قطعات به طور دقیق در کنار یکدیگر قرار نگیرند، اشعه به علت باریک بودن به راحتی درز جوش را گم می‌کند و همچنین می‌تواند عیب پدیدگی کنار جوش را ایجاد کند (مگر این که از فلز پُرکننده استفاده شود)؛
 ۶. از نظر ایمنی، خطرات بسیار جدی برای بدن در بردارد که تجهیزات ایمنی خاصی را می‌طلبد.
- جوشکاری پرتو لیزر به صورت شماتیک در شکل ۱-۷ نشان داده شده است.



شکل ۱-۷: نمایش شماتیکی فرایند جوشکاری پرتو لیزر

۱-۲-۸ فرایند جوشکاری پرتو الکترونی (EBW)

جوشکاری با پرتو الکترونی (EBW)، برای کاربردهای با دقت بالا و تولید بالا که بیشتر فلزات را در بر می گیرد استفاده می شود. این فرایند، یک فرایند اتصال ذوبی است که در طی آن قطعه کار توسط جریانی مترکم از الکترون‌های دارای سرعت بالا بمباران شده و کل انرژی جنبشی الکترون‌ها در اثر برخورد با قطعه کار به حرارت تبدیل می شود. این حرارت موجب ذوب لبه‌های قطعات و اتصال دو قطعه پس از انجماد می شود.

تجهیزات اساسی مورد نیاز برای اکثر جوشکاری‌های پرتو الکترونی شامل یک محفظه خلاء، کنترل، یک تفنگ پرتو الکترونی، یک منبع تغذیه سه فاز، یک سیستم مشاهده نوری یا دستگاه ردیابی و تجهیزات انجام کار می باشد. عملکرد این تجهیزات تقریباً همیشه خودکار است.

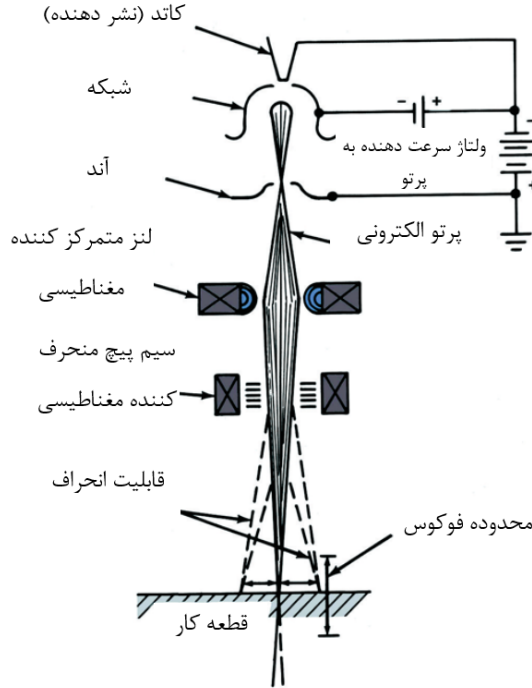
مزایای این روش به شرح زیر است:

۱. ایجاد جوش‌های عمیق‌تر و باریک‌تر نسبت به روش‌های قوسی؛
۲. حرارت ورودی کمتر به محل جوش در مقایسه با روش‌های ذوبی دیگر؛
۳. نسبت عمق به عرض بالای جوش و عدم نیاز به جوش‌های چند پاسه؛
۴. ناحیه متأثر از حرارت جوش باریک به علت تمرکز حرارتی بالای فرایند؛
۵. تمیزی فلز جوش به دست آمده به علت استفاده از خلاء در فرایند؛
۶. امکان دستیابی به سرعت جوشکاری بالا و در نتیجه سرعت تولید بالاتر؛
۷. بازدهی انرژی بالا (تا حدود ۹۵٪)؛
۸. پیچیدگی و اعوجاج کم قطعه جوشکاری شده به علت تمرکز حرارتی بالای فرایند؛
۹. عدم نیاز به عملیات حرارتی جدی قبل و بعد از فرایند؛
۱۰. امکان اتصال قطعات و آلیاژهای حساس به حرارت؛

۱۱. امکان جوشکاری فلزات دیرگداز و فعال که خواص آن‌ها به شدت تابع آلودگی‌های گازی نظیر اکسیژن، نیتروژن و هیدروژن در محدوده تا چند صدم ppm می‌باشد؛
۱۲. امکان آب‌بندی با کیفیت بسیار بالا در اتصالات؛
۱۳. امکان اتصال بهتر عناصر و غیر فلزات؛
۱۴. سهولت کنترل فرایند به صورت رایانه‌ای؛
۱۵. عدم نیاز به سیم جوش (در اغلب موارد) و عدم نیاز به برطرف کردن سرباره و اضافات جوش؛
۱۶. امکان جوشکاری قطعات بسیار ظریف مورد استفاده در صنایع الکترونیک و تجهیزات پزشکی و آزمایشگاهی.

محدودیت‌های این روش نیز به شرح زیر است:

۱. در این روش قطعه کار می‌بایست طوری در خلأ قرار داده شود که کمترین انحراف و پراکندگی پرتو را از مسیر اولیه خود به همراه داشته باشد؛
 ۲. در اثر برخورد پرتو الکترونی با سطح فلز، پرتو ایکس تولید می‌شود و لذا نیاز به حفاظت در برابر این پرتو وجود دارد؛
 ۳. حساسیت شدید فرایند به تغییرات جزئی متغیرهای فرایند؛
 ۴. حفره انتهای محل جوشکاری (در اثر تغییر ناگهانی توان پرتو در انتهای جوش، احتمال شکل‌گیری تخلخل بسیار بالا می‌رود)؛
 ۵. قیمت بالای تجهیزات و کاربرد محدودتر نسبت به روش‌های قوسی؛
 ۶. نیاز به تمیزکاری بسیار مناسب قطعات به منظور جلوگیری از شکل‌گیری عیوبی مانند تخلخل در جوش؛
 ۷. تعمیر عیوب ایجاد شده در عمق قطعه در اتصال قطعات ضخیم مشکل است و در صورت تلاش برای تعمیر عیوب، به احتمال زیاد عیوب جدیدتری شکل می‌گیرد؛
 ۸. عدم پایداری طولانی مدت پرتو.
- جوشکاری پرتو الکترونی به صورت شماتیکی در شکل ۱-۸ نشان داده شده است.



شکل ۱-۸: نمایش شماتیکی فرایند جوشکاری پرتو الکترونی

۱-۲-۹ فرایند جوشکاری گازی اکسی سوخت (OFW)

جوشکاری گاز اکسی سوخت (OFW)، شامل گروهی از فرایندها است که از گرمای تولید شده توسط شعله گاز قابل احتراق برای ذوب فلز پایه و فلز پرکننده (در صورت استفاده) بهره گرفته می شود و منجر به ایجاد اتصال می شود. گاز سوختنی قابل احتراق با اکسیژن مخلوط شده و مشتعل می شود. دمایی که در آن می سوزد تابعی از مقدار اکسیژن موجود در مخلوط گاز است.

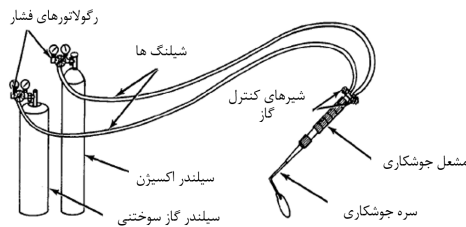
مزایای جوشکاری گازی اکسی سوخت به شرح زیر است:

۱. تجهیزات ساده و ارزان قیمت؛
۲. قابلیت حمل و نقل مناسب؛
۳. مناسب بودن برای جوشکاری ورق های نازک، لوله های جدار نازک و لوله های با قطر کم؛
۴. امکان لحیم کاری نرم و سخت با استفاده از تجهیزات این فرایند؛
۵. درجه رقت^۲ کم.

1- Electron Beam Welding
2- Dilution

معایب این روش جوشکاری نیز عبارت است از:

۱. سرعت جوشکاری کم؛
 ۲. بالا بودن حرارت ورودی به قطعه؛
 ۳. مقرون به صرفه نبودن جوشکاری ورق‌های ضخیم به جز در کارهای تعمیراتی؛
 ۴. خطر پس زدن شعله و امکان انفجار؛
 ۵. عدم امکان جوشکاری همه فلزات.
- فرایند جوشکاری گازی اکسی سوخت، به صورت شماتیکی در شکل ۱-۹ نشان داده شده است.



شکل ۱-۹: نمایش شماتیکی فرایند جوشکاری گازی اکسی سوخت

● ۱-۳ فرایندهای برشکاری

فرایندهای برشکاری اغلب قبل از انجام عملیات جوشکاری، جهت آمادسازی اتصال، به کار می‌روند. گاهی اوقات از این فرایندها جهت لایه برداری از قطعات جوشکاری شده معیوب یا بهبودیروفیل جوش استفاده می‌گردد. در جدول ۱-۲ انواع روش‌های رایج برشکاری در صنایع آمده است.

جدول ۱-۲: انواع روش‌های برشکاری

اره کاری با اره نواری، اره‌لنگ، اره دیسکی و غیره	با براده برداری	روش‌های مکانیکی
ماشین کاری با سنگ فرز، صفحه تراش و غیره		
قیچی کاری با قیچی دستی، قیچی اهرمی، قیچی گیوتینی، انواع لوله بر و غیره	بدون براده برداری	روش‌های حرارتی
برشکاری گازی اکسی سوخت	توسط شعله	
برشکاری لیس	توسط قوس الکتریکی	
برشکاری با الکتروود روپوش دار		
برشکاری اکسی-آرک		
برشکاری قوسی پلاسما		
برشکاری با الکتروود گرافیتی		
برشکاری با اشعه لیزر	توسط اشعه	

در ادامه، برخی از این روش‌های برشکاری شرح داده شده‌اند.

■ ۱-۳-۱ برشکاری توسط اره نواری

یکی از روش‌های برشکاری، توسط اره نواری انجام می‌گیرد که در آن، از تیغه‌ای شبیه اره معمولی ولی به شکل حلقه استفاده می‌شود. روش بدین گونه است که تیغه نواری (حلقوی) حول دو محور دستگاه قرار گرفته و با حرکت دورانی دو محور، تیغه نیز حرکت دورانی انجام داده و در اثر تماس با قطعه کار براده برداری صورت می‌پذیرد. اره نواری در دو نوع اره نواری چوب و اره نواری فلزبری وجود دارد.

مزیت‌های برشکاری توسط اره نواری عبارت‌اند از:

۱. دارای بیشترین سرعت برشکاری نسبت به سایر روش‌های سرد برای قطعات مشابه (برش لوله ۶ اینچ با تیغه فولادی HSS کبالت دار در مدت ۳ دقیقه)؛
۲. ایجاد کم‌ترین مقدار عرض برش نسبت به سایر روش‌های سرد برای قطعات مشابه (کمتر از یک میلی‌متر)؛
۳. امتداد برش کاملاً عمود بر قطعه است (بسیاری از روش‌های برشکاری سرد در مسیر برشکاری دچار انحراف می‌شوند)؛

۴. امکان برش در زوایای مختلف بر روی قطعه کار؛

۵. امکان جوشکاری مجدد تیغه نواری در صورت شکستن.

معایب برشکاری توسط اره نواری عبارت‌اند از:

۱. هزینه خرید دستگاه نسبت به سایر روش‌های برشکاری سرد برای قطعات مشابه، چشمگیرتر است؛
۲. هزینه تعمیر و نگهداری بالا.

■ ۱-۳-۲ برشکاری و سایش کاری توسط دستگاه فرز دستی

دستگاه فرز دستی وسیله‌ای است به منظور انجام سایش کاری و از بین بردن برجستگی‌های موجود بر روی قطعات مانند گرده جوش و یا تغییر شکل آن‌ها و یا انجام برشکاری برخی از قطعات که امکان برشکاری آن‌ها توسط سایر فرایندها وجود ندارد. دستگاه‌های فوق از نظر ابعاد در دو نوع بزرگ و مینی موجود هستند. به منظور انتخاب دستگاه‌های فرز دستی می‌بایست تعداد دور بر دقیقه دستگاه و توان آن مدنظر قرار گیرد. برای کارگاه‌های جوشکاری و آهنگری، استفاده از دستگاه مینی سنگ فرز با توان ۷۵۰ تا ۹۵۰ وات و دستگاه‌های فرز بزرگ با توان بیش از ۲۳۰۰ وات توصیه می‌شود. دستگاه‌های سنگ فرز آهنگری، تعداد دور ۸۵۰۰ دور بر دقیقه مناسب است. همیشه باید تعداد دور دستگاه فرز کمتر یا مساوی با تعداد دور صفحه سنگ فیبری، پرس خورشیدی و پرس کاسه‌ای باشد.

هنگام عملیات سایش کاری می‌بایست سطح صفحه سنگ فیبری نسبت به قطعه کار، زاویه‌ای حدود ۳۰ درجه و هنگام عملیات برشکاری باید این زاویه ۹۰ درجه باشد.

۱-۳-۳ برشکاری توسط انواع قیچی

قیچی کاری یکی از روش‌های برشکاری بدون براده‌برداری است. انواع قیچی عبارت‌اند از: الف) قیچی دستی، ب) قیچی اهرمی، ج) قیچی گیوتینی.

الف) قیچی دستی: این قیچی از دو تیغه متحرک تشکیل شده است که هر دو متحرک هستند. قیچی دستی در انواع مستقیم بر، راست بر و چپ بر موجود هستند. معمولاً قیچی‌های آهن بر دستی را می‌توان برای برش ورق‌های آهنی تا ضخامت یک میلی‌متر به کار برد؛

ب) قیچی اهرمی: شامل دو تیغه و اهرم که یکی متحرک و دیگری ثابت است می‌باشد. تیغه متحرک به‌موجب نیروی اهرم قیچی حرکت می‌کند. قیچی‌های اهرمی در انواع رومیزی با قدرت برش تا ۲ میلی‌متر و پایه دار با امکان برش تا حدود ۱۰ میلی‌متر موجود هستند. قیچی‌های اهرمی رومیزی تنها دارای قسمت ورق بوده و قیچی‌های اهرمی پایه‌دار، علاوه بر قسمت ورق‌پر، دارای قسمت نشی بر و قطعات توپُر (میلگرد و چهارپهلوی) هستند که گاهی قیچی اهرمی مرکب نیز نامیده می‌شوند. اگر اهرم قیچی با نیروی الکتریکی حرکت نماید آن را قیچی اهرمی برقی و اگر توسط دست انسان حرکت نماید آن را قیچی اهرمی دستی می‌نامند؛

ج) قیچی گیوتینی: از دو تیغه تشکیل یافته که یکی ثابت و دیگری متحرک است که تیغه متحرک به‌طور عمودی حرکت می‌نماید. قیچی اهرمی گیوتینی فقط دارای قسمت ورق بوده و قابلیت برش قطعات با ضخامت‌های مختلف از ۲ میلی‌متر تا ۳۵ میلی‌متر و در طول‌های یک تا ۶ متر و در دو نوع دستی و برقی موجود هستند. به منظور تأمین حرکت تیغه متحرک ممکن است از سازوکار لنگ یا فشار روغن (هیدرولیک) استفاده شود. برای نگهداری ورق در هنگام برش، در جلوی قسمت متحرک این قیچی‌ها، نگهدارنده‌ای تعبیه شده است که به همراه تیغه متحرک پایین آمده و قبل از شروع مرحله برش، ورق را به کمک نیروی وزن و یا نیروی فنر نگه می‌دارد.

۱-۳-۴ برشکاری گازی اکسی سوخت (OFC)

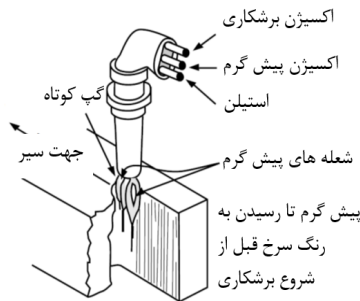
در این فرایند برشکاری، ابتدا با استفاده از شعله یك گاز سوختنی و اکسیژن، درجه حرارت فلز افزایش یافته تا به دمای برافروختن^۱ می‌رسد (این درجه حرارت در فولادها ۶۲۵ °C است). سپس با دمش جت اکسیژن عملیات اکسیداسیون صورت گرفته و برشکاری انجام می‌شود. جت اکسیژن هم‌زمان با پیشرفت برشکاری، سرباره و اکسیدهای تولید شده را از درز برش به بیرون می‌راند. به پهنای برش ایجاد شده، کرف^۲ اطلاق می‌شود.

1- Oxyfuel Gas Cutting
2- Kindling Temperature
3- Kerf

سیستم برشکاری گاز اکسی سوخت از قسمت‌های زیر تشکیل یافته است:

۱. منبع گاز اکسیژن؛
۲. منبع گاز سوختنی؛
۳. مانومتر (رگلاتور) اکسیژن و مانومتر گاز سوختنی؛
۴. شلنگ دوقلو؛
۵. شیر یک طرفه؛
۶. مشعل برشکاری (جوشکاری).

در هنگام استفاده از اکسی استیلن به منظور جلوگیری از پس زدن شعله، از وسیله‌ای به نام شیر یک طرفه استفاده می‌شود. انواع شیر یک طرفه عبارتند از: شیر یک طرفه متصل به مانومتر، شیر یک طرفه متصل به مشعل و شیر یک طرفه بین راهی. تصویر این فرایند، در شکل ۱-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۰: فرایند برشکاری گازی اکسی سوخت

فرایند OFC با وجود کاربرد گسترده در صنایع مختلف، فقط به برشکاری فولادهای کربنی و کم آلیاژی محدود می‌شود. با افزایش مقدار عناصر آلیاژی در فولاد، عملیات برشکاری شعله‌ای با مشکلاتی مواجه خواهد شد، اولاً عملیات برش به سختی صورت می‌گیرد و ثانیاً تمایل به افزایش سختی در سطوح برش افزایش می‌یابد.

یکی از محدودیت‌های روش OFC، نیاز به تمیزکاری و آماده‌سازی سطوح پس از انجام برشکاری است، همچنین در این فرایند به دلیل بالا بودن درجه حرارت، احتمال سخت شدن مناطق متأثر از حرارت برشکاری وجود دارد. این موضوع، مخصوصاً مواقعی که به عملیات ماشین کاری سطوح نیاز است مشکلاتی به وجود می‌آورد.

۱-۳-۵ برشکاری لانس^۱

برشکاری لانس توسط مشعل، تیوب مصرفی مخصوص و گاز اکسیژن بر روی تمامی مواد و با هر ضخامتی انجام می‌شود.

در این فرایند از دوروش استفاده می‌شود: ۱- لانس بدون پودر و دارای تیوب لوله‌ای شکل محتوی مفتول^۲؛

۲- لانس با تزریق پودر مخصوص و تیوب^۳.

مزیت‌های برشکاری لانس عبارت‌اند از:

۱. توانایی برش هر نوع ماده‌ای حتی بتن مسلح و انواع سنگ‌های معدنی؛

۲. بدون محدودیت در ضخامت قطعه کار؛

۳. توانایی برش در هر شرایط محیطی حتی در زیر آب در هر عمقی؛

۴. عدم نیاز به انرژی برق؛

۵. عدم نیاز به گاز سوختنی؛

۶. کوتاهی زمان آموزش اپراتور.

معایب برشکاری لانس نیز عبارت‌اند از:

۱. بالا بودن هزینه اولیه به منظور تهیه وسایل و مواد مصرفی؛

۲. محل برش خورده همانند سایر فرایندها صاف نیست.

پس از مونتاژ مشعل، تیوب مربوطه و کپسول اکسیژن (به صورت گاز یا مایع که توصیه می‌شود با توجه به مصرف زیاد اکسیژن در این فرایند، از اکسیژن مایع استفاده شود) و رعایت موارد ایمنی فردی و گروهی، با مشعل جوشکاری یا برشکاری نوک تیوب لانس را سرخ و گداخته می‌نماییم و سپس شیر مشعل را که فشار اکسیژن آن حدود ۱۲ بار است باز می‌کنیم تا نوک تیوب مشتعل شده و برشکاری را انجام دهیم. معمولاً تیوبهای برش لانس در طول‌های ۳ متری به بازار عرضه می‌شوند و توسط سنگ فرز دستی قابل برش به طول‌های دلخواه هستند.

۱-۳-۶ برشکاری با الکتروکربنی و هوا^۴ (ACAC)

در این فرایند، از یک الکتروکربنی جهت ایجاد قوس الکتریکی و ایجاد حرارت استفاده می‌شود. هم‌زمان با ذوب شدن فلز، با آزاد کردن یک ضامن، هوای فشرده به سمت مذاب دمیده شده و آن را به جلو می‌راند. بدین ترتیب یک شیار، روی قطعه ایجاد می‌شود.

تجهیزات فرایند CAC-A، شامل یک انبر الکتروکربنی مخصوص، یک منبع قدرت جریان ثابت و یک منبع تولید هوای فشرده (کمپرسور هوا) است. تصویر الکتروکربنی این فرایند، در شکل ۱-۱۱ نشان داده شده است.

1- Lance Cutting

2- Pipe and Core Lance

3- Powder Lance

4- Air Carbon Arc Cutting

فرایند OFC با وجود کاربرد گسترده در صنایع مختلف، فقط به برشکاری فولادهای کربنی و کم آلیاژی محدود می‌شود. با افزایش مقدار عناصر آلیاژی در فولاد، عملیات برشکاری شعله‌ای با مشکلاتی مواجه خواهد شد، اولاً عملیات برش به‌سختی صورت می‌گیرد و ثانیاً تمایل به افزایش سختی در سطوح برش افزایش می‌یابد.

یکی از محدودیت‌های روش OFC، نیاز به تمیزکاری و آماده‌سازی سطوح پس از انجام برشکاری است، همچنین در این فرایند به دلیل بالا بودن درجه حرارت، احتمال سخت‌شدن مناطق متأثر از حرارت برشکاری وجود دارد. این موضوع، مخصوصاً مواقعی که به عملیات ماشین کاری سطوح نیاز است مشکلاتی به‌وجود می‌آورد.



شکل ۱-۱۱: الکتروگیر و الکترودهای به‌کاررفته در فرایند برشکاری با الکترو کربنی و هوا

این فرایند عموماً جهت تعمیر قطعات معیوب مخصوصاً هنگامی که عیوب به‌صورت عمقی می‌باشند، به‌کار می‌رود. همچنین این فرایند برای آماده‌سازی لبه‌ها به‌صورت U شکل، به‌کار می‌رود. یکی از مزایای روش ACAC، قابلیت ویژه آن، جهت تراشیدن (لایه‌برداری) از فلزات است. در این فرایند همچنین امکان برشکاری تمام فلزات میسر می‌باشد. از آنجائی که منبع قدرت در این روش مشابه فرایندهای دیگر از جمله روش SMAW است، هزینه‌ها کاهش می‌یابند. از محدودیت‌های این روش برشکاری، رعایت مسائل ایمنی است، چراکه این روش به‌صورت ذاتی کثیف و پرسروصدا است. بنابراین اپراتور باید مجهز به گوشی‌های صداگیر و ماسکهای مخصوص، جهت جلوگیری از تنفس بخارات فلزی باشد. محدودیت دیگر این فرایند، جذب کربن در لایه‌های سطحی فلز است که موجب بالا رفتن سختی می‌شود. لذا تمیزکاری و آماده‌سازی سطوح، قبل از انجام هر عملیات جوشکاری بعدی، الزامی است.

۱-۳-۷ برشکاری قوس پلاسما (PAC)

تجهیزات فرایند برشکاری قوس پلاسما مشابه فرایند جوشکاری پلاسما است با این تفاوت که توان دستگاه در عملیات برشکاری بیشتر است. در این فرایند برشکاری، از قوس انتقالی به دلیل تولید حرارت بیشتر در قطعه کار استفاده می‌شود.

در برشکاری قوس پلاسما از گازهای مشروحه در جدول ۱-۳ استفاده می‌شود. نحوه برشکاری قوس پلاسما بدین گونه است که پس از متصل کردن انبر اتصال به قطعه کار، با زدن سوئیچ مشعل، قوس الکتریکی بین نوک الکترود تنگستن و نازل مشعل ایجاد می‌شود که در اثر جریان گاز پلاسما در فضای داخلی نازل مشعل، گاز بین الکترود برش و نازل شدیداً یونیزه شده و موجب افزایش شدید حرارت تولیدی تا حدود ۲۰۰۰۰ درجه سانتیگراد می‌شود که در اثر حرارت بالا گاز منبسط شده و با فشار بیشتری از دهانه نازل گاز خارج شده و برشکاری را انجام می‌دهد.

جدول ۱-۳: انواع روش‌های برشکاری

کاربرد	نوع گاز
برشکاری قطعات فولاد زنگ‌نزن و آلیاژهای تیتانیوم (محل برش دچار اکسیداسیون نمی‌شود)	گاز Ar
برشکاری قطعات فولادی با ضخامت بیشتر از ۴۰ سانتی‌متر (پلیسه‌های ناشی از برش به راحتی از لبه‌های قطعه کار جدا می‌شوند)	گاز N ₂
ارزان‌ترین گاز جهت برشکاری تمام فلزات (محل برش قطعات فولاد زنگ‌نزن و آلیاژهای تیتانیوم دچار اکسیداسیون می‌شوند)	هوای فشرده توسط کمپرسور

مزیت‌های برشکاری PAC عبارت‌اند از:

۱. کیفیت بالای محل برش؛
۲. توانایی برش انواع فولادهای کربنی و آلیاژی، آلیاژهای AI، آلیاژهای Cu، آلیاژهای Ti، چدن و فولادهای زنگ‌نزن؛
۳. سرعت بالای برشکاری (حدود ۱۰ برابر فرایند گازی اکسی سوخت)؛
۴. بروز حداقل حوادث شغلی نسبت به سایر فرایندهای برشکاری (مانند پس‌زدن شعله، انفجار کپسول گازهای سوختنی)؛
۵. کوتاهی زمان آموزش تئوری و عملی موردنیاز برای شخص برشکار؛
۶. کم بودن هزینه برشکاری و مواد مصرفی و نیازهای تدارکاتی نسبت به سایر روش‌های برشکاری حرارتی.

معایب برشکاری PAC نیز عبارت‌اند از:

۱. بالا بودن هزینه اولیه خرید دستگاه و کمپرسور باد و یا کپسول‌ها؛
۲. افزایش مقدار سختی محل برش آلیاژهای عملیات حرارتی‌پذیر در اثر گرم و سرد شدن سریع؛
۳. عدم توانایی در برش قطعات دارای ضخامت بیشتر از ۶۰ میلی‌متر (فرایند گازی اکسی سوخت تا حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر را برش می‌دهد)؛
۴. تولید دود بسیار زیاد.

۱-۳-۸ برشکاری و شیارزنی توسط الکتروود روپوش دار فرایند الکتروود دستی

در بسیاری از موارد جهت برشکاری یا شیارزنی قطعات در مدت زمان کوتاه و بدون توجه به کیفیت محل برش و یا شیار، می توان از الکتروودهای روپوش دار مخصوص استفاده نمود. تفاوت الکتروودهای روپوش دار مخصوص برشکاری و الکتروودهای روپوش دار مخصوص جوشکاری در نقطه ذوب روپوش آنها است. الکتروودهای برش دارای روپوش با نقطه ذوب بیشتر از نقطه ذوب مغزی و الکتروودهای جوشکاری دارای روپوشی با نقطه ذوب برابر با نقطه ذوب مغزی است. انتخاب نوع قطبیت، مقدار آمپر مصرفی و چگونگی انجام برشکاری می بایست بنا به توصیه سازنده عمل شود. اگر آمپر مصرفی بیش از حد انتخاب شود موجب سرخ شدن روپوش گردیده و پس از چند سانتی متر برشکاری، به علت از دست دادن خواص خود، دیگر قادر به انجام برشکاری نخواهد بود. چگونگی برشکاری و یا شیارزنی می بایست با نوع حرکت صحیح الکتروود انجام پذیرد.

۱-۳-۹ برشکاری قوس الکتریکی دستی با الکتروود روپوش دار توخالی و گاز اکسیژن (اکسی - آرک^۱)

در این فرایند با استفاده از یک رکتیفایر جوشکاری و انبر الکتروودگیر مخصوص و الکتروود روپوش دار توخالی، قوس الکتریکی ایجاد و پس از تثبیت قوس بر روی قطعه کار، با سوئیچ روی انبر، جریان گاز اکسیژن داخل الکتروود برقرار و برشکاری حتی زیر آب نیز انجام می پذیرد.

۱-۳-۱۰ برشکاری با اشعه لیزر

دستگاه برش لیزر با استفاده از پرتو لیزر پر قدرت، برشکاری را انجام می دهد که سرعت بسیار بالا، کیفیت و دقت ابعادی بالا از خصوصیات این نوع برش است.

قدرت و توان لیزر به میزان انرژی گسیل شده در یک زمان مشخص بستگی دارد. بیشترین استفاده از لیزرهای با قدرت زیاد در کارخانجات و صنایع جهت برشکاری است. این کار بر اساس ایجاد سوراخ کلید^۲ جهت نفوذ در ضخامت قطعه استوار است، اما فلز مذاب به کمک یک جت گاز از سوراخ بیرون رانده می شود. این جت گاز می تواند یک گاز مانند ازت یا اکسیژن باشد. وجود اکسیژن در محیط برش موجب واکنش گرمازا با فولاد شده و مانند برشکاری اکسیژن-گاز سوختنی، گرمای اضافی ایجاد می کند.

برشکاری با لیزر به فلزات محدود نشده و بر روی چوب، سرامیک، پلاستیک، مقوای نازک و پوشاک مصنوعی نیز کاربرد دارد. لازم به ذکر است که در بعضی موارد، از لیزر بدون جت گاز نیز استفاده می شود.

1- Oxy-Arc Cutting
2- Key hole

● مراجع

- 1- American Welding Society. Welding inspection technology. 5th Ed., AWS, 2008.
 - 2- Sinnes K. (Editor), Welding handbook Vol. 1 (Welding and cutting science and technology). 10th Ed. ,AWS, 2018.
 - 3- Connor L. P., Welding handbook Vol. 1 (Welding Technology), 8th Ed., AWS, 1987.
- ۴- سعیدرضا دادخواه و امیر دادخواه، تکنولوژی بازرسی جوش، چاپ اول، انتشارات آزاد، شهریور ۱۳۸۵.
 - ۵- جمشید اکبری زنجانی، دانش حرفه‌ای جوشکاران، چاپ اول، انتشارات سیمای دانش، ۱۳۸۷.
 - ۶- سید محسن فاطمی، بازرسی جوش با روش چشمی، چاپ اول، انتشارات کیفیت، ۱۳۹۶.

۲

فصل دوم

شناسایی انواع

مخاطرات در

عملیات جوشکاری

و برشکاری

شناسایی انواع مخاطرات در عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۲- آشنایی با خطرات جوشکاری و برشکاری

خطراتی که در جوشکاری وجود دارد شامل موارد زیر است:

■ ۱-۲-۱ خطرات ایمنی جوشکاری

۱-۱-۲- آتش‌سوزی و انفجار:

حرارت زیاد و جرقه‌های تولید شده در جوشکاری یا شعله آن می‌تواند منجر به بروز آتش‌سوزی گردد و یا اگر جوشکاری در مجاورت مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال انجام گیرد احتمال وقوع انفجار وجود دارد.

۱-۱-۲-۲ خطرات الکتریکی:

اگر چه در جوشکاری از برق با ولتاژ کم استفاده می‌شود، ولی خطر شوک الکتریکی همچنان وجود دارد؛ شرایط محیط جوشکاری (مثل محیط‌های مرطوب) نیز ممکن است خطر شوک الکتریکی را تشدید کند. گاهی اوقات ممکن است یک شوک ضعیف منجر به سقوط یا حوادثی نظیر آن شود؛ ولی شوک‌های شدید می‌توانند حتی سبب ضربه مغزی و مرگ فرد گردند. بیشتر تجهیزات الکتریکی در صورت استفاده نادرست می‌توانند موجب ایجاد شوک شوند. در جوشکاری و برشکاری انرژی لازم برای بیشتر فرایندها از طریق منابع الکتریکی با برق متناوب با ولتاژ ۱۱۵ تا ۵۷۵ ولت، یا ژنراتورهای موتوری تأمین می‌شود. بیشتر جوشکاری‌ها با کمتر از ولتاژ قوس ۱۰۰ ولت کار می‌کنند (تجهیزات با کمتر از ۸۰ ولت هم گاهی موجب مرگ شده است). بیشترین حوادث شوک الکتریکی در صنعت جوشکاری، در نتیجه تماس اتفاقی با هادی‌های بدون عایق یا با عایق ضعیف که از آنها ولتاژهایی مانند آنچه بیان شد عبور می‌کند، ایجاد می‌شود. در نتیجه جوشکارها باید پیشگیری‌های لازم را برای عدم تماس با اجزا مدار جوش و همین‌طور مدارهای اولیه مدنظر قرار دهند.

۲-۱-۱-۳ عبور و مرور و سقوط:

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

۲-۱-۱-۴ ماشین آلات خطرناک:

همه ماشین آلات دارای قطعات گردنده را باید حفاظ‌گذاری کرد تا از گیرکردن مو، انگشتان یا لباس کارگران در آنها جلوگیری به عمل 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.

۲-۱-۱-۵ جوشکاری در سایت:

بر خلاف جوشکارهای داخل کارگاه یا کارخانه، جوشکارهای فعال در سایت، با شرایط بسیار متغیری روبرو می‌شوند. بنابراین اقدامات ایمنی و بهداشتی مورد نیاز نیز ممکن است به طور مکرر تغییر کنند. بسیاری از ریسک‌های محتمل برای جوشکار فعال در سایت، همانند سایر کارگران صنعتی است (به عنوان مثال کار در ارتفاع، بلند کردن و آویزان شدن و حمل با دست).

■ ۲-۱-۲ خطرات جوشکاری در محیط‌های بسته**۱-۲-۱-۲ جوشکاری در فضای محدود**

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 محیط‌های بسته ضروری است. در این محیط‌های کوچک بخارات و گازهای خطرناک می‌توانند خیلی سریع به حد غلظت خطرناک خود برسند. از آنجایی که در فرایند جوشکاری، اکسیژن هوا به مصرف می‌رسد ممکن است فرد به سرعت دچار بیهوشی یا مرگ ناشی از خفگی شود.

۲-۲-۱-۲ جوشکاری محفظه‌ها

جوشکاری یا برشکاری خارج یا داخل محفظه‌ها یا ظرف‌هایی که حاوی مواد خطرناک بوده‌اند، خطرات خاصی دارد. در این محفظه‌ها ممکن است بخارات سمی یا قابل اشتعال وجود داشته یا بر اثر اعمال حرارت به وجود بیاید.

■ ۳-۱-۲ خطرات گازهای تحت فشار

در جوشکاری یا برش با شعله از یک گاز سوختنی و اکسیژن برای تولید حرارت مورد نیاز جوشکاری استفاده می‌شود. در این نوع جوشکاری، هم اکسیژن و هم گاز سوختنی (استیلن، هیدروژن، پروپان و غیره)

به صورت تحت فشار در سیلندرهای ذخیره می‌شوند. استفاده از سیلندرهای تحت فشار، کارگران را در معرض خطراتی قرار می‌دهد. 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 نمی‌باشد، ولی در هر حال اگر غلظت آن زیاد باشد بسیاری از مواد حتی آنهایی که در هوا به سختی می‌سوزند (مثل گردوغبارهای معمولی، گریس یا روغن) به راحتی منفجر می‌شوند.

■ ۲-۱-۴ خطرات بهداشتی جوشکاری

۲-۱-۴-۱ گازها و دودهای جوشکاری:

مخلوطی از ذرات بسیار ریز و گازها هستند. بسیاری از مواد موجود در دود جوشکاری مثل کروم، نیکل، آرسنیک، آزبست، منگنز، سیلیس، بریلیم، کادمیوم، اکسیدهای نیتروژن، فسژن، اکرویلین، ترکیبات فلوراید، مونوکسیدکربن، کبالت، مس، سرب، ازن، سلنیم و روی بسیار سمی هستند. معمولاً گازها و دودهای جوشکاری از منابع زیر تولید می‌شوند:

- ▶ ماده اصلی یا فلز اصلی تحت جوشکاری یا ماده پرکننده مورد استفاده؛
 - ▶ پوشش‌ها و رنگ‌های روی فلز تحت جوشکاری یا پوشش الکترودها؛
 - ▶ گازهای مورد مصرف حاصله از سیلندرها؛
 - ▶ واکنش‌های شیمیایی که در اثر نور ماوراء بنفش حاصله از قوس الکتریکی و گرما ایجاد می‌شوند؛
 - ▶ فرایند و مواد مصرفی مورد استفاده؛
 - ▶ آلودگی‌های موجود در هوا مثل بخارات متصاعد شده از مواد پاک‌کننده و گریس‌زدا.
- نام‌بردن از تمامی اثرات سوء بهداشتی در اثر جوشکاری بسیار مشکل است، زیرا ممکن است گازها و دودها حاوی چندین نوع ماده مضر باشند (بسته به عواملی که در بالا بدان‌ها اشاره شد). هریک از ترکیبات موجود در گاز یا دود جوشکاری می‌توانند یک بخش خاص از بدن فرد را تحت تأثیر قرار دهند مثل ریه‌ها، قلب، کلیه‌ها و سیستم عصب مرکزی. با وجود این که کلیه جوشکاران در معرض خطر قرار دارند، ولی افراد سیگاری دچار آسیب‌های شدیدتری می‌گردند. تماس با گازهای جوشکاری اثرات کوتاه مدت یا بلند مدت بر سلامتی افراد دارد که در ادامه شرح داده می‌شود.

۲-۱-۴-۲ اثرات سوء بهداشتی کوتاه مدت (حاد):

تماس با بخار فلزات (مثل روی، منیزیم؛ مس و اکسید آن) باعث بروز بیماری بنام تب فیوم فلز می‌شود. علائم این بیماری بین ۴ تا ۱۲ ساعت پس از تماس نمایان می‌شود و شامل احساس سرماخوردگی، عطش، تب، دردهای عضلانی، درد قفسه سینه، سرفه، خس‌خس کردن، کوفتگی، حالت تهوع و احساس مزه بد در دهان است. برخی ترکیبات موجود در فیوم مثل کادمیوم در مدت زمان کوتاه نیز ممکن است کشنده باشند و

گازهای متصاعد شده در فرایند جوشکاری نیز بسیار خطرناک هستند. برای مثال اشعه ماوراء بنفش منتشر شده در اثر واکنش با اکسیژن و نیتروژن موجود در هوا، ازن و اکسیدهای نیتروژن تولید می‌کند. این گازها در مقادیر زیاد کشنده‌اند و می‌توانند منجر به التهاب و تحریک بینی و گلو و بیماری‌های شدید ریوی گردند. اشعه ماوراء بنفش تولیدی، با حلال‌های هیدروکربنی کلردار مثل تری کلرواتیلن، متیلن کلراید و پرکلرواتیلن ترکیب می‌شود و گاز فشرن تولید می‌کند. حتی مقادیر بسیار کم فشرن نیز کشنده است، اگر چه علائم اولیه مسمومیت با آن که شامل سرگیجه، احساس سرما و سرفه است، پس از ۵ تا ۶ ساعت ظاهر می‌شود. جوشکاری با قوس الکتریکی نباید هیچگاه در فاصله کمتر از ۶۱ متر (۲۰۰ فوت) از مخازن حاوی محلول‌های گریس‌زا انجام شود.

۲-۱-۴-۳ اثرات سوء بهداشتی طولانی‌مدت (مزمین):

مطالعه بر روی جوشکاران، افرادی که با شعله، فلزات را برش می‌دهند و کارگرانی که در کنار کوره‌ها کار می‌کنند نشان می‌دهد که خطر ابتلا به سرطان ریه و گاهی اوقات سرطان حنجره و دستگاه ادراری در جوشکاران بیشتر از بقیه است. این موضوع نیز چندان غیرمنتظره نیست؛ چرا که مواد سمی موجود در دود جوشکاری مثل کادمیوم، نیکل، بریلیم، کروم و آرسنیک موادی هستند که باعث بروز سرطان ریه می‌شوند. ممکن است جوشکاران انواع مشکلات مزمن دستگاه تنفسی را نیز تجربه کنند، همانند: برونشیت، آسم، ذات‌الریه، امراض ریوی که در اثر تنفس ذرات فلزی ایجاد می‌شوند، کاهش ظرفیت تنفسی ریه، سیلیکوزیس (تنگی نفس در اثر تنفس مداوم ذرات حاوی سیلیس) و غیره. دیگر مشکلات و بیماری‌های ناشی از جوشکاری عبارت‌اند 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 هستند ممکن است دچار بیماری‌های کبدی نیز گردند.

■ ۲-۱-۵ سایر خطرات تهدیدکننده سلامتی

۲-۱-۵-۱ گرما:

گرمای شدید و جرقه‌های ناشی از جوشکاری ممکن است باعث سوختگی شود. جراحات چشمی نیز از تماس با خاکستر داغ، تراشه فلزات، جرقه‌ها و الکترودهای داغ حاصل می‌شود، بعلاوه، تماس طولانی‌مدت با گرما منجر به استرس حرارتی در فرد خواهد شد. جوشکاران بایستی از علائمی همچون خستگی، سرگیجه، کم‌اشتهایی، تهوع، درد ناحیه شکمی و بی‌حوصلگی آگاهی داشته باشند. تهویه، جداسازی و ایجاد فاصله مناسب با منبع حرارتی، رعایت فواصل استراحت و نوشیدن مایعات مناسب می‌تواند افراد را در برابر خطرات مرتبط با گرما محافظت کند.

۲-۵-۱-۲ نور مرئی، اشعه‌های ماوراء بنفش و مادون قرمز:

شدت نور متصاعد شده از قوس الکتریکی جوشکاری باعث صدمه دیدن شبکیه چشم می‌شود، در حالیکه اشعه مادون قرمز باعث آسیب قرنیه و ابتلاء فرد به بیماری آب مروارید خواهد گردید. نور نامرئی ماوراء بنفش حاصل از قوس الکتریکی حتی در زمان بسیار کوتاه (کمتر از یک دقیقه) باعث بیماری برق‌زدگی چشم می‌شود. علائم این بیماری معمولاً ساعت‌ها پس از تماس با اشعه ماوراء بنفش بروز می‌کند و شامل احساس وجود شن‌وماسه در چشم، تاری دید، درد شدید، ریزش اشک از چشم، سوزش و سردرد می‌باشد. قوس الکتریکی بر مواد و اجسام موجود در محیط نیز اثر داشته و دیگر افراد مجاور محل جوشکاری را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حدود نیمی از بیماری برق‌زدگی چشم در افرادی ایجاد می‌شود که در محل حضور داشته ولی جوشکاری نمی‌کنند. افرادی که دائماً بدون حفاظت مناسب در محیط دارای اشعه ماوراء بنفش کار می‌کنند ممکن است دچار آسیب‌های دائمی چشم شوند. تماس با اشعه ماوراء بنفش نیز باعث سوختگی پوست می‌شود که شبیه آفتاب سوختگی است و خطر ابتلاء به سرطان پوست را افزایش می‌دهد.

۲-۵-۱-۳ سروصدا:

سروصدا زیاد در محیط ممکن است به سیستم شنوایی آسیب وارد سازد، همچنین عامل ایجاد استرس و فشارخون و یا گاهی بیماری‌های قلبی است. کار کردن طولانی مدت در محیط دارای سروصدا زیاد باعث ایجاد خستگی، حالت‌های عصبی و بی‌حوصلگی افراد می‌شود. در جوشکاری، برشکاری و فرایندهای مربوطه، سروصدا می‌تواند توسط فرایند، تجهیزات یا هر دو ایجاد شود. صدای با شدت بیش از ۸۵ دسی‌بل می‌تواند برای شنوایی مشکل ایجاد کند. مدت زمان و دفعات قرارگیری در معرض سروصدا زیاد بر مقدار آسیب وارد شده به گوش موثر است، در نتیجه باید از قرار گرفتن مکرر در معرض سروصدا خودداری کرد. اولین روش برای کنترل صدای بیش از حد، کاهش شدت آن از منبع، یا جلوگیری از آن توسط مواد جاذب صدا است. در صورتی که نتوان مقدار سروصدا را کاهش داد (مثلاً با تغییر مکان خود فرد یا ایستگاه، استفاده از حفاظ‌های صوتی و غیره) باید از ابزارهای حفاظت فردی مانند گوشی استفاده شود. اگر تماس با سروصدا بر اساس حدود تماس شغلی استاندارد ملی به بیش از ۸۵ دسی‌بل در هشت ساعت برسد، پیمانکار باید برای فرد جوشکار گوشی مناسب تهیه کند و سالانه او را تحت معاینات پزشکی قرار دهد.

۲-۵-۱-۴ آسیب‌های عضلانی-استخوانی:

در بین جوشکاران شکایت از بیماری‌های عضلانی-استخوانی نظیر صدمات در ناحیه پشت بدن، 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 لرزش در حین کار و حمل بارهای سنگین) نیز در بروز اختلالات و بیماری‌های فوق مؤثر است. این مشکلات را با روش‌های زیر می‌توان 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 می‌کند؛
 - ▶ قراردادن مناسب ابزارآلات و مواد؛
 - ▶ به حداقل رساندن لرزش در حین کار.
- مواجهات شغلی با عوامل زیان‌آور فیزیکی و شیمیایی در انواع روش‌های جوشکاری در جدول ۱-۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱-۲: مواجهات شغلی با عوامل زیان‌آور فیزیکی و شیمیایی در انواع روش‌های جوشکاری

OFW	SAW	SMAW GTAW GMAW	PAW	
+	+	+	+	ارگونومیک
-	+	+	+	شوک الکتریکی
+	+/-	+	+	نور مرئی
-	+/-	+	+	اشعه ماورای بنفش
+	+	+	+	استرس حرارتی
-	-	-	+	سروصدا
+	+	+	+	دودها، بخارات و گازها

● ۲-۲ اهمیت ایمنی

برای جلوگیری از حوادث، بیماری‌های شغلی و آسیب به تجهیزات و محیط‌زیست، محل کار و روش کار باید ایمن باشند. تشخیص خطرات در مراحل اولیه و انجام اقدامات مناسب برای جلوگیری از خطرات، به دانش گسترده‌ای نیاز دارد.

مقررات بهداشت حرفه‌ای و اقدامات ایمنی، علاوه بر وظایف مربوط به جوشکاری، شامل حقوق و تکالیفی برای کارفرمایان، مدیران و مسئولان هماهنگ‌کننده جوشکاری هستند.

«سلامت و ایمنی» یک موضوع مهم است؛ بنابراین یک سرپرست جوشکاری باید مسئولیت موارد زیر را بر عهده گیرد:

- ▶ مناسب‌بودن تجهیزات ایمنی و استفاده از آن؛
- ▶ مناسب‌بودن محل کار و محیط از لحاظ ایمنی.

● ۲-۳- مقررات عمومی، مدیریت و نظارت

■ ۲-۳-۱- تنظیمات و نصب

۲-۳-۱-۱- نگهداری تجهیزات:

کلیه تجهیزات جوشکاری و برشکاری در صورت لزوم مورد بازرسی قرار می‌گیرند تا اطمینان حاصل شود که در شرایط عملیاتی ایمن هستند. در صورت عدم توانایی در کارکرد ایمن و مطمئن، تجهیزات باید قبل از استفاده بعدی، توسط پرسنل واجد شرایط تعمیر شوند و یا از سرویس خارج شوند.

۲-۳-۱-۲- کاربری:

کلیه تجهیزات باید مطابق با توصیه‌ها و دستورالعمل‌های سازندگان مورد استفاده قرار گیرند (مشروط بر اینکه با استانداردهای مربوطه سازگار باشند).

۲-۳-۱-۳- تجهیزات قابل حمل سنگین نصب شده بر روی چرخ‌ها:

تجهیزات قابل حمل سنگین سوار بر چرخ باید در موقعیت خود، ایمن باشند تا از حرکت تصادفی آنها قبل از شروع عملیات جلوگیری شود.

■ ۲-۳-۲- مسئولیت‌ها

کاربران و مدیریت باید مسئولیت‌های متقابل خود را در مورد ایمنی در جوشکاری و برشکاری تشخیص دهند.

۲-۳-۲-۱- مدیریت:

▶ آموزش: مدیریت باید اطمینان یابد که جوشکاران و سرپرستان آنها در مورد کارکرد ایمن تجهیزات خود، استفاده ایمن از فرایند و اقدامات اضطراری آموزش دیده‌اند.

▶ ارتباطات در هنگام وقوع خطر: مدیریت باید اطمینان حاصل کند که خطرات و اقدامات احتیاطی ایمنی، قبل از شروع کار به کارگران اطلاع داده شده و توسط آنها درک شده باشد.

▶ مسئولیت‌ها و مناطق تعیین شده: مدیریت باید مناطق مورد تأیید را تعیین و رویه‌هایی را برای جوشکاری و برش ایمن تهیه کند.

▶ مسئولیت صدور مجوز عملیات جوشکاری و برشکاری در مناطقی است که به طور خاص برای چنین فرایندهایی طراحی یا تأیید نشده‌اند، بر عهده نماینده منصوب شده از طرف مدیریت است. مدیریت باید اطمینان حاصل کند که فرد از خطرات موجود آگاه است و با مفاد استاندارد ایمنی مربوطه آشنا است.

▶ تجهیزات تأیید شده: مدیریت باید اطمینان حاصل کند که فقط از دستگاه‌های تأیید شده، مانند مشعل‌ها، منیفلدها، تنظیم‌کننده‌ها، شیرهای کاهش فشار، ژنراتورهای استیلن، دستگاه‌های جوشکاری، نگهدارنده‌های الکتروود و وسایل محافظت شخصی استفاده می‌شود.

▶ پیمانکاران: مدیریت باید پیمانکارانی را برای انجام جوشکاری انتخاب کند که پرسنل آموزش دیده و واجد شرایط را تأمین کنند و از خطرات موجود آگاهی داشته باشند.

مدیریت باید در مورد مواد قابل اشتعال یا شرایط خطرناک که مخصوص محل کار است به پیمانکاران آگاهی دهد. همچنین، مدیریت باید در مورد مواد قابل اشتعال یا شرایط خطرناکی که ممکن است پیمانکاران از آنها اطلاع نداشته باشند، به پیمانکاران آگاهی دهد.

۲-۳-۲ سرپرستان:

استفاده ایمن از تجهیزات: ناظران، مسئولیت کاربری ایمن تجهیزات جوشکاری و استفاده ایمن از فرایند جوشکاری را برعهده دارند.

خطرات آتش سوزی: ناظران باید تعیین کنند که چه مواد قابل اشتعال و قابل احتراقی در محل کار موجود هستند یا احتمال وجود دارند. آنها باید اطمینان حاصل کنند که با انجام یک یا چند مورد از اقدامات زیر، این مواد در معرض احتراق قرار نمی گیرند:

- ▲ کار به مکانی عاری از مواد قابل احتراق و دور از مناطق خطرناک منتقل شود؛
- ▲ اگر محل کار را نمی توان به راحتی جابجا کرد، مواد قابل احتراق در فاصله مطمئنی از کار قرار گیرند و یا به درستی در برابر احتراق محافظت شوند؛
- ▲ زمان بندی جوشکاری و برشکاری را به نحوی انجام دهید که در حین عملیات جوشکاری و برشکاری چنین موادی در معرض آنها قرار نگیرند.

اخذ مجوز: قبل از شروع کار گرم یا ورود به فضای محدود شده، مجوز انجام عملیات جوشکاری یا برشکاری باید از نماینده منصوب شده از طرف مدیریت اخذ شود. سرپرستان باید به این مسئله نظارت کنند که جوشکار قبل از ادامه کار، تأیید شرایط ایمن را داشته باشد؛

تجهیزات محافظ و حفاظت از آتش سوزی: سرپرستان باید از استفاده تجهیزات محافظ شخصی و ضدحریق مناسب، اطمینان حاصل کنند. آنها باید اطمینان یابند که تجهیزات حفاظت از آتش و اطفاء حریق، به درستی در محل استقرار یافته اند و همچنین مطمئن شوند که ناظران آتش منصوب شده اند و در صورت لزوم، رویه های اخذ مجوز کار گرم دنبال شوند؛

▲ در مواردی که ناظران آتش مورد نیاز نیستند، بازرسی نهایی باید با نظارت انجام شود.

۲-۳-۳ جوشکارها:

استفاده ایمن از تجهیزات: جوشکارها باید خطرات عملیات اجرایی و رویه هایی را که برای کنترل شرایط خطرناک استفاده می شود، درک کنند. جوشکارها باید تجهیزات را به صورت ایمن استفاده کنند و نباید جان افراد و اموال را به خطر بیندازند.

دریافت اجازه: جوشکارها باید قبل از شروع به جوشکاری یا برشکاری، اجازه مدیریت را اخذ نمایند. جوشکارها فقط موقعی مجاز به ادامه جوشکاری یا برشکاری هستند که شرایط نسبت به شرایطی که اجازه برای آنها صادر شده است، تغییر نکرده باشد.

▲ شرایط ایمن: جوشکارها باید فقط در مواردی که کلیه نکات ایمنی رعایت شده است، مشغول به برشکاری یا جوشکاری شوند.

▲ علامت‌گذاری مواد داغ: در مواردی که ممکن است دیگران به صورت ناخودآگاه با مواد داغ باقیمانده از جوشکاری تماس پیدا کنند، یک تابلوی هشدار باید نصب شود.

● مراجع

- 1- ANSI Z49.1 Standard, Safety in welding, cutting, and allied processes. American National Standards Institute, 2012.
- 2- DVS Media, The Welding Engineer's Current Knowledge, SLV, 2015.
- ۳- مقررات ایمنی جوشکاری، برشکاری و ساخت سازه های فلزی، شرکت مهندسی توسعه گاز ایران، ۱۳۹۲.



فصل سوم

شناخت مبانی و اصول

پیشگیری از حریق در

جوشکاری و برشکاری

وراه‌های کنترل

شناخت مبانی و اصول پیشگیری از حریق در جوشکاری و برشکاری و راههای کنترل

● ۱-۳ مناطق حاوی مواد قابل احتراق

■ ۱-۱-۳ شرایط برای برشکاری یا جوشکاری

تا زمانی که اتمسفر اطراف، قابل اشتعال باشد و مواد قابل احتراق دور نشوند یا از خطرات آتش سوزی محافظت نشوند، هیچ عملیات جوشکاری یا برشکاری نباید انجام پذیرد.

■ ۲-۱-۳ کار قابل جابه جایی

در صورت عملی بودن، کار باید به مکان امن تعیین شده، منتقل شود.

■ ۳-۱-۳ خطرات حریق قابل جابه جایی

در مواردی که جابه جایی کار، عملی نباشد، تمام خطرات قابل حمل حریق مجاور باید به مکانی امن منتقل شوند.

■ ۴-۱-۳ کار و خطرات حریق غیر قابل جابه جایی

در مواردی که کار و خطرات ناشی از آتش سوزی قابل جابه جایی نیستند، باید از حفاظهای ایمنی برای محافظت از خطرات ناشی از آتش سوزی غیر قابل جابه جایی و مراقبت از پرسنل در مجاورت گرما، جرقه و سر باره استفاده شود.

■ ۱-۴-۱-۳ کفهای قابل احتراق:

کفهای قابل احتراق باید تمیز شوند و از طریق خیس کردن با آب یا پوشاندن با شن و ماسه مرطوب، ورق فلزی یا معادل آن محافظت شوند. برای محافظت از پرسنل در برابر شوک الکتریکی در هنگام خیس بودن کف باید تمهیداتی اندیشیده شود.

استثنا: مرطوب کردن کفهای چوبی که مستقیماً روی بتن گذاشته می شوند، لازم نیست.

۳-۱-۴-۲ شکاف‌های مجاور:

تمام شکاف‌ها یا روزنه‌های کف باید پوشیده یا بسته شود یا باید اقدامات احتیاطی برای محافظت از مواد قابل اشتعال یا قابل اشتعال در کف زیرین از جرقه‌هایی که ممکن است از شکاف‌ها نفوذ کنند، انجام شود. در مورد ترک یا شکاف دیوارها، درهای باز یا پنجره‌های باز یا شکسته نیز باید موارد احتیاطی مشابه، رعایت شود.

● ۳-۲ حفاظت در مقابل آتش

■ ۳-۲-۱ خاموش‌کننده‌ها و آب‌پاش‌ها

در مواقعی که کارهای جوشکاری و برشکاری انجام می‌شود، تجهیزات کافی برای اطفای حریق باید بسته به نوع و مقدار مواد قابل احتراق در معرض، آماده باشند. تجهیزات خاموش‌کننده مجاز باید شامل سطل‌های آب، سطل‌های شن، شلنگ یا خاموش‌کننده‌های قابل حمل باشند.

در صورتی که محافظت سیستم آب‌پاش موجود باشد، باید این سیستم در حین جوشکاری یا برشکاری قابل استفاده باشد. کلمگی آب‌پاش‌های خودکار در مجاورت نزدیک جوشکاری باید این امکان را داشته باشند که به طور موقت با مواد به شکل ورق غیر قابل احتراق یا محافظ‌های پارچه‌ای مرطوب که در اثر حرارت فرایند جوشکاری می‌توانند فعال شوند، محافظت شود.

■ ۳-۲-۲ ناظران آتش

ناظران آتش باید افرادی واجد شرایط و آگاه در مورد رویه‌های گزارش‌دهی آتش‌سوزی و اقدامات نجات اضطراری باشند که وظایف آنها برای شناسایی و جلوگیری از گسترش آتش‌سوزی تعیین می‌شود. ناظران آتش باید در جاهایی که جوشکاری یا برشکاری انجام می‌شود و در آنجا ممکن است آتش‌سوزی بزرگی ایجاد شود یا هر زمان که شرایط زیر وجود داشته باشد، فراخوانده شوند:

۱. مجاورت مواد قابل احتراق: مواد قابل احتراق در سازه ساختمان یا محتویات آن از شعاع ۱۰/۷ متر به نقطه عملیات نزدیکتر باشند.

۲. شکاف‌ها: شکاف‌های دیوار یا کف در داخل شعاع ۱۰/۷ متری وجود دارند که مواد قابل احتراق را در مناطق مجاور، از جمله فضاهای پنهان‌شده در دیوارها، سقف‌ها یا کف‌ها، در معرض قرار می‌دهند.

۳. لوله‌ها و دیوارهای فلزی: مواد قابل احتراق در مجاورت طرف مخالف پارتیشن‌های فلزی، دیوارها، سقف‌ها یا پشت‌بام‌ها یا در تماس با لوله‌ها هستند و احتمالاً در اثر هدایت یا تشعشع، مشتعل می‌شوند.

۴. کار کشتی: کار کشتی در دو طرف مخالف پوسته مخزن، عرشه، سربار و کلاهی که در آن نفوذ مستقیم جرقه‌ها یا انتقال گرما در جوشکاری ممکن است خطر آتش‌سوزی را به محفظه مجاور وارد کند.

■ ۳-۲-۳ ناظران آتش اضافی

در مواردی که لازم است مناطقی را که از دید یک ناظر آتش پنهان شده‌اند (طرف دیگر پارتیشن‌ها، دیوارها، سقف‌ها و غیره) مشاهده شوند، ناظران آتش اضافی باید فراخوانده شوند.

■ ۳-۲-۴ وظایف ناظر آتش

ناظران آتش باید در استفاده از تجهیزات خاموش کننده آتش آموزش ببینند. آنها باید با امکانات به کاررفته برای به صدا درآوردن زنگ خطر در صورت آتش سوزی آشنا باشند و در خارج از هر فضای بسته، برای ارتباط با افرادی که در داخل آن کار می کنند باقی بمانند. این افراد باید مراقب آتش سوزی در تمام مناطق در معرض آتش باشند و در مواقعی که مشخصاً ظرفیت تجهیزات موجود اجازه می دهد، آتش سوزی را خاموش کنند و یا در غیر این صورت، زنگ هشدار را به صدا در آورند. یک ناظر آتش باید پس از اتمام عملیات جوشکاری یا برشکاری، حداقل برای نیم ساعت باقی بماند تا آتش های احتمالی بعدی را شناسایی و خاموش کند. ناظران آتش باید مجاز به انجام وظایف اضافی باشند. با این حال، این وظایف اضافی آنها را از مسئولیت ناظر آتش باز نمی دارد.

● ۳-۳ مجوز کار داغ

قبل از شروع جوشکاری یا برشکاری در مکانی که برای چنین اهدافی طراحی نشده است، بازرسی و صدور مجوز توسط نماینده مدیریت لازم است.

● ۳-۴ جوشکاری یا برشکاری محفظه ها

کار جوشکاری یا برشکاری تا زمانی که محفظه برای کار گرم آماده نشود، نباید شروع شود. کارگران باید قبل از شروع کار گرم با استانداردهای مربوط به روش های ایمن آماده سازی محفظه ها و لوله ها برای جوشکاری و برشکاری، کاملاً آشنا باشند. هیچگاه روی مخازنی که حاوی مواد قابل اشتعال یا احتراق هستند جوشکاری نکنید مگر اینکه کاملاً آنها را تمیز کرده و بایک گاز بی اثر پُر کرده باشید، در غیر این صورت 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.

● مرجع

- 1- ANSI Z49.1 Standard, Safety in welding, cutting, and allied processes. American National Standards Institute, 2012.

فصل چهارم

شناخت مبانی

ایمنی برق در

عملیات جوشکاری

و برشکاری

شناخت مبانی ایمنی برق در عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۴ مقدمه

اغلب عملیات جوشکاری، برشکاری و عملیات متحد با آن، از نوعی از تجهیزات الکتریکی استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، حتی دستگاه‌های برشکاری گازی اکسی‌سوخت نیز از درایوهای موتور، کنترل‌ها و سیستم‌های الکتریکی مختلف دیگر استفاده می‌کنند. در صورت فقدان اقدامات احتیاطی، پرسنل ممکن است در اثر شوک الکتریکی در عملیات جوشکاری و برشکاری، مجروح یا حتی کشته شوند. یک برنامه آموزش ایمنی خوب در ایمنی الکتریکی ضروری است. قبل از کار با هر ابزار الکتریکی، کارکنان باید به‌طور کامل در مورد ایمنی برق توسط یک متخصص آگاه آموزش داده شوند.

شوک الکتریکی هنگامی رخ می‌دهد که جریان الکتریکی به‌اندازه‌کافی از بدن عبور کند. شدت شوک در درجه اول به میزان جریان، مدت و مسیر جریان و وضعیت سلامتی فرد بستگی دارد. مقدار جریان الکتریکی به ولتاژ اعمال شده (که باعث جاری شدن جریان الکتریکی می‌شود) و مقاومت مسیر بدن بستگی دارد. فرکانس جریان نیز ممکن است در هنگام ورود جریان متناوب (AC) اثرگذار باشد. جریان‌های بیشتر از حدود ۵ میلی‌آمپر، جریان‌های شوک اولیه محسوب می‌شوند زیرا قادر به آسیب مستقیم فیزیولوژیکی هستند. جریان‌های پایدار کمتر از ۵ میلی‌آمپر که قادر به ایجاد واکنش‌های غیرارادی عضلانی بدون این که به‌طور معمول آسیب مستقیم فیزیولوژیکی ایجاد کنند هستند، جریان شوک ثانویه در نظر گرفته می‌شوند. بیشتر افراد از جریان ۵/۰ میلی‌آمپر، احساس سوزن‌سوزن شدن می‌کنند؛ در نتیجه، این نقطه به‌عنوان آستانه درک نامیده می‌شود.

● ۴-۲ منابع شوک الکتریکی

شوک الکتریکی می‌تواند ناشی از منابع طبیعی یا تجهیزات باشد. شوک ناشی از منابع طبیعی به‌عنوان مثال می‌تواند ناشی از افزایش ولتاژ ناشی از رعد و برق در سیستم‌های توزیع برق باشد. حتی اتصالات زمین نیز می‌توانند در اثر پدیده‌های گذرای شدید به دلیل خطاهای خط انتقال نیرو یا برخورد صاعقه، به پتانسیل بالایی نسبت به پتانسیل واقعی اتصال زمین دست یابند؛ اگرچه وقوع چنین شرایطی نادر است. در صورت نصب، استفاده یا نگهداری نادرست، اکثر تجهیزات الکتریکی می‌توانند خطر شوک ایجاد کنند. بنابراین، از نقطه نظر ایمنی، کلیه تجهیزات باید توسط پرسنل واجد شرایط نصب، بهره برداری، نگهداری و تعمیر شوند. نباید از کابلهای فرسوده، آسیب دیده یا نامناسب استفاده شود. در فعالیت‌های جوشکاری و برشکاری، اکثر تجهیزات الکتریکی از منابع جریان متناوب ۱۱۵ ولت تا ۵۷۵ ولت یا ژنراتورهای موتور دار تأمین برق می‌شوند. بیشتر عملیات جوشکاری به کمتر از ۱۰۰ ولت نیاز دارند. بعضی از روش‌های برشکاری قوسی از منابع نیرویی استفاده می‌کنند که در بیش از ۴۰۰ ولت کار می‌کنند، در حالی که دستگاه‌های جوشکاری پرتو الکترونی تقریباً تا ولتاژ ۱۵۰ کیلو ولت کار می‌کنند. این سطوح ولتاژ، رعایت موارد احتیاطی را الزامی می‌کنند، زیرا حتی با تجهیزاتی که کمتر از ۸۰ ولت کار می‌کنند، خطر مرگ و میر وجود دارد. ولتاژ مدار باز نباید از مقدار معینی که در جدول ۴-۱ ارائه شده است تجاوز نماید.

منظور از خطر الکتریکی تشدید شده در جدول انجام عملیات، یکی از شرایط زیر است:

- ▶ فضای محدود: به علت کم‌بودن فضا، ممکن است قسمت‌های هادی غیرهمنام به صورت هم‌زمان لمس شوند. در این حالت شرایط کار به صورتی است که امکان تماس فرد با قطعه (در حالت خم‌شده، نشسته، درازکش یا کج) و به طور هم‌زمان با قطعات هادی اطراف (مثل دیوارها، لوله‌ها و زمین) وجود داشته باشد. وجود این شرایط خطر برق‌گرفتگی را افزایش می‌دهد. اگر یکی از ابعاد محل جوشکاری (عرض، طول و ارتفاع) کمتر از ۲ متر باشد، محل عملیات فضای محدود محسوب می‌شود.
- ▶ محل خیس: اگر لباس کار در محلی تر شود، آن محل خیس محسوب می‌شود. این امر موجب رسانا شدن لباس می‌گردد. این مطلب در مورد عملیات در فضای آزاد نیز صدق می‌کند.
- ▶ محل گرم: اگر در محلی لباس از تعریق بدن خیس (و در نتیجه هادی الکتریسیته) شود، آن مکان، محل گرم محسوب می‌شود. در هر یک از موارد بالا، خطر برق‌گرفتگی بیش از حالت عادی خواهد بود که در نتیجه باید از منابع با ولتاژ مدار باز محدود استفاده شود. اگر مقدار قابل توجهی کار جوشکاری و برشکاری تحت شرایط خطرناک الکتریکی انجام شود، کنترل‌های اتوماتیک برای کاهش ولتاژ مدار باز تا حد ایمنی توصیه می‌شود.

جدول ۴-۱ حداکثر ولتاژ مدار باز در دستگاه‌های جوشکاری

حداکثر ولتاژ		نوع جریان	شرایط کار
Effective V	Peak V		
- 48 V	113 V 58 V	مستقیم متناوب	خطر الکتریکی تشدید شده Raised electrical danger
- 80 V	113 V 113 V	مستقیم متناوب	بدون خطر الکتریکی تشدید شده Without Raised electrical danger
- 55 V	113 V 78 V	مستقیم متناوب	عملیات محدود بدون خطر الکتریکی تشدید شده Limited Operation Without Raised electrical danger
- 100 V	141 V 141 V	مستقیم متناوب	مشعل قوس مکانیزه Arc torch mechanized operated
- 500 V	710 V 710 V	مستقیم متناوب	عملیات پلازما Plasma process
- توصیه نشده	65 V توصیه نشده	مستقیم متناوب	زیر آب با اپراتور داخل آب Under water with persons in the water

در صنعت جوشکاری، بیشتر موارد شوک الکتریکی به دلیل تماس تصادفی با رساناهای بدون پوشش یا با عایق شدن ضعیف رخ می‌دهد؛ بنابراین، جوشکارها باید در برابر تماس با عناصر بدون پوشش در مدار جوشکاری و مدارهای اولیه، اقدامات احتیاطی انجام دهند.

آب یا رطوبت، مقاومت الکتریکی را به طور معمول کاهش می‌دهد و اغلب خطرات شدیدتری را ایجاد می‌کند. هنگام برشکاری یا جوشکاری قوسی در شرایط مرطوب یا تر و نیز در شرایطی که در آن تعریق شدید ایجاد می‌شود، پرسنل جوشکاری باید از دستکش‌های خشک و غیررسانا و لباس مناسب استفاده کنند تا از شوک الکتریکی جلوگیری شود. جوشکارها همچنین باید از طریق کفش‌های لاستیکی یا با استفاده از یک لایه عایق مانند جسم لاستیکی یا قطعه چوبی خشک، از سطوح رسانای الکتریکی از جمله زمین محافظت شوند. در چنین شرایط خطرناکی، جوشکارها می‌توانند از یک منبع جریان مستقیم (DC) نیمه‌خودکار، یک منبع قدرت قوسی الکترو دستی DC یا یک منبع قدرت جوشکاری قوسی با کنترل ولتاژ کاهش یافته استفاده کنند. استفاده از این منابع نیرو می‌تواند احتمال برق گرفتگی را کاهش دهد. اگر مقدار قابل توجهی از زمان کار در شرایط خطرناک الکتریکی سپری شود، استفاده از کنترل‌های خودکار برای کاهش ولتاژ بدون بار به یک سطح ایمن (۳۸ ولت RMS یا ۵۰ ولت DC) توصیه می‌شود.

وقتی لازم است که جوشکاران در حالت زانوزده، نشسته یا خوابیده قرار بگیرند، باید همان اقدامات احتیاطی گفته شده در بالا، صورت پذیرد. خطرات ناشی از تماس با عناصر رسانا را می توان با عایق بندی قطعات در مجاورت اپراتور به حداقل رساند. به عنوان یک احتیاط ایمنی عمومی، باید ساعت‌ها، انگشترها، دستبندها و سایر جواهرآلات، قبل از جوشکاری خارج شوند تا احتمال برق گرفتگی کاهش یابد.

● ۳-۴ انتخاب تجهیزات

علاوه بر استفاده از لباس مناسب و محافظت از بدن، اپراتورها می توانند با انتخاب و استفاده از تجهیزات مناسب، احتمال برق گرفتگی را کاهش دهند. اپراتورها باید از تجهیزات صحیح طراحی شده برای هر شغل و موقعیت استفاده کنند. همه تجهیزات باید الزامات استانداردهای مربوطه را برآورده سازند.

همان طور که قبلاً ذکر شد، اگر قرار باشد که مقدار قابل توجهی کار جوشکاری و برشکاری در شرایط خطرناک از لحاظ الکتریکی انجام شود، استفاده از کنترل‌های اتوماتیک دستگاه که ولتاژ بدون بار (مدار باز) را تا سطح ایمن کاهش می دهد (۳۸ ولت RMS یا ۵۰ ولت DC)، توصیه می شود. هنگامی که فرایندهای خاص جوشکاری و برشکاری نیاز به ولتاژهای مدار باز خیلی بالا نیاز دارند، باید از رویه‌های عملیاتی و عایق کاری مناسب برای محافظت از پرسنل در برابر این ولتاژهای بالاتر بهره گرفته شود.

● ۴-۴ نصب و راه اندازی

کارکنان نصب کننده تجهیزات الکتریکی باید الزامات استانداردهای مربوطه را دنبال کنند. این استانداردها، موارد قطع اتصال، فیوزینگ و انواع مختلف خطوط برق ورودی را توصیف می کنند. تمام تجهیزات الکتریکی باید در محلی تمیز و خشک نصب شوند. اگر نصب تجهیزات الکتریکی در یک منطقه خشک و تمیز امکان پذیر نباشد، باید تجهیزات به طرز مناسبی با استفاده از حفاظهای ایمن از آلودگی و رطوبت محافظت شوند.

ترمینال‌های کابل‌های جوشکاری و کابل‌های برق باید از تماس تصادفی با پرسنل یا اشیای فلزی مانند وسایل نقلیه و جرتقیل محافظت شوند. اتصالات بین کابل‌های جوشکاری و منابع تغذیه را می توان با استفاده از اقدامات مناسب ذکر شده در مراجع و استانداردها محافظت کرد.

● ۵-۴ اتصال زمین

قطعه کار و قاب یا شاسی کلیه ماشین‌های الکتریکی باید به صورت متصل یا قرار گرفته بر روی اتصال زمین مناسب (مانند کف یا صفحه فلزی متصل شده به زمین)، باشند. آنها همچنین می توانند به یک اسکلت

ساختمان که به درستی به زمین متصل شده یا به سایر اتصال‌های زمین رضایت‌بخش، متصل شوند. برای دستگاه‌های جوشکاری قوس الکتریکی مجهز به ابزارهای شروع قوس با فرکانس بالا و پایدارکننده‌های قوس، استفاده از اتصال زمینی با فرکانس رادیویی ویژه نیز ممکن است الزامی باشد.

زنجیرها، طناب‌های سیمی، جرقه‌ها، بالابرها و آسانسورها هرگز نباید به عنوان متصل‌کننده‌های اتصال زمین یا به عنوان حاملان جریان جوشکاری مورد استفاده قرار گیرند. توجه به این نکته مهم است که کابل قطعه کار، کابل اتصال زمین نیست. کابل قطعه کار، ترمینال قطعه کار روی منبع تغذیه را به قطعه کار متصل می‌کند. برای اتصال قطعه کار یا ترمینال قطعه کار منبع تغذیه، یک کابل جداگانه مورد نیاز است. بنابراین باید هنگام اتصال مدار اتصال زمین، دقت زیادی شود تا از اتصال زمین دوبل جلوگیری شود. در غیر این صورت، جریان جوشکاری ممکن است از طریق اتصالی که فقط برای اتصال زمین در نظر گرفته شده است، جریان یابد و جریان جوشکاری ممکن است بزرگتر از میزانی باشد که رسانای به کاررفته برای اتصال زمین، توانایی انتقال آن به صورت ایمن را داشته باشد.

ابزارهای کنترلی قابل حمل مانند دکمه‌های فشاری نباید به مدارهایی که ولتاژ کاری آنها تقریباً بیش از ۱۲۰ ولت است، متصل شوند. قطعات فلزی در معرض تماس ابزارهای کنترل قابل حمل که در مدارهای بالای ۵۰ ولت کار می‌کنند، باید توسط یک رسانای اتصال زمین در کابل کنترل به زمین متصل شوند. توصیه می‌شود که از کنترل‌های استفاده‌کننده از ولتاژ ذاتی بی‌خطر زیر ۳۰ ولت، بهره گرفته شود.

● ۴-۶ اتصالات و کابل‌ها

اتصالات برق باید محکم و تمیز باشد تا از گرم‌شدن موضعی جلوگیری شود؛ بنابراین، باید به صورت دوره‌ای مورد بررسی قرار گیرند. گیره‌های قطعه‌کار مغناطیسی باید فاقد تجمع ذرات فلز و پاشش روی سطوح تماس باشند. سیم‌های جوشکاری پیچیده شده باید قبل از استفاده باز شوند تا از گرم‌شدن بیش از حد و آسیب‌رساندن به عایق جلوگیری شود. هنگامی که فعالیت‌ها به طور متناوب به کابل‌های بلند و کوتاه احتیاج دارند، باید از اتصال‌دهنده‌های کابل عایق‌بندی شده استفاده شود تا در صورت عدم نیاز، بتوان طول اضافی کابل را قطع کرد.

تجهیزات، کابل‌ها، فیوزها، دوشاخه‌ها و پریزها باید در ظرفیت‌های حمل جریان و سیکل کاری خود مورد استفاده قرار بگیرند. فعالیت دستگاه در بالاتر از نرخ جریان یا سیکل کاری تعیین شده، باعث گرم‌شدن بیش از حد و خراب‌شدن سریع عایق و سایر قطعات می‌شود. هنگام جوشکاری با کابل‌های کوتاه، ولتاژ پایین یا هر دو، ممکن است جریان واقعی جوشکاری بیشتر از آنچه توسط نشانگرهای دستگاه جوشکاری نشان داده می‌شود، باشد. هنگامی که دستگاه‌های جوشکاری ساخته‌شده برای کارهای عمومی، با فرایندهای به کار برنده ولتاژ قوس کم (مانند جوشکاری قوس تنگستن گاز) استفاده شوند، احتمال دارد که جریان بالایی را ارائه دهند.

کابل جوشکاری باید انعطاف‌پذیر بوده و به طور ویژه برای شدت کار خدمات جوشکاری طراحی شود. عایق‌بندی روی کابل‌های به‌کاررفته با ولتاژهای بالا یا نوسانگرهای فرکانس بالا، باید محافظت مناسبی را ایجاد کنند. توصیه‌ها و اقدامات احتیاطی سازنده کابل باید رعایت شود. عایق کابل باید در شرایط خوبی حفظ شود و در صورت لزوم، کابل‌ها باید سریعاً تعمیر یا تعویض شوند.

● ۴-۷ کاربری

برای اطمینان از عملکرد ایمن کلی، پرسنل جوشکاری باید از کدها و استانداردهای مربوط به مسئولیت‌هایشان آگاهی داشته باشند. پرسنل باید به مقررات مکتوب مربوط به عملکرد ایمن تجهیزات، دسترسی داشته باشند. این مقررات باید کاملاً رعایت شوند.

جوشکارها نباید اجازه دهند تا قسمت‌های فلزی حاوی جریان الکترودها، الکترودها یا مشعل‌ها، با پوست بدون پوشش یا هر بخش مرطوب لباس آنها تماس پیدا کند. الکترودها نباید با فرورده شدن در آب خنک شوند و عایق الکترودها باید در شرایط مطلوبی نگهداری شود. قبل از استفاده از تفنگ‌ها یا الکترودهای جوشکاری خنک‌شونده با آب، جوشکارها باید آنها را از نظر نشت آب و میعان که ممکن است ایمنی را به مخاطره بیندازد، بررسی کنند. علاوه بر این، جوشکارها نباید کابل‌های جوشکاری را روی بدن خود انداخته یا دور خود بیچانند.

در زمان قطع کار و عملیات، جریان برق مدارهای جوشکاری باید قطع شود تا در هنگام تعویض یا تنظیم الکترودها، مشعل یا تفنگ، از برق‌گرفتگی جلوگیری شود. تنها استثنا، جوشکاری قوسی الکترودهای دستی است. هنگامی که یک الکترودها پوشش‌دار در جوشکاری قوسی الکترودهای دستی تعویض می‌شود و مدار به جریان می‌افتد، الکترودها باید با دستکش‌های جوشکاری خشک تعویض شود و هرگز این تعویض نباید با دست بدون دستکش انجام شود. با این وجود، همیشه برای رسیدن به ایمنی بهینه مطلوب است که حتی در صورت وجود الکترودهای پوشش‌دار، جریان برق مدار قطع شود.

در پایان یک عملیات یا هنگام ترک ایستگاه کاری برای یک مدت‌زمان قابل توجه، اپراتورها باید دستگاه جوشکاری را خاموش کنند. به همین ترتیب، وقتی دستگاهی باید جابجا شود، منبع تغذیه ورودی باید از منبع قطع شود. در صورت عدم استفاده از تجهیزات، الکترودهای استفاده شده باید از الکترودهای خارج شوند تا خطر تماس الکتریکی تصادفی با کارگران یا اشیای رسانا از بین برود. تفنگ‌های جوشکاری نیمه‌خودکار باید طوری قرار بگیرند که سوئیچ تفنگ به طور تصادفی به‌کار نیفتد.

● ۴-۸ اصلاح و نگهداری

تجهیزات الکتریکی معیوب یا خطرات ایمنی باید به محض شناسایی به سرپرست گزارش شوند. از تجهیزات معیوب تا زمان سرویس توسط پرسنل مجاز و تأیید ایمنی آنها، نباید استفاده شود. فقط افراد واجد شرایط مجاز به اصلاح و نگهداری تجهیزات الکتریکی هستند. دستگاه‌های جوشکاری به رویه‌ها اصلاح و نگهداری زیادی نیاز دارند. رویه‌های معمول، در زیر ذکر شده است:

۱. سوئیچ‌ها در ماشین‌های جوشکاری چرخان باید تمیز نگه داشته شوند تا از تشکیل قوس اضافی جلوگیری شود؛
۲. دستگاه‌های جوشکاری رکتیفایر (یکسوکننده) باید مرتباً از نظر تجمع گردوغبار یا پُرزهایی که ممکن است در تهویه اختلال ایجاد کند، مورد بازرسی قرار گیرند؛
۳. در پیچ‌ها و مجاری تهویه سیم‌پیچ الکتریکی داخلی، نیاز به بازرسی برای جلوگیری از تجمع گردوغبار و پُرزه‌ها دارند؛
۴. دستگاه‌های جوشکاری ممکن است گاهی با هوای پاک، خشک و فشرده در فشار کم هواگیری شوند، مگر اینکه توسط سازنده منع شده باشد. اقدامات احتیاطی ایمنی کافی مانند محافظت مناسب از چشم باید رعایت شود؛
۵. استفاده از فیلترهای هوا در سیستم‌های تهویه اجزای الکتریکی توصیه نمی‌شود مگر اینکه توسط سازنده دستگاه جوشکاری تأمین شده باشند. در صورت استفاده، فیلترها باید طبق توصیه سازنده بازرسی شوند، زیرا کاهش جریان هوای ناشی از تجمع گردوغبار روی فیلتر هوا می‌تواند باعث گرم شدن بیش از حد اجزای داخلی و خرابی همگی آن‌ها شود؛
۶. ماشین‌هایی که خیس شده‌اند باید کاملاً خشک شده و قبل از استفاده، به درستی مورد آزمایش مجدد قرار بگیرند؛
۷. تمام اتصالات ورودی باید چک شوند؛
۸. تمام اتصالات زمین باید مورد تأیید قرار بگیرند.

● ۴-۹ عملیات جوشکاری چند قوسه

خطر شوک الکتریکی زمانی افزایش می‌یابد که چندین جوشکار در حال کار بر روی یک سازه فلزی بزرگ هستند، مانند یک اسکلت ساختمان یا کشتی که بخشی از مدارهای جوشکاری برگشتی است. تماس الکتریکی مناسب باید در تمام اتصالات سازه وجود داشته باشد. جرقه‌زدن یا گرم‌شدن در هر نقطه از سازه، آن را به مدار برگشت نامناسب تبدیل می‌کند.

هنگامی که دو یا چند جوشکار که روی یک سازه کار می‌کنند، محتمل است که قطعات در معرض تماسی که بیش از یک الکتروودگیر هستند را به طور هم‌زمان لمس کنند؛ بنابراین، دستگاه‌های جوشکاری باید به هم متصل شوند تا خطر شوک الکتریکی به حداقل برسد. در حالت ایده‌آل، تمامی دستگاه‌های جوشکاری

DC باید با قطبیت یکسان متصل شوند. برای تعیین همسان بودن قطبها می‌توان از یک لامپ تست یا ولت‌متر، استفاده کرد. همچنین ترجیح داده می‌شود که همه دستگاه‌های جوشکاری AC تک فاز، به همان فاز مدار تغذیه و با همان قطبیت لحظه‌ای متصل شوند. این اقدامات احتیاطی اختلاف بالقوه در قطبیت بین الکتروودگیرها را به حداقل می‌رساند.

در بعضی موارد، اتصالات مطلوب ممکن است در دسترس نباشد. جوشکاری ممکن است به هر دو قطب DC نیاز داشته باشد، یا اینکه محدودیت‌های مدار تغذیه، توزیع ماشین‌های جوشکاری AC را در بین فازهای مدار تغذیه ضروری نماید. در این موارد، ولتاژ بدون بار بین الکتروودگیرها یا تفنگ‌های جوشکاری ممکن است دو برابر ولتاژ معمول باشد. در این شرایط، به دلیل افزایش ولتاژ، باید به جوشکاران و سایر پرسنل منطقه دستور داده شود تا از تماس هم‌زمان با بیش از یک الکتروودگیر، تفنگ جوشکاری یا الکتروود نصب‌شده پرهیز کنند.

● ۴-۱۰ اقدامات احتیاطی ویژه برای افراد استفاده‌کننده از باتری قلب

از آنجاکه باتری‌های قلب، الکتریکی عمل می‌کنند، ممکن است در اثر وجود میدان‌های الکترومغناطیسی قوی تولیدشده توسط جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی، عملکرد آنها به خطر بیفتد. بنابراین، استفاده‌کنندگان از باتری‌های قلب یا سایر تجهیزات الکترونیکی که برای زندگی حیاتی هستند، باید قبل از انجام این عملیات با پزشک و سازنده، در مورد خطرات احتمالی مشورت کنند. استفاده‌کنندگان باتری قلب، پس از انجام جوشکاری و برشکاری باید اقدامات احتیاطی ویژه‌ای را رعایت کنند. تنظیمات جریان جوشکاری بالاتر از حد ضروری، نباید توسط استفاده‌کنندگان باتری قلب مورد استفاده قرار بگیرد. کابل‌های جوشکاری باید نزدیک به هم قرار گرفته و در یک سمت جوشکار قرار بگیرند. از جوشکاری کوتاه مکرر باید پرهیز شود؛ بین شروع‌ها و توقف‌های جوش باید ۱۰ ثانیه فاصله وجود داشته باشد. استفاده‌کنندگان از باتری قلب نباید به تنهایی کار کنند و در صورت احساس بیماری باید جوشکاری را متوقف کرده و سریعاً از مراقبت‌های پزشکی استفاده کنند.

● مراجع

1- Sinnes K. (Editor), Welding handbook Vol. 1 (Welding and cutting science and technology). 10th Ed., AWS, 2018.

۲- مقررات ایمنی جوشکاری، برشکاری و ساخت سازه‌های فلزی، شرکت مهندسی توسعه گاز ایران، ۱۳۹۲.

فصل پنجم

شناخت اصول

ایمنی در کپسول‌ها و

سیلندرهای عملیات

جوشکاری و پرشکاری

شناخت اصول ایمنی در کیسول‌ها و سیلندرهای عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۵-۱ محفظه‌ها و سیلندرهای گاز

گازهای مورد استفاده در عملیات جوشکاری و برشکاری در محفظه‌هایی تحت عنوان سیلندر بسته‌بندی می‌شوند. فقط سیلندرهایی که مطابق با قوانین و استانداردهای مربوطه، طراحی و نگهداری می‌شوند می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. استفاده از سیلندرهای دیگر ممکن است بسیار خطرناک بوده باشد. سیلندرهایی که طبق مقررات به آزمایشات مجدد دوره ای احتیاج دارند، نباید بدون انجام آن‌ها پُر شوند.

■ ۱-۱-۵ پُر کردن

سیلندرهای فقط با اجازه مالک آن‌ها پُر می‌شوند. این سیلندرهای فقط باید توسط تأمین‌کنندگان گاز شناخته شده یا افرادی که آموزش و امکانات مناسب برای انجام این کار دارند، پُر شوند. پُر کردن یک سیلندر از دیگری خطرناک است و کسی که صلاحیت این کار را ندارد، نباید آن را امتحان کند. ترکیبات قابل احتراق یا ناسازگار گازها هرگز نباید در سیلندرهای مخلوط شوند.

■ ۲-۱-۵ استفاده و انبارش

جوشکاری نباید روی سیلندرهای گاز انجام شود. سیلندرهای نباید بخشی از یک مدار الکتریکی شوند؛ زیرا ممکن است قوس ایجاد شود. سیلندرهای حاوی گازهای محافظ که همراه با جوشکاری قوسی استفاده می‌شوند، نباید به زمین متصل شوند. الکتروُدگیرها، مشعل‌های جوشکاری، کابل‌ها، شلنگ‌ها و ابزارها نباید روی سیلندرهای گاز نگهداری شوند، زیرا ممکن است باعث ایجاد قوس یا اختلال در عملکرد شیر شود. سیلندرهای گاز آسیب‌دیده از قوس ممکن است پاره شده و منجر به آسیب یا مرگ شود.

سیلندرهای 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 ۶ متر (۲۰ فوت) به دور از مواد قابل اشتعال مثل رنگ، روغن یا حلال‌ها نگهداری و انبار کنید.

سیلندرها نباید به عنوان تکیه‌گاه کار یا غلتک استفاده شوند. آنها باید از دست‌اندازها، زمین خوردن‌ها، افتادن اشیاء و آب و هوا محافظت شوند و نباید آنها را پرتاب کرد. سیلندرها نباید در معابری که امکان برخورد با وسایل نقلیه دارند، نگهداری شوند. آنها باید در مناطقی نگهداری شوند که دما به زیر منفی ۳۰ درجه سانتیگراد نرسد و بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد نیز نباشند. هر یک از این برخوردها و استفاده‌های نادرست می‌تواند به سیلندرها تا حدی که ممکن است از کار بیفتند (با در پی داشتن عواقب جدی)، آسیب برسانند. پس از اتمام کار شیر سیلندر را ببندید. قبل از اینکه سیلندرها را حرکت داده و در انبار قرار دهید، در پوش محافظتی شیر را روی آن قرار داده و شیر تخلیه را باز کنید تا گاز درون شلنگ خالی شود.

سیلندرها نباید با استفاده از مهارها یا زنجیرها معمولی بالا برده شوند. باید از چارچوب یا مهار گهواره‌مانند مناسب استفاده کرد که سیلندر را به طور ایمنی حفظ نماید. برای حمل سیلندرها نباید از آهن‌رباهای الکتریکی استفاده کرد.

سیلندرها همیشه باید توسط کاربر در برابر افتادن در هنگام استفاده یا انبارش، محافظت شوند. سیلندرهای استیلن و گاز مایع باید همیشه در حالت عمودی، انبارش و استفاده شوند. سیلندرهای دیگر نیز ترجیحاً در حالت عمودی ذخیره و استفاده می‌شوند، اما این مسئله در هر شرایطی ضروری نیست.

قبل از استفاده از محتوی گاز داخل یک سیلندر، محتوای آن باید توسط برچسب روی آن مشخص شده باشد. محتویات هرگز نباید به وسیله دیگری مانند رنگ سیلندر، باند یا شکل مشخص شوند. این موارد ممکن است در بین تولیدکنندگان، مناطق جغرافیایی یا خطوط تولید متفاوت باشد و کاملاً گمراه‌کننده شود. برچسب روی سیلندر تنها هشدار مناسب برای محتوای آن است. اگر روی یک سیلندر، برچسب نباشد، نباید از محتویات آن استفاده شود و سیلندر باید به تأمین‌کننده برگردانده شود.

برای محافظت از ابزار ایمنی و شیر سیلندر، در بسیاری از سیلندرها یک در پوش محافظ شیر وجود دارد. این در پوش همیشه باید در جای خود باشد مگر در مواردی که سیلندر در حال استفاده است. سیلندر هرگز نباید به صورت دستی یا توسط بالابر، توسط در پوش محافظ شیر بلند شود. رزوه‌هایی که این کلاهک‌های محافظ شیر را نگهداری می‌کنند، فقط برای همین منظور در نظر گرفته شده‌اند و ممکن است قادر به تحمل وزن کامل سیلندر نباشند. در پوش‌ها را باید به طور کامل روی سیلندرها بست و با دست آنها را محکم کرد. سیلندرهای گاز و سایر محفظه‌ها باید مطابق با مقررات و استانداردهای مربوطه، انبارش شوند.

■ ۳-۱-۵ برداشت گاز

بسیاری از گازهای موجود در سیلندرهای فشار بالا، در فشارهای ۱۴ مگاپاسکال (۲۰۰۰ پی‌اس‌آی) یا بیشتر پُر می‌شوند. به جز در مواردی که تجهیزات به‌کاررفته، برای کار با فشار کامل سیلندر طراحی شده باشند، برای برداشت گاز از یک سیلندر یا منیفلود باید از یک رگلاتور (تنظیم‌کننده) کاهش فشار تأییدشده استفاده شود. هرگز نباید از شیرهای سوزنی ساده استفاده شود. یک شیر ایمنی یا فشارشکن که در فشاری کمتر از حداکثر فشار مجاز تجهیزات جوشکاری، عمل می‌کند نیز باید استفاده شود. وظیفه این شیر، جلوگیری از خرابی تجهیزات در فشارهای بیش از محدودیت کار، در صورت از کار افتادن رگلاتور در حین سرویس است.

شیرهای روی سیلندرهای حاوی گاز فشار بالا (به‌ویژه اکسیژن)، باید همیشه به‌آرامی باز شوند تا از دمای بالای حاصل از فشار مجدد آدیباتیک که در صورت باز شدن سریع شیرها می‌تواند رخ دهد، جلوگیری شود. در مورد گاز اکسیژن، گرما می‌تواند محل استقرار شیر را مشتعل کند که این مسأله به نوبه خود، ممکن است باعث ذوب یا سوختن فلز شود. هنگام باز شدن شیر، خروجی شیر سیلندر باید از اپراتور و افراد دیگر فاصله داشته باشد تا از آسیب‌دیدگی در صورت رخداد آتش‌سوزی جلوگیری کند.

قبل از اتصال یک سیلندر گاز به رگلاتور فشار یا منیفلود، خروجی شیر باید ابتدا از آلودگی، رطوبت و سایر مواد خارجی با رویش توسط پارچه تمیز و عاری از روغن، تمیز شود. سپس، شیر باید لحظه‌ای باز شده و بلافاصله بسته شود. این مسئله، به «گشودن» شیر سیلندر» معروف است. هرگز نباید سیلندرهای گاز سوختنی در نزدیکی منابع اشتعال (به عبارت دیگر جرقه‌ها و شعله‌ها)، هنگامی سیگار کشیدن اپراتور یا در فضاها محدود، گشوده شوند.

رگلاتور باید قبل از اتصال به سیلندر و همچنین پس از بسته شدن شیر سیلندر پس از اتمام کار، از فشار گاز تخلیه شود. رزوه‌های خروجی روی شیرهای سیلندر، برای گازهای خاص، به‌نحوی که فقط رگلاتورها یا منیفلودها بارزوه‌های مشابه قابل اتصال باشند، استانداردسازی شده‌اند.

ترجیح بر این است که شیرهای سیلندرهای گاز سوختنی فشار پایین، بیش از یک دور چرخش باز نشوند. این مسئله معمولاً جریان مناسب را فراهم می‌کند و بسته شدن سریع شیر سیلندر در شرایط اضطراری را ممکن می‌سازد. از سوی دیگر، شیرهای سیلندر فشار بالا باید معمولاً به‌طور کامل باز شوند تا از وارونه شدن مجموعه^۱ و از نشت مجموعه در حین استفاده، جلوگیری شود.

شیر سیلندر باید بعد از هر بار استفاده از سیلندر و همین‌طور زمانی که یک سیلندر خالی به تأمین‌کننده بازگردانده می‌شود، بسته شود. این امر، باعث جلوگیری از هدر رفتن محصول از طریق نشتی (که ممکن است گسترش یابد و در حالی که سیلندر بدون مراقبت است، قابل شناسایی نباشد)، می‌شود و همچنین از خطرات ناشی از نشت جلوگیری می‌کند. این مسأله، از جریان برگشتی آلودگی‌ها به داخل سیلندر نیز جلوگیری می‌کند.

1- Cracking

2- Backseating the packing

توصیه می شود که سیلندرها با حدود ۱۷۲ کیلو پاسکال (۲۵ پی اس آی) از محتوای باقیمانده، به تأمین کننده بازگردانده شوند. این مسأله، از آلودگی احتمالی توسط اتمسفر در هنگام حمل و نقل جلوگیری می کند.

■ ۴-۱-۵ ابزارهای آزادسازی فشار

فقط پرسنل آموزش دیده مجاز به تنظیم ابزارهای آزادسازی فشار روی سیلندرها هستند. این ابزارها به منظور تأمین محافظت در هنگام قرارگرفتن سیلندر در یک محیط مخاطره آمیز (معمولاً آتش یا منبع گرمایی دیگر)، در نظر گرفته شده اند. چنین محیط هایی ممکن است فشار داخل سیلندرها را افزایش دهند. به منظور جلوگیری از فشار بیش از حد مجاز سیلندر، ابزارهای ایمنی برای آزادسازی محتویات طراحی شده اند.

● ۵-۲ سیلندرها و مخازن برودتی

سیلندرها و مخازن برودتی، برای ذخیره در دمای بسیار پایین مایعاتی که در شرایط عادی دما و فشار به گازها تبدیل می شوند، استفاده می شود. مایعات به اصطلاح برودتی، به کاررفته برای اهداف تجاری شامل اکسیژن، نیتروژن و آرگون هستند؛ اگرچه گازهای دیگر نیز ممکن است به عنوان مایعات برودتی به کار روند. سیلندرها و مخازن ذخیره مایعات برودتی معمولاً مخازن دو جداره ای هستند که بین دو دیواره آن ها از تخلیه و عایق بندی می شود. آنها به گونه ای طراحی شده اند که حاوی مایعات در دمای بسیار پایین با حداقل دریافت گرما هستند. دریافت گرما از اتمسفر باعث تبخیر محصول می شود. محفظه های مایع، مقدار بیشتری از محصول را نسبت به سیلندرها گاز فشار بالا، برای یک حجم مشخص از آن نگهداری می کنند. برای ایمنی بیشتر، محفظه های مایع باید با دقت مورد استفاده قرار گیرند. آنها را باید همیشه در حالت ایستاده نگه داشت. برای جابجایی این محفظه ها، باید از کامیون حمل سیلندری استفاده شود که برای این منظور طراحی شده اند. محفظه های مذکور نباید در لبه پایین رول شوند (بر عکس آنچه اغلب در مورد سیلندرها فشار بالا انجام می شود).

عدم استفاده صحیح از این سیلندرها می تواند منجر به پارگی دیواره داخلی یا خارجی سیلندر شود که باعث ازدست رفتن خلأ و افزایش سریع فشار داخلی خواهد شد. این امر منجر به فعال شدن ابزارهای محافظتی سیلندر و از بین رفتن محتویات سیلندر می شود. ابزارهای محافظ سیلندر هرگز نباید دستکاری شده و یا غیرفعال شوند. فشار بیش از حد می تواند منجر به از کار افتادگی به صورت انفجاری شود.

صدمه به دیواره های داخلی یا اتصالات یک محفظه مایع برودتی، اغلب با یخ زدگی قابل مشاهده در قسمت خارجی محفظه مشخص می شود. هر زمان که یخ زدگی در نمای بیرونی یک محفظه مایع برودتی ظاهر شود، باید پرسنل را مرخص و تأمین کننده گاز را از این امر مطلع کرد. به طور کلی، افراد باید تا زمانی که یخ زدگی از بین نرود، از محفظه دور نگه داشته شوند. هنگامی که یخ زدگی از بین برود، به این معنی است که محتویات تبخیر شده و فشار داخلی خطرناک آزاد شده است.

اگرچه محتویات ظروف مایع برودتی عمدتاً در دمای بسیار پایین به شکل مایع است، محصول خارج شده از این ظروف باید یک گاز در دمای اتاق باشد. این تبدیل در درون یک سیستم تبخیرساز انجام می‌شود که مایع را تبخیر می‌کند و گاز را تا دمای اتمسفر گرم می‌نماید.

در برخی از موارد، ممکن است که کاربر بخواهد مایع را از محفظه خارج کند. هنگام خروج مایع باید از لباس محافظ استفاده شود تا از تماس بدن با محصول سرد جلوگیری شود. استفاده از یک دستکش عایق‌بندی مناسب و گشاد و یک محافظ مناسب صورت، ضروری است. تماس مایع با پوست باعث سوختگی مشابه سوختگی رخ داده در اثر گرما می‌شود و تماس طولانی باعث یخ‌زدگی شدید می‌شود. با آسیب‌های از این دست باید به همان روشی برخورد شود که با آسیب‌های ناشی از قرارگرفتن در معرض دمای پایین رفتار می‌شود. خواص بسیاری از مواد در دمای مایع برودتی، در مقایسه با خصوصیات طبیعی آنها، به شدت متفاوت است. در این شرایط، بسیاری از فلزات از جمله فولاد کربنی و اکثر الاستومرها (مانند لاستیک)، بسیار شکننده می‌شوند. در هنگام خروج مایعات برودتی از سیلندرهای، کلیه مواد موجود در خط انتقال آنها باید دارای خواص رضایت‌بخشی در دماهای پایین باشند.

در اثر برخورد اکسیژن مایع با آسفالت یا مواد قیری مشابه، ممکن است واکنشی با شدت انفجاری ایجاد شود؛ بنابراین، مخازن اکسیژن مایع هرگز نباید روی چنین سطوحی نصب شوند و نباید به اکسیژن مایع اجازه تماس با این مواد را داد. مخازن اکسیژن مایع باید همیشه روی بسترهای بتونی نصب شوند.

● ۳-۵ رگلاتورها (تنظیم‌کننده‌ها)

هنگام برداشتن گاز از سیلندرهای گاز برای عملیات جوشکاری یا برشکاری همیشه باید از رگلاتور کاهش‌دهنده فشار استفاده شود. رگلاتورهای گاز باید الزامات استانداردهای مربوطه را برآورده سازند. رگلاتورهای کاهش‌دهنده فشار فقط باید برای گاز و فشاری که روی برچسب آن درج شده است، استفاده شوند. رگلاتورها نباید برای گازهای دیگری در فشارهای دیگر استفاده شوند (اگرچه ممکن است رزوه‌های خروجی شیر سیلندر مشابه باشد). اتصالات رزوه‌ای به رگلاتور، نباید تحت نیرو قرار بگیرند. فیت‌شدن نادرست رزوه‌ها بین یک سیلندر گاز و رگلاتور یا بین رگلاتور و شلنگ نشان می‌دهد که از ترکیب نامناسبی از ابزارها استفاده شده است.

استفاده از آداپتورها برای تغییر رزوه اتصال سیلندر، به دلیل خطر استفاده از رگلاتور نادرست یا دارای آلودگی، توصیه نمی‌شود. به‌عنوان مثال، گازهایی که به روغن آلوده هستند می‌توانند یک لایه روغنی را روی قسمت‌های داخلی رگلاتور رسوب دهند. این لایه می‌تواند گاز عاری از روغن را آلوده کرده و یا منجر به آتش‌سوزی یا انفجار در زمان استفاده از گاز اکسیژن شود.

رزوها و آببندهای^۱ اتصال رگلاتورها باید قبل از استفاده، از نظر آلودگی یا خرابی بررسی شوند. در صورت نشت اتصال شلنگ یا سیلندر، این اتصال نباید با گشتاور اضافی، تحت نیرو قرار بگیرد. رگلاتورها و اجزای آسیب‌دیده باید توسط مکانیکی که به درستی آموزش دیده است تعمیر شوند یا برای تعمیر به سازنده بازگردانده شوند.

برای کنترل جریان گاز یک رگلاتور باید از شیر یا جریان‌سنج مناسب استفاده شود. فشار داخلی در یک رگلاتور باید قبل از اتصال به یک سیلندر گاز یا منیفولد تخلیه شود.

● ۴-۵ منیفولدها^۲

در صورت نیاز بدون وقفه به گاز یا نیاز به سرعت انتقال گاز بالاتر از آنچه توسط یک سیلندر تأمین می‌شود، از منیفولد استفاده می‌شود. یک منیفولد باید برای یک گاز و فشار عملیاتی خاص، طراحی شود و درزبند باشد. برای رسیدن به این هدف، اجزای منیفولد باید مورد تأیید قرار بگیرند و فقط برای گاز و فشاری که برای آنها تأیید شده‌اند، مورد استفاده قرار گیرند. منیفولدهای اکسیژن و گاز سوختنی باید الزامات خاص طراحی و ایمنی را برآورده کنند.

لوله‌ها و اتصالات منیفولدهای استیلن و متیل استیلن-پروپادین (MPS) نباید از جنس مس یا آلیاژهای حاوی ۷۰٪ یا بیشتر مس باشند. این گازهای سوختنی تحت شرایط خاص با مس واکنش می‌دهند و باعث ایجاد استیلید مس ناپایدار می‌شوند. این ترکیب ممکن است در اثر شوک یا گرما منفجر شود.

سیستم‌های لوله‌کشی منیفولد باید دارای یک شیر مناسب برای آزادسازی فشار بیش از حد باشند. هر مجرای سیلندر گاز سوختنی باید دارای یک شیر بررسی جریان برگشتی و یک برق‌گیر باشد. شیرهای کنترل جریان برگشتی نیز باید در هر خط در هر خروجی ایستگاه که در آن هر دو گاز سوختنی و اکسیژن برای مشعل جوشکاری، برشکاری یا پیش‌گرم فراهم می‌شود، نصب شوند.

■ ۴-۵-۱ سیستم‌های لوله‌کشی

به جز در مواردی که یک سیستم لوله‌کشی به طور خاص برای مقاومت در برابر فشار کامل سیلندر یا فشار مخزن منبع گاز فشرده، طراحی و ساخته شده است، سیستم لوله‌کشی باید همیشه با ابزارهای ایمنی آزادسازی فشار مناسبی محافظت شود تا از ایجاد فشار در سیستم فراتر از ظرفیت تحمل ضعیف‌ترین عضو جلوگیری شود.

این ابزارهای آزادسازی فشار ممکن است دریچه‌های آزادسازی یا دیسک‌های پارم‌شونده^۳ باشند. برای جلوگیری از فشار بیش از حد سیستم، هرگز نباید تنها به رگلاتور کاهش فشار اعتماد کرد. یک ابزار کاهش

1- Glands

2- Manifolds

3- Bursting disks

دهنده فشار باید در هر بخش از سیستم قرار داشته باشد که بتواند در حالی که از سایر دستگاه‌های کاهش دهنده محافظ جدا شده است (مانند استفاده از یک شیر بسته)، در معرض فشار کامل منبع قرار گیرد. برخی از رگلاتورهای فشار دارای شیرهای آزادسازی ایمنی جدایی‌ناپذیر هستند. این شیرها فقط برای محافظت از رگلاتور طراحی شده‌اند و برای محافظت از سیستم پایین دست نباید به آنها تکیه کرد. در سیستم‌های لوله‌کشی برودتی، ابزارهای آزادسازی باید در هر قسمت از سیستم که گاز مایع در آن محبوس می‌شود، قرار داشته باشند. در هنگام گرم شدن، این مایعات بخار می‌شوند و در یک فضای بسته، فشار گاز می‌تواند به طرز چشمگیری افزایش یابد. در هنگام استفاده از ابزارهای آزادسازی فشار که از سیستم‌های لوله‌کشی گاز سوختنی یا سایر سیستم‌های گاز خطرناک محافظت می‌نمایند، گاز خارج شده باید به مکان‌های ایمن تخلیه شود.

● ۵-۵ اکسیژن

اکسیژن، گازی غیر قابل اشتعال است، اما از احتراق مواد قابل اشتعال پشتیبانی می‌کند. این مسئله می‌تواند باعث آغاز احتراق شود و به شدت آن را تسریع نماید. بنابراین، سیلندرهای اکسیژن و محفظه‌های اکسیژن مایع نباید در مجاورت مواد قابل احتراق قرار بگیرند و همراه با سیلندرهای گاز سوختنی نیز نباید انبار شوند. اکسیژن هرگز نباید به عنوان جایگزین هوای فشرده استفاده شود. اکسیژن خالص نسبت به هوا که فقط حاوی ۲۰٪ اکسیژن است، از احتراق با شدت بالاتری پشتیبانی می‌کند. بنابراین، شناسه‌گذاری سیلندرهای اکسیژن و هوا باید متفاوت باشد. روغن، چربی و گرد و غبار قابل احتراق ممکن است در اثر تماس با اکسیژن، خودبه‌خود شعله‌ور شوند. از این رو، کلیه سیستم‌ها و دستگاه‌های حاوی اکسیژن باید از هرگونه مواد قابل احتراق دور باشند. شیرها، لوله‌کشی یا اجزای سیستم که اختصاصاً برای سرویس اکسیژن تولید نشده‌اند، باید قبل از استفاده تمیز شوند و برای این سرویس مورد تأیید قرار بگیرند.

دستگاه‌هایی که اختصاصاً برای سرویس اکسیژن تولید شده‌اند و معمولاً به این منظور برچسب‌گذاری شده‌اند، باید در شرایط تمیز، مطابق وضعیتی که در ابتدا دریافت شده‌اند، نگهداری شوند. شیرهای اکسیژن، رگلاتورها و دستگاه‌ها هرگز نباید با روغن روانکاری شوند. در صورت نیاز به روانکاری، نوع روان‌کننده و روش استفاده از روغن باید در دستورالعمل ارائه شده توسط سازنده، مشخص شده باشد. در غیر این صورت، دستگاه باید به کارخانه سازنده یا نماینده مجاز برای سرویس برگردانده شود. هرگز نباید از اکسیژن برای تأمین گاز ابزارهای هوای فشرده استفاده شود. این ابزارها تقریباً همیشه با روغن روانکاری می‌شوند. به همین ترتیب، از دمش اکسیژن نباید برای تمیز کردن کثیفی محل کار و لباس استفاده شود زیرا آنها اغلب به روغن، چربی یا گردوغبار قابل احتراق آلوده هستند. هنگام کار با سیستم‌های اکسیژن فقط باید لباس تمیز پوشیده شود. برای تهویه فضاهای بسته نباید از اکسیژن استفاده شود. در اثر اشتعال لباس یا مو در اتمسفر غنی از اکسیژن، ممکن است سوختگی‌های شدیدی ایجاد شود.

● ۵-۶ گازهای سوختنی

گازهای سوختنی که معمولاً در جوشکاری گاز اکسی سوخت (OFW) و برشکاری اکسی سوخت (OFC) استفاده می‌شوند، استیلن، متیل استیلن-پروپادین (MPS)، گاز طبیعی، پروپان و پروپیلن هستند. از هیدروژن نیز در برخی از کاربردها استفاده می‌شود. گاهی اوقات، از بنزین به‌عنوان سوخت برای برشکاری اکسیژن استفاده می‌شود. بنزین به‌کاررفته، در مشعل تبخیر می‌شود. این گازهای سوختنی باید همیشه با نام خود، ذکر شوند.

استیلن موجود در سیلندرها در یک حلال حل می‌شود تا بتوان آن را تحت فشار، به صورتی ایمن ذخیره کرد. در حالت آزاد، استیلن هرگز نباید در فشارهای بیش از ۱۰۰ کیلو پاسکال (۱۵ پی اس آی) استفاده شود، زیرا این گاز می‌تواند در اثر فشارهای بالاتر با شدت انفجاری تجزیه شود.

استیلن و MPS هرگز نباید در تماس با نقره، جیوه یا آلیاژهای حاوی ۷۰٪ مس یا بیشتر استفاده شوند. این گازها با فلزات موردنظر واکنش داده و ترکیبات ناپایداری را ایجاد می‌کنند که ممکن است در اثر شوک یا گرما منفجر شوند. شیرهای روی سیلندرها گاز سوختنی هرگز نباید برای تمیزکردن خروجی شیر باز شوند (خصوصاً در نزدیکی منابع احتمالی احتراق شعله یا در فضاهای بسته).

زمانی که از گازهای سوختنی به‌عنوان اتمسفر کوره لحیم‌کاری سخت استفاده می‌شود، در نهایت باید این گازها سوزانده شوند و یا اینکه در مکانی امن تخلیه شوند. قبل از پُر کردن کوره یا محفظه با گاز سوختنی، ابتدا باید تجهیزات را با یک گاز غیرقابل اشتعال مانند نیتروژن یا آرگون پاک کرد تا از ایجاد مخلوط انفجاری هوا و سوخت جلوگیری شود.

هنگام استفاده از هیدروژن باید توجه ویژه‌ای مبذول شود. شعله‌های آتش حاصل از هیدروژن ممکن است به‌سختی دیده شوند و این امکان وجود دارد که قسمت‌هایی از بدن، لباس یا مواد قابل احتراق، در تماس با شعله‌های حاصل از هیدروژن قرار بگیرند.

■ ۵-۶-۱ آتش‌سوزی حاصل از گاز سوختنی

بهترین روش برای جلوگیری از آتش‌سوزی گاز سوختنی یا مایع، حفظ آن در داخل سیستم است؛ به این معنی که از نشت آن جلوگیری شود. تمام سیستم‌های سوخت باید در هنگام مونتاژ و در فواصل مکرر پس از آن، به‌دقت از نظر نشتی مورد بررسی قرار بگیرند. سیلندرها گاز سوختنی باید از نظر نشتی مورد بررسی قرار گیرند؛ به خصوص در کلیدهای فیوز، ابزارهای ایمنی و مجموعه شیرها. یکی از منابع متداول آتش‌سوزی در جوشکاری و برشکاری، احتراق نشت سوخت توسط جرقه‌های در حال پرواز یا پاشش است. در صورت وقوع آتش‌سوزی، یکی از مؤثرترین روش‌ها برای کنترل آتش، بستن شیر سوخت است (در صورت دسترسی). شیر گاز سوختنی نباید بیش از حدی که برای تأمین جریان کافی لازم است، باز شود. به این ترتیب می‌توان در مواقع اضطراری سریعاً گاز را بست. در اغلب موارد، این عمل در کمتر از یک دور چرخش دسته اتفاق می‌افتد. اگر کنترل فوری شیر گاز سوختنی، غیرقابل دسترس باشد، این امکان وجود دارد که یک شیر بالادستی دیگر، جریان گاز را قطع کند.

اکثر گازهای سوختنی یا در سیلندرها به صورت مایع هستند و یا در مایعات حل می‌شوند؛ بنابراین، سیلندرها باید همیشه در حالت عمودی استفاده شوند تا از خروج مایع جلوگیری شود. یک سیلندر گاز سوختنی می‌تواند باعث نشستی شود و گاهی حتی منجر به آتش‌سوزی شود. در صورت وقوع آتش‌سوزی، باید هشداردهنده حریق به صدا درآید و بلافاصله پرسنل آموزش‌دیده در مورد حریق، فراخوانده شوند. آتش‌سوزی‌های کوچک در مجاورت شیر سیلندر باید در صورت امکان با بستن شیر یا استفاده از آب، پارچه‌های مرطوب یا خاموش‌کننده‌های آتش، اطفاء شود. در صورت عدم امکان جلوگیری از نشست، سیلندر باید توسط پرسنل آموزش‌دیده در مورد حریق، به یک مکان امن در فضای باز انتقال داده شود و به تأمین‌کننده سیلندر گاز اطلاع‌رسانی شود. همچنین باید یک علامت هشدار نصب شود و استفاده از دخانیات یا سایر منابع احتراق در منطقه، ممنوع شود.

در صورت وقوع آتش‌سوزی بزرگ در یک سیلندر گاز سوختنی، باید هشداردهنده آتش‌سوزی فعال شود و همه پرسنل از منطقه خارج شوند. سیلندر باید توسط پرسنل حریق، با جریان زیاد آب، خیس نگه داشته شود تا خنک بماند. معمولاً بهتر است به جای تلاش برای خاموش کردن شعله، آتش ادامه یابد و گاز نشست‌کرده را مصرف نماید. در صورت خاموش شدن آتش، این خطر وجود دارد که گاز فرّار باقی مانده، احتراق مجددی با شدت انفجاری داشته باشد.

● ۵-۷ گازهای محافظ

آرگون، هلیوم، نیتروژن و دی‌اکسیدکربن (CO_2)، برای محافظت در برخی فرایندهای جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. همه این گازها، به جز دی‌اکسیدکربن، به‌عنوان اتمسفر برای لحیم‌کاری سخت نیز استفاده می‌شوند. این گازهای پووی‌رنگ هستند و هوای مورد نیاز برای تنفس را می‌توانند جابه‌جا کنند. فضاهای بسته پُر شده از این گازها باید قبل از ورود پرسنل به آنها، به‌خوبی تهویه شوند. در صورت وجود هر گونه ابهام، باید فضا را ابتدا از نظر غلظت اکسیژن کافی با آنالیز کننده اکسیژن مورد بررسی قرار داد. در صورتی که آنالیز کننده در دسترس نباشد، هر کسی که وارد این فضا می‌شود باید از دستگاه تنفس تأمین‌کننده هوا استفاده نماید. همان‌طور که قبلاً گفته شد، محفظه‌های حاوی این گازها نباید در فضاهای بسته قرار گیرند.

● مراجع

- 1- The Materials Information Society, ASM handbook Vol. 6 (Welding, brazing and soldering). 1st Ed., ASM International, 1993.
- 2- The Materials Information Society, ASM handbook Vol. 6A (Welding fundamentals and processes). 1st Ed., ASM International, 2011.

فصل ششم

آشنایی با قوانین و

مقررات و آیین نامه

حفاظت فنی و

بهداشت کار در عملیات

جوشکاری و برشکاری

آشنایی با قوانین و مقررات و آیین‌نامه حفاظت فنی و بهداشت کار در عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۶ مقدمه

آیین‌نامه ایمنی جوشکاری و برشکاری گرم مشتمل بر ۹۱ ماده به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ قانون کار جمهوری اسلامی ایران در جلسه مورخ ۱۳۸۷/۵/۱۶ شورای عالی حفاظت فنی تهیه و در تاریخ ۱۳۸۷/۱۱/۲۴ به تصویب وزیر کار و امور اجتماعی رسیده است. آیین‌نامه مذکور، جایگزین مواد ۳۰ الی ۴۹ آیین‌نامه و مقررات حفاظت در ریخته‌گری، آهن‌گری و جوشکاری تهیه‌شده توسط شورای عالی حفاظت فنی مورخ ۱۳۴۷/۸/۲۰ شده است.

● ۲-۶ هدف و دامنه شمول

هدف از تدوین این آیین‌نامه ایمن‌سازی محیط کار و محافظت از نیروی انسانی و منابع مادی و پیشگیری از حوادث و بیماری‌های ناشی از کار در کلیه کارگاه‌هایی که عملیات جوشکاری و برشکاری گرم و فرایندهای مرتبط با آن انجام می‌گیرد، می‌باشد. مقررات این آیین‌نامه به استناد ماده ۸۵ قانون کار جمهوری اسلامی ایران تدوین گردیده است.

● ۳-۶ تعاریف

جوشکاری فلزات: عملیاتی است که به‌وسیله عواملی مانند حرارت، فشار و جریان الکتریسیته سبب ایجاد پیوستگی در فلز و یا فلزات مورد اتصال می‌گردد.

قوس الکتریکی: با نزدیک کردن دو قطب مثبت و منفی جریان برق، در لحظه کوتاهی قبل از برخورد، جرقه‌ای بوجود می‌آید که شعله حاصل از آن جرقه کوتاه را قوس الکتریکی می‌نامند.

جوشکاری با قوس الکتریکی: جوشکاری است که با کمک گرمای ناشی از قوس الکتریکی باعث ذوب و درهم پیوستن و آمیخته شدن قطعات فلزی می‌گردد.

جوشکاری مقاومتی: جوشکاری با فشار است که در آن گرمای لازم برای جوشکاری، توسط مقاومت ناشی از عبور جریان الکتریکی از منطقه جوش بین دو فلز تأمین می‌گردد.

جوشکاری گازی: جوشکاری است که در آن منبع حرارتی لازم جهت ذوب فلز (فلز پایه یا مفتول پرکننده) از گرمای ناشی از سوختن یک گاز در مجاورت گاز اکسیژن، تأمین می‌گردد.

برشکاری گرم: این نوع برشکاری بر اساس بالابردن دمای فلز تا حد مذاب با ایجاد شعله بوده و سپس توسط فشار گاز اکسیژن ماده مذاب را از محل خود خارج نموده تا ایجاد شیار برش صورت پذیرد.

● ۴-۶ مقررات عمومی

- ماده ۱:** کلیه عملیات جوشکاری و برشکاری باید توسط افراد ماهر صورت پذیرد.
- ماده ۲:** کلیه دستگاه‌ها و تجهیزاتی که برای جوشکاری و برشکاری بکار برده می‌شوند، باید به طور مرتب و بر اساس دستورالعمل‌های کارخانه سازنده مورد بازدید، آزمایش و دقت‌سنجی قرار گرفته و در صورت وجود نقص و یا فرسودگی، تعمیر و یا از فرایند کار خارج گردند.
- ماده ۳:** وضعیت ایستایی دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری بایستی به گونه‌ای باشد که از هر گونه حرکت اتفاقی جلوگیری به عمل آید.
- ماده ۴:** مجوز کتبی انجام عملیات جوشکاری و برشکاری باید توسط کارفرما یا نماینده وی صادر گردد.
- ماده ۵:** مجوز انجام عملیات جوشکاری و برشکاری باید حداقل نوع فرایند، مخاطرات شغلی، اقدامات کنترلی و مدت زمان انجام کار را در برگیرد.
- ماده ۶:** کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید به طور کاملاً ایمن نصب و بهره‌برداری گردد.
- ماده ۷:** کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید در مکانی نگهداری و انبار شوند که از صدمات فیزیکی و شیمیایی محافظت گردد.
- ماده ۸:** روش انجام عملیات جوشکاری و برشکاری باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر فرد جوشکار یا برشکار، خطری برای سایر کارگران و یا افراد متفرقه در بر نداشته باشد.
- ماده ۹:** دیوارها و سطوح جانبی محل جوشکاری باید به گونه‌ای باشد که بیشترین جذب تشعشعات مضر را داشته باشد.
- ماده ۱۰:** نصب پاراوان‌های غیرقابل اشتعال و متناسب با نوع کار در محل‌های جوشکاری و برشکاری برای حفاظت کارگران و افراد متفرقه الزامی است.

ماده ۱۱: فیلتر و پوشش بیرونی در محافظ‌های دستی، عینک‌های جوشکاری و کلاه با شیلد (سپر) جوشکاری، باید در مقابل پاشش مواد جوشکاری، سایش و خردشدن موضعی، مقاوم بوده و از جنس شیشه یا پلاستیک شفاف نسوز باشد.

ماده ۱۲: کلاه ایمنی جوشکاری یا برشکاری باید مجهز به سپر جوشکاری باشد به گونه‌ای که در هنگام بالا زدن فیلتر جوشکاری چشم‌ها و صورت کارگران را در برابر پرتاب ذرات سرباره محافظت نماید.

ماده ۱۳: شماره تیرگی فیلترهای مورد استفاده در انواع عملیات جوشکاری و برشکاری باید متناسب با نوع عملیات و استاندارد باشد.

ماده ۱۴: عینک‌ها و ماسک‌های جوشکاری (محافظ‌های دستی) باید به خوبی نگهداری شده و همواره تمیز و بدون عیب باشد.

ماده ۱۵: در هنگام جوشکاری یا برشکاری که احتمال ریزش جرقه، سرباره یا مواد مذاب از بالا بر روی بدن وجود دارد، استفاده از پوشش‌های نسوز الزامی است.

ماده ۱۶: اقدامات کنترلی باید به نحوی انجام گیرد تا از انتشار آلاینده‌های ناشی از عملیات جوشکاری به سایر قسمت‌های کارگاه جلوگیری به عمل آید.

ماده ۱۷: انجام کلیه عملیات چربی‌زدایی یا تمیزکاری با هیدروکربن‌های کلردار در کارگاه‌های جوشکاری، برشکاری و فرایندهای مرتبط ممنوع است.

ماده ۱۸: اگر قطعه‌کاری با استفاده از حلال‌ها چربی‌زدایی شده باشد، باید پیش از شروع جوشکاری آن را کاملاً از باقیمانده حلال پاک و خشک کرد.

ماده ۱۹: جوشکاری و برشکاری در مکان‌هایی که مواد یا گازهای قابل اشتعال یا انفجار وجود دارد، ممنوع است.

ماده ۲۰: کلیه قسمت‌هایی که در اثر جوشکاری یا برشکاری احتمال وقوع آتش‌سوزی در آنها وجود دارد بایستی از مصالح نسوز ساخته شده و یا با استفاده از روش‌های مناسب از ایجاد حریق جلوگیری به عمل آید.

ماده ۲۱: هرگونه درز یا شکاف، حفره و پنجره‌های باز و یا شکسته در کف و دیواره‌های محل جوشکاری یا برشکاری باید به‌طور مناسب پوشیده یا بسته گردند تا خطر ریزش یا پاشش ذرات ناشی از جوشکاری و برشکاری به طبقات زیرین و یا واحدهای مجاور از بین برود.

ماده ۲۲: قبل از شروع عملیات جوشکاری و برشکاری در فضاهای بسته و محدود باید از تهویه مناسب محیط کار اطمینان حاصل نمود.

ماده ۲۳: در هنگام جوشکاری و برشکاری که تأمین سیستم تهویه مناسب امکان‌پذیر نمی‌باشد، استفاده از تجهیزات مستقل تنفسی الزامی است.

ماده ۲۴: سیلندرهای گاز و دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری بایستی همواره خارج از فضاهای بسته و محدود مستقر گردد.

- ماده ۲۵:** لوله‌های مورد استفاده برای تهویه گازهای خروجی ناشی از جوشکاری و برشکاری در فضاهای بسته و محدود باید از مواد غیر قابل اشتعال ساخته شده باشد.
- ماده ۲۶:** جوشکاری و برشکاری مخازن سر بسته و یا حاوی مواد قابل اشتعال و انفجار ممنوع است.
- ماده ۲۷:** جوشکاری و برشکاری مخازنی که قبلاً حاوی مواد قابل اشتعال و انفجار بوده و یا محتویات قبلی آن مشخص نمی‌باشد، بدون رعایت اصول ایمنی و استانداردهای مربوطه ممنوع است.
- ماده ۲۸:** کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری باید دارای لوح مشخصات فنی باشد.
- ماده ۲۹:** در پایان هر شیفت کاری عملیات جوشکاری و برشکاری، باید اطراف محل کار بازرسی و فقط پس از اطمینان از عدم وجود جرقه، شعله و یا سرباره داغ محل کار ترک نمود.

● ۵-۶ مقررات مربوط به جوشکاری و برشکاری با گاز

- ماده ۳۰:** تماس روغن، گریس و مواد قابل اشتعال و انفجار با کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری گازی ممنوع می‌باشد.
- ماده ۳۱:** استفاده از گاز اکسیژن به عنوان جایگزین هوای فشرده ممنوع است.
- ماده ۳۲:** استفاده از شعله جهت انجام آزمایش نشتی گازها در سیلندرها و متعلقات آن ممنوع است.
- ماده ۳۳:** برای روشن نمودن مشعل جوشکاری و برشکاری باید از فندک مخصوص آن استفاده نمود.
- ماده ۳۴:** در پایان کار و مواقعی که عملیات جوشکاری و برشکاری انجام نمی‌گیرد باید دستگاه‌ها از منابع اصلی برق یا گاز جدا گردد.
- ماده ۳۵:** کلیه محل‌های اتصال از سیلندر گاز تا مشعل را باید قبل از روشن نمودن مشعل به روش‌های ایمن و توسط کارگران ماهر مورد آزمایش نشتی قرار داد.
- ماده ۳۶:** شلنگ و اتصالات رابط باید استاندارد بوده و فاقد نشتی، پوسیدگی و یا هر نوع نقص دیگری باشد.
- ماده ۳۷:** اتصالات و مهره‌های اتصال باید قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرند و در صورت وجود هر گونه عیب یا نشتی، تعویض گردند.
- ماده ۳۸:** پر کردن سیلندرها و اکسیژن و انواع گازها باید توسط مراکز مجاز و معتبر صورت پذیرد.
- ماده ۳۹:** سیلندرها و اکسیژن و انواع گازها باید به صورت ادواری و بر اساس آئین نامه‌های حفاظتی و استانداردهای ملی توسط کارفرما مورد بازدید و آزمایش قرار گیرد.
- ماده ۴۰:** کارخانه‌ها و تولیدکنندگان سیلندرها و گاز و همچنین صنایع سیلندر پرکنی مکلف به درج نام شیمیایی و نام تجاری گاز بر روی بدنه سیلندر می‌باشند، و استفاده از سیلندرها و گاز که نام شیمیایی و نام تجاری محتویات آن بر روی سیلندر درج نشده باشد، ممنوع است.

- ماده ۴۱: استفاده از سیلندرهاى گاز و مولدهاى گاز استیلن که داراى آسیب دیدگى یا خوردگى بوده و یا در معرض آتش سوزى قرار داشته‌اند، ممنوع است.
- ماده ۴۲: سیلندرهاى گاز نباید در معرض صدمات فیزیکی، شیمیایی و تابش مستقیم نور خورشید و شرایط نامساعد جوی قرار گیرند.
- ماده ۴۳: سیلندرهاى گاز باید به طور قائم و مطمئن در جای خود محکم گردند تا از افتادن احتمالی آنها جلوگیری شود.
- ماده ۴۴: سیلندرهاى گاز باید دور از مواد قابل اشتعال و انفجار نگهدارى و استفاده گردد.
- ماده ۴۵: نگهدارى سیلندر اکسیژن در مکان تولید گاز استیلن ممنوع است.
- ماده ۴۶: استفاده از اتصالات غیراستاندارد، تبدیل ها، وسایل غیر ایمن و تنگ ها اکیداً ممنوع است.
- ماده ۴۷: جابه‌جایی سیلندرهاى گاز با اهرم کردن شیر یا سرپوش حفاظتی آن ممنوع می‌باشد.
- ماده ۴۸: سیلندر گاز پر یا خالی نباید به‌عنوان غلتک یا تکیه‌گاه استفاده گردد.
- ماده ۴۹: سرپوش حفاظتی سیلندرهاى گاز باید در جای خود به طور محکم قرار گیرد مگر در مواردی که سیلندر گاز در حال استفاده می‌باشد.
- ماده ۵۰: به‌منظور جلوگیری از بروز صدمات فیزیکی در هنگام جابجایی انواع سیلندرهاى گاز، استفاده از يك محفظه مناسب و ایمن الزامی است.
- ماده ۵۱: هنگامی که لازم است سیلندرها به همراه رگلاتورهاى متصل به آن جابه‌جا شوند، باید پس از بستن شیر و قراردادن بر روی وسیله ایمن نسبت به جابجایی آنها اقدام نمود.
- ماده ۵۲: استفاده از سیلندر گاز بدون رگلاتور استاندارد ممنوع است.
- ماده ۵۳: گرم کردن کپسول و شیر گاز مخزن استیلن توسط شعله ممنوع است و در صورت نیاز، این کار بایستی توسط آب گرم صورت گیرد.
- ماده ۵۴: رنگ شنلگ‌ها باید مطابق با استاندارد شماره ۳۷۹۲ و رنگ بدنه سیلندرهاى گاز باید براساس استاندارد شماره ۷۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد.
- ماده ۵۵: بهره‌برداری از سیلندرهاى گاز فقط به صورت ایستاده مجاز است و به هیچ عنوان نباید در حالت افقی یا وارونه از گاز داخل آن برای عملیات جوشکاری و برشکاری استفاده نمود.
- ماده ۵۶: قراردادن اشیاء بر روی انواع سیلندرهاى گاز ممنوع است.
- ماده ۵۷: قبل از جدا کردن رگلاتور از سیلندر گاز، باید شیر سیلندر گاز به طور کامل بسته شود.
- ماده ۵۸: سیلندرهاى گاز باید دور از عملیات جوشکاری و برشکاری قرار گیرند تا شعله، سرباره داغ و جرقه به آنها نرسد، در غیر این صورت می‌بایست از موانع ضد آتش استفاده نمود.
- ماده ۵۹: استفاده از سیلندرهاى گاز به‌عنوان بخشی از مدار الکتریکی جوشکاری قوس الکتریکی ممنوع است.

ماده ۶۰: در مکان‌هایی که گاز از طریق سیستم لوله کشی تأمین می‌گردد، جنس لوله‌ها و کلیه تجهیزات مرتبط باید متناسب با نوع گاز و ایمن باشد، استفاده از رنگ‌ها و علائم هشدار دهنده برای مشخص شدن نوع گاز لوله کشی‌ها الزامی است.

ماده ۶۱: سیلندرهای گاز پر و خالی و همچنین سیلندر انواع گازها باید جدا از یکدیگر و در محل ایمن نگهداری شوند.

ماده ۶۲: محل نگهداری و ذخیره‌سازی سیلندرهای گاز می‌بایست ضد آتش و مجهز به سیستم تهویه ایمن باشد.

ماده ۶۳: استفاده از اتصالات مسی در عملیات جوشکاری و برشکاری با گاز استیلن ممنوع است.

ماده ۶۴: هر یک از لوله‌هایی که گاز را از مولد یا سیلندر به مشعل‌های جوشکاری و برشکاری انتقال می‌دهد باید مجهز به شیر یک‌طرفه فشاری باشد.

● ۶-۶ مقررات مربوط به عملیات جوشکاری و برشکاری با برق

ماده ۶۵: در مکان‌های مرطوب که عملیات جوشکاری و برشکاری با قوس الکتریکی انجام می‌گیرد، استفاده از دستکش، لباس و کفش عایق الکتریسیته و دیگر وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار الزامی می‌باشد.

ماده ۶۶: در موقعیت‌هایی که احتمال تماس بدن جوشکار با هادی‌های برق دارد، باید اجزای هادی عایق بندی گردد.

ماده ۶۷: در فرایندهایی نظیر جوشکاری و برشکاری قوس پلاسما که از ولتاژهای بالا استفاده می‌شود، استفاده از عایق بندی مناسب و همچنین نصب علائم و تابلوهای هشدار دهنده و آموزش افراد الزامی می‌باشد.

ماده ۶۸: کلیه تجهیزات جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی و مقاومتی ثابت یا سیار و همچنین قطعات کار باید متصل به سیستم اتصال به زمین مؤثر باشد.

ماده ۶۹: کلیه قسمت‌های برق دار دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی و مقاومتی و تابلوهای برق آنها باید به منظور جلوگیری از تماس تصادفی، محافظت گردد.

ماده ۷۰: مقدار جریان مورد استفاده در دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی باید متناسب با نوع کار انتخاب گردد.

ماده ۷۱: کابل‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی باید از نوع انعطاف‌پذیر و متناسب با نوع کار باشد.

ماده ۷۲: قبل از آغاز جوشکاری و برشکاری باید از ایمن بودن کلیه اتصالات و تجهیزات اطمینان حاصل نمود.

ماده ۷۳: استفاده از هر نوع هادی به جز کابل جوشکاری برای تکمیل مدار جوشکاری ممنوع است.

- ماده ۷۴:** در مکان‌هایی که تعدادی دستگاه جوش یا برش قوس الکتریکی در کنار هم مورد استفاده قرار می‌گیرند، بایستی تمهیدات لازم برای پیشگیری از خطرات برق‌گرفتگی و آتش‌سوزی مدنظر قرار گیرد.
- ماده ۷۵:** در هنگام جوشکاری و برشکاری باید از نشت روغن، سوخت و آب سیستم خنک‌کننده موتورهای جوشکاری و برشکاری و همچنین انتشار گازهای حفاظت‌کننده قوس جوش جلوگیری بعمل آید.
- ماده ۷۶:** قبل از جابه‌جایی دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی باید نسبت به قطع کردن منبع برق آنها اقدام نمود.
- ماده ۷۷:** جایگاه‌های کار فلزی در هنگام عملیات جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی، می‌بایست نسبت به زمین عایق‌گردیده و یا به سیستم اتصال به زمین مؤثر، مجهز گردند.
- ماده ۷۸:** گیره‌های الکتروود باید مجهز به صفحات یا سپرهای حفاظتی باشد تا دست کارگر را در مقابل حرارت حاصله از قوس الکتریکی حفظ نماید.
- ماده ۷۹:** هنگام تعویض الکتروودهای جوشکاری رعایت اصول ایمنی الزامی است.
- ماده ۸۰:** پیچاندن کابل جوشکاری به‌دور اعضای بدن ممنوع است.
- ماده ۸۱:** برای انجام عملیات جوشکاری یا برشکاری در ارتفاع، رعایت اصول ایمنی به‌منظور جلوگیری از برق‌گرفتگی و همچنین سقوط افراد و اشیاء الزامی است.
- ماده ۸۲:** تجهیزات جوشکاری و برشکاری که در فضای باز مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از شرایط نامساعد جوی به‌طور ایمن محافظت گردند.
- ماده ۸۳:** کلیه تجهیزات جوشکاری مقاومتی باید به نحوی باشند که از عملکرد تصادفی آنها جلوگیری گردد.
- ماده ۸۴:** نصب تجهیزات ایمنی برای جلوگیری از آسیب‌دیدن اعضای بدن که در داخل منطقه عمل جوشکاری قرار دارند الزامی است.
- ماده ۸۵:** دستگیره‌ها و سوییچ‌ها باید در فاصله ای ایمن تعبیه شوند تا امکان آسیب دیدن دستها در منطقه عملیات جوشکاری مقاومتی وجود نداشته باشد.
- ماده ۸۶:** کلیه تجهیزات جوشکاری مقاومتی که به شکل معلق (آویزان) و یا اشکال مشابه استفاده می‌شوند باید به سیستم‌های نگهدارنده مناسب تجهیز گردد.
- ماده ۸۷:** کلیه دستگاه‌های جوشکاری مقاومتی باید مجهز به يك يا چند کلید توقف اضطراری در مکان‌های مناسب و قابل دسترس باشد.
- ماده ۸۸:** تمام نقاط قابل دسترس قسمت‌های برق دار دستگاه‌های جوش مقاومتی باید به حفاظ‌های مناسب تجهیز گردد.
- ماده ۸۹:** کارفرما مکلف است ضمن تعیین محدوده فعالیت کارگران مشمول این آیین‌نامه و ایجاد شرایط ایمن، بر استفاده صحیح ایشان از ابزار آلات، دستگاه‌ها و تجهیزات مربوطه نظارت‌های لازم را بعمل آورد.

ماده ۹۰: کلیه واردکنندگان، تولیدکنندگان، فروشندگان، عرضه کنندگان و بهره برداری کنندگان از ابزار آلات، دستگاهها و تجهیزات جوشکاری و برشکاری گرم مکلف به رعایت استاندارد تولید و موارد ایمنی و حفاظتی در دستگاههای مربوطه باشند.

ماده ۹۱: مسئولیت رعایت مقررات این آیین نامه بر عهده کارفرمای کارگاه بوده و در صورت وقوع هرگونه حادثه به دلیل عدم توجه کارفرما به الزامات قانونی مکلف به جبران کلیه خسارات وارده به زیان دیدگان می باشد.

● مرجع

- ۱- آیین نامه ایمنی جوشکاری و برشکاری گرم، قانون کار جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۷.

فصل هفتم

آشنایی با اهمیت و

لزوم استفاده از وسایل

حفاظت فردی در

عملیات جوشکاری و

برشکاری

آشنایی با اهمیت و لزوم استفاده از وسایل حفاظت فردی در عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۷ مقدمه

استفاده از تجهیزات حفاظتی شخصی برای کاهش خطرات در زمانی که حفاظت‌های مهندسی شده امکان‌پذیر نباشد یا اقدامات اداری در کاهش این خطرات مؤثر نباشد، ضروری است. کارفرمایان موظف‌اند همه خطرات احتمالی و باقیمانده در محل کار را شناسایی کرده و تعیین کنند که آیا باید از حفاظت شخصی برای محافظت از کارگران استفاده کرد یا خیر. کارفرمایان باید برنامه کلی را در قالب یک برنامه حفاظت شخصی برای ارائه تجهیزات حفاظتی و آموزش نحوه استفاده از آن به کارکنان ایجاد کنند. در صنعت جوشکاری، سوختگی افراد که یک خطر احتمالی جدی در تمام عملیات جوشکاری، لحیم‌کاری و برشکاری است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اپراتورها و سایر افراد حاضر در محل باید همیشه از محافظ چشم، صورت، دست، پا و بدن استفاده کنند تا از سوختگی ناشی از اشعه ماورای بنفش و مادون قرمز، جرقه، پاشش و تماس با مواد داغ جلوگیری شود.

● ۲-۷ آیین‌نامه وسایل حفاظت فردی وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

فصل اول - تعاریف

وسيله حفاظت فردی: وسیله‌ای است که برای حذف تماس مستقیم با عوامل زیان‌آور محیط کار و تقلیل اثرات مخاطره‌آمیز در محل کار توسط فرد استفاده می‌شود.
گوشی حفاظتی: نوعی وسیله حفاظت شنوایی است که با قرارگیری در روی گوش و پوشاندن لاله آن از رسیدن امواج صوتی بالاتر از حد مجاز به گوش جلوگیری می‌کند.

پلاگ گوش: نوعی وسیله حفاظت شنوایی است که در داخل مجرای شنوایی قرار گرفته و با مسدود کردن آن از رسیدن امواج صوتی بالاتر از حد مجاز به پرده صماخ و انتقال آن به گوش داخلی جلوگیری می‌کند. وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع: وسایلی هستند که به منظور پیشگیری از سقوط و یا کاهش عوارض و صدمات ناشی از سقوط کارگر از ارتفاع به کار می‌رود. مانند کمربند ایمنی مهار کل بدن (هارنس)، لنیارد، قلاب قفل شونده (کارابین)، انواع طناب تکیه‌گاهی، عملیاتی، دینامیکی، استاتیکی و پشتیبان

محافظ چشم: وسیله حفاظت فردی است که چشم را در برابر خطرات زیر محافظت می‌کند:

۱. برخورد اجسام سخت
۲. تابش‌های نوری (با طول موج $0/1$ الی 100 میکرومتر)
۳. فلزات مذاب و اجسام داغ
۴. قطرات و پاشش مایعات
۵. ذرات گردوغبار
۶. گازها
۷. و هر نوع ترکیبی از این مخاطرات

عینک با تراز حفاظتی: محافظ چشمی است با عدسی‌های نصب شده در قاب، با محافظ جانبی یا بدون محافظ جانبی عدسی و محافظ جانبی عینک معمولی باید به گونه‌ای باشد که با ساچمه فولادی با قطر 6 میلی‌متر و جرم $0/86$ گرم با سرعت 45 متر بر ثانیه مقاومت مناسب را از خود نشان دهد.

عینک با تراز ایمنی: محافظ چشمی است که بر روی صورت قرار گرفته و ناحیه چشم‌ها را کاملاً محصور می‌کند. عدسی و محافظ جانبی عینک‌های ایمنی باید به گونه‌ای باشد که با ساچمه فولادی با قطر 6 میلی‌متر و جرم $0/86$ گرم با سرعت 120 متر بر ثانیه مقاومت مناسب را از خود نشان دهد.

سپرهای محافظ صورت: محافظی است که تمام صورت را پوشانده و از درجه ایمنی بالایی برخوردار باشد. این نوع سپر باید به گونه‌ای باشد که با ساچمه فولادی با قطر 6 میلی‌متر و جرم $0/86$ گرم با سرعت 190 متر بر ثانیه مقاومت مناسب از خود نشان می‌دهد.

فیلتر نوری: نوعی عدسی چشمی است که برای کاهش تابش نورهای فرودی در محدوده طول موج‌های مشخص به کار می‌رود.

شماره درجه‌بندی: ویژگی‌های نور عبوری از فیلترهای نوری توسط شماره درجه‌بندی آنها مشخص می‌شود. شماره درجه‌بندی ترکیبی از کد عددی و شماره تیرگی است که با یک خط تیره از یکدیگر جدا شده‌اند. کد عددی نشان‌دهنده نوع فیلتر است. (جدول ۷-۱)

فیلتر جوشکاری: فیلتر مخصوصی است که برای حفاظت چشم در برابر درخشندگی (اشعه) خطرناک حاصل از جوشکاری و تابش کاهش یافته‌ای از اشعه ماورای بنفش (UV) و مادون قرمز (IR) به کار می‌رود.

ماسک: ماسک وسیله محافظ دستگاه تنفس است که برای ایجاد فضایی محفوظ، با حداقل درز به روی صورت استفاده‌کننده به کار می‌رود.

ماسک کامل: پوششی است بر روی تمام صورت که چشم، بینی، دهان و چانه را می‌پوشاند.

نیم ماسک: پوششی است مقابل صورت، که دهان، بینی و چانه را می‌پوشاند.

ربع ماسک: پوششی است مقابل صورت که فقط دهان و بینی را می‌پوشاند.

نیم فیلتر ماسک: ماسکی است که کل یا قسمت اعظم آن را فیلتر تشکیل می‌دهد و دهان و بینی و در حد امکان چانه را نیز می‌پوشاند.

فیلتر ویژه: فیلتر مخصوصی است که در محیط‌های دارای اکسیدهای نیتروژن و جیوه استفاده می‌گردد.

فیلتر: قسمتی از دستگاه محافظ تنفسی است که قابل تعویض بوده و از آن برای فیلتراسیون (پالایش)

هوای محیط استفاده می‌شود.

فیلترهای ذره‌ای: فیلترهایی هستند که از آنها در محیط‌های گردوغباردار و ذرات جامد و مایع معلق در

هوا استفاده می‌شود.

فیلترهای گازی: فیلترهایی هستند که در محیط‌های گازی استفاده می‌شوند و جذب‌کننده گازها و

بخارها هستند.

سرپنجه ایمنی: سرپنجه‌ای که پارادربرابر ضربه‌هایی با انرژی برخوردی حداقل ۲۰۰ ژول محافظت می‌کند.

سرپنجه حفاظتی: سرپنجه‌ای که پارادربرابر ضربه‌هایی با انرژی برخوردی ۱۰۰ تا ۲۰۰ ژول محافظت می‌کند.

کلاه ایمنی: کلاهی است که از قسمت‌های بالای سر در مقابل صدمه محافظت می‌کند.

دستکش ایمنی و بازوبند: وسایل حفاظت فردی هستند که بر حسب انواع آن، می‌تواند انگشتان دست

تا بالای بازو را در مقابل عوامل زیان‌آور محیط کار محافظت نماید.

گتر: نوعی وسیله حفاظت فردی است که حدفاصل فضای خالی بین لبه شلوار تاروی کفش را می‌پوشاند

و بسته به نوع فعالیت از جنس و اندازه‌های مختلف تهیه می‌شود.

فصل دوم - مقررات عمومی

ماده ۱- به‌منظور انتخاب وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار، کارفرما مکلف به شناسایی و ارزیابی

شرایط محیط کار برای تشخیص و کنترل خطرات می‌باشد.

ماده ۲- کارفرما مکلف است وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع و محیط کار و مخاطرات احتمالی را

به تعداد کافی تهیه و به‌صورت رایگان در اختیار کارگران قرار دهد.

ماده ۳- کارفرما مکلف است کاربرد صحیح و مراقبت از وسایل حفاظت فردی را به کارگران آموزش دهد.

ماده ۴- کارفرما مکلف است وسایل حفاظت فردی را در شرایط مطلوب نگهداری نموده، و در جایی

قرار دهد که دسترسی سریع به آنها امکان‌پذیر باشد.

ماده ۵- کارفرما مکلف به جمع‌آوری و معدوم نمودن وسایل حفاظت فردی معیوب، مستهلک و یا تاریخ مصرف گذشته می‌باشد.

ماده ۶- کارفرما باید بر استفاده صحیح کارگران از وسایل حفاظت فردی نظارت کامل داشته باشد.

ماده ۷- کارفرما مکلف است کلیه اطلاعات مربوط به وسایل حفاظت فردی را اعم از نوع وسایل، زمان تحویل، مکان مورد استفاده و عیوب احتمالی ناشی از مصرف را ثبت و نگهداری نماید.

ماده ۸- کارگر موظف است با توجه به آموزش‌های ارائه شده از وسایل حفاظت فردی خود مراقبت، نظافت و استفاده صحیح نماید. عدم رعایت موارد مذکور قصور در انجام وظیفه محسوب می‌شود.

ماده ۹- کارگر موظف است در صورت مشاهده هرگونه نقص و یا ایراد در وسیله حفاظت فردی مراتب را به سرپرست مربوطه گزارش دهد.

ماده ۱۰- در اجرای ماده ۹۰ قانون کار جمهوری اسلامی ایران، وسایل حفاظت فردی مورد استفاده در کارگاه‌ها باید مطابق با استاندارد ملی یا سایر استانداردهای مورد قبول که به تأیید وزارت کار و امور اجتماعی و بر حسب مورد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسیده است، باشد.

ماده ۱۱- وسایل حفاظت فردی باید عاری از هرگونه لبه تیز، زائده، شکستگی و یا دیگر عیوب باشد.

ماده ۱۲- جنس کلیه وسایل حفاظت فردی باید به گونه‌ای باشد که شرایط محیطی تغییری در خصوصیات و کارایی آنها ایجاد نکند.

ماده ۱۳- جنس آن دسته از وسایل حفاظت فردی که در تماس مستقیم با پوست بدن هستند باید به گونه‌ای باشد که موجب تحریک و حساسیت پوست نگردد.

ماده ۱۴- وسایل حفاظت فردی که در اختیار کارگران قرار می‌گیرد باید متناسب با نوع کار بوده و سالم، بهداشتی، تمیز، کامل و آماده استفاده باشد.

ماده ۱۵- اطلاعات مشروحه ذیل می‌بایست بر روی تمامی وسایل حفاظت فردی به گونه‌ای پایدار، نشانه‌گذاری گردد و به‌وضوح قابل رویت باشد:

الف- نام یا علامت مشخصه کارخانه سازنده

ب- نام کشور سازنده

ج- سال و ماه ساخت و در صورت نیاز تاریخ انقضا

د- نوع کاربرد

ه- استاندارد می‌باشد که بر اساس آن ساخته شده است

و- شماره و تاریخ تأییدیه وزارت کار و امور اجتماعی یا حسب مورد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

ماده ۱۶- روش استفاده و یا هر نوع اطلاعات مورد نیاز مصرف‌کننده وسایل حفاظت فردی می‌بایست به همراه محصول ارائه گردد.

ماده ۱۷- وسایل حفاظت فردی باید به‌راحتی قابل استفاده بوده و ضمن تأمین ایمنی کامل نباید مانع انجام کار گردد.

ماده ۱۸- در محیط‌هایی که به لحاظ تجمع بارهای الکتریسیته ساکن احتمال اشتعال و یا انفجار وجود دارد، استفاده از وسایل حفاظت فردی ضد الکتریسیته ساکن الزامی است.

ماده ۱۹- برای رعایت اصول بهداشتی، استفاده از وسایل حفاظت فردی به صورت مشترك ممنوع است.

فصل سوم- مقررات اختصاصی

عینک:

ماده ۲۰- استفاده از عینک‌های با تراز حفاظتی برای کارگرانی که احتمال خطر برخورد اجسام به چشم آنها زیاد است، ممنوع بوده و باید از عینک‌هایی با تراز ایمنی استفاده شود.

ماده ۲۱- شماره‌های درجه‌بندی و تیرگی فیلترهای محافظ چشم مربوط به انواع جوشکاری، برشکاری، ریخته‌گری و شیشه و بلورسازی باید بر اساس جداول استاندارد مربوط به اشعه‌ها انتخاب شود. (جداول ۷-۱ الی ۷-۶)

ماده ۲۲- انتخاب شماره تیرگی فیلترها باید بر اساس نور محیط باشد تا نیازی به نزدیک شدن بیش از حد کارگر به منطقه کار و در نتیجه استنشاق گازهای مضر نباشد.

ماده ۲۳- عدسی چشمی باید از هرگونه نقص، حباب‌های هوا، خراشیدگی، فرورفتگی، علامت‌های قالب‌ریزی شده، تحذب و تقعر، حرکت موجی یا ناخالصی‌های وارد شده در عدسی که احتمال ضعف بینایی را در استفاده از آن به وجود می‌آورد، عاری باشد.

ماده ۲۴- عینک حفاظتی باید سبک و محکم بوده، کاملاً روی صورت قرار گیرد و در صورت لزوم به حفاظ‌های جانبی مجهز شود.

ماده ۲۵- قاب عینک‌های حفاظتی برای کارگرانی که در معرض باد و یا گردوغبار هستند، باید مقاوم، قابل انعطاف و ضد حساسیت بوده و کاملاً با صورت کارگر مطابقت داشته باشد.

ماده ۲۶- عینک‌های حفاظتی برای کارگرانی که با فلزات مذاب کار می‌کنند، باید در برابر حرارت مقاوم باشد.

ماده ۲۷- جنس قاب عینک‌های حفاظتی برای کارگرانی که با مایعات خورنده و گازهای خطرناک کار می‌کنند، باید نرم، قابل انعطاف و مقاوم در برابر مایعات و گازهای مذکور باشد. به نحوی که از نفوذ آنها به داخل چشم جلوگیری نماید.

ماده ۲۸- برای کارگرانی که دارای نقص بینایی بوده و از عینک‌های طبی استفاده می‌کنند باید از عینک‌هایی استفاده نمایند که ضمن تأمین بینایی کامل کارگر، شرایط ایمنی لازم را نیز برای آنان فراهم نماید.

کلاه ایمنی:

ماده ۲۹- کلاه ایمنی باید از مواد مقاوم در برابر احتراق ساخته شده و در برابر ضربه و نفوذ اجسام تیز و برنده از مقاومت کافی برخوردار باشد و نیز برای افراد برق‌کار باید عایق در برابر الکتریسیته باشد.

ماده ۳۰- وسایل جانبی که بر روی کلاه ایمنی نصب می‌شود، باید ایمن بوده و از نظر وزن و جای گیری اصول و موازین ایمنی رعایت گردند.

ماده ۳۱- استفاده از قطعات فلزی در داخل پوسته کلاه ایمنی ممنوع است.

ماده ۳۲- باید به محض مشاهده علائم فرسودگی در تجهیزات داخلی کلاه ایمنی، آنها تعویض گردند.

ماده ۳۳- لبه جلویی کلاه ایمنی نباید مانع دید اطراف و یا استفاده از عینک شود.

ماده ۳۴- وزن کلاه ایمنی به انضمام کلاف آن باید حداکثر ۴۰۰ گرم بوده و در صورت اضافه شدن وسایل جانبی (لامپ، سپر محافظ صورت، بند چرمی چانه و غیره) نباید از ۴۳۰ گرم بیشتر شود.

ماسک:

ماده ۳۵- وسایل محافظ دستگاه تنفسی باید به گونه‌ای روی صورت قرار گیرند که هیچ‌گونه منفذی برای نفوذ گازها و ذرات گردوغبار وجود نداشته باشد.

ماده ۳۶- شستشو و ضد عفونی نمودن ماسک‌ها فقط با رعایت دستورالعمل‌ها و توصیه شرکت سازنده و همچنین رعایت اصول ایمنی مجاز است.

ماده ۳۷- مواد تشکیل دهنده نیم فیلتر ماسک‌ها باید از جنسی باشد که در هنگام تنفس ذرات آن جدا نگردد.

ماده ۳۸- عدسی چشمی باید به گونه‌ای بر روی ماسک کامل نصب شود که از نفوذ گاز ممانعت به عمل آورد.

ماده ۳۹- عدسی چشمی ماسک کامل باید میدان دید مناسب و کافی را تأمین نموده و باعث ایجاد

اختلال در دید نشود.

ماده ۴۰- روی بدنه ماسک باید حداقل یک دریچه بازدم برای خروج گازهای تنفسی وجود داشته باشد.

ماده ۴۱- استفاده از فیلترهایی که به دریچه دم مجهز هستند بر روی ماسک‌های دارای دریچه دم ممنوع است.

ماده ۴۲- اتصال بین فیلتر و بدنه ماسک باید محکم و بدون منفذ بوده و فیلتر آن به سادگی قابل تعویض باشد.

ماده ۴۳- حداکثر وزن فیلتر همراه با نیم ماسک نباید از ۳۰۰ گرم بیشتر و حداکثر وزن فیلتر همراه با ماسک

نباید از ۵۰۰ گرم بیشتر شود.

ماده ۴۴- فیلتر باید در برابر دما، رطوبت و مواد فاسدکننده مقاوم و مستحکم باشد و لایه‌های میانی آن در

برابر مواد خورنده مقاوم بوده و همچنین ذرات آن برای استفاده کننده مضر نباشد.

ماده ۴۵- نوع فیلتر بکار رفته در انواع ماسک‌ها باید متناسب با نوع کار و شرایط محیطی و آلاینده‌های

محیط کار باشد. (جدول ۷-۱)

ماده ۴۶- درج تاریخ تولید و انقضا بر روی ماسک و فیلترهای آن الزامی بوده و برای فیلترهای ویژه

(اکسیدهای نیتروژن - جیوه) باید مدت زمان استفاده و نوع کاربرد نیز درج گردد.

ماده ۴۷- در محیط‌هایی که میزان اکسیژن موجود در هوا کمتر از حد مجاز باشد کارگران باید از ماسک‌ها

و تجهیزات هوارسان متناسب با نوع فعالیت و با توجه به دستورالعمل‌ها و توصیه‌های شرکت سازنده و همچنین

رعایت اصول ایمنی استفاده نمایند.

کفش ایمنی:

ماده ۴۸- کارگرانی که احتمال سقوط اجسام سنگین روی انگشتان پای آنها وجود دارد، باید از کفش یا چکمه با سر پنجه ایمنی استفاده نمایند.

ماده ۴۹- کارگرانی که با مواد خورنده سروکار دارند، باید از کفش‌های لاستیکی یا جنس مقاوم در برابر این مواد استفاده کنند.

ماده ۵۰- کفش‌های کارگرانی که با فلزات مذاب، مواد داغ و خورنده کار می‌کنند، باید مقاوم بوده و لبه کفش برای جلوگیری از نفوذ مواد مذکور به داخل آن کاملاً به پا و قوزک پا چسبیده و فاقد سوراخ بند کفش باشد.

ماده ۵۱- کفش‌های مورد استفاده در عملیات برق باید نارسانا و فاقد هر گونه قطعه فلزی بوده، همچنین دارای زیانه متصل به دو طرف کفش و ساق بلند باشد.

ماده ۵۲- در محیط‌هایی که احتمال بروز جرقه الکتریکی وجود دارد، کفش‌های کارگران باید فاقد هر نوع قطعه فلزی باشد.

ماده ۵۳- در محیط‌هایی که احتمال نفوذ اجسام تیز و برنده به کف پا وجود دارد کارگران می‌بایست از کفش‌های مخصوص که در زیره آن ورقه فلزی مقاوم به کاررفته استفاده نمایند.

محافظ گوش:

ماده ۵۴- پلاگ باید به گونه‌ای باشد که به سهولت و بدون آسیب در مجرای گوش خارجی قرار گرفته، آن را بپوشاند و به راحتی از گوش خارج نشود.

ماده ۵۵- رعایت مسائل بهداشتی پلاگ‌ها الزامی بوده و در زمان عدم استفاده باید در محفظه مخصوص نگهداری شوند.

ماده ۵۶- گوشی حفاظتی باید کاملاً لاله گوش را پوشانده، از مواد جاذب صدا ساخته شده و در تماس مستقیم با پوست ایجاد عرق و حساسیت نکند.

ماده ۵۷- طول بانند اتصالی گوشی حفاظتی باید متغیر و قابل انطباق با وضعیت سر باشد.

ماده ۵۸- قابلیت ارتجاعی گوشی حفاظتی باید به حدی باشد که از ایجاد هر نوع فشار یا ناراحتی برای سر جلوگیری نماید.

ماده ۵۹- بخش‌های فلزی گوشی حفاظتی باید در برابر اکسید شدن مقاوم بوده و قابل ضد عفونی کردن باشد.

دستکش حفاظتی:

ماده ۶۰- دستکش‌های حفاظتی باید متناسب با خطرات احتمالی ناشی از کار انتخاب شوند.

ماده ۶۱- استفاده از دستکش حفاظتی برای کارهایی که احتمال درگیری آن با قطعات متحرک ماشین‌آلات وجود دارد، ممنوع است.

ماده ۶۲- کارگرانی که با برق سروکار دارند، باید از دستکش‌های عایق الکتریسیته متناسب با جریان و ولتاژ الکتریکی مصرفی استفاده نمایند.

ماده ۶۳- بازوبند باید به گونه‌ای باشد که ضمن قرارگیری و تثبیت در محل خود، حفاظت یکپارچه را برای دست فراهم نماید.

ماده ۶۴- بازوبند و ساق دستکش باید حداقل به اندازه ۸ میلی‌متر همپوشانی داشته باشند.

ماده ۶۵- نشانه‌گذاری دستکش‌ها باید علاوه بر مشخصات مشترک همه وسایل حفاظت فردی شامل موارد زیر باشد:

الف- اندازه (Size)

ب- حداکثر دما در مواردی که دمای مجاز برای تمیز کردن دستکش زیر ۸۲ درجه سانتیگراد است.

ماده ۶۶- اندازه، جنس و شکل دستکش باید به گونه‌ای باشد که ضمن تأمین راحتی انگشتان، حرکت آنها به سادگی امکان‌پذیر باشد.

لباس کار:

ماده ۶۷- لباس کار کارگرانی که احتمال درگیری آنها با قطعات متحرک ماشین‌آلات وجود دارد، باید کاملاً بسته، فاقد شکاف، چین خوردگی، پلیسه، لبه‌برگردان، درز و یا موارد مشابه باشد.

ماده ۶۸- آویزان کردن زنجیر، ساعت، کلید و نظایر آنها و نیز استفاده از شال‌گردن و موارد مشابه روی لباس کار اکیداً ممنوع است.

ماده ۶۹- قسمت انتهایی و آزاد پوشش سر کارگران زن که با ماشین‌آلات دوار و یا در مجاورت آنها مشغول به کار می‌باشند بایستی به طور کامل داخل لباس کار قرار گیرد.

ماده ۷۰- لباس کار باید ضمن تأمین حفاظت کافی، راحت، سبک و متناسب با بدن باشد.

ماده ۷۱- قسمت‌هایی از لباس کار که در تماس با بدن کارگرمی باشد، باید فاقد زبری، لبه‌های تیز و برجسته باشد تا از تحریک پوست و با هرگونه عوارض دیگر جلوگیری به عمل آورد.

ماده ۷۲- جهت نشانه‌گذاری لباس کار برای مشخص شدن نوع حفاظت ایجاد شده، باید از علائم تصویری مربوط به آن استفاده گردد.

ماده ۷۳- لباس کار جوشکاری باید در برابر پرتاب ذرات داغ فلزی حاصل از جوشکاری یا برشکاری مقاوم باشد.

ماده ۷۴- لباس کار جوشکاران و برق‌کاران باید از جنس نارسانا بوده و فاقد قطعات فلزی از قبیل دکمه، زیپ و موارد مشابه باشد.

ماده ۷۵- لباس کار باید حتی‌الامکان فاقد جیب بوده و در صورت نیاز دارای در جیب باشد.

پیش‌بند:

ماده ۷۶- استفاده از پیش‌بند در مجاورت قطعات دوار و متحرک ماشین‌ها ممنوع است و در صورتی که نوع کار اقتضا نماید که حتماً از پیش‌بند استفاده شود باید فاقد جیب، درز، بند جلو و قسمت‌های آویزان بوده و به بدن بچسبد.

ماده ۷۷- پیش‌بندهای محافظ در برابر شعله، جرقه و فلزات مذاب، باید تمام سینه را پوشانده و از جنس مقاوم در برابر شعله تهیه شود.

ماده ۷۸- پیش‌بند مورد استفاده برای کار با اسیدها، مواد قلیایی و سایر مواد خورنده، باید تمام سینه را پوشانده و از جنس مقاوم در برابر آن مواد تهیه شود.

وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع:

ماده ۷۹- برای انجام هر گونه عملیات در ارتفاع، علاوه بر تأمین جایگاه کار ایمن، استفاده از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع الزامی است.

ماده ۸۰- وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع باید با در نظر گرفتن نوع کار، شرایط محیطی، وزن شخص، ارتفاع و دیگر عوامل انتخاب شود.

ماده ۸۱- استفاده از شوک‌گیر در وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع که در اثر سقوط آزاد شخص، امکان وارد آمدن فشار زیادی به بدن وی وجود دارد، الزامی است.

ماده ۸۲- استفاده از میخ‌پرچ برای اتصال اجزای انواع کمربند ایمنی و هارنس ممنوع است.

ماده ۸۳- قبل از استفاده از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع بایستی از سالم بودن اجزای آن اطمینان حاصل نموده و در صورت نیاز، اجزای آسیب‌دیده تعویض گردد.

ماده ۸۴- هنگام استفاده از طناب ایمنی، حداکثر جابه‌جایی عمودی در زمان سقوط فرد نباید بیش از یک متر باشد.

ماده ۸۵- طناب‌های ایمنی باید با آب و مواد شوینده ضعیف شسته شده و توسط جریان هوا خشک شوند.

فصل چهارم- سایر مقررات

ماده ۸۶- سپر محافظ صورت باید کاملاً شفاف بوده و به گونه‌ای باشد که میدان دید لازم را تأمین نماید.

ماده ۸۷- در موقع کار بر فراز یا در نزدیکی آب و موقعی که خطر غرق شدن وجود دارد باید از جلیقه‌های نجات استفاده شود.

ماده ۸۸- کارگرانی که در مواجهه با خطر پرتوهای یون‌ساز می‌باشند باید از وسایل حفاظت فردی مناسب، مطابق آیین‌نامه و مقررات حفاظت در مقابل خطر پرتوهای یون‌ساز استفاده نمایند.

ماده ۸۹- کارگرانی که دارای موهای بلند بوده و با ماشین‌آلات کار می‌کنند و یا در جوار آن مشغول کار هستند باید به وسیله سر بند و یا وسیله حفاظتی دیگری موهای سر خود را کاملاً بپوشانند.

ماده ۹۰- به منظور محافظت قسمت‌های پایینی ساق پای کارگرانی که در معرض پاشش فلزات مذاب یا جرقه‌های جوشکاری قرار دارند باید از گتر حفاظتی مناسب استفاده گردد.

ماده ۹۱- کلیه واردکنندگان، تولیدکنندگان، فروشندگان، عرضه‌کنندگان وسایل حفاظت فردی و همچنین کارفرمایان مکلف به رعایت موارد حفاظت فنی و ایمنی می‌باشند.

ماده ۹۲- به استناد مواد ۹۱ و ۹۵ مسئولیت رعایت مقررات این آیین نامه بر عهده کارفرمای کارگاه بوده و در صورت وقوع هر گونه حادثه به دلیل عدم توجه کارفرما به الزامات قانونی، مکلف به جبران خسارت وارده به زیان دیدگان می باشد.

جدول ۷-۱: شماره درجه بندی فیلترها

فیلترهای آفتابی (نور خورشید)		فیلترهای مادون قرمز		فیلترهای ماوراء بنفش		فیلترهای جوشکاری
کد عددی ۶	کد عددی ۵	کد عددی ۴	کد عددی ۳	کد عددی ۲	کد عددی ۱	شماره تیرگی
شماره درجه بندی						
۶-۱/۱	۵-۱/۱	۴-۱/۲	۳-۱/۲	۲-۱/۲	۱-۱/۲	۱/۲
۶-۱/۴	۵-۱/۴	۴-۱/۴	۳-۱/۴	۲-۱/۴	۱-۱/۴	۱/۴
۶-۱/۷	۵-۱/۷	۴-۱/۷	۳-۱/۷			۱/۷
۶-۲	۵-۲	۴-۲	۳-۲			۲
۶-۲/۵	۵-۲/۵	۴-۲/۵	۳-۲/۵			۲/۵
۶-۳/۱	۵-۳/۱	۴-۳	۳-۳			۳
۶-۴/۱	۵-۴/۱	۴-۴	۳-۴			۴
		۴-۵	۳-۵			۴a
		۴-۶				۵
		۴-۷				۵a
		۴-۸				۶
		۴-۹				۶a
		۴-۱۰				۷
						۷a
						۸
						۹
						۱۰
						۱۱
						۱۲
						۱۳
						۱۴
						۱۵
						۱۶

کدهای مورد استفاده در فیلترها به شرح زیر هستند:

- بدون کد عددی - فیلترهای جوشکاری
- کد عددی ۲ - فیلترهای ماوراء بنفش
- کد عددی ۳ - فیلترهای ماوراء بنفش با تشخیص خوب رنگ
- کد عددی ۴ - فیلترهای مادون قرمز
- کد عددی ۵ - فیلترهای آفتابی بدون خصوصیت جذب مادون قرمز
- کد عددی ۶ - فیلترهای آفتابی با خصوصیت جذب مادون قرمز

جدول ۷-۲: شماره‌های تیرگی و توصیه‌های موردنیاز در جوشکاری

جریان بر حسب آمپر													
فرآیند جوشکاری یا تکنیکهای مشابه	۰/۵	۲/۵	۱۰	۲۰	۴۰	۸۰	۱۲۵	۱۷۵	۲۲۵	۲۷۵	۳۵۰	۴۵۰	
	۱	۵	۱۵	۳۰	۶۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	
الکترودهای پرکننده (پوشاننده)					۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴			
MIG بر روی فلزات سخت						۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴			
MIG بر روی آلیاژهای سبک						۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵		
TIG بر روی فلزات و آلیاژها				۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴				
MAG						۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۶		
شیار تراشی با قوس هوا						۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵		
برش جت پلاسما							۱۱	۱۲	۱۳				
جوشکاری با قوس میکروپلاسما	۲-۵-۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵			
	۰/۵	۲/۵	۱۰	۲۰	۴۰	۸۰	۱۲۵	۱۷۵	۲۲۵	۲۷۵	۳۵۰	۴۵۰	
	۱	۵	۱۵	۳۰	۶۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	
<p>۱) بسته به شرایط استفاده از فیلترها می توان از فیلترهایی با شماره تیرگی کوچکتر یا بزرگتر استفاده نمود.</p> <p>۲) عبارت " فلزات سخت " برای فولاد ، مس و آلیاژهای مربوط به آنها و غیره بکار می رود .</p> <p>توجه : نواحی سایه دارمربوط به مواردی است که در عملیات جوشکاری دستی ، چنین جریانی معمولاً استفاده نمی شود .</p>													

جدول ۷-۳: نحوه انتخاب و کاربردهای ویژه فیلترهای UV

نوع منبع انتشاری	کاربردها	تشخیص رنگ	شماره درجه بندی
لامپ های جیوه ای فشار ضعیف همچون لامپ های فلورسنت یا لامپ هایی که با نور نامرئی یا خواص تابش UV کار می کنند یا لامپ هایی با کارکرد مشابه	برای استفاده در برابر منابعی که دارای تابش فراوان ماوراء بنفش بوده و در خستگی، عاملی با اهمیت به شمار نمی آید.	امکان ضعف در تشخیص رنگ وجود دارد	۲-۱/۲
لامپ های جیوه ای فشار ضعیف همچون لامپ های اکتینیک (ماوراء بنفش)	برای استفاده در برابر منابعی که دارای تابش فراوان ماوراء بنفش بوده و جذب مقدار معینی از تابش نور مرئی نیز مورد نیاز می باشد.	امکان ضعف در تشخیص رنگ وجود دارد.	۲-۱/۴
لامپ های جیوه ای فشار ضعیف همچون لامپهای مورد استفاده برای گندزدایی و میکروب کشی	برای استفاده در برابر منابعی که دارای تابش فراوان ماوراء بنفش در طول موج های کمتر از nm ۳۱۳ بوده و در خستگی، عاملی با اهمیت به شمار نمی آید. این فیلترها، اشعه UVC و اغلب باند UVB را جذب می کنند.	بدون تأثیر قابل توجه در تشخیص رنگ	۳-۱/۲ ۳-۱/۴ ۳-۱/۷
لامپ های جیوه ای فشار متوسط همچون لامپ های فتوشیمی	برای استفاده در برابر منابعی که	بدون تأثیر قابل توجه در تشخیص رنگ	۳-۲
لامپ های جیوه ای فشار قوی و لامپ های هالوزن همچون لامپ های خورشیدی	دارای تابش فراوان ماوراء بنفش در ناحیه طیف مرئی و UV بوده و		۳-۲/۵
لامپ های جیوه ای خیلی فشارقوی و فشار قوی و لامپ های زنون همچون لامپ های خورشیدی یا سیستم لامپ های پالسی	تضعیف تابش نور مرئی مورد نیاز می باشد.		۳-۳ ۳-۴
			۳-۵

جدول ۷-۴: نحوه انتخاب و کاربردهای ویژه فیلترهای IR با توجه به دمای منبع تابشی

شماره درجه بندی	کاربردها بر حسب میانگین دمای منابع حرارتی °C
۴-۱/۲	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۰۵۰
۴-۱/۴	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۰۷۰
۴-۱/۷	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۰۹۰
۴-۲	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۱۱۰
۴-۲/۵	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۱۴۰
۴-۳	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۲۱۰
۴-۴	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۲۹۰
۴-۵	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۳۹۰
۴-۶	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۵۰۰
۴-۷	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۶۵۰
۴-۸	درجه حرارت کمتر یا برابر ۱۸۰۰
۴-۹	درجه حرارت کمتر یا برابر ۲۰۰۰
۴-۱۰	درجه حرارت کمتر یا برابر ۲۱۵۰

جدول ۷-۵: شماره تیرگی برای فیلترهای مورد استفاده در جوش گاز و برنج

مقدار جریان استیلن بر حسب لیتر در ساعت = q				نوع کار
800 < q	200 < q < 800	70 < q < 200	q < 70	
۷	۶	۵	۴	جوش برنج و جوشکاری با فلزات سخت
۷a	۶a	۵a	۴a	جوشکاری با شارژهای انتشار یافته در حین کار (آلیاژهای سبک)

۱- بسته به شرایط استفاده از فیلترها می توان از فیلترهایی با درجه بندی کوچکتر یا بزرگتر استفاده کرد.
۲- عبارت "فلزات سخت" برای فولادها و آلیاژهای مربوط به آنها به کار می رود.

جدول ۷-۶: شماره تیرگی برای فیلترهای مورد استفاده در برش اکسیژن

مقدار جریان اکسیژن بر حسب لیتر در ساعت = q		نوع کار
200 < q < 2000	90 < q < 2000	
۶	۵	برش اکسیژن

بسته به شرایط استفاده از فیلترها می توان از فیلترهایی با درجه بندی کوچکتر یا بزرگتر استفاده کرد.

جدول ۷-۷: کُد رنگی فیلترها

نوع	کلاس	کد رنگی
A	1,2, or 3	قهوه ای
B	1,2, or 3	خاکستری
E	1,2, or 3	زرد
K	1,2, or 3	سبز
P	1,2, or 3	سفید
یا ترکیبی از آنها		
NO - P3		آبی - سفید
Hg - P3		قرمز - سفید

● ۷-۳ محافظت از چشم، صورت و سر

کارکنانی که وظایفی را انجام می‌دهند که ممکن است گردوغبار، ذرات پرتاب شده یا فلزات مذاب تولید کنند، باید از تجهیزات محافظتی برای چشم، صورت و سر استفاده نمایند. کسانی که در معرض حرارت شدید، عوامل محرک فیزیکی یا شیمیایی و اشعه و نور شدید؛ مانند آنچه توسط جوشکاری قوسی و لیزر ایجاد می‌شود قرار دارند و کسانی که ممکن است با برخورد ابزار یا سقوط اشیاء بر سرشان مواجه باشند باید از یک برنامه حفاظت شخصی مناسب مطابق با استانداردهای مربوطه تبعیت کنند. این محافظت چشم، صورت و سر، شامل استفاده از کلاه ایمنی جوشکاری، محافظ صورت، عینک جوشکاری و عینک محافظ است. بدنه کلاهها و تقاب‌های جوشکاری باید از موادی تشکیل شده باشد که قابل احتراق نبوده و عایق حرارتی و الکتریکی باشد و تشعشع را از خود عبور ندهد. لنزهای کلاه‌های ایمنی، تقاب‌ها و عینک‌ها باید دارای روکش‌های بیرونی محافظ باشند تا از پاشش جوش‌ها محافظت شود. برای محافظت در برابر آوار، کلاه ایمنی باید در بخش جلویی دارای لنزها یا صفحات ایمنی مقاوم در برابر ضربه باشد. تمام محافظ‌های چشم و صورت مورد استفاده در محیط‌های کار عمومی باید الزامات استانداردهای مربوطه را برآورده کنند. انتخاب شماره لنزهای فیلتر مناسب برای جوشکاری، لحیم‌کاری سخت، لحیم‌کاری نرم و برشکاری حرارتی مختلف باید مطابق با جدول ۷-۸ انجام شود. افرادی که از مشکلات چشمی خاصی برخوردارند، باید در رابطه با نحوه استفاده از تجهیزات حفاظتی، با مشاورهای بهداشتی مشورت کنند. استفاده از لنزهای تماسی به شرطی که از آنها در ترکیب با عینک ایمنی مناسب استفاده شود، مجاز است (مگر در مواردی که محیط صنعتی احتمال قرارگرفتن در معرض گرمای شدید، پاشش شیمیایی قابل توجه، سطح بسیار بالایی از ذرات معلق در اتمسفر را داشته باشد یا در مواردی که چنین استفاده‌ای با مقررات خاصی ممنوع است).

جدول ۷-۸: راهنمای انتخاب شماره تیرگی لنز

شماره تیرگی لنز پیشنهادی (برای راحتی) *	حداقل شماره تیرگی لنز محافظ	میزان جریان قوس (A)	سایز الکترود (mm)	روش
-	۷	پایین تر از ۶۰	پایین تر از ۲/۵	جوشکاری قوسی الکترو دستی (SMAW)
۱۰	۸	۱۶۰-۶۰	۲/۴-۵	
۱۲	۱۰	۲۵۰-۱۶۰	۶-۴	
۱۴	۱۱	۵۵۰-۲۵۰	بالا تر از ۶	
-	۷	پایین تر از ۶۰		جوشکاری قوسی گاز فلز (GMAW) یا توپودری (FCAW)
۱۱	۱۰	۱۶۰-۶۰		
۱۲	۱۰	۲۵۰-۱۶۰		
۱۴	۱۰	۵۵۰-۲۵۰		
۱۰	۸	پایین تر از ۵۰		جوشکاری قوسی گاز تنگستن (GTAW)
۱۲	۸	۱۵۰-۵۰		
۱۴	۱۰	۵۰۰-۱۵۰		
				برشکاری قوسی کربن هوا (CAC-A)
۱۲	۱۰	پایین تر از ۵۰۰		سبک **
۱۴	۱۱	۱۰۰۰-۵۰۰		متوسط **
۸-۶	۶	پایین تر از ۲۰		جوشکاری قوسی پلاسما (PAW)
۱۰	۸	۱۰۰-۲۰		
۱۲	۱۰	۴۰۰-۱۰۰		
۱۴	۱۱	۸۰۰-۴۰۰		
				برشکاری قوسی پلاسما (PAC)
۹	۸	پایین تر از ۳۰۰		سبک **
۱۲	۹	۴۰۰-۳۰۰		متوسط **
۱۴	۱۰	۸۰۰-۴۰۰		سنگین **
۴ یا ۳	-	-		لحیم کاری سخت شعله‌ای (TB)
۲	-	-		لحیم کاری نرم شعله‌ای (TS)
۱۴	-	-		جوشکاری قوسی کربن هوا (CAW)

شماره تیرگی لنز پیشنهادی (برای راحتی) *		ضخامت ورق یا پلیت (mm)	
			جوشکاری گازی اکسی سوخت (OFW)
۴ یا ۵		زیر ۳	سبک **
۵ یا ۶		۳-۱۳	متوسط **
۶ یا ۸		بالای ۱۳	سنگین **
			برشکاری اکسیژنی (OC)
۳ یا ۴		زیر ۲۵	سبک **
۴ یا ۵		۲۵-۱۵۰	متوسط **
۵ یا ۶		بالای ۱۵۰	سنگین **

* به عنوان یک قاعده کلی، کاربر باید با شماره تیرگی محافظتی که برای دیدن ناحیه جوش بسیار تیره است شروع کند. سپس می توان لنز فیلتر روشن تری را انتخاب کرد که دید کافی از ناحیه جوش را بدون پایین آمدن از حداقل شماره تیرگی ارائه شده ایجاد می کند. در جوشکاری یا برشکاری گازی اکسی سوخت که در آن مشعل نور شدید زرد ایجاد می کند، مطلوب است که از یک لنز فیلتر که خط زرد یا سدیم را در نور مرئی عملیات (طیف) جذب می کند، استفاده شود.

** این مقادیر در جایی که قوس به وضوح دیده می شود اعمال می شود. تجربه نشان داده است که در صورت پنهان شدن قوس توسط قطعه کار ممکن است از فیلترهای سبک تر استفاده شود.

۷-۳-۱ الزامات خاص فرایندها

الزامات خاص تجهیزات حفاظت فردی برای فرایندهای جوشکاری رایج در زیر مورد بحث قرار گرفته است. این فرایندها شامل جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی، جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت، لحیم کاری شعله ای و جوشکاری مقاومتی و سایر موارد است.

۷-۳-۱-۱ جوشکاری و برشکاری قوسی

جوشکاران، اپراتورهای جوشکاری و پرسنل مجاور باید در هنگام مشاهده قوس جوشکاری از کلاه های جوشکاری یا نقاب های دستی که دارای لنزهای فیلتر مناسب و صفحات پوششی هستند، برای محافظت در برابر اشعه قوس، جرقه و پاشش استفاده نمایند. پوشش محافظ چشم باید در تمام عملیات جوشکاری و برشکاری قوسی استفاده شود. این پوشش چشم که در حین فعالیت جوشکاری با قوس الکتریکی استفاده می شود، باید دارای محافظ های جانبی کامل و مناسب جهت محافظت در برابر پرتوهای خطرناک احتمالی یا ذرات پرتاب شده به وجود آمده توسط عملیات آسیاب یا خرد کردن باشد. بسته به شدت اشعه ای که پرسنل ممکن است از جوشکاری یا برشکاری مجاور در هنگامی که کلاه ایمنی جوش خود را بالا زده یا برمی دارند دریافت کنند، ممکن است از پوشش چشم محافظ با لنزهای شفاف یا رنگی استفاده شود.

۲-۱-۳-۷ جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت و جوشکاری قوسی زیرپودری

هنگام انجام عملیات با استفاده از گاز اکسی سوخت، باید از عینک ایمنی با لنزهای فیلتر و محافظ‌های جانبی کامل و سازگار با آن استفاده شود. در حین عملیات جوشکاری با قوس زیرپودری، به کلاه جوشکاری قوس الکتریکی نیازی نیست؛ زیرا قوس توسط فلاکس پوشانده شده است و بنابراین به آسانی قابل مشاهده نیست. با این حال، هنگامی که قوس گاهی اوقات از میان فلاکس که منطقه قوس را پوشش می‌دهد به چشم می‌خورد، اپراتور باید همیشه از عینک ایمنی استفاده کند.

۳-۱-۳-۷ جوشکاری مقاومتی و سایر فرایندها

پرسنلی که در فرایندهای مقاومتی، القایی، حمام نمک، غوطه‌وری و مادون قرمز مشغول فعالیت هستند باید از عینک ایمنی و محافظ صورت برای محافظت از چشم و صورت خود در برابر پاشش استفاده کنند. در این شرایط، لنزهای فیلتر ضروری نیستند؛ اما ممکن است برای راحتی استفاده شوند. در جوشکاری مقاومتی و سایر فرایندهایی که ممکن است جرقه و پاشش ایجاد شود، باید حفاظت مناسبی در برابر جرقه‌های پرتاب‌شونده ایجاد شود. این وسایل حفاظتی، شامل نقاب‌های ساخته شده از مواد مقاوم در برابر آتش یا عینک محافظ شخصی تأیید شده است. با این حال، باتوجه به اینکه عملیات جوشکاری مقاومتی با یکدیگر متفاوت هستند، هر عملیات باید به طور جداگانه در رابطه با تجهیزات حفاظتی، مورد ارزیابی قرار گیرد.

۴-۱-۳-۷ لحیم کاری سخت و نرم شعله‌ای

استفاده از عینک ایمنی با لنزهای فیلتر مناسب با یا بدون محافظ جانبی برای استفاده در حین اجراتوصیه می‌شود. در لحیم کاری شعله‌ای نیز همانند جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت، ممکن است شعله زرد روشن قابل مشاهده باشد؛ بنابراین، فیلترهای مشابه فیلترهایی که برای جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت استفاده می‌شود باید برای عملیات لحیم کاری شعله‌ای استفاده شود (مطابق جدول ۷-۱).

● ۴-۷ محافظت از دست، پا و بدن

برای محافظت از کل بدن در برابر جرقه جوش، پاشش و اشعه، باید از دستکش‌های محافظ، چکمه‌ها یا کفش‌های محکم و لباس‌های ضخیم مانند شکل ۷-۱ استفاده شود. آسیب‌های دست و بازو که ممکن است در صنعت جوشکاری رخ دهد، شامل سوختگی، کبودی، ساییدگی، بریدگی و قرارگرفتن در معرض مواد شیمیایی می‌شود. برای محافظت از دست‌ها، همیشه باید در حین جوشکاری، برشکاری و فرایندهای مربوطه از دستکش‌های محکم و مقاوم در برابر شعله از جنس چرم یا سایر مواد مناسب استفاده کرد. دستکش‌های چرمی خشک در شرایط مناسب، نه تنها دست‌ها را در برابر سوختگی و سایش محافظت می‌کند؛ بلکه در برابر شوک الکتریکی جوشکاری نیز عایق است. برای محافظت در برابر انرژی تشعشعی زیاد باید از دستکش‌هایی با روکش مخصوص استفاده کرد.

لباس‌های محافظ بدن، پرسنل جوشکاری را از گرمای شدید، پاشیدن فلز مذاب، جرقه و پاشش، تأثیرات مواد، ماشین‌آلات و ابزار، مواد شیمیایی خطرناک و تشعشع، حفاظت می‌نمایند. لباس‌هایی که با مواد شیمیایی مقاوم در برابر شعله مقاوم‌سازی شده‌اند باید طبق توصیه سازنده مقاوم‌سازی مجدد بشوند. پرسنل جوشکاری باید از پوشیدن هرگونه لباس یا کفش ساخته شده از مواد مصنوعی یا پلاستیکی که ممکن است ذوب شده و باعث سوختگی شدید شود، خودداری کنند. لباس‌های پیرونی باید به طور مناسبی عاری از روغن و چربی باشد (به‌ویژه در فضای مملو از اکسیژن). برای جلوگیری از پاشش یا جرقه، توصیه می‌شود از شلوارهای بدون جیب و یا با جیب‌های درپوش‌دار استفاده شود. جیب‌ها باید از مواد قابل اشتعال خالی شوند و پاچه‌های شلوار بدون جیب باید روی کفش قرار بگیرند. استفاده از کلاه محافظ برای موها توصیه می‌شود. علاوه بر این، از مواد حالت‌دهنده موی قابل اشتعال مانند اسپری مو و ژل استفاده نکنید. برای پرسنلی که جوشکاری بالایی سر انجام می‌دهند یا برای شرایط خاصی که حفاظت اضافی لازم است، باید از لباس‌های محافظ مخصوص استفاده شود. این پوشش شامل پیش‌بند، پوشاننده ساق، یکدست لباس و شلوار، شنل، آستین و کلاه است که همه آنها باید از مواد بادوام و مقاوم در برابر شعله ساخته شوند.



شکل ۷-۱: لباس‌های حفاظتی معمولی برای جوشکاری قوس

● ۵-۷ محافظت شنوایی

کم‌شنوایی یکی از بیماری‌های شغلی مهم محسوب می‌شود. قرارگرفتن در معرض سروصدای اضافی یک عامل استرس‌زای شناخته شده است که می‌تواند هم بر رفتار و هم بر سلامت جسمانی تأثیر بگذارد. سروصدای زیاد، به‌ویژه سروصدای مداوم در سطوح بالا، می‌تواند باعث ناشنوایی کامل یا جزئی (موقت یا دائمی) و همچنین فشارخون بالا شود. برای محافظت از کارگران در برابر قرارگرفتن در معرض سروصدای زیاد، سطوح مجاز مواجهه با صدا در استانداردهای مربوطه مشخص شده‌اند. در جوشکاری، برشکاری و عملیات وابسته، سروصدا ممکن است توسط فرایند، تجهیزات و یا هر دو ایجاد شود. برشکاری قوسی کربن هوا و قوسی پلاسما دارای میزان صدای بالایی هستند. برخی از ژنراتورهای موتوردار همچون گروهی از منابع قدرت جوشکاری با فرکانس بالا و القایی، میزان صدای زیادی را منتشر می‌کنند. برای تضعیف و کنترل منابع سطح بالای صدای صنعتی، باید از کنترل‌های مهندسی استفاده نمود. در مواردی که این کنترل‌ها در کاهش سروصدا به سطوح ایمن ناکافی هستند، باید از گوشی‌ها و یا گوش‌گیرهای مناسب بهره گرفت. هر زمان که امکان ورود جرقه‌ها یا پاشش‌های داغ به گوش وجود دارد، باید از گوشی‌ها یا گوش‌گیرها استفاده شود.

● ۶-۷ محافظت از تنفس

در مناطقی که تهویه طبیعی یا مکانیکی برای جلوگیری از بیش از حد قرارگرفتن در معرض ترکیبات حائز اهمیت از لحاظ سلامتی کافی نیست، اغلب لازم است که جوشکارها و دیگر افراد حاضر در محیط کار، از محافظ تنفسی استفاده نمایند. در هر محیط کاری که وجود دستگاه‌های تنفسی برای محافظت از سلامت کارکنان ضروری هستند یا هر زمان که کارفرما به دستگاه تنفس نیاز داشته باشد، کارفرما باید یک برنامه مکتوب برای حفاظت تنفسی تهیه و اجرا کند. برنامه حفاظت از تنفس باید از انتخاب محافظ تنفسی مناسب برای خطرات موجود اطمینان حاصل کند، ارزیابی‌های پزشکی برای مناسب بودن وضعیت تنفس را تأمین نماید و آزمایش مربوطه را در صورت لزوم اجرا نماید (باتوجه به الزامات). علاوه بر این، همه کاربران محافظ‌های تنفسی باید باتوجه به شرایط مراقبت، استفاده و محدودیت‌های خود، آموزش و تعلیم ببینند. هنگامی که نوع محافظ تنفسی مناسب (مانند ماسک یکبار مصرف، نیم ماسک، محافظ کامل صورت، دستگاه تنفس تصفیه‌کننده هوا یا دستگاه تنفس هوای تأمین شده) انتخاب شود، می‌توان از دستگاه محافظ تنفس مورد تأیید با قابلیت فیلتراسیون مناسب ذرات نیز برای محافظت در برابر بخارات فلزی استفاده نمود. یک دستگاه تنفس تصفیه‌کننده هوا در شکل ۷-۲ نشان داده شده است.

انتخاب مناسب محافظ تنفس باید بر اساس فاکتور حفاظتی اختصاصی محافظ تنفس مربوطه که نسبت کاهش خطر اختصاص یافته به یک نوع محافظ تنفس معین است، انجام شود. به عنوان مثال، هنگامی که فاکتور ۵ به یک محافظ تنفسی اختصاص یابد، به این معنی است که در صورت صحیح بودن نحوه استفاده، می توان از آن در محیطی با آلودگی معلق در هوای تا ۵ برابر حد مجاز بهره برد.

برخی از مواد جوشکاری، مانند فلاکسها، سیم جوشها و باقی مانده ترکیبات تمیزکننده و چربی زدا، ممکن است حاوی مواد مضر باشند یا گازها و بخاراتی را آزاد کنند که محافظهای تنفسی فیلتردار، قادر به محافظت کافی در مقابل آنها نباشند. در این گونه موارد، باید از ترکیب کارتریج شیمیایی / فیلتر ذرات یا تجهیزات تنفسی مخصوص خطوط هوایی استفاده شود. توجه به این نکته ضروری است که تجهیزات تنفسی نباید از قبل از ضد عفونی شدن از کارگری به کارگر دیگر منتقل شوند. کارفرمایان باید بر اساس میزان مواجهه پیش بینی شده در حین عملیات، برای همه کارتریجهای شیمیایی خود، زمان تعویض (عمر مصرف) را به عنوان بخشی از برنامه حفاظت تنفسی در نظر بگیرند. عمر مفید همه فیلترها با در نظر گرفتن نکات بهداشتی، آسیب و مقاومت در برابر تنفس محدود می شود. هر زمان که فیلترها آسیب دیده یا کثیف شوند و یا باعث افزایش محسوس مقاومت تنفسی شوند، باید همگی تعویض شوند.



شکل ۷-۲: محافظت از تنفس هوا

● مراجع

- 1- Sinnes K. (Editor), Welding handbook Vol. 1 (Welding and cutting science and technology). 10th Ed., AWS, 2018.
- 2- ANSI Z49.1 Standard, Safety in welding, cutting, and allied processes. American National Standards Institute, 2012.

۳- آیین نامه وسایل حفاظت فردی. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی.



فصل هشتم

برخی از حوادث و
سوانح رخ داده در
عملیات جوشکاری

برخی از حوادث و سوانح رخ داده در عملیات جوشکاری

● ۱-۸ مقدمه

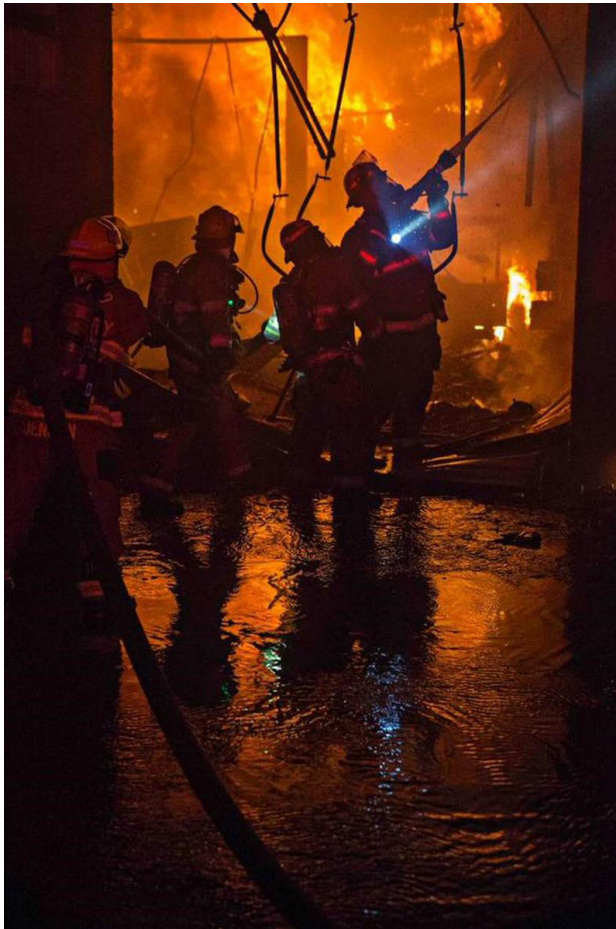
بر اساس آمارهای ارائه شده، عملیات جوشکاری و برشکاری هر ساله خطرات متعددی را برای کارگران فعال در زمینه جوشکاری و برشکاری ایجاد می‌کند. برخی از این خطرات، شامل انفجار، زمین خوردن، برق‌گرفتگی، خفگی و همچنین سقوط است. در ادامه، به برخی از حوادث مهم ناشی از جوشکاری اشاره خواهد شد. این حوادث واقعی نشان می‌دهند که چرا رعایت ایمنی هنگام جوشکاری بسیار مهم است.

● ۲-۸ آتش‌سوزی در هنگام جوشکاری مخازن

در روز واقعه، براد لیوینگستون و شریک کاری‌اش تریسی، وظیفه داشتند در آن روز دو مخزن قطره‌ای را جوشکاری نمایند. این دو جوشکار برای صرفه‌جویی در وقت، سطوح محصول داخل مخازن را بررسی نکردند، شستشو با آب انجام نشد و پُر کردن مخازن با آب برای جوشکاری حفره به‌صورت ایمن انجام نشد. درحالی‌که تریسی مشغول جوشکاری بود، اولین مخزن منفجر شد و تریسی کشته شد. براد نیز به هوا پرتاب شد و در مخزن دوم فرود آمد و سپس مخزن دوم منفجر شد. افرادی که در نزدیکی سانه حضور داشتند به او کمک کردند و او یک دوره طولانی درمان را پشت سر گذاشت. او چند سال بعد به کار بازگشت و در ادامه، به‌عنوان یک آموزش‌دهنده ایمنی، به سایر جوشکاران در مورد اهمیت ایمنی در محل کار آموزش داد.

● ۳-۸ از بین رفتن کل یک مغازه مکانیکی پس از آتش‌سوزی ناشی از جوشکاری

یک مغازه مکانیکی به نام موری در ایالت یوتای آمریکا، پس از سوختن اتفاقی جوشکار، دچار سانحه آتش‌سوزی شد. جوشکار بلافاصله به بیمارستان منطقه‌ای منتقل شد و به دلیل استنشاق دود و سوختگی درجه دو، تحت درمان قرار گرفت. این آتش‌سوزی، آتش‌نشانان را از شهرهای مجاور نیز درگیر کرده بود، اما هنوز آتش مغازه مکانیکی خاموش نشده بود. حتی در روز بعد، یک مخزن سوخت در داخل مغازه همچنان در حال سوختن بود و آتش‌نشانی مجبور شد تا محل را زیر نظر بگیرد تا از شروع مجدد حریق جلوگیری نماید. این آتش‌سوزی، حتی مشاغل دو طرف ساختمان اولیه را نیز تحت تأثیر قرار داده بود و سقف یکی از آنها فروریخت. در شکل ۸-۱، تصویری از این آتش‌سوزی ارائه شده است.



شکل ۸-۱: تصویری از آتش‌سوزی مکانیکی موری در یوتای آمریکا

● ۴-۸ انفجار در کارگاه

در این حادثه، جاستین هرونما در حال جوشکاری مخزن دیزل بود که منفجر شد. این مسئله باعث بیهوشی او شد و بعد از گذشت مدت کوتاهی پس از انتقال به بیمارستان منطقه‌ای درگذشت. اعتقاد بر این است که بخارات موجود، پس از برخورد با جرقه جوشکاری منفجر شده‌اند. این واقعه در حالی رخ داد که بسیاری از مخازن سوخت دیگر نیز قبلاً در این کارگاه، جوشکاری شده بودند. هرونما از ۶ سالگی در آنجا کار می‌کرد و هنگام جوشکاری تجربه زیادی داشت، اما هنوز هم باید همه نکات ایمنی را رعایت کرد تا از حوادث ناشی از جوشکاری جلوگیری شود.

● ۵-۸ انفجار مرگبار در سکوی نفتی

پس از تحقیقات مشخص شد که انفجار در سکوی نفتی در خلیج مکزیک در سال ۲۰۱۲ نتیجه روش‌های جوشکاری غیرایمن بوده است. سکوی نفتی توسط بلک الک انرجی اداره می‌شد، اما جوشکاری توسط یک پیمانکار فرعی انجام می‌شد. کارکنان پیمانکار، لوله‌های منتهی به منطقه جوشکاری را با تخلیه مواد قابل اشتعال داخل آن، ایمن نکردند. آنها همچنین وقتی بوی گاز را احساس کردند، کار جوشکاری را متوقف نکردند. این حادثه که متأسفانه باعث مرگ و جراحات متعدد افراد شد، منجر به شکایت علیه بلک الک انرجی و پیمانکار آنها شد. تصویری از این سکوی نفتی در شکل ۲-۸ مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۸: تصویری از سکوی نفتی بلک الک انرجی

● ۸-۶ آتش سوزی در خانه جوشکار حرفه‌ای

یک جوشکار حرفه‌ای، در خانه مشغول کار بر روی وسیله نقلیه‌ای بود که بیش از ۱۰۰۰ ساعت زمان برای بازسازی آن صرف کرده بود. در هنگام جوشکاری روی کامیون، جرقه‌ها خودرو را آتش زد و به سرعت به خانه سرایت کرد. او به سمت شلنگ آب باغچه رفت و خانواده خود را برای حفظ امنیت، به خانه همسایه فرستاد. با وجود این که نیروهای آتش‌نشانی از سه شهر مجاور برای اطفای حریق اقدام کردند، اما در نهایت، خانه به طور کامل تخریب شد. به دلیل اینکه او از تجهیزات ایمنی مناسب استفاده می‌کرد، هیچ آسیبی ندید و خانواده‌اش توانستند با خیال راحت از خانه خارج شوند. اما با این وجود، خانواده به دلیل جوشکاری در نزدیکی محل زندگی، خانه و تمام وسایل خود را از دست دادند. در شکل ۸-۳ تصویری از آتش سوزی منزل نشان داده شده است.



شکل ۸-۳: تصویری از آتش سوزی منزل

● ۸-۷ حادثه آتش سوزی مرگبار در دو کارخانه واقع در شازند

بر اثر حادثه آتش سوزی مهیب ۵ خردادماه سال ۱۳۸۷ در شرکت‌های کیمیا گستر امروز و کیمیاگران سپهر شازند استان مرکزی و سپس سرایت حریق به کارخانه هم‌جوار این دو که صنایع چوب‌کاران نام داشت، حداقل ۲۱ تن جان باخته و ۴۴ تن دیگر مجروح شدند.

پس از این حادثه، مسئول واحد کارشناسی و ایمنی سازمان آتش‌نشانی اراک، در تشریح جزئیات این آتش سوزی مهیب اعلام کرد که پیش از وقوع حادثه، شرکت‌های کیمیا گستر امروز و کیمیاگران سپهر، در وضعیت اورهال بوده‌اند. در این حالت باید تمامی سیستم‌ها تخلیه و کارکنان نیز از شرکت خارج می‌شوند

تا سیستم‌های شرکت، تعمیر و بازرینی شوند. اما با وجود این وضعیت، کارکنان همچنان در شرکت مشغول فعالیت بوده‌اند.

جوشکاری و نوسانات برق کنار مخازن اشتعال‌زا، به‌عنوان علت اصلی حادثه ذکر شد. جوشکاری نزدیک مخازن دو اتیل اگزانول باعث آتش‌سوزی اولیه شد که به دنبال آن سه مخزن حاوی ایزوبوتانول در واحدهای کناری نیز منفجر شدند. تولید این شرکت‌ها، ضدیخ، الکل، مواد پاک‌کننده و شوینده بود و تمامی این مواد که اشتعال‌زا هستند، باعث گسترش آتش‌سوزی شدند.

حدود ۹۵ درصد شرکت کیمیاگران سپهر در آتش سوخت و به علت وزش باد شدید، حریق به شرکت کیمیا گستر امروز نیز سرایت کرد که در نهایت این شرکت نیز مشابه شرکت کیمیاگران سپهر دچار آتش‌سوزی گسترده شد. در زمان وقوع حادثه، شرکت کیمیاگران سپهر دارای ۶۰ کارگر در حال فعالیت بود و شرکت کیمیا گستر امروز نیز ۲۰ تا ۳۰ کارگر داشت. این در حالی است که با توجه به تعمیرات در شرکت نباید این تعداد افراد در شرکت حضور می‌داشتند. در ادامه، حریق به شرکت صنایع چوب‌کاران که در نزدیکی این دو شرکت قرار داشت نیز سرایت کرد و این شرکت نیز دچار آسیب در دیوار، حصار و سقف مجموعه شد. تصویری از این آثار این آتش‌سوزی مهیب، در شکل ۸-۴ آمده است.



شکل ۸-۴: تصویری از آثار آتش‌سوزی مهیب در شازند

● مراجع

- 1- WCWelding.com, Five Work Welding Accidents: The Importance of Safety!, <https://www.wcwelding.com/welding-accidents.html>, 10-9-2021.
- ۲- خبرگزاری دانشجویان ایران «ایسنا»، نگاهی به حادثه آتش‌سوزی دو کارخانه «شازند» با ۲۱ جان‌باخته و ۴۴ مجروح در گزارش ایسنا شهر صنعتی فاقد ایستگاه آتش‌نشانی! هشدارهای ایمنی همچنان نادیده گرفته می‌شوند، https://www.isna.ir/news/8703-032150_6/3/1387

فصل نهم

بیماری‌های ناشی

از کار در عملیات

جوشکاری و

برشکاری

بیماری‌های ناشی از کار در عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۹ مقدمه

بخارات و گازهای جوشکاری با هر دو نوع خطر حاد و مزمن برای سلامتی همراه هستند. بیماری‌های ریوی شغلی، از جمله سرطان ریه، شایع‌ترین خطر سلامتی است، اما جوشکاری می‌تواند چشم و پوست را نیز تحت تأثیر قرار دهد. هنگام جوشکاری در فضاهای بسته نیز خطر خفگی وجود دارد.

● ۲-۹ آسیب‌های اسکلتی عضلانی در جوشکاری

جوشکاری شغلی است که می‌تواند باعث کار در وضع‌های بدن نامطلوب و حمل تجهیزات سنگین گردد. در حین جوشکاری معمولاً فشار زیادی روی بازو و شانه‌ها وارد می‌شود. فرایند جوشکاری دارای خطرهای اختلالات اسکلتی عضلانی (WMSD) نظیر وضعیت‌های بدن نامطلوب، بلندکردن تجهیزات و مواد سنگین و وضعیت بدن نامناسب میچ و غیره است. در ایالت واشنگتن رگ‌به‌رگ شدن، بیش از یک سوم غرامت‌های کارگری را در میان جوشکاران در سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۴ تشکیل داده است. آسیب به پشت، گردن و شانه همراه با بازو و دست بیش از نیمی از صدمات جوشکاران واشنگتن را تشکیل می‌دادند. طبق آمارهای اعلام شده، درصد صدمات وارده به اعضای مختلف به صورت زیر بوده است:

۱. پشت / گردن / شانه ۲۸٪
۲. دست / بازو ۲۶٪
۳. پا ۲۰٪
۴. گوش ۱۱٪
۵. سایر قسمت‌ها ۱۵٪

- از پیامدهای ناشی از نامناسب بودن وضعیت کاری می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:
- ▶ غیبت از کار به دلیل صدمه یا بیماری و انتقال جوشکاری به کارهای دیگر
- ▶ هزینه‌های مربوطه به جایگزینی جوشکاران (جوشکاران افراد ماهری در کار خویش هستند و به کارگماردن افراد دیگر نیازمند آموزش در زمینه جوشکاری است)
- ▶ کاهش بهره‌وری و کیفیت

■ ۹-۲-۱ خطرهای اسکلتی عضلانی رایج در عملیات جوشکاری

این خطرات عبارت‌اند از:

- ▶ وضعیت‌های بدن نامطلوب و استاتیک: به دلیل اینکه وضعیت‌های کاری در جوشکاری متفاوت است وضعیت‌های بدن مختلفی ایجاد می‌شود.
- ▶ بلندکردن و حمل اشیای سنگین: گاهی اوقات لازم است که جوشکار اشیای سنگین یا تجهیزات سنگین جوشکاری را انتقال دهد.
- ▶ تکرار یک سری از عملیات
- ▶ نیرو: عملیات جوشکاری نیازمند اعمال نیرو (نظیر نیروی لازم جهت گرفتن ابزار (گان) جوشکاری باشد) آنچه که باید در مورد این خطرها در نظر داشت مدت‌زمان مواجهه، تکرار و شدت مواجهه است. برخی از وضعیت‌های بدنی که فرد در عملیات جوشکاری به خود می‌گیرد، در شکل ۹-۱ ارائه شده است. شکل ۹-۲ نیز وضعیت‌های بدن نامطلوب در فرایند جوشکاری را نشان می‌دهد.



کار در جلوی بدن



در سطح زمین - کار دقیق



کار در سطح زمین



کار در سطح زمین
فضای محبوس و محدود



کار در بالاتر از ارتفاع شانه



کار در بالاتر از ارتفاع شانه-
فضای محبوس و محدود

شکل ۹-۱: وضعیت‌های بدنی که می‌تواند در عملیات جوشکاری پدید آید.



خم کردن تنه به جلو



چرخش تنه



زانو زدن- چمباتمه زدن



خم شدن و چرخیدن مچ

شکل ۹-۲: وضعیت‌های بدن نامطلوب در فرایند جوشکاری

الف - حمل اشیای سنگین

- ▲ استفاده از تجهیزات جوشکاری سبک‌تر و راحت‌تر برای حمل؛
- ▲ استفاده از کابل‌های سبک‌تر با قابلیت انعطاف بیشتر (سختی کمتر)؛
- ▲ استفاده از وسایل نگهدارنده کابل‌ها (بالانسرها)؛
- ▲ استفاده از جرثقیل‌های سقفی؛
- ▲ استفاده از میزهای بالابر و دارای قابلیت چرخش.

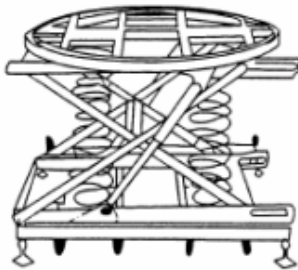
ب- وضعیت‌های بدن نامناسب

- ▲ در صورت امکان قراردادن قطعه کار در ارتفاع بین مچ دست و شانه؛
- ▲ استفاده از میزهای بالابر؛
- ▲ استفاده از گان‌های جوشکاری دارای قابلیت حرکت و طراحی شده به صورتی که با هر دو دست بتوان با آن کار کرد؛
- ▲ به‌منظور کاهش خم پشت در انجام جوشکاری روی زمین، استفاده از میز کاری به حفاظ وضعیت بدن ایمن‌تر کمک خواهد کرد.

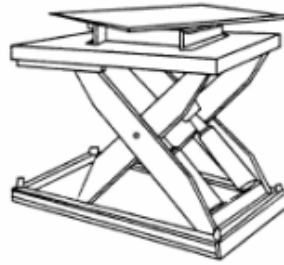
ج- نکات کلی در مورد وضعیت بدن مناسب هنگام انجام کار

- ▲ نحوه شناسایی علائم اختلالات اسکلتی عضلانی را یاد بگیرید. وضعیت‌های بدن تکراری نامناسب می‌تواند صدمه‌زا باشند؛
- ▲ از وضعیت‌های بدن نامناسبی که می‌توانند باعث خستگی، کاهش تمرکز و کاهش کیفیت‌های جوشی شوند که باعث تکرار جوشکاری شوند خودداری نمایید؛

- ▶ همیشه از دست‌هایتان در پایین‌تر از سر خود کار بگیرید. از حرکت ناگهانی سر و گردن خودداری نمایید؛
- ▶ از کار در یک وضعیت بدن به مدت طولانی اجتناب کنید؛
- ▶ به هنگام کار در وضعیت نشسته، قطعات کاری را در ارتفاع آرنج قرار دهید؛
- ▶ به هنگام کار در وضعیت ایستاده، به‌منظور راحتی مواد را در ارتفاع بین مچ و آرنج قرار دهید؛
- ▶ در صورت ایستادن به مدت طولانی از زیرپایی‌های مناسب استفاده نمایید؛
- ▶ همیشه ابزار و مواد را در محدوده دسترسی قرار دهید؛
- ▶ از وسایل کمکی نگهدارنده مواد به‌منظور حفظ وضعیت‌های بدن مناسب استفاده نمایید (شکل ۹-۳).



بالابر دارای قابلیت چرخش



بالابر قیچی مانند

شکل ۹-۳: وسایل کمک‌کننده به قرارگیری قطعات

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

- ▶ تنش روی 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 به‌خوبی انجام گیرد؛
- ▶ به‌هیچ‌وجه به مدت طولانی در وضعیت زانو زده قرار نگیرید؛
- ▶ از خم‌شدن اجتناب نمایید؛
- ▶ هرازچندی از جا برخاسته و کمی قدم بزنید؛
- ▶ در مواردی که جوشکار باید به‌صورت زانو زده جوشکاری نماید می‌توان از یک نوع صندلی (شکل ۹-۴) استفاده کرد.



شکل ۹-۴: صندلی برای جوشکاری در وضعیت زانو زده

● ۹-۳ عوارض حاد تنفسی

اثرات حاد تنفسی به شکل بیماری، خیلی زود پس از قرارگرفتن در معرض بخارات جوشکاری ایجاد می‌شود. تخمین زده شده است که تنفس بخار فلز در محل کار منجر به بستری شدن دهها جوشکار در سال می‌شود.

■ ۹-۳-۱ تحریک گلو و مجاری تنفسی بزرگ‌تر در ریه‌ها

گازها و ذرات ریز موجود در بخارات ناشی از جوشکاری می‌توانند باعث خشکی گلو، سرفه یا سفتی در قفسه سینه شوند. معمولاً این اثرات، کوتاه‌مدت است. گاز ازن ایجاد شده مخصوصاً در هنگام جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن و آلومینیوم توسط فرایند جوشکاری قوسی گاز تنگستن می‌تواند باعث این مشکل شود. قرارگرفتن زیاد در معرض اکسیدهای نیتروژن (که در اکثر جوشکاری‌های قوسی ایجاد می‌شود) نیز می‌تواند باعث تحریک شود. قرارگرفتن بیش از حد در معرض گاز ازن می‌تواند باعث ایجاد مایع در ریه‌ها شود.

■ ۹-۳-۲ آسم حاد ناشی از تحریک‌کننده

مقادیر بسیار زیاد قرارگرفتن در معرض محرک‌های استنشاقی می‌تواند باعث ایجاد آسم شود، اما این امر رایج نیست. این بیماری در گذشته به‌عنوان سندروم اختلال عملکرد راه‌های هوایی شناخته می‌شد.

■ ۹-۳-۳ تب ناشی از بخار فلز

بسیاری از جوشکارها پس از جوشکاری، علائم آنفولانزا را مشاهده می‌کنند. این اثرات اغلب در شروع هفته کاری بدتر است. تب بخار فلزی معمولاً با جوشکاری یا کار گرم روی فلزات گالوانیزه مرتبط است. قرارگرفتن زیاد در معرض بخارات جوشکاری فولاد نرم نیز می‌تواند باعث این بیماری شود. تب ناشی از بخار فلزات معمولاً عوارض جانبی پایداری ندارد. این مشکل اغلب چند ساعت پس از شروع در معرض قرارگرفتن، آغاز می‌شود و مدتی پس از پایان آن ادامه می‌یابد.

■ ۹-۳-۴ ذات‌الریه حاد

جوشکارها به دلیل تنفس بخارات جوشکاری، در معرض افزایش خطر ابتلا به ذات‌الریه پنوموکوکی هستند. جوشکارها به‌ویژه مستعد به عفونت ریه هستند که می‌تواند منجر به ذات‌الریه شدید و گاهی کشنده شود. ذات‌الریه سالانه حدود دو جوشکار را از بین می‌برد. این مشکل می‌تواند جوشکاران جوان و همچنین افراد مسن را تحت تأثیر قرار دهد. قرارگرفتن در معرض بخارات جوشکاری در گذشته، شانس ابتلا به ذات‌الریه را افزایش نمی‌دهد. واکسیناسیون جوشکار برای کاهش خطر ابتلا به ذات‌الریه، امکان‌پذیر است. با این حال، واکسیناسیون جایگزینی برای کنترل مناسب میزان قرارگرفتن در معرض بخارات محسوب نمی‌شود.

● ۹-۴ عوارض مزمن بر تنفس

اثرات مزمن، به تدریج پس از قرارگرفتن در معرض بخارات جوشکاری ایجاد می‌شود و منجر به بیماری‌های جدی‌تری می‌شود.

■ ۹-۴-۱ سرطان ریه

بسیاری از مطالعات، افزایش خطر ابتلا به سرطان ریه را در جوشکاران یا سایر کارگران در معرض بخارات جوشکاری گزارش کرده‌اند. انجمن بین‌المللی تحقیقات سرطان به این نتیجه رسیده است که همه بخارات جوشکاری می‌توانند باعث سرطان ریه شوند و ممکن است باعث سرطان کلیه نیز بشوند؛ بنابراین، همه بخارات جوشکاری را به‌عنوان مواد سرطان‌زای گروه (۱) طبقه‌بندی می‌کنند. گزارش‌های مدیریت ایمنی و بهداشت بریتانیا نیز این یافته‌ها را تأیید کرد.

■ ۹-۴-۲ بیماری انسدادی مزمن ریوی (COPD)

شواهد موجود نشان می‌دهد که قرارگرفتن در معرض گازهای جوشکاری ممکن است باعث COPD شود، اما شواهد کافی برای اثبات ارتباط قطعی وجود ندارد. به‌طور معمول در افراد سیگاری دیده می‌شود که عملکرد ریه می‌تواند سریع‌تر از آنچه انتظار می‌رود کاهش یابد و دود ممکن است به این کاهش کمک کند. COPD ایجاد شده باعث تنگی نفس پیش‌رونده، سفت‌شدن قفسه سینه و خس‌خس کردن سینه می‌شود. همچنین این مشکل ممکن است باعث خستگی شود. اگر بیماری پیشرفت کند، کارگران می‌توانند به‌شدت ناتوان شوند.

■ ۹-۴-۳ بیماری معروف به ریه جوشکار

بیماری ریه جوشکار معمولاً نشان‌دهنده رسوب فلز در ریه به دلیل قرارگرفتن در معرض بخار جوشکاری توصیف می‌کند. تصور می‌شود که این یک نوع خوش‌خیم از پنوموکونیوز است. در صورت وجود تنها این بیماری، جوشکار ممکن است از مشکلات سلامتی شکایت نکند. با این حال، اگر COPD نیز وجود داشته باشد، بیماری ریه جوشکار می‌تواند علائم COPD را شدیدتر کند.

■ ۹-۴-۴ آسم شغلی

آسم شغلی می‌تواند ناشی از فلزات موجود در بخار جوشکاری باشد، برای مثال: کروم، نیکل و کبالت شش ظرفیتی. بخار جوشکاری فولاد زنگ‌نزن حاوی این فلزات است و برخی از انواع فرایندهای جوشکاری همچون الکتروود دستی، منجر به وجود مقدار بیشتری از این عناصر در بخارات می‌شود. علائم آسم شغلی شامل تنگی نفس شدید، خس خس سینه، سرفه و تنگی قفسه سینه است. معمولاً بین چند ماه تا چند سال از اولین بار قرارگرفتن در معرض یک دستگاه تنفسی حساس در محل کار تا شروع علائم طول می‌کشد. جوشکاران مبتلا به آسم شغلی همچنین ممکن است با کاهش کوتاه‌مدت موقت عملکرد ریه مواجه شوند. این مشکل گاهی در جوشکارهای بدون آسم نیز مشاهده می‌شود.

● ۹-۵ خفگی در هنگام جوشکاری در یک فضای بسته

جوشکاری در فضاهای بسته می‌تواند منجر به مرگ ناشی از خفگی (خفگی ناشی از کمبود اکسیژن) شود. این مسئله می‌تواند ناشی از قرارگرفتن در معرض موارد زیر باشد:

مونوکسید کربن که می‌تواند کربوکسی هموگلوبین را تشکیل دهد. این مسئله می‌تواند ظرفیت حمل اکسیژن خون را مختل کند. علائم بیش از حد قرارگرفتن در معرض این گاز، شامل سردرد، سرگیجه و حالت تهوع است.

گازهای محافظ (مانند آرگون، هلیوم و نیتروژن یا مخلوط‌های بر پایه آرگون حاوی دی‌اکسید کربن، اکسیژن یا هردو)، به دلیل تجمع گازها و جابه‌جایی اکسیژن در فضاهای محدود و بسته.

جوشکاری در یک مکان بسته فقط باید در مواقع ضروری انجام شود، زیرا این کار یک کار پرخطر است.

جدول ۹-۱: محدوده مجاز مواجهه، منابع تولید و علائم انواع مواد آسیب‌رسان شیمیایی در فرایند جوشکاری

نوع آلاینده	TLV-TWAI	منابع	اثرات، علائم و نشانه‌های مواجهه
آلومینیوم	۵	ترکیبات آلومینیوم در آلیاژهای از قیل Inconels، مس، روی، آهن، منیزیم، برنج و فولاد پرکننده (بتونه) وجود دارد.	محرک و سوزش‌آور ریه (در بین فیوم‌های فلزی کم‌ترین خطر را داراست)
بریلیم	۰/۰۰۲ STEL ₂ :۰/۰۱	عامل استحکام‌کننده در آلیاژهای مس، منیزیم، آلومینیوم است.	تب فیوم فلزی، سرطان‌زا، سایر اثرات مزمن شامل آسیب به مجراهای تنفسی است.
اکسیدهای کادمیوم	۰/۰۰۲	فولاد زنگ‌زن، فلزات آبکاری و آلیاژهای روی حاوی کادمیوم است.	تحریک و سوزش سیستم تنفسی، جراحت و خشکی گلو، درد در قفسه سینه و تنفس سخت، اثرات مزمن آن شامل آسیب‌های کلیوی و آمفیژیم است. مظلون به سرطان‌زایی است.
کروم	۰/۰۱	بیشتر در فولاد زنگ‌زن آلیاژهای سخت، فلزات آبکاری و سیم جوش یافت می‌شود.	افزایش خطر سرطان ریه، در بعضی از افراد سبب افزایش تحریک و سوزش پوست می‌شود. نوع کروم شش ظرفیتی آن سرطان‌زا است.
مس	۰/۲	در آلیاژهای Monel (آلیاژی از مس و کبالت که در برابر خوردگی مقاوم است)، برنج، برنز و سیم جوش وجود دارد.	تب فیوم فلزی، اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش چشم‌ها، بینی گلو و
فلوراید	۲/۵	در اکثر پوشش‌های الکترودها وجود دارد و عامل گدازآور در آلیاژهای کم‌آهن و پرآهن است.	اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش چشم‌ها، بینی و گلو است. نتیجه مواجهه طولانی‌مدت با آن ایجاد مشکلات استخوانی و مفصلی است. مواجهه زیاد با آن می‌تواند باعث اثرات مزمن از قبیل ادم ریوی و راش پوستی شود.
نوع آلاینده	TLV-TWAI	منابع	اثرات، علائم و نشانه‌های مواجهه
اکسیدهای آهن	۵	در تمامی فرایندهای جوشکاری آهن و فولاد عامل اصلی آلودگی است.	اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش بینی و ریه است که پس از قطع مواجهه برطرف می‌شود. باعث بیماری سیدروزیس می‌شود که تأثیرات خطرناکی بر ریه ندارد ولی ذرات ریز آن در ریه تعشّین می‌شوند.
سرب	۰/۰۵	در آلیاژهای برنج، برنز پوشش (استر) فولاد و فرایند لحیم‌کاری یافت می‌شود.	اثرات مزمن آن بر روی سیستم عصبی، کلیه‌ها سیستم گوارشی و ظرفیت فکری و روانی است که می‌تواند سبب سمومیت ناشی از سرب شود.
منگنز	۰/۲	در بیشتر پروسه‌های جوشکاری مخصوصاً در فولادهای کششی (Tensil) وجود دارد.	تب فیوم فلزی، اثرات مزمن آن می‌تواند شامل ایجاد مشکلاتی در سیستم عصب مرکزی شود.
مولیبدن	۱۰	در آلیاژهای فولاد، آهن و نیکل یافت می‌شود.	اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش چشم‌ها، بینی، گلو و کولانهی تنفس است.
نیکل	۰/۱	در فولادهای زنگ‌زن و آلیاژهای Inconel، Hastelloy و دیگر آلیاژها سیم جوش و فولاد روکش‌دار وجود دارد.	اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش چشم‌ها، بینی و گلو است. افزایش ریسک سرطان نسبت به سایر جوشکاری‌ها و موثر در ایجاد درماتیت و مشکلات ریوی.
وانادیوم	۰/۰۵	در آلیاژهای نیکل و بعضی از آلیاژهای فولاد و آهن وجود دارد.	اثرات حاد آن تحریک چشم‌ها، بینی و مجاری تنفسی است. اثرات حاد آن شامل برونشیت، رتینیت، پنومونی و افزایش مایع داخل ریه است.

ممنون

نوع آلاینده	TLV-TWAI	منابع	اثرات، علائم و نشانه‌های مواجهه
اکسیدهای روی	۵ STEL: ۱۰	در گالوانیزه و فلزات روکش دار کاربرد دارد	تب فیوم فازی
مونواکسید کربن	۲۵	از قوس جوشکاری به وجود می‌آید.	با سرعت داخل رگ‌های خونی جذب شده سبب سردرد سرگیجه و سستی می‌شود. غلظت زیاد آن می‌تواند سبب بی‌هوشی و در نتیجه مرگ شود.
هیدروژن فلوراید	۳	از تجزیه روکش الکترودها به وجود می‌آید.	حاصل مواجهه کوتاه مدت آن سوزش و تحریک چشم‌ها و مجاری تنفسی است. مواجهه زیاد با آن می‌تواند سبب آسیب‌های ریوی کلیوی، استخوانی و کبدی شود. اثرات مزمن آن سوزش مزمن بینی، گلو و پروتئیت است.
اکسیدهای نیتروژن	۳ STEL: ۵	از قوس جوشکاری به وجود می‌آید.	در کم‌ترین غلظت‌ها (۲۵-۲۰ ppm) سبب تحریک و سوزش چشم‌ها بینی و گلو می‌شود. اثرات مزمن آن شامل مشکلات ریوی از قبیل آفیزم است.
ازن	Heavy work: ۰/۰۵ Moderate work: ۰/۰۸ Light work: ۰/۱	از قوس جوشکاری مخصوصاً در طول قوس پلاسما و جوشکاری MIG/MAG به وجود می‌آید	اثرات حاد آن شامل افزایش مایع درون ریه و هموراژی است. در غلظت‌های خیلی کم (مانند ۱ ppm) سر درد و خشکی چشم‌ها ایجاد می‌شود. اثرات مزمن آن شامل تغییرات قابل توجه در عملکرد ریه است.

(mg/m³)

نوع آلاینده	TLV-TWAI	منابع	اثرات، علائم و نشانه‌های مواجهه
آلدهیدها (فرمالدهید)	۲۵	از پوشش فلزات دارای رنگ (پایه رنگ و پیگمان‌ها) متصاعد می‌شود. همچنین در حلال‌های آبی روغن چربی، گریس وجود دارد.	محرک و سوزش‌آور چشم‌ها و مجاری تنفسی
دی‌ایزوسیانات	-	از فلزات رنگ شده توسط رنگ‌های پلی‌اورتان متصاعد می‌شود.	اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش چشم‌ها، بینی و گلو است. امکان ایجاد حساسیت، ایجاد نشانه‌های آسم یا دیگر آثار حساسیتی حتی در مواجهه بسیار کم وجود دارد
فسژن	۱ TLV-C ³ : ۰/۱	از فلزاتی که هنوز اثر پاک کردن روغن، گریس هنوز روی آنها باقی مانده متصاعد می‌شود. فسژن از واکنش حلال‌ها و تشعشع جوشکاری ایجاد می‌شود.	تحریک و سوزش شدید در چشم‌ها، بینی و سیستم تنفسی. نشانه‌های آن معمولاً دیر ظاهر می‌شوند.
فسفین	۰/۳	از واکنش پوشش‌هایی که مانع زنگ زدن فلزات (زد زنگ‌ها) می‌شوند و تشعشع جوشکاری ایجاد می‌شوند.	اثرات حاد آن شامل تحریک و سوزش چشم‌ها و بینی است. به کلیه‌ها و دیگر ارگان‌ها نیز آسیب می‌رساند.

(ppm)

¹TLV-TWA: Threshold Limit Value- Time Weighted Average²STEL: Short Time Exposure Level³TLV-C: Threshold Limit Value-Ceiling

● ۹-۶ سایر اثرات جوشکاری بر سلامتی

■ ۹-۶-۱ اثرات پوستی

نیکل و کروم آزاد شده در حین جوشکاری ممکن است باعث ایجاد آماس تماسی آلرژیک شوند. پوست جوشکاران همچنین ممکن است در معرض اشعه ماورای بنفش قرار گیرد. قرمز شدن یا خارش پوست، مانند تکه‌ای از آفتاب سوختگی، شایع‌ترین مشکل پوستی است.

■ ۹-۶-۲ اثرات عصبی

مطالعات نشان می‌دهد که قرار گرفتن در معرض منگنز موجود در بخار جوشکاری فولاد نرم می‌تواند منجر به علائم عصبی مشابه بیماری پارکینسون شود. این علائم، شامل اختلالات گفتاری و تعادل است. مطالعات جدیدی در این زمینه در حال انجام است. حد مجاز منگنز قابل تنفس در حین جوشکاری ۰/۰۵ میلی‌گرم بر متر مکعب (میانگین وزن کل در ۸ ساعت) مناسب است؛ زیرا بیشتر منگنز موجود در بخارات، ذرات کوچکی است که به ریه عمیق می‌رسند (معروف به ذرات تنفسی). هنگامی که ذرات بخار منگنز به طور معمول در یک بازه زمانی تنفس می‌شوند، اثر بدنی ایجاد می‌کنند. این بدان معناست که منگنز می‌تواند از طریق مسیرهای مختلف جذب بدن شود و عوارض عصبی ایجاد کند. در بسیاری از فعالیت‌های جوشکاری بسیار محتمل است که حد مجاز در معرض قرار گرفتن منگنز قابل تنفس فراتر رود، مگر اینکه کنترل‌های مؤثری در نظر گرفته شده و به درستی استفاده شوند. می‌توان بر میزان در معرض قرارگیری نظارت کرد تا میزان رعایت حد مجاز مشخص شود.

■ ۹-۶-۳ ملانوم چشمی

این سرطان نادر چشم می‌تواند در اثر اشعه ماورای بنفش ناشی از جوشکاری ایجاد شود. احتمال رخداد این بیماری، نیاز به محافظت از چشم هنگام جوشکاری را به خوبی نمایان می‌سازد.

■ ۹-۶-۴ چشم قوس زده شده

چشم قوس زده شده، یک آسیب حاد در قسمت جلوی چشم (قرنیه) پس از قرار گرفتن در معرض اشعه ناشی از جوشکاری است. در این شرایط به طور معمول، چند ساعت پس از جوشکاری چشم دردناک و قرمز می‌شود. سایر قسمت‌های چشم نیز می‌توانند در اثر تابش اشعه تولید شده در جوشکاری آسیب ببینند. این امر نیز نیاز به محافظت از چشم هنگام جوشکاری را به خوبی نشان می‌دهد.

■ ۹-۶-۵ سروصدا و ارتعاش

■ ۹-۶-۱۱ ارتعاش

فرایندهای جوشکاری و برشکاری گرم معمولاً ارتعاشی با میزان مضر ایجاد نمی‌کنند. اما ممکن است برخی از کارهای مرتبط مانند سنگ‌زنی و غیره این ریسک را ایجاد نمایند.

۹-۶-۵-۲ سروصدا

به‌استثنای فرایند قوسی گاز تنگستن، سایر فرایندهای جوشکاری با قوس الکتریکی، سطوح مضر از سروصدا را ایجاد می‌کنند. این فرایندها خود سروصدا ایجاد می‌کنند، سایر وظایفی که معمولاً جوشکار انجام می‌دهد پرسروصدا هستند و جوشکاری عموماً در محیطی پرسروصدا انجام می‌شود. میزان سروصدا که در حین جوشکاری و برشکاری قوسی ایجاد می‌شود، بسته به نوع فرایند، متفاوت است. جدول ۹-۲، سطوح معمول میزان سروصدا برای انواع مختلف فرایندهای جوشکاری و کارهای مرتبط با آنها را ارائه می‌دهد. میزان واقعی سروصدا به عوامل مختلفی بستگی دارد. به‌عنوان مثال، با افزایش قطر مصرفی و افزایش جریان، سروصدا افزایش می‌یابد. همچنین نوع فلز تحت جوشکاری، تأثیر خواهد داشت. به‌طور مثال، فولاد زنگ‌نزن نسبت به فولاد نرم، سروصدای بیشتری تولید می‌کند. در مورد برشکاری، ضخامت مواد بریده شده بر سروصدای تولید شده تأثیر می‌گذارد و مواد ضخیم‌تر سروصدای بیشتری تولید می‌کنند.

برای فرایندهای با بلندترین صدا (برش پلاسما و شیارزنی قوسی کرین هوا)، منبع غالب صدا، هوای فشرده تحت فشار بالا است. طراحی نازل هوا می‌تواند تأثیر زیادی بر انتشار صدا داشته باشد و برخی از شرکت‌ها، تجهیزات «کاهش صدا» را ارائه می‌دهند.

جدول ۹-۲: سطوح معمول سروصدا برای انواع مختلف فرایندهای جوشکاری و کارهای مرتبط

فرایند	سطح معمول صدا
جوشکاری قوسی گاز تنگستن (GTAW)	تا ۷۵ dB(A)
جوشکاری قوسی الکترو دستی (SMAW)	۸۵-۹۵ dB(A)
جوشکاری قوسی گاز فلز (GMAW)	۹۵-۱۰۲ dB(A)
برشکاری قوسی پلاسما (برای اجرای دستی تا ۱۰۰ آمپر و تا ضخامت ۲۵ میلی‌متر)	۹۸-۱۰۵ dB(A)
شیارزنی شعله‌ای	۹۵ dB(A)
برشکاری شعله‌ای	تا ۱۰۰ dB(A) (معمولاً بالای ۹۰ dB(A) در برشکاری ضخامت‌های بالای ۴۰ میلی‌متر)
شیارزنی قوسی هوا کرین	۱۰۰-۱۱۵ dB(A)
براده‌برداری با قلم و چکش	۱۰۵ dB(A)
سنگ‌زنی	۹۵-۱۰۵ dB(A)

۹-۶-۵-۳ قرارگرفتن در معرض سروصدای معمولی

قرارگرفتن در معرض صدای روزانه شخصی هم به میزان شدت صدا و هم مدت زمان قرارگرفتن در معرض صدا در طول یک روز کاری بستگی دارد. هنگام ارزیابی مواجهه احتمالی با سروصدا، مهم است که مدت زمان عملیات جوشکاری را در نظر بگیرید. برای فرایندهای جوشکاری و برشکاری گرم، صدا تنها زمانی ایجاد می شود که قوس برقرار شده یا شعله روشن شود. زمان «قوس زنی» یک جوشکار در بخش تولید ممکن است تا ۸۰٪ از شیفت کاری باشد. یک جوشکار سازنده ممکن است بیشتر روز را برای تنظیمات کار قبل از شروع جوشکاری صرف کند. گاهی اوقات تنظیمات می تواند نسبتاً بی سروصدا باشد، به عنوان مثال: در هنگام علامت گذاری. در مواقع دیگر می تواند بسیار پرسروصدا باشد، برای مثال: آماده سازی لبه قطعه با سنگ دستی. جوشکارها همچنین اغلب در محیط های پرسروصدا کار می کنند و عملیات پرسروصدای دیگری مانند سنگ زنی را انجام می دهند. جوشکار در حال کار، به احتمال زیاد، نه تنها تحت تأثیر سروصدای کار فردی خود است، بلکه تحت تأثیر همکاران نیز قرار می گیرد. هنگام ارزیابی خطر سروصدا باید همه این عوامل را در نظر بگیرید. دست کم گرفتن خطر صدا می تواند منجر به آسیب به شنوایی شود. اما برآورد بیش از حد قرارگرفتن در معرض سروصدا نیز می تواند منجر به هزینه های غیر ضروری یا محافظت بیش از حد شود.

۹-۶-۵-۴ اقدامات کنترلی

کارفرمایان باید فرایند پرسروصدا را تا آنجا که ممکن است حذف کنند (شاید با خرید مواد بریده شده با ساین مورد نظر توسط تأمین کننده). اما جوشکاری و برشکاری حرارتی اغلب تنها روش عملی است، بنابراین تمرکز اصلی باید روی موارد زیر باشد:

- ▶ استفاده از روش های عملی برای کاهش سطح سروصدا برای فرایند مورد نظر
- ▶ مدیریت خطرات باقیمانده با استفاده از گوش بند، گوش گیر یا سایر محافظ های شنوایی
- ▶ به عنوان مثال، می توان به جای برشکاری پلاسمای دستی به سمت دستگاه برشکاری پلازما خودکار زیر آب رفت. این مسئله می تواند سطح صدا را زیر ۸۰ dB(A) نگه دارد. دستگاه های برشکاری پلازما تحت پوشش آب در دسترس هستند و ممکن است برای برخی از عملیات کاربردی باشند. سیستم های غوطه وری یا تحت پوشش آب، باعث کاهش انتشار گاز و همچنین صدا می شوند. برای هر روش جایگزین می توان عملی بودن جایگزین و سرمایه گذاری مورد نیاز را در برابر مزایا (سلامتی، ایمنی، بهره وری و غیره) سنجید:
- ▶ به عنوان یک قاعده کلی، سروصدا ناشی از جوشکاری قوسی با قطر سیم جوش / الکتروود و میزان جریان الکتریکی افزایش می یابد. استفاده از اندازه سیم جوش / الکتروود و جریان مناسب برای کار (و بیش از حد نبودن آن)، به کاهش سطح سروصدا کمک می کند.
- ▶ با برشکاری پلازما / شعله و شیارزنی قوسی، به طور کلی، میزان سروصدا با افزایش سرعت گاز افزایش می یابد. اطمینان از این که سرعت گاز تا حد ممکن پایین است (برای مثال با کاهش فشار خروجی در رگلاتور)، به طور کلی، میزان صدا را کاهش می دهد.

▶ جوشکاری در فضاهای بسته یا مناطق دیگر که ممکن است صدا منعکس شود (مانند گوشه کارگاه) می‌تواند میزان صدای بیشتری نسبت به زمانی که جوشکاری در فضای باز انجام می‌شود ایجاد کند. در صورت عدم امکان سازماندهی کار برای اجتناب از این شرایط، افزودن مواد جاذب صدا به سطوح بازتاب‌کننده صدا می‌تواند به کاهش تأثیر سروصدا جوشکاری بر سایر افرادی که در مجاورت آن کار می‌کنند، کمک کند.

۹-۶-۵-۵-۵ حفاظت از شنوایی

انتخاب نوع حفاظت شنوایی باید بر اساس معیارهای زیر باشد:

- ▶ توانایی آن برای کاهش قرارگرفتن در معرض سروصدا؛
- ▶ سازگاری آن با سایر تجهیزات محافظ شخصی (ماسک‌های جوشکاری، کلاه ایمنی و غیره)؛
- ▶ راحتی؛
- ▶ مناسب بودن برای محیط کار و فعالیت؛
- ▶ استفاده از گوش‌بندها و گوشی‌ها همراه با نوار گردن به‌جای سربند ممکن است با ماسک‌های جوشکاری سازگارتر باشند؛
- ▶ اگر از محافظ شنوایی به‌عنوان کنترل اصلی در کاهش مواجهه با صدا استفاده می‌شود، کارگران باید در استفاده از آن آموزش ببینند. کارگران باید در تمام مدت زمانی که در منطقه‌ای پرسروصدا هستند یا کارهای پرسروصدا انجام می‌دهند، از این محافظ استفاده کنند. در صورتی که کارگران حتی مدت‌زمان کمی از محافظ استفاده نکنند، حفاظت از شنوایی به میزان قابل توجهی تأثیر خود را از دست می‌دهد.

● مراجع

- 1- Health and Safety Executive, United Kingdom, <https://www.hse.gov.uk/welding/health-risks-welding.htm>, 9.5.2021.
- ۲- محمدرضا حسن بیگی و محمدجواد جعفری، ایمنی و بهداشت در جوشکاری، انتشارات فدک ایساتیس، ۱۳۸۶.
- ۳- زیبا لوک‌زاده و منار تراب چهرمی، مخاطرات شغلی در صنعت جوشکاری، فصلنامه علمی تخصصی طب کار یزد، جلد ۵ (شماره ۳)، صفحات ۱۱۴-۹۵، ۱۳۹۲.

۱۰

فصل دهم

شناخت عوامل

زیان آور محیط کار

در جوشکاری و

برشکاری

شناخت عوامل زیان آور محیط کار در جوشکاری و برشکاری

برخی از خطرات احتمالی آشکار مربوط به ساخت و ساز صنعتی، نگهداری و تعمیر جوشکاری و برشکاری به طور خلاصه در ادامه ذکر شده است.

● ۱۰-۱ پوشش‌ها

سطوح فولادی تقریباً همیشه برای محافظت در برابر خوردگی، پوشش داده می‌شوند. دستورالعمل‌های جوشکاری عموماً الزام می‌کنند که قبل از شروع جوشکاری، هرگونه پوشش در فاصله مشخصی از جوش (معمولاً حدود ۷۵ تا ۲۳۰ میلی‌متر) برداشته شود. این روش برای اجتناب از مخلوط شدن مواد پوشش و محصولات حاصل از تجزیه و/یا سوختن آنها با رسوب جوش، طراحی شده است.

با این حال، غیرمعمول نیست که جوشکاران این روش را نادیده بگیرند و با ضرب زدن با الکتروود (درحالی که الکتروود در الکتروودگیر است) رنگ کافی بریده شود تا الکتروود بتواند یک مدار الکتریکی را تکمیل کند و قوس روشن شود. در این هنگام، جوشکار به سادگی اقدام به جوشکاری در امتداد اتصال می‌کند و گرمای ناشی از حوضچه جوش پیش‌رونده را می‌بیند که رنگ را در جلوی جوش می‌سوزاند. به طور مشابه، هنگام انجام عملیات جوشکاری یا برشکاری روی سطوح آبکاری شده نیز گاهی برطرف کردن پوشش‌های محافظ در برابر خوردگی مورد چشم‌پوشی قرار می‌گیرد.

این برطرف نکردن کامل پوشش‌ها قبل از جوشکاری، ممکن است مخاطرات ایمنی قابل توجهی به دنبال داشته باشد و لازم است که توجه ویژه‌ای به این مسئله شود.

● ۱۰-۲ فلز پایه

هنگام بررسی برگه‌های داده‌های ایمنی ماده برای فلزات تحت جوشکاری، به‌خاطر داشته باشید که اتصال فلزات غیرمتداول معمول است. در نتیجه، برگه‌های داده‌های ایمنی ماده برای هر دو قطعه‌ای که باید به هم متصل شوند باید بررسی شوند تا آلاینده‌های احتمالی نگران‌کننده مشخص شوند.

● ۱۰-۳ فلز پُرکننده

■ ۱۰-۳-۱ فلز پُرکننده جدید

شناسایی اجزای خطرناک فلز پُرکننده جدید به‌راحتی با بررسی برگه داده‌های ایمنی ماده‌ها برای سیم جوش یا الکترودها انجام می‌شود.

■ ۱۰-۳-۲ فلز پُرکننده قدیمی

هنگامی که یک قطعه، وسیله یا سازه تحت تعمیر قرار گرفته است، معمول است که کارفرما سوابق برخی از کارها در رابطه با این که توسط چه کسی و با چه روشی انجام شده است را حفظ کند. زمانی که نیاز به کار در مناطق تعمیر شده قبلی وجود دارد، برای شناسایی فلز پُرکننده که قبلاً استفاده شده است، به این سوابق ارجاع می‌شود. در صورت عدم وجود سوابق، روش معمول بعدی مشورت با پرسنلی است که در کار قبلی مشارکت داشته‌اند. تعمیر لوله کوره یک کار معمول است و نمونه‌ای از استفاده از فلزات پُرکننده متفاوت از فلز پایه است. اغلب از آلیاژهای فلزی خاصی در ساخت و تعمیر کوره‌ها استفاده می‌شود و برخی از آنها دارای حد مجاز در معرض قرارگرفتن نسبتاً پایینی هستند؛ بنابراین، نظارت بر وضعیت هوا و استفاده از آگروز موضعی در حین انجام کارهای گرم تا زمانی که غلظت آلاینده‌های مرتبط با این عملیات بهتر مشخص شود، توصیه می‌شود.

● ۱۰-۴ باقی مانده محتویات مخازن

هنگام کار با تجهیزات صنعتی، طبیعی است که قبل از صدور مجوز کار روی تجهیزات، آنها را تا حد ممکن تخلیه کرده و شستشو دهند. متأسفانه، حتی دقیق‌ترین عملیات نظافت ممکن است مقداری مواد باقی مانده را در ظرف، مخزن یا لوله برای جوشکاری باقی بگذارد. این مواد باقیمانده و گازها و بخارات حاصل از آنها ممکن است بسیار خطرناک باشد و باید حتماً اقدامات ایمنی لازم در رابطه با آنها اتخاذ شود.

● ۱۰-۵ کارگران و فرایندهای در مجاورت کار

هنگامی که جوشکارها با هم کار می‌کنند، می‌توانند برخی خطرات احتمالی را برای یکدیگر ایجاد نمایند. جوشکاری به‌کاررفته تعمیر و نگهداری اغلب تحت محدودیت زمانی شدید انجام می‌شود و اختصاص چند جوشکار متناسب با اندازه فضا و پرسنل در دسترس، غیرمعمول نیست. هرچه فاصله آنها در محل کار کمتر باشد، بیشتر احتمال دارد که بر یکدیگر تأثیر بگذارند (به‌ویژه از نظر قرارگرفتن در معرض اشعه ماورای بنفش). انجام جوشکاری به‌منظور تعمیر و نگهداری، به‌ندرت در غیاب دیگر کارهای انجام شده توسط سایر مشاغل صورت می‌گیرد. این فعالیت‌های دیگر نیز خطرات خود را ایجاد می‌نمایند.

صدور مجوز کار ممکن است متداول‌ترین روش برای توصیف و کنترل مواجهه با خطرات ناشناخته قبلی باشد که مربوط به چندین کار است که در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند. با وجود این که تنوع قابل‌توجهی در بین وسیله‌های کار مختلف وجود دارد، شباهت‌های خاصی در نحوه عملکرد سیستم مجوز کار برای محافظت از جوشکاران و سایر کارگران در برابر خطرات مربوط به ساخت، نگهداری و تعمیر جوش وجود دارد.

● ۱۰-۶ بررسی جایگزین‌های جوشکاری و برشکاری

جوشکاری و / یا برشکاری حرارتی ممکن است لزوماً تنها راه انجام یک کار نباشد، حتی اگر «ما همیشه این کار را انجام داده باشیم». خطرات سلامتی و ایمنی را می‌توان با استفاده از فرایندهای جایگزین یا پیش‌عملیات سطوح قبل از شروع عملیات گرمایی بهتر مدیریت کرد. چند گزینه قبل از انجام مراحل جوشکاری و برشکاری عبارت‌اند از:

- ▶ پیش‌پاک‌سازی یا هیدروبلاست سطوح برای به‌حداقل‌رساندن انتشار آلاینده‌ها در حین کار داغ؛
 - ▶ پیش‌پخت سطوح برای به‌حداقل‌رساندن انتشار آلاینده در حین کار گرم؛
 - ▶ استفاده از برشکاری آب / آب ساینده برای از بین بردن نیاز به قسمت زیادی از گرمایش؛
 - ▶ در برخی موارد، تخریب را می‌توان با استفاده از قیچی‌های هیدرولیکی بسیار بزرگ که بر روی یک شلنگ (یک چاهک بزرگ در مسیرها) نصب شده است، انجام داد.
- خواننده تشویق می‌شود خطرات سلامتی و ایمنی هرگونه جایگزین برای روش‌های جوشکاری و برشکاری را با همان دقت انجام دهد که برای عملیات جوشکاری استفاده می‌شود. یک مثال در زیر برای جایگزینی برشکاری آب / آب ساینده به‌جای برشکاری CAC-A ارائه شده است.

● ۱۰-۷ برشکاری با جت آب / آب ساینده

اگرچه برشکاری جت آب یک فرایند حرارتی نیست، اما به طور گسترده‌ای به‌عنوان جایگزینی برای فرایندهای برشکاری حرارتی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. خطرات بهداشتی و ایمنی برشکاری با جت آب / آب ساینده به طور خلاصه در جدول ۱۰-۱ گردآوری شده است.

جدول ۱۰-۱: خلاصه خطرات بهداشتی و ایمنی جت آب / آب ساینده

منبع	خطر
آب فشارقوی یا جت ساینده	بریدگی و / یا قطع عضو
فرایند برش	سروصدا
اسپری آب / ساینده	اسپری / ذرات در چشم

● مرجع

- 1- M. K. Harris, *Welding Health and Safety: A Field Guide for OEHS Professionals*, AIHA Press (American Industrial Hygiene Association), 2002.



فصل یازدهم

شناخت اصول ایمن
حمل بار و انبارش در
عملیات جوشکاری
و برشکاری

شناخت اصول ایمن حمل بار و انبارش در عملیات جوشکاری و برشکاری

● ۱-۱۱ اصول ایمنی در حمل بار

برخی از مهم‌ترین مسائل ایمنی در حمل بار مطابق با آیین‌نامه حفاظتی حمل دستی بار در زیر ارائه شده است:

- ▲ حمل دستی بار به صورت انفرادی در موارد زیر ممنوع است:
 - ▲ الف) برای نوع کاری که انجام می‌گیرد سنگین باشد؛
 - ▲ ب) در جایی بسیار بلند یا کوتاه (خارج از حدود بین ران پا و شانه) قرار گرفته باشد به گونه‌ای که امکان بلندکردن ایمن آن وجود نداشته باشد؛
 - ▲ ج) بسیار بزرگ، حجیم و یا دارای شکلی بوده که امکان دسترسی به آن مشکل باشد و یا جلوی دید شخص را بگیرد؛
 - ▲ د) مرطوب، لغزنده و یا دارای لبه‌های تیز بوده به طوری که گرفتن آن مشکل باشد؛
 - ▲ هـ) بی‌ثبات بوده و مرکز ثقل آن به دلیل حرکت محتویات آن تغییر نماید.
- ▲ حمل دستی بار در صورت وجود شرایط نامناسب جوی، محیطی و کارگاهی که احتمال بروز حوادث و بیماری‌های ناشی از کار می‌رود، ممنوع است.
- ▲ کارگرانی که در فرایند شغلی خود به طور پیوسته یا ناپیوسته حمل دستی بار را انجام می‌دهند بایستی علاوه بر برخورداری از سلامت جسمی، روحی و روانی متناسب با نوع کار از نظر شرایط جسمانی نظیر قد و وزن و جنسیت نیز متناسب با وظیفه محوله باشند. به کارگیری کارگران مذکور منوط به انجام معاینات بدو استخدام و دوره‌ای به‌ویژه از نظر آسیب‌های اسکلتی-عضلانی مطابق قوانین کار و تأمین اجتماعی است.

- ▶ حمل دستی بار در صورتی مجاز است که امکان استفاده از وسایل یا تجهیزات مکانیکی مناسب و یا اصلاح شرایط کارگاهی نظیر چیدمان دستگاه‌ها و تجهیزات و ایستگاه‌های کاری مقدور نباشد.
- ▶ کارفرما مکلف است تدابیر لازم جهت ارزیابی چگونگی وضعیت حمل دستی بار در کارگاه و شناسایی خطرات مربوطه را اتخاذ نموده و با استفاده از راهکارهای فنی - مهندسی و علمی به اصلاح وضعیت حمل دستی بار از نظر ارگونومی و ایمنی مبادرت نماید.
- ▶ در حین حمل دستی بار انجام اعمال نایمن مانند شوخی کردن دویدن، پریدن، پرتاب نمودن و نیز کلیه اعمالی که مغایر اصول ایمنی و بهداشتی باشد ممنوع است.
- ▶ کارفرما مکلف است وسایل حفاظت فردی متناسب با حمل دستی بار را برای کارگران مربوطه فراهم نماید.
- ▶ کارگران موظف‌اند به کلیه دستورالعمل‌ها و توصیه‌های بهداشتی و ایمنی در زمینه حمل دستی بار که از طرف کارفرما و مراجع ذیصلاح ارائه می‌گردد عمل کرده و از وسایل حفاظت فردی که توسط کارفرما بدین منظور تهیه شده استفاده کنند.
- ▶ کارفرما مکلف است ضمن تعلیم روش‌های صحیح و مناسب حمل دستی بار، کارگران خود را از خطرات احتمالی آگاه نموده و نظارت‌های لازم را در این زمینه‌ها اعمال نماید.
- ▶ در مواردی که کارگر مجبور به انجام فعالیت‌های خارج از حد توان فیزیولوژیکی باشد، کارفرما مکلف است با اعمال تمهیداتی مانند چرخش کار، زمان استراحت و طراحی ایستگاه‌های کار بسته‌بندی مناسب و رعایت اصول انبارداری نسبت به حذف یا کاهش آسیب‌های ناشی از حمل دستی بار اقدام کند.
- ▶ کارفرما مکلف است دستگیره‌های متناسب با نوع بار برای گرفتن بسته‌ها و بارهای بدست تعبیه کند.
- ▶ در فعالیت‌های حمل و جابه‌جایی بار در شرایط بهینه که به صورت یک نفره انجام می‌گیرد حداکثر بار مجاز به تفکیک گروه سنی و جنس کارگران باید مطابق آیین‌نامه حمل بار وزارت کار باشد.
- ▶ در اوزان بالاتر از حد مجاز، حمل و جابه‌جایی بار باید توسط وسایل مکانیکی مناسب و یا چندنفره صورت پذیرد.
- ▶ جهت حمل دستی مواد سمی و شیمیایی که مواجهه پوستی یا استنشاقی یا گوارشی با آن منجر به ایجاد آسیب یا مسمومیت می‌گردد استفاده از ظروف یا محفظه‌های مقاوم در بسته و محصور که امکان مواجهه با مواد مذکور وجود نداشته و دارای برچسب حاوی مشخصات ماده شیمیایی یا سمی موردنظر باشد الزامی است.

● ۱۱-۲ اصول ایمنی انبارش کالا

- برخی از مهم‌ترین مسائل ایمنی در حمل بار مطابق با آیین‌نامه ایمنی انبارهای کالا در زیر ارائه شده است:
- ▶ در موقع تحویل کالا به انبار باید مشخصات کامل کالا از نظر آتش‌سوزی، انفجار و حوادث مشابه که ایجاد خسارت‌های مالی یا صدمات جانی می‌کنند توسط مسئول انبار ثبت شود و همچنین مسئول انبار مکلف است به منظور حصول اطمینان کنترل لازم را در موقع تحویل گرفتن کالا معمول دارد.

- ▶ انبارها باید در نقاطی احداث شوند که وسیله نقلیه مورد لزوم بتواند به سهولت به محوطه انبار وارد شود.
- ▶ دیوارها و سقف و سرپناه تمام انبارها بدون استثنا باید از مصالح غیر قابل اشتعال ساخته شود. به کاربردن چوب و تخته و پلاستیک و خرپاهای چوبی و تخته‌ای در ساختمان‌ها به کلی ممنوع است. اجزاء مقاوم با مصالح غیر قابل اشتعال نظیر خرپاها و تیر آهن و یا حمال‌های بتون آرمه باید به طریقی عایق کاری شوند که در برابر آتش‌سوزی برای مدت حداقل دو ساعت و ستون‌ها برای مدت سه ساعت مقاومت کنند.
- ▶ موقعیت ساختمان‌های انبار اعم از قسمت باز و سرپوشیده باید طوری باشد که وسایل نقلیه موتوری و غیرموتوری مورد لزوم بتوانند بدون برخورد با موانع تا جلوی ورودی انبار پیش بروند.
- ▶ کف تمام انبارها باید بتون یا آسفالت یا سنگ‌فرش شود و شیب و آبروی کف محوطه طوری باشد که آب در زیر کالاها جمع نشود.
- ▶ در داخل انبارها باید به نسبت وسعت آن بر حسب مورد دستگاه‌های هواکش نصب شود تا هوای انبار مرتباً تعویض گردد.
- ▶ محوطه داخل انبارها باید از پوشال و خاشاک خرده چوب و کاغذ و سایر مواد زائد قابل اشتعال پاک شوند.
- ▶ برای انبارهایی که عرض آنها کمتر از ۲۰ متر است، عرض راهرو و داخل انبار نباید کمتر از یک متر و نیم باشد. انبارهایی که عرض آنها بیشتر از ۲۰ متر باشد عرض راهرو کمتر از دو متر نخواهد بود و چنان چه انبار به وسایل مکانیکی یا موتوری حمل و نقل مجهز باشد، راهروهای متناسب با عبور وسایل مزبور منظور خواهد گردید. راهروی طولی باید تا انتهای انبار خالی از کالا بوده و با رنگ سفید از دو طرف خط‌کشی و مشخص شده باشد.
- ▶ انبارها باید از وسایل ضروری آتش‌نشانی برخوردار باشند.
- ▶ کلیه کارکنان انبارها باید تعلیمات مربوط به حفاظت و ایمنی و طرز کار با وسایل اولیه آتش‌نشانی را فراگیرند.
- ▶ انبار کالا باید در نقاطی احداث شود که در معرض خطر حریق نباشد.
- ▶ انبارها با توجه به امکانات محل مجهز به وسایل ارتباطی کافی باشند.
- ▶ وسایل موتوری مخصوص رفت و آمد در داخل انبارها باید هر کدام مجهز به یک دستگاه کپسول آتش‌نشانی از نوع مناسب باشد.
- ▶ کپسول‌های آتش‌نشانی باید در نقاطی قرار داده شوند که از حرارت و نور آفتاب و برف و باران مصون باشند.
- ▶ در هر انبار باید حداقل یک دستگاه جعبه کمک‌های اولیه بهداشتی تعبیه و برای مواقع ضروری آماده و نگاهداری شود.
- ▶ شماره‌تلفن‌های آتش‌نشانی و مقامات انتظامی محل و بیمارستان‌های سوانح با خط درشت و خوانا در کنار کلیه تلفن‌های داخل انبار نصب گردد.
- ▶ در اطراف انبارها باید روشنایی مناسبی پیش‌بینی شود.

▶ بین سقف انبار و مرتفع‌ترین نقطه کالای چیده شده فاصله به شرح زیر باید موجود باشد: اگر ارتفاع کالای چیده شده ۴/۵ متر بیشتر باشد فاصله تا سقف یک متر و نیم، اگر ارتفاع کالای چیده شده بین ۲/۶۰ تا ۴/۵۰ متر باشد فاصله تا سقف یک متر، اگر ارتفاع کالای چیده شده کمتر از ۲/۶۰ متر باشد فاصله تا سقف ۴۰ سانتیمتر خواهد بود.

▶ در انبارهایی که عرض آن کمتر از ۳۵ متر باشد حداکثر سطح اشغال شده هر قسمت (پارتی) کالا ۲۵۰ متر مربع و فاصله آن با قسمت دیگری متر و چنانچه عرض انبار ۳۵ متر و بیشتر باشد حداکثر سطح اشغال شده هر قسمت کالا ۱۰۰۰ متر مربع و فاصله آن با قسمت دیگر حداقل ۲ متر خواهد بود.

▶ فاصله بین کالا تا دیوار انبار حداقل ۶۰ سانتیمتر خواهد بود مگر در مواردی که به علت وضع مخصوص بسته‌بندی کالا رعایت فاصله مزبور مقدور نباشد.

▶ آتش‌زدن چوب و تخته و کاغذهای باطله و نظایر آن در داخل انبارها مطلقاً ممنوع است.

▶ همه‌روزه در هنگام تعطیل کردن انبار باید تمام محوطه انبارها از نظر ایمنی به وسیله مسئول انبار دقیقاً بازدید و نتیجه در دفتر مخصوص ثبت شود.

▶ استعمال دخانیات در محوطه داخل و خارج انبار مطلقاً ممنوع و به تعداد کافی علائم استعمال دخانیات ممنوع است باید نصب شود.

▶ در صورتی که کف انبار فاقد شیب و آبرو باشد باید کالا حداقل ۵ سانتیمتر با سطح زمین فاصله داشته باشد.
▶ فاصله بین انبارهای محصور و مسقف با دیوارهای مجاور از هر چهار طرف نباید از شش متر کمتر باشد و این فاصله باید از هر نوع کالا خالی نگهداری شود به نحوی که اتومبیل‌های آتش‌نشانی بتوانند هر انبار را به سهولت دور بزنند.

▶ انبارها بر حسب نوع کالایی که در آنها نگهداری می‌شود به چهار طبقه به شرح زیر تقسیم می‌گردد:

▶ انبارهای ردیف ۱ - برای نگهداری مواد و اجسامی که نمی‌سوزند؛ مانند آهن‌آلات صنعتی و ساختمانی - انواع پروفیل‌های فلزی - مس و برنج - حلبی و آهن ورق - قطعات فلزی - ماشین‌آلات، موتورآلات بدون لاستیک و سوخت، انواع پیچ‌ومهره و میخ و سیمان و امثال آنها.

▶ انبارهای ردیف ۲ - برای نگهداری مواد خشک و زغالی از قبیل چوب و تخته - انواع فیبر و سه‌لایی - کاغذ و مقوا - پنبه و پشم - غلات و حبوبات - و سایر فرآورده‌های کشاورزی و پارچه‌های نخی و پشمی، فرش، چتایی و کنف - اجناس خرازی و لوازم فلزی و وسایل الکتریکی و کالاهای مشابهی که در صندوق‌های چوبی یا کارتن‌های مقوایی یا لفاف بسته‌بندی شده باشند.

▶ انبارهای ردیف ۳ - برای نگهداری مواد شیمیایی و دارویی و مایعات قابل اشتعال: از قبیل نفت و مشتقات آن - الکل - رنگ، اسکاتیف، تریانتین - روغن‌های حیوانی و نباتی و خوراکی و صنعتی - پارافین مایع و جامد - داروهای شیمیایی و صنعتی - پیه و نظایر آن.

▶ انبارهای ردیف ۴ - برای نگهداری مواد لاستیکی و پلاستیکی از قبیل لاستیک رویی و تویی وسایل

نقلیه - لاستیک و پلاستیک ورق - اشیاء ساخته شده از لاستیک - مواد خام لاستیک و پلاستیک و ظروف پلاستیکی و سایر اشیاء ساخته شده از آنها.

▶ مقررات اختصاصی انبارهای ردیف ۱ و ۲:

▶ در موقع چیدن آهن آلات در انبارهای ردیف ۱ باید دقت و مراقبت کامل به عمل آید که به هیچ وجه خطر غلتیدن و افتادن قطعات در بین نباشد و به نسبت هر صد مترمربع از یک دستگاه کپسول آب و گاز ده لیتری جهت آتش‌های خشک و جهت هر تابلوی برق یک دستگاه کپسول گاز دی‌اکسیدکربن ۶ کیلویی برای خاموش کردن آتش ناشی از برق نصب گردد.

▶ انبارهای ردیف ۲ علاوه بر رعایت مقررات عمومی انبارها باید مجهز به لوله‌کشی آب به قطر یک و نیم اینچ (۳/۶۴ سانتیمتر) با فشار کافی و شیر اصلی و قرقره و شلنگ مخصوص آتش‌نشانی با جعبه قرقره و لوله از نوع برزنتی تو لاستیکی باشند.

▶ لوله‌ها و قرقره‌های آتش‌نشانی باید حتی المقدور در کنار درها یا نقاطی نصب شوند که در صورت بروز حریق در دسترس باشد و به‌طور کلی از قراردادن ترازوها و صندوق‌های کالا در جلو و جوار شیرهای اصلی خودداری شود.

▶ نصب تجهیزات اطفای حریق در انبارهای کالا اجباری است.

▶ کالاهای انبارهای ردیف ۱ را می‌توان با رعایت مقررات مربوط به کالاهای مزبور در ردیف ۲ نیز نگاهداری نمود.

▶ در این قبیل انبارها به نسبت هر صد مترمربع باید از دو دستگاه کپسول آب و گاز ده لیتری استفاده شود و همچنین انبار باید مجهز به شلنگ آتش‌نشانی با قطر یک و نیم اینچ ۳/۶۴ سانتیمتر و به طول ۲۰ متر (با فشار کافی) و سرلوله و قرقره و شلنگ مخصوص آتش‌نشانی باشد.

▶ مقررات اختصاصی انبارهای ردیف ۳ و ۴:

▶ در انبارهای ردیف ۳ نگهداری سایر کالاهای ممنوع است. اجناسی که در این انبارها نگاهداری می‌شود باید طبقه‌بندی شده و هر قسمت از انبار برای یک نوع کالا اختصاص داده شود.

▶ وسعت انبارهای محصور و مسقف مایعات قابل اشتعال در نقاطی که دارای وسایل آتش‌نشانی مجهز باشد از یک صد مترمربع و در مناطقی که فاقد وسایل آتش‌نشانی مجهز است از سی مترمربع نباید تجاوز کند.

▶ نگاهداری انواع مواد قابل اشتعال در ظروف سرباز یا قوطی و بشکه‌های نشستی ممنوع است.

▶ برای نگاهداری شیشه‌ها و قوطی‌ها و ظروف محتوی مواد روغنی و مایعات قابل اشتعال باید قفسه‌بندی فلزی مناسب فراهم گردد که از وارد آمدن فشار و شکستن آنها جلوگیری شود.

▶ ساختمان کف انبارهای مایعات قابل اشتعال باید منحصراً سیمانی باشد و مرتباً شستشو گردد تا از آلوده شدن به مواد چربی و داروهای مختلف جلوگیری شود.

- ▶ انبارهای ردیف ۳ به نسبت هر صد متر مربع باید مجهز به دو دستگاه کپسول پودر گاز ۱۲ کیلویی و یک دستگاه کپسول پودر و گاز ۵۰ کیلویی باشد و همچنین به نسبت حجم انبارها تعدادی سطل مخصوص آتش نشانی در باز محتوی ماسه خشک الک شده در محل های مناسب گذاشته شود.
- ▶ شیرها و شلنگ های آتش نشانی در انبار مایعات قابل اشتعال باید در خارج انبار قرار داشته و موارد استفاده از آنها به کلیه کارکنان انبار آموزش داده شود.
- ▶ برای نگهداری اشیای لاستیکی و پلاستیکی باید از انبارهای محصور و مسقف استفاده شود.
- ▶ کلیه مواد پلاستیکی باید از سایر انواع کالا مجزا و در انبارهای مخصوص نگهداری شود و نگهداری کالاهای ردیف ۲ و ۳ در انبارهای ردیف ۴ ممنوع است؛ ولی کالاهای ردیف یک را می توان با رعایت مقررات مربوط به نگهداری آنها در انبارهای ردیف ۴ نگهداری کرد.
- ▶ فشار آب لوله های آب در انبارها نباید از شش اتمسفر کمتر باشد و در صورتی که فشار معمولی آب از این مقدار کمتر باشد باید با نصب و استفاده از موتور پمپ یا الکترو پمپ فشار آب را تا حد لازم بالا برد.
- ▶ در کنار و خارج هر یک از درهای ورودی انبارهای ردیف ۴ باید شیر اصلی آب و جعبه لوله مخصوص آتش نشانی با حداقل سی متر لوله برزنتی داخل لاستیکی و سر لوله کف ساز و دستگاه مربوطه حداقل صد لیتر داروی مولد کف موجود باشد که در صورت بروز آتش سوزی بتوان به سهولت از آنها استفاده کرد.
- ▶ در داخل انبارهای ردیف ۲ و ۳ و ۴ باید به نسبت وسعت آن دستگاه های هواکش نصب شود که هوای انبار مرتباً تعویض گردد.
- ▶ انبارهای ردیف ۴ باید به نسبت هر صد متر مربع به دو دستگاه کپسول پودر گاز ۱۲ کیلویی مجهز باشند و چنان چه وسعت انبار بیش از یک صد متر باشد علاوه بر کپسول های مذکور وجود یک دستگاه کپسول پودر گاز ۵۰ کیلویی الزامی است.
- ▶ در مورد انبارهای ردیف ۳ اجزای ساختمان (دیوارها - سقف - ستون و غیره) باید طوری محاسبه شوند که در برابر انفجار داخلی که فشار یکنواخت در تمام جهات وارد می نماید مقاومت نمایند و یا این که سطح در و پنجره به اندازه کافی منظور و طوری تعبیه گردد که بلافاصله پس از انفجار به خارج پرتاب و موجب کاهش فشار وارد به اجزاء ساختمان شوند.

● مراجع

- ۱- آیین نامه حفاظتی حمل دستی بار، قانون کار جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۹.
- ۲- آیین نامه ایمنی انبارهای کالا، <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/96964?keyword>، 19/8/1400.

۱۲

فصل دوازدهم

ملاحظات ایمنی

خاص فرایندهای

مختلف جوشکاری

ملاحظات ایمنی خاص فرایندهای مختلف جوشکاری

● ۱-۱۲ مقدمه

در این بخش، اقدامات احتیاطی و روش‌های منحصر به فرد در فرایندهای مختلف، مورد بحث قرار گرفته است.

● ۲-۱۲ ملاحظات ایمنی خاص فرایندهای جوشکاری

■ ۱-۲-۱۲ جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت

استیلن، متیل استیلن-پروپادین (MPS)، گاز طبیعی، پروپان، پروپیلن و هیدروژن معمولاً در جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت استفاده می‌شوند.

▲ تجهیزات اکسیژن:

تجهیزات اکسیژن، از جمله سیلندرها و خطوط لوله، نباید برای گاز دیگری استفاده شوند. عدم رعایت این مسئله ممکن است منجر به احتراق خود به خود یا انفجار در نتیجه آلودگی دستگاه اکسیژن به مواد قابل احتراق شود.

▲ مشعل‌ها:

فقط مشعل‌های جوشکاری و برشکاری که توسط نهادهای ذی صلاح تأیید شده‌اند می‌توانند در عملیات جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت استفاده شوند.

مشعل‌های گاز اکسی سوخت باید در شرایط خوبی نگهداری شوند و در فواصل منظم توسط سازنده یا تکنسین‌های واجد شرایط بررسی شوند. مشعل باید فقط با گاز سوختی که برای آن طراحی شده است استفاده شود. فشار گاز سوخت و اکسیژن باید به میزانی باشد که سازنده مشعل توصیه می‌کند. مشعل‌ها و اتصالات باید قبل از روشن شدن مشعل، از نظر نشتی بررسی شوند و زمانی که تجهیزات به گونه‌ای مورد استفاده قرار

گیرند که باعث ایجاد نشتی شود آزمایش نشتی باید به صورت مکرر انجام شود. برای به حداقل رساندن خطر سوختگی در دست و انگشتان، هنگام روشن و خاموش کردن مشعل، توصیه‌های سازنده باید رعایت شود. مشعل باید فقط با فندک اصطکاک‌ی، شعله شمعک یا منابع احتراق مشابه روشن شود. کبریت، فندک سیگار یا قوس جوشکاری هرگز نباید به عنوان روشن کننده شعله استفاده شود. همچنین باید مشخصات سازنده در مورد توالی عملیات هنگام روشن کردن، تنظیم و خاموش کردن شعله مشعل رعایت شود.

▲ شلنگ‌ها:

فقط از شلنگ‌هایی که برای استفاده در سیستم‌های جوشکاری و برشکاری گازی اکسی سوخت تعیین شده‌اند، می‌توان استفاده کرد. شلنگ‌های مورد استفاده در خدمات گازی اکسی سوخت باید مطابق با استاندارد مربوطه ساخته شده باشند. شلنگ‌ها باید سالم و عاری از روغن و گریس باشند. شلنگ‌های فرسوده، دارای نشتی و معیوب باید تعمیر یا تعویض شوند. فقط باید از بوش‌ها و بست‌های مناسب برای محکم نگه داشتن شلنگ به اتصالات استفاده کرد. از زیاد بودن طول شلنگ باید اجتناب شود. برای جلوگیری از بیچ خوردن و گره خوردن، شلنگ اضافی باید پیچیده شود، اما هرگز نباید در حین استفاده آن را دور سیلندرهای یا چرخ دستی‌های سیلندر پیچید.

■ ۱۲-۲-۲ جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی

خطرات احتمالی جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی، احتیاج به اقدامات لازم را دارد. خطرات احتمالی در جوشکاری و برشکاری قوس الکتریکی شامل شوک الکتریکی، خفگی، بخارات و گاز، اشعه مادون قرمز و اشعه ماورای بنفش، سوختگی، آتش‌سوزی، انفجار و سروصدا است. سطح صدا در حین عملیات برشکاری قوس می‌تواند بسیار زیاد باشد و قرار گرفتن طولانی مدت در آن می‌تواند باعث اختلال در شنوایی شود. برای اندازه‌گیری میزان در معرض قرار گرفتن در محل کار و دریافت توصیه‌های لازم، می‌توان از متخصصان ایمنی یا بهداشت صنعتی مشورت گرفت. هر زمان که لازم باشد، اپراتورها و سایر افراد حاضر در محل باید از محافظ گوش مورد تأیید، استفاده نمایند. برشکاری قوس پلاسما یک فرایند بسیار پرسروصدا است و همچنین مقدار زیادی بخار از خود ساطع می‌کند. برای کنترل دود و سروصدا در برشکاری مکانیزه قوسی پلاسما، می‌توان از میرآب یا صداخفه‌کن آبی استفاده کرد.

■ ۱۲-۲-۳ جوشکاری مقاومتی

هنگام انتخاب تجهیزات جوشکاری مقاومتی، ایمنی پرسنل باید مورد توجه قرار گیرد. کلیه تجهیزات باید توسط پرسنل واجد شرایط و زیر نظر ناظر فنی مطابق با استاندارد برق ماشین‌آلات صنعتی نصب شوند. اپراتورها باید به درستی آموزش ببینند تا بتوانند با اطمینان کامل با تجهیزات جوشکاری مقاومتی کار کنند.

▲ حفاظت از ماشین‌آلات

از تجهیزاتی که شروع کننده عملیات جوشکاری مقاومتی هستند، مانند دکمه‌های فشاری، پدال‌ها و غیره، باید همیشه محافظت شود تا از فعال شدن سهوی جلوگیری شود. یک یا چند دکمه توقف اضطراری

باید در تمام دستگاه‌های جوشکاری تعبیه شود. همچنین باید اطمینان حاصل شود که نصب و استفاده از این دکمه‌های توقف اضطراری به‌خودی‌خود خطرات اضافی ایجاد نمی‌کند.

■ ۱۲-۲-۴ جوشکاری با فرکانس بالا

صدمات ناشی از قدرت جوشکاری با فرکانس بالا، به‌ویژه در محدوده بالای فرکانس‌های جوشکاری، باعث ایجاد آسیب‌های موضعی در بافت سطحی می‌شود. با این حال، احتمالاً این آسیب‌ها کشنده نیستند، زیرا جریان فعلی کم عمق است و عمیقاً به بدن نفوذ نمی‌کند.

از سوی دیگر، ژنراتورهای جوشکاری با فرکانس بالا که ولتاژهای کشنده‌ای از ۴۰۰ ولت تا ۳۰ هزار ولت را در فرکانس پایین یا بالا منتشر می‌کنند، می‌توانند صدمات مهلکی را ایجاد کنند؛ بنابراین، هنگام کار بر روی ژنراتورهای جوشکاری با فرکانس بالا و سیستم‌های کنترل آنها باید اقدامات احتیاطی و ایمنی مناسبی انجام شود. ایستگاه‌های جوشکاری با فرکانس بالا اغلب صداهای بلند و مداوم را منتشر می‌کنند که می‌تواند باعث کاهش شنوایی دائمی شود. در این شرایط محافظت از گوش ضروری است.

■ ۱۲-۲-۵ جوشکاری با پرتو الکترونی

خطرات اولیه مرتبط با تجهیزات جوشکاری پرتو الکترون شامل شوک الکتریکی، تشعشع اشعه ایکس، بخارات و گازها و تشعشعات مرئی آسیب‌رسان است؛ بنابراین، همیشه باید اقدامات احتیاطی انجام شوند.

■ ۱۲-۲-۶ جوشکاری و برشکاری با پرتو لیزر

خطرات مربوط به عملیات لیزر شامل آسیب چشم (سوختگی قرنیه یا شبکیه یا هر دو)، سوختگی پوست، شوک الکتریکی، آسیب سیستم تنفسی در اثر مواد خطرناک ساطع شده در حین کار و خطرات شیمیایی از جمله تماس با خنک‌کننده‌های برودتی است. در همه موارد، باید از استانداردهای موجود در رابطه با استفاده ایمن از لیزرها پیروی کرد. علاوه بر این، یک مأمور ایمنی لیزر که مسئولیت حفاظت از پرسنل و اجرای مقررات ایمنی لیزر را بر عهده دارد باید در تمام تأسیساتی که جوشکاری و برشکاری لیزر را انجام می‌دهند، حضور داشته باشد. در صورت امکان، لیزرها باید در محفظه‌هایی مورد استفاده قرار بگیرند که پرتو را از پرسنل دور کند.

■ ۱۲-۲-۷ جوشکاری اصطکاکی

خطرات ناشی از جوشکاری اصطکاکی و جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی شامل خطرات مربوط به سرعت چرخش بالایی اجزاء، ذرات پرنده، سطح سروصدای زیاد و گرما می‌شود. برای به حداقل رساندن خطر آسیب، دستگاه‌های جوشکاری اصطکاکی باید مجهز به گارد و محافظ مکانیکی مناسب باشند. آنها همچنین باید دارای سوئیچ‌های دودستی و قفل‌های برقی باشند تا از فعال شدن دستگاه در مواقعی که اپراتور یا دیگران به منطقه کار، درایو چرخشی یا سیستم نیرو دسترسی دارند، جلوگیری کنند. پرسنل اپراتور باید از محافظ‌های چشم و گوش و لباس ایمنی عمومی که معمولاً برای عملیات ماشین‌کاری و تراشکاری به کار می‌رود، استفاده نمایند. همچنین استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی مربوطه باید به‌شدت رعایت شود.

۱۲-۲-۸ جوشکاری انفجاری

مواد منفجره و دستگاه‌های انفجاری بخش جدایی‌ناپذیر جوشکاری انفجاری هستند. اگر از این وسایل استفاده نادرست شود، می‌تواند باعث صدمه، مرگ، آسیب به اموال و تخریب شود. اگرچه این مواد ذاتاً خطرناک هستند، اما اقدامات ایمنی می‌تواند خطرات مربوط به جابه‌جایی آنها را به حداقل برساند. به همین دلیل، مواد منفجره باید فقط توسط پرسنل آموزش‌دیده‌ای که در کار با آنها ایمن هستند استفاده شود. برای انجام فرایندهای انفجاری باید مجوزهای لازم اخذ شوند و استانداردهای مربوطه نیز رعایت شوند.

۱۲-۲-۹ جوشکاری فراصوتی

جوشکاری فراصوتی ممکن است خطرات آسیب‌های مکانیکی، برق‌گرفتگی، گرما و سوختگی را به همراه داشته باشد. در تجهیزات فراصوتی با توان بالا، ولتاژهای بالایی در مبدل فرکانس، کلگی جوش و کابل کواکسیال که این اجزا را به هم متصل می‌کند وجود دارد؛ بنابراین، هنگامی که درهای پانل باز هستند یا روکش‌های محفظه برداشته شده است، تجهیزات نباید فعال شوند. از آنجایی که کابل‌ها کاملاً محافظت شده‌اند، در صورت اتصال و نگهداری مناسب، هیچ خطری وجود ندارند.

به دلیل خطرات مربوط به نیروی گیره‌های قطعات، اپراتورها نباید هنگام کار با تجهیزات، دست یا بازو را در مجاورت سره جوشکاری قرار دهند. تجهیزات باید دارای دو دکمه برای کار دستی باشند. برای شروع چرخه جوش، این دو باید هم‌زمان فشار داده شوند و هر دو باید قبل از شروع چرخه بعدی آزاد شوند. برای سیستم‌های خودکار که چرخه جوشکاری با شکل‌های دیگری عمل می‌کنند، باید محافظ‌هایی برای محافظت از اپراتورها نصب شود.

۱۲-۲-۱۰ جوشکاری ترمیت

جوشکاری ترمیت فرایندی است که از واکنش ترموشیمیایی بین اکسید فلز و آلومینیوم برای تولید گرما برای تشکیل جوش استفاده می‌کند. رطوبت موجود در مخلوط ترمیت، چه در انبار، چه در بوته و چه در قطعات کار می‌تواند به سرعت در طی واکنش شیمیایی جوشکاری ترمیت، بخار منتشر کند. این ممکن است باعث خروج فلز مذاب از بوته شود. برای به حداقل رساندن خطر تشکیل بخار، مخلوط ترمیت باید در یک مکان خشک ذخیره شود، بوته باید خشک باشد و اجازه ورود رطوبت به سیستم قبل یا در حین جوشکاری داده نشود. پیش‌گرمایش موردنیاز برای فرایند ترمیت باید با استفاده از اقدامات احتیاطی ایمنی مربوط به تجهیزات و عملیات گازی اکسی سوخت انجام شود. محل کار باید عاری از موادی باشد که ممکن است توسط جرقه یا ذرات کوچک فلز مذاب مشتعل شود. هوای محل کار نیز باید به‌خوبی تهویه شود تا از تجمع گازها و بخارات در واکنش ترمیت جلوگیری شود. پودرها و میله‌های جرقه‌زن شروع‌کننده واکنش باید در برابر احتراق تصادفی محافظت شوند. پرسنل باید از تجهیزات محافظ شخصی مناسب برای محافظت در برابر ذرات داغ یا جرقه استفاده کنند. باید از محافظ‌های کامل صورت دارای لنزهای فیلتر برای محافظت از چشم، سرپوش، دستکش و چکمه‌های ایمنی استفاده کرد. لباس نباید دارای جیب یا سرآستین باشد که ممکن است ذرات داغ داخل آنها گیر بیفتند.

● ۱۲-۳ ایمنی در عملیات جوشکاری رباتیک

یک سیستم جوشکاری رباتیک شامل یک بازوی اجراکننده، منبع تغذیه، مشعل قوس الکتریکی و لوازم جانبی، سیستم تغذیه الکتروود، یک سیستم رهاکننده، مدار جوشکاری، کنترل حفاظتی و ارتباطی و سیستم اتصال زمین است.

خطرات احتمالی پرسنل ناشی از جوشکارهای رباتیک باید با استفاده از طراحی مناسب از بین بروند؛ در غیر این صورت باید از محافظت‌هایی مانند رویه‌های کاری و حفاظت در برابر خطرات استفاده شود. اگر خطری را نمی‌توان با طراحی یا محافظت از بین برد، باید در مورد آن خطر خاص هشدار داد. ویژگی‌های عملیاتی ربات‌ها می‌تواند تفاوت قابل توجهی با سایر ماشین‌آلات و تجهیزات داشته باشد. ربات‌ها قادر به حرکت با انرژی بالا در حجم وسیعی از فضا حتی فراتر از ابعاد اصلی ربات هستند (به شکل ۱۲-۱ مراجعه شود). در صورتی که محصول تحت عملیات و محیط ثابت نگه داشته شود، الگو و شروع حرکت ربات قابل پیش‌بینی است. هرگونه تغییر در محصول تحت عملیات یا محیط می‌تواند بر حرکات برنامه‌ریزی شده تأثیر بگذارد.

ممکن است برخی از پرسنل تعمیر و نگهداری و برنامه‌نویسی ملزم باشند که در محدوده حرکتی محدود شده قرار داشته باشند، در حالی که فعال‌کننده‌های حرکت دارای جریان برق هستند. محدوده حرکتی محدود شده ربات می‌تواند با قسمتی از محدوده حرکتی محدود سایر ربات‌ها یا مناطق کار دیگر ماشین‌آلات صنعتی و تجهیزات مربوطه هم‌پوشانی داشته باشد؛ بنابراین، یک کارگر ممکن است در هنگام کار روی یک ربات دیگر مورد اصابت قرار گیرد، بین آنها یا تجهیزات جانبی گیر بیفتند، یا توسط اجسام پرتاب شده توسط گیره مورد اصابت قرار گیرد.

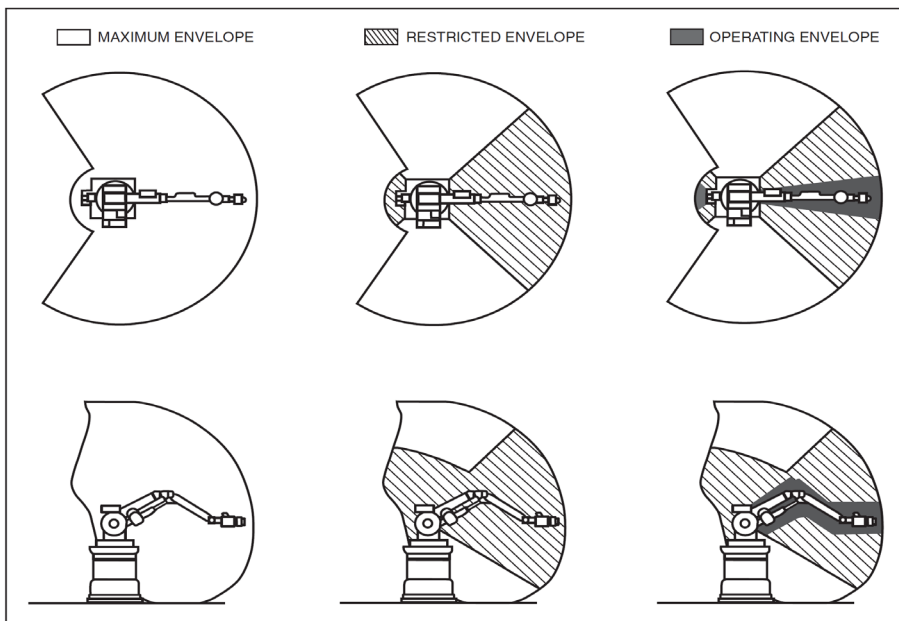
یک ربات با دو یا چند برنامه مختلف می‌تواند برنامه عملیات فعلی را به اشتباه با فراخوانی برنامه دیگری با پارامترهای عملیاتی مختلف مانند سرعت، شتاب افزایشی یا کاهششی و یا مکانی در محدوده حرکتی محدود ربات جایگزین کند. وقوع این امر توسط پرسنل تعمیر و نگهداری یا برنامه‌نویسی که با ربات کار می‌کنند قابل پیش‌بینی نیست. نقص در قطعات نیز می‌تواند باعث حرکت و/یا سرعت بازوی غیر قابل پیش‌بینی ربات شود. خطرات اضافی نیز می‌تواند ناشی از سوء عملکرد یا اشتباه در رابط کاربری یا برنامه‌دهی سایر فرایندها یا تجهیزات جانبی باشد. تغییرات عملیاتی با فرایند در حال انجام یا خرابی نقاله‌ها، سازوکارهای گرفتن قطعه، یا حسگرهای فرایند می‌تواند باعث واکنش متفاوت ربات شود.

تصادفات و حوادث رباتیک را می‌توان در چهار گروه دسته‌بندی کرد: بازوی رباتیک یا ابزار کنترل شده باعث حادثه می‌شود یا فردی را در شرایط خطرناک قرار می‌دهد؛ لوازم جانبی قطعات مکانیکی ربات خراب می‌شود، یا منابع تغذیه ربات کنترل نشده است؛ تصادفات ناشی از برخورد یا گیرافتادن در نتیجه حرکات پیش‌بینی نشده؛ نقص در اجزاء یا تغییرات برنامه پیش‌بینی نشده مربوط به بازوی یا تجهیزات جانبی ربات رخ می‌دهند.

اگر اندامها یا بخشی از بدن کارگر بین بازوی ربات و سایر تجهیزات جانبی گیر بیفتند، ممکن است تصادف با له شدن و به دام انداختن همراه شود، یا ممکن است فرد به صورت فیزیکی به داخل کشیده شود و توسط سایر تجهیزات جانبی مورد برخورد قرار بگیرد.

تصادفات قطعات مکانیکی ممکن است ناشی از خرابی اجزای محرک ربات، ابزارآلات یا پرداخت کنندگان نهایی، تجهیزات جانبی یا منبع تغذیه آن باشد. رها شدن قطعات، خرابی سازوکار گیر بکس یا خرابی ابزارهای پرداخت کاری مانند چرخهای سنگ زنی و غیره، جزو انواع خرابی مکانیکی هستند.

تصادفات دیگر نیز می توانند ناشی از کار با رباتها باشد. تجهیزاتی که توان و کنترل ربات را تأمین می کند، خطرات بالقوه الکتریکی و سیالات تحت فشار را نشان می دهد. پارگی خطوط انتقال هیدرولیک نیز می تواند خطرانی را ایجاد نماید. حوادث محیطی ناشی از جرقه قوس، پاشش فلز، گردوغبار، تداخل فرکانس رادیویی یا الکترومغناطیسی نیز ممکن است رخ دهد. علاوه بر این، تجهیزات و کابل های برق روی زمین نیز خطرات بالقوه ای را ایجاد می کنند.



شکل ۱۲-۱: محدوده کاری یک ربات

فصل سیزدهم

ملاحظات ایمنی

مربوط به جوشکاری

و پرشکاری در شرایط

خاص

ملاحظات ایمنی مربوط به جوشکاری و برشکاری در شرایط خاص

● ۱-۱۳ مسائل ایمنی مربوط به جوشکاری در فضاهای بسته

■ ۱-۱۳-۱ آیین‌نامه ایمنی کار در فضای بسته وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی

فصل اول - کلیات

الف) هدف و دامنه کاربرد: مقررات این آیین‌نامه به استناد ماده (۸۵) و تبصره (۱) ماده (۸۶) قانون کار جمهوری اسلامی ایران به منظور صیانت از نیروی انسانی و منابع مادی کشور و باهدف پیشگیری از وقوع حوادث ناشی از کار و رعایت ایمنی در کارگاه‌های مشمول قانون کار دارای فضای بسته تدوین شده است.

ب) تعاریف: در این آیین‌نامه اصطلاحات زیر در معانی مشروح ذیل به کار می‌روند:

۱. فضای بسته: فضایی با معیارهای زیر است که بر حسب شرایط ایمن نیازمند یا بدون نیاز به مجوز ورود می‌باشد.

۱-۱. به اندازه کافی بزرگ باشد به طوری که بدن یا نیمه‌تنه بالای شخص در آن قرار گیرد تا بتواند وظایف

محواله را انجام دهد؛

۱-۲. برای حضور و کار مستمر اشخاص طراحی نشده و برای اموری نظیر بازرسی، تعمیر و نگهداری

وارد آن می‌شوند؛

۱-۳. دارای ورودی و خروجی‌های محدود باشد؛ به صورتی که امکان فرار در وضعیت اضطراری

به‌سادگی مقدور نباشد؛

۱-۴. از تهویه طبیعی مطلوبی برخوردار نباشد و به دلیل خطر حبس هوا در این فضاها، فشار اتمسفری

داخل با بیرون متفاوت بوده و یا دارای اتمسفر سمی و خطرناک باشد.

۲. فضای بسته بی‌نیاز به مجوز ورود: فضای بسته‌ای که بر اساس ارزیابی ریسک، فاقد خطرات منجر به مرگ یا

جراحت فیزیکی شدید (نقص عضو) و یا سایر صدمات به کارگر باشد.

۳. فضای بسته نیازمند مجوز ورود: فضای بسته ای که بر اساس ارزیابی ریسک شامل یک یا چند ویژگی زیر است:
- ۳-۱. حاوی یک اتمسفر خطرناک یا قابلیت ایجاد یک اتمسفر خطرناک است؛
 - ۳-۲. شامل ماده ای است که امکان غوطه وری یا فرورفتن شخص در آن وجود دارد؛
 - ۳-۳. شکل داخلی آن به واسطه وضعیت دیوارها یا کف شیب دار، می تواند منجر به گرفتادن شخص شود؛
 - ۳-۴. دارای حداقل یکی از مخاطرات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، الکتریکی یا مکانیکی باشد.
۴. برنامه عملیات اجرایی: عبارت است از برنامه ریزی، اجرا، نظارت و پایش حضور عوامل اجرایی در محیط، ورود شخص مجاز، انجام کار و خروج وی از فضای بسته، تغییر نوبت کاری، حفاظت از اشخاص در برابر خطرات این فضا و کنترل و اتخاذ تدابیر ایمنی.
۵. مجوز ورود: به معنای سند مکتوبی است که توسط کارفرما یا نماینده وی تهیه می شود و برای ورود، انجام فعالیت و تعیین شرایط کار می باشد و باید به نام شخص مجاز و عنوان شغلی وی بوده و مشخص کننده محل فضای بسته، هدف ورود، تاریخ، مدت زمان و نوع انجام کار، شرایط ورود و خروج قابل قبول، مخاطرات فضا و نام ناظر و شخص مسئول باشد.
۶. شرایط ورود و خروج قابل قبول: وضعیت حاکم بر فضای بسته که ورود، خروج و فعالیت اشخاص مجاز در آن به صورت ایمن انجام گیرد.
۷. کارفرما: شخص حقیقی یا حقوقی است که یک یا تعدادی کارگر به دستور و حساب وی، به کار گمارده می شوند.
۸. پیمانکار اصلی: شخص حقیقی یا حقوقی دارای صلاحیتی است که بر اساس اسناد و مدارک پیمان به عنوان مجری اصلی موضوع پیمان شناخته می شود.
۹. پیمانکار فرعی یا پیمانکار جزء: شخص حقیقی یا حقوقی دارای صلاحیتی است که پیمانکار اصلی با وی برای انجام بخشی از امور، قرارداد منعقد نموده و پیمانکار مربوطه ملزم به اجرای تعهدات بر اساس اسناد و مدارک موضوع پیمان می باشد.
۱۰. ناظر: شخصی است که توسط کارفرما یا نماینده وی برای نظارت بر شرایط ایمن محیط کار، عملکرد اشخاص مسئول و اجرای صحیح برنامه عملیات اجرایی معرفی گردیده که می تواند خود کارفرما، سرپرست بخش و یا سرپرست واحد باشد.
۱۱. شخص مسئول: شخصی است که در خارج از فضای بسته مستقر و بر شرایط ایمن عملیات اجرایی کار در فضای بسته، ورود و خروج و عملکرد اشخاص مجاز نظارت می نماید. همچنین در صورت نیاز و در شرایط اضطراری می تواند به این فضا وارد شود.
۱۲. شخص مجاز: شخصی است که با داشتن مجوز ورود می تواند وارد فضای بسته شود، این شخص باید آموزش های مرتبط با نوع فعالیت در فضای بسته را گذرانده باشد.
۱۳. آزمایشگر: شخصی است که از دانش و توانایی و مهارت لازم برای انجام آزمایشات و تشخیص و پیش بینی مخاطرات فضای بسته برای انجام اقدامات اصلاحی یا حذف آن ها برخوردار است.

۱۴. عوامل اجرایی: اشخاصی که تحت نظارت ناظر و هماهنگی شخص مسئول، فعالیت‌های مرتبط با خارج از فضای بسته را انجام می‌دهند.

۱۵. اتمسفر خطرناک: اتمسفری است که قرارگیری اشخاص در معرض آن می‌تواند منجر به مرگ، آسیب و عدم توانایی در خروج از فضای بسته شود و دارای شرایط زیر است:

۱-۱۵. گاز، بخار یا گردوغبار قابل اشتعال و احتراق با غلظتی برابر یا بیشتر از ۱۰ درصد حد پایین اشتعال؛
 ۲-۱۵. غلظت اکسیژن هوا کمتر از ۱۹/۵ (نورده و نیم) درصد و یا بالاتر از ۲۳/۵ (بیست و سه و نیم) درصد؛
 ۳-۱۵. تغییرات غلظت مواد موجود در فضای بسته، در مواردی که محدوده مجاز آنها در آخرین ویرایش حدود مجاز مواجعه شغلی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - طبقه‌بندی مواد سمی و خطرناک مشخص شده است.

۴-۱۵. هر شرایط اتمسفری دیگر که برای زندگی و سلامت فرد خطرناک باشد.

۱۶. وضعیت اضطراری و خطرناک: شرایط یا وضعیتی که بتواند مخاطراتی برای عوامل اجرایی یا اشخاص مجاز ایجاد نماید.

۱۷. شرایط ممنوع: وقوع شرایط یا وضعیت غیر ایمن که مخاطراتی برای شخص مجاز ایجاد نماید.

۱۸. غوطه‌وری و فرورفتن: محاصره و دربرگرفتن یک شخص توسط مایعات یا ذرات ریز جامد قابل حرکت و جابه‌جایی که بتواند به واسطه ازکارانداختن سیستم تنفسی و یا اعمال فشار به بدن باعث آسیب یا مرگ شود.
 ۱۹. خنثی‌سازی: عملی است که طی آن یک گاز بی‌اثر غیر قابل احتراق و غیرآلاینده و واکنش‌ناپذیر (مانند نیتروژن) جایگزین گاز یا بخارات موجود در اتمسفر قابل اشتعال گردد به گونه‌ای که اتمسفر فضای بسته، غیر قابل اشتعال و واکنش‌ناپذیر شود.

۲۰. جداسازی: فرایندی است که تمام یا بخشی از فضای بسته را برای پیشگیری از آزاد شدن انرژی یا ورود مواد به داخل آن از مدار خارج می‌نماید. این کار از طریق جدا نمودن لوله‌ها، مسدود نمودن دو طرفه، جدا نمودن اتصالات مکانیکی، قفل کردن و مسدود نمودن تمامی منابع انرژی انجام می‌شود.

۲۱. پایش: آزمایشاتی است که برای شناسایی و ارزیابی خطرات و تعیین میزان تغییرات شرایط ایمن فضای بسته به صورت دوره‌ای و مداوم در مدت انجام فعالیت شخص مجاز در فضای بسته انجام می‌شود.

۲۲. گروه امدادی: افراد معین آموزش دیده و دارای صلاحیتی هستند که وظیفه آن‌ها رفع خطر و نجات اشخاص حادثه‌دیده از فضای بسته می‌باشد.

۲۳. تجهیزات امداد و نجات: به تجهیزاتی مانند طناب نجات، حمایل‌بند (هارنس)، جلیقه نجات، کپسول اطفای حریق، تجهیزات حفاظت فردی، کپسول اکسیژن و دیگر لوازمی که برای امداد و نجات اشخاص حاضر در فضای بسته نیاز است، اطلاق می‌شود.

۲۴. آزمایش: این فرایند شامل آزمون‌ها و اقداماتی برای شناسایی خطرات فضای بسته است که اشخاص مجاز در هنگام ورود یا کار ممکن است با آن روبرو شوند.

۲۵. مدارک و مستندات: به تمامی برنامه‌ها، مجوزها، گواهی‌نامه‌ها و تأییدیه‌های کار در فضای بسته که به صورت مکتوب یا الکترونیکی است، اطلاق می‌شود.
۲۶. کالیبراسیون (واسنجی): عبارت است از مقایسه یک دستگاه اندازه‌گیری با یک استاندارد و تعیین میزان خطای این وسیله نسبت به آن و در صورت لزوم تنظیم آن در مقایسه با استانداردهای مربوطه.
۲۷. ماسک فرار: ماسک قابل حمل است که در هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه ناشی از انتشار گازهای سمی به راحتی توسط اشخاص مورد استفاده قرار گیرد.
۲۸. مدیریت ریسک: فرایند شناسایی، ارزیابی، تحلیل و رفع عوامل خطر ساز است که می‌تواند با کنترل خطرات احتمالی از حوادثی که ممکن است در مدت اجرای یک طرح (پروژه) رخ بدهد، پیشگیری نماید.

فصل دوم - مقررات عمومی

۱. کارفرما مکلف است قبل از شروع هرگونه فعالیت و ورود اشخاص مجاز به فضای بسته، نسبت به اجرای صحیح مدیریت ریسک اقدام نماید. نتایج حاصل از آن باید منجر به شناسایی و ارزیابی و حذف و کنترل کلیه مخاطرات و اصلاح فرایندها شود.
۲. کارفرما باید برنامه عملیات اجرایی و دستورالعمل‌های مربوط به آن شامل آزمایش‌های لازم، شناسایی مخاطرات غوطه‌وری و فرورفتن، شرایط ورود و خروج قابل قبول، انجام کار به روش ایمن، عملیات امداد و نجات، ایمن‌سازی پس از خروج و اتمام عملیات را تهیه، تدوین، اجرا، بازنگری و به‌روزرسانی نماید.
۳. کارفرما مکلف است برنامه عملیات اجرایی و دستورالعمل‌های مربوط به آن را قبل از ورود هر یک از اشخاص اعم از ناظر، شخص مسئول، شخص مجاز، آزمایشگر به فضای بسته به صورت مکتوب تهیه و ابلاغ نموده و بر اجرای آن نظارت نماید.
۴. کارفرما مکلف است در زمان انجام فعالیت‌های مربوط به فضای بسته؛ با نصب علائم خطر، هشداردهنده یا بازدارنده مانند «خطر»، «ورود ممنوع» یا جملات مشابه از ورود اشخاص غیرمجاز به فضای مذکور جلوگیری به عمل آورد. علائم هشدارری باید محل خطر و نوع آن را مشخص نماید.
۵. قبل از ورود به فضای بسته و به منظور اطمینان از ایمن بودن شرایط باید بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی ریسک، عملیات گازسنجی توسط آزمایشگر و به وسیله دستگاه کالیبره شده (واسنجی شده) برای تعیین مقدار اکسیژن و گازها و بخارات قابل اشتعال و سمی انجام شود. ورود مجدد منوط به تجدید گازسنجی است و نتایج باید قبل از هر نوبت کاری در دسترس اشخاص قرار گیرد.
۶. باز شدن پوشش یا دریچه فضای بسته، منوط به حذف یا کنترل شرایط نایمن بوده و باید توسط مانع یا حفاظ موقت از سقوط اتفاقی افراد یا اجسام خارجی به داخل فضای بسته پیشگیری شود.
۷. فضای بسته قبل از ورود افراد باید از سرویس خارج شده و با روش حذف، مهار یا کنترل، از آزاد شدن انرژی یا ورود مواد به داخل آن به طور کامل ممانعت به عمل آید.

۸. ورود اشخاص به فضای بسته تا زمان حذف تمامی مخاطرات موجود در این فضا و صدور مجوز ورود، ممنوع است.
۹. تهویه مکانیکی دائمی فضای بسته باید محل استقرار و فعالیت اشخاص مجاز را از اتمسفر خطرناک تا زمان خروج آخرین فرد، ایمن نگه دارد.
۱۰. جایگزینی هوای آلوده فضای بسته با هوای سالم و قابل استنشاق الزامی است و باید به گونه‌ای انجام شود که امکان ورود مجدد هوای آلوده خروجی به داخل فضای بسته وجود نداشته باشد.
۱۱. کارفرما باید برای شناسایی مخاطرات و جلوگیری از تجمع اتمسفر خطرناک و اطمینان از عملکرد صحیح تهویه مکانیکی، هوای فضای بسته را در طول مدت کار، توسط آزمایشگر پایش نماید.
۱۲. استفاده از تجهیزات الکتریکی برای تهویه‌ی اتمسفر قابل اشتعال یا انفجار فضای بسته، ممنوع است مگر اینکه این هواکش‌ها از نوع ضد جرقه بوده و مجهز به سیستم اتصال زمین باشند.
۱۳. کارفرما مکلف است در صورت واگذاری انجام کار به صورت مقاطعه کاری، ضمن رعایت مفاد ماده (۱۳) قانون کار نسبت به رعایت قوانین و مقررات ایمنی و حفاظتی اقدام نماید.
۱۴. کارفرما مکلف است در صورت شناسایی اتمسفر خطرناک یا تغییر شرایط ایمن فضای بسته، در تمامی مراحل ورود یا انجام کار، سریعاً اشخاص را از فضای بسته خارج و علت و میزان انتشار اتمسفر خطرناک یا تغییر شرایط را ارزیابی نماید. ورود مجدد اشخاص به این فضا با رعایت اقدامات حفاظتی و تأیید کتبی مجاز است.
۱۵. کارفرما باید مدارک مکتوب مربوط به حذف خطرات فضای بسته را همراه با زمان و مکان آن فضا تهیه نماید و این مدارک همواره در دسترس باشد.
۱۶. فضای بسته‌ای که تمامی خطرات منجر به مرگ، آسیب یا سایر صدمات آن بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی ریسک حذف گردیده، می‌تواند با تأیید کتبی به فضای بسته بی‌نیاز به مجوز ورود تغییر نماید.
۱۷. کارفرما مکلف است در صورت تغییر شرایط ایمنی فضای بسته بی‌نیاز از مجوز ورود، بلافاصله دستور خروج تمام اشخاص حاضر در این فضا را صادر کرده و فضای بسته مذکور را مجدداً ارزیابی نماید و در صورت لزوم آن را به فضای بسته نیازمند مجوز ورود تغییر دهد.
۱۸. کارفرما مکلف است قبل از ایمن‌سازی فضای بسته، از ورود تمامی اشخاص و انجام هرگونه فعالیت ممانعت به عمل آورد.
۱۹. پیمانکار باید در تمام مراحل عملیات اجرایی و در مدت فعالیت در مجاورت کارگران کارفرما و سایر پیمانکاران، بردفتار ایمن کارگران تحت پوشش خود نظارت نماید.
۲۰. پیمانکار باید شروع و پایان عملیات اجرایی را با هماهنگی و مجوز کتبی کارفرما انجام دهد و گزارش حوادث و اتفاقات رخ داده قبل، حین و یا بعد از عملیات در فضای بسته را به کارفرما ارائه دهد.
۲۱. کارفرما مکلف است گزارش عملیات و مخاطرات حین کار را از پیمانکار فضای بسته اخذ و در صورت نیاز، نسبت به بازنگری برنامه عملیاتی اجرایی اقدام لازم را به عمل آورد.

۲۲. کارفرما باید اشخاص ناظر، مسئول، مجاز، آزمایشگر و گروه امدادی داخل کارگاه را مشخص نماید و ضمن ابلاغ شرح وظایف آن‌ها، بر اجرای دقیق و ایمن آن وظایف نظارت نماید و آموزش‌های لازم را قبل از شروع کار، به آن‌ها ارائه دهد.
۲۳. پیش‌بینی و تهیه برنامه عملیات امداد و نجات در شرایط اضطراری و ثبت و نگهداری مستندات آن در کارگاه، توسط کارفرما الزامی است.
۲۴. کارفرما مکلف است قبل از شروع به کار اشخاص در فضای بسته، هماهنگی لازم با گروه امدادی خارج از کارگاه را برای اطلاع از شرایط موجود و حضور احتمالی برای عملیات امداد و نجات را به عمل آورد.
۲۵. برگه اطلاعات ایمنی یا دیگر اطلاعات مربوط به موادی که اشخاص مجاز در اثر آن آسیب‌دیده‌اند باید در اختیار گروه امدادی و گروه پزشکی معالج قرار گیرد تا برای مداوای فرد مصدوم استفاده شود.
۲۶. پیمانکار مکلف است قبل از انجام فعالیت در فضای بسته، اطلاعات موردنیاز در خصوص مخاطرات و عملیات اجرایی بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی ریسک را از کارفرما دریافت نماید.
۲۷. پیمانکار مکلف است قبل از ورود به فضای بسته، نسبت به انطباق برنامه عملیات اجرایی با برنامه‌ها و دستورالعمل‌های حفاظت فنی و ایمنی اقدام نماید. شروع عملیات منوط به رعایت و اجرای این دستورالعمل‌ها است.
۲۸. هرگاه کارفرما اجرای عملیات کار در فضای بسته را به طور کامل از ابتدا تا پایان کار، به یک پیمانکار محول نماید، در این صورت پیمانکار مسئول اجرای مقررات مرتبط با حفاظت فنی و ایمنی در کارگاه خواهد بود.
۲۹. هرگاه کارفرما اجرای عملیات کار در فضای بسته را به صورت پیمان به پیمانکاران مختلف محول نماید، هر پیمانکار در محدوده پیمان خود، مسئول اجرای مقررات حفاظت فنی و ایمنی بوده و کارفرما به منظور جلوگیری از تداخل کاری و بروز خطرات یا حوادث احتمالی مسئول ایجاد هماهنگی و نظارت بر عملکرد بین آن‌ها می‌باشد.
۳۰. هرگاه پیمانکار اصلی با موافقت کارفرما اجرای قسمت‌های مختلف عملیات پیمان را به پیمانکاران جزء واگذار نماید؛ هر پیمانکار جزء در محدوده پیمان خود مسئول اجرای مقررات حفاظت فنی و ایمنی است و پیمانکار اصلی مسئول نظارت و ایجاد هماهنگی بین پیمانکاران جزء خواهد بود.
۳۱. هرگاه کارفرما اجرای عملیات کار در فضای بسته را به پیمانکار واگذار نماید؛ ولی تأمین وسایل، تهیه لوازم اجرای کار، تجهیزات آزمایش، تهویه، وسایل ارتباطی، امداد و نجات، حفاظ‌ها و حصارها بر عهده کارفرما باشد در این صورت فقط انجام عملیات اجرایی و واگذار شده و پیمانکار مکلف به تأمین نیروی انسانی آموزش‌دیده در زمینه کار در فضای بسته و نظارت بر رعایت موازین ایمنی در حین انجام کار کارگران خود می‌باشد. در این روش از واگذاری، کارفرما باید تجهیزات و وسایل سالم و ایمن را در اختیار آنان قرار داده و بر عملکرد ایمن پیمانکار و کارگران تحت امر او نظارت عالی داشته باشد.
۳۲. کارفرما باید تمرینات عملیات امداد و نجات در فضای بسته را حداقل یک بار در طی ۱۲ ماه انجام دهد و مدارک و مستندات مربوطه را در کارگاه و در دسترس نگهداری نماید.

فصل سوم - برنامه عملیات اجرایی

۱. کارفرما با توجه به نوع فعالیت کارگاه باید برنامه عملیات اجرایی در فضای بسته را با اولویت رعایت ایمنی تهیه و در دوره‌های زمانی مشخص به روزرسانی نماید.
۲. کارفرما مکلف است برای تأمین ایمنی اشخاص مجاز در فضای بسته، نسبت به مشخص نمودن فضای بسته، جداسازی، پاک‌سازی، خنثی‌سازی و یا تهویه فضای مذکور و شرایط ورود و خروج قابل قبول و دسترسی بر اساس نتایج آزمایشات اقدام نماید.
۳. کارفرما باید برای حفاظت عوامل اجرایی و اشخاص مجاز، محل عبور افراد و ماشین‌آلات را مشخص نموده و با ایجاد موانع و حفاظ گذاری، آن‌ها را از مخاطرات محافظت نماید.
۴. کارفرما مکلف است علاوه بر تهیه لوازم اجرای کار، تجهیزات مورد نیاز برای انجام آزمایش، نظارت، تهویه، حفاظت فردی، وسایل ارتباطی، امداد و نجات و حفاظ‌ها و حصارهای مورد نیاز را تهیه نموده و آموزش لازم برای استفاده و نگهداری مناسب از آن‌ها را به اشخاص ارائه و بر استفاده صحیح از آن‌ها نظارت نماید.
۵. روشنایی فضای بسته باید به گونه‌ای باشد که شخص مجاز بتواند وظایف خود را به صورت ایمن انجام دهد و در شرایط اضطراری برای ترک این فضا کافی باشد.
۶. روشنایی فضای بسته باید بر اساس شرایط محیطی و اتمسفر موجود در آن فضا تأمین گردد. در صورت احتمال وقوع اشتعال یا انفجار، باید از تجهیزات روشنایی ضد جرقه (۲۴ ولت) استفاده نمود و در غیر این صورت، می‌توان از تجهیزات روشنایی معمولی بهره برد.
۷. تجهیزات روشنایی باید متناسب با شرایط فضای بسته باشد. در فضاهایی که احتمال اشتعال یا انفجار در آن وجود دارد باید این تجهیزات ضد جرقه و مقاوم در برابر آتش باشند.
۸. انجام آزمایش‌های مداوم برای شناسایی مخاطرات و اطمینان از ایمن بودن عملیات اجرایی در فضاهای بسته‌ای که با توجه به تولید پیوسته و جریان مداوم فرایند، امکان جداسازی کامل وجود ندارد، الزامی است.
۹. انجام آزمایش برای شناسایی خطرات اتمسفری در فضای بسته با اولویت اندازه‌گیری میزان اکسیژن و گازها و بخارات قابل اشتعال و انفجار و گازها و بخارات سمی الزامی است و این نتایج باید قبل از ورود، در اختیار اشخاص مجاز قرار گیرد.
۱۰. کارفرما مکلف است نسبت به استقرار و حضور دائمی حداقل یک شخص مسئول در خارج از فضای بسته به منظور نظارت بر عملکرد شخص مجاز و شرایط ایمن فضای بسته اقدام نماید. ارجاع امور متفرقه به شخص مسئول ممنوع است.
۱۱. کارفرما بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی ریسک، باید نسبت به تهیه دستورالعمل‌های اجرایی شامل: دستورالعمل‌های صدور مجوز ورود، کار هم زمان چند عامل اجرایی، فراخوان گروه امدادی، اقدام در شرایط اضطراری و ابطال مجوز ورود به فضای بسته، اقدام نماید.

۱۲. کارفرما باید بر اساس اطلاع شخص ناظر یا مسئول یا مجاز مبنی بر وجود نقص و ایراد در روند برنامه عملیات اجرایی، از ادامه فعالیت جلوگیری نماید و سپس برنامه مذکور را مورد بازنگری قرار داده و اقدامات اصلاحی برای رفع مخاطرات را انجام دهد.

۱۳. کارفرما به منظور بازنگری برنامه عملیات اجرایی برای محافظت اشخاص از خطرات باید دلایل لغو مجوزهای صادر شده و مخاطرات ثبت شده در مجوزهای پایان یافته را در فاصله زمانی یک ساله از زمان صدور هر مجوز مورد بررسی قرار دهد.

فصل چهارم - مجوز ورود

۱. کارفرما باید مجوز ورود به فضای بسته را به صورت مکتوب صادر نماید. ورود شخص مجاز به فضای بسته، منوط به داشتن مجوز با امضای شخص ناظر و شخص مسئول می باشد.

۲. صدور مجوز ورود باید به نام شخص مجاز و با درج عنوان شغلی وی باشد. نام و امضای اشخاص ناظر و مسئول و هدف از ورود، تاریخ ورود، مدت زمان و نوع انجام کار، شرایط ورود و خروج قابل قبول و مخاطرات فضای بسته باید در آن ذکر شده باشد.

۳. مجوز ورود باید منطبق بر نتایج حاصل از مدیریت ریسک باشد. همچنین شامل ارزیابی و اقدامات کنترلی برای جداسازی فضای بسته و روش های حذف یا کنترل خطرات، قبل از ورود به آن و شرایط خروج در وضعیت اضطراری باشد.

۴. مجوز ورود باید روش و نحوه دسترسی به گروه امدادی، تجهیزات حفاظت فردی، نتایج آزمایشات، روش های ارتباطی و هشدار را مشخص نماید.

۵. مجوز ورود باید مشخص کننده نوع و روش ارتباط بین شخص مسئول و شخص مجاز باشد.

۶. کارفرما باید مدارک مربوط به صدور، لغو یا پایان مجوز ورود به فضای بسته را برای بازنگری و اصلاح و بهبود روش ها حداقل به مدت یک سال نگهداری نماید.

فصل پنجم - وظایف اشخاص

بخش اول - وظایف ناظر

۱. ناظر باید اطلاعات و آگاهی لازم از مخاطرات عملیات ورود، خروج و حین کار را داشته باشد و بر اساس مجوز ورود بر شرایط ایمن محیط کار، عملکرد اشخاص مسئول و اجرای صحیح برنامه عملیات اجرایی نظارت نماید.

۲. ناظر باید برنامه حضور و انجام عملیات گروه امدادی را تأیید نماید.

۳. ناظر باید بر فرآیند انجام کار و شرایط محیطی خارج فضای بسته، نظارت نماید و بر اساس گزارش ها شخص مسئول، گزارش نهایی را تهیه و به کارفرما ارائه نماید.

۴. ناظر موظف است در صورت وجود چند فضای بسته، بر عملکرد اشخاص مسئول هر فضای بسته نظارت نموده و هماهنگی لازم بین آن‌ها را به عمل آورد.

۵. ناظر باید مجوز ورود را بر اساس گزارش شخص مسئول در پایان عملیات اجرایی و یا در صورت پدید آمدن شرایط اضطراری و خطرناک در داخل فضای بسته یا در نزدیکی آن، لغو نماید.

بخش دوم - وظایف شخص مسئول

۱. شخص مسئول باید بر اساس برنامه عملیات اجرایی بر تغییر نوبت کاری نظارت و ایمن بودن شرایط کاری قبل از ورود را تأیید نماید.

۲. شخص مسئول باید اطلاعات و آگاهی لازم از روند انجام کار و خطرات مربوط به عملیات ورود، خروج و حین کار شخص مجاز را داشته باشد و از تعداد و مشخصات دقیق اشخاص مجاز حاضر در فضای بسته مطلع باشد. شخص مسئول باید به صورت تمام وقت در محل انجام کار خود مستقر و دارای ارتباط دائمی با اشخاص مجاز بوده تا از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل نماید.

۳. شخص مسئول باید در صورت ناتوانی برای انجام امور محوله، قرارگیری شخص مجاز در شرایط خطرناک، شناسایی وضعیت اضطراری در خارج از فضای بسته و یا شناسایی شرایط ممنوع به نحوی که باعث به خطر افتادن جان اشخاص گردد سریعاً عملیات اجرایی را متوقف نموده و دستور خروج اشخاص مجاز از فضای بسته را صادر نماید.

۴. شخص مسئول موظف است در صورت نیاز اشخاص مجاز داخل فضای بسته به کمک، سریعاً برای نجات آن‌ها اقدام نموده و از گروه امدادی درخواست کمک نماید.

۵. شخص مسئول موظف است از انجام امور مغایر با شرح وظایفش خودداری نماید و در هنگام انجام فعالیت در فضای بسته، از حضور و ورود افراد غیر مجاز به این فضا جلوگیری به عمل آورد.

۶. شخص مسئول موظف است در هنگام بروز حادثه یا رخداد پیش‌بینی نشده در شرایط فضای بسته یا محوطه اطراف آن، از حضور، تجمع و دخالت افراد غیر مجاز برای شرکت در عملیات امداد و نجات جلوگیری نماید.

۷. شخص مسئول باید علاوه بر کنترل مجوز ورود شخص مجاز، از مجهز بودن آن‌ها به تجهیزات حفاظتی متناسب با انجام کار اطمینان حاصل نماید.

۸. شخص مسئول باید بر محصور بودن محوطه فضای بسته و نصب علائم هشداردهنده نظارت نموده و در صورت مشاهده هر گونه نقص یا ایراد ضمن متوقف نمودن کار، مراتب را به ناظر گزارش نماید.

۹. شخص مسئول باید از مراحل انجام کار در داخل فضای بسته مطلع باشد و نسبت به ثبت و ضبط گزارش فرایند اجرایی کار و ارائه به ناظر اقدام نماید.

بخش سوم - وظایف شخص مجاز

۱. شخص مجاز باید از سلامت لازم و توانایی جسمی انجام کار در فضای بسته برخوردار بوده و ضمن آگاهی از مخاطرات فضای بسته، دستورالعمل‌های تدوین شده توسط کارفرما در حیطه وظایف خود را به طور صحیح و کامل اجرا نموده و قبل از ورود به این فضا مجوز ورود را از شخص مسئول دریافت نماید.

۲. شخص مجاز باید دوره‌های آموزش ایمنی مرتبط با نوع فعالیت در فضای بسته را گذرانده و مهارت لازم برای به‌کارگیری و استفاده صحیح از تجهیزات ارتباطی، فنی و حفاظت فردی را داشته باشد.
۳. شخص مجاز در صورت قرارگرفتن در وضعیت خطرناک و یا مواجهه و شناسایی شرایط ممنوع، باید سریعاً فضای بسته را ترک نماید و شخص مسئول را از این شرایط آگاه نماید.
۴. شخص مجاز به محض فعال شدن هشدار تخلیه و یا صدور دستور تخلیه توسط شخص مسئول؛ باید سریعاً و به شکل ایمن از فضای بسته خارج شود.
۵. ورود اشخاص مجاز به داخل فضای بسته، بدون حضور و تأیید شخص مسئول ممنوع است.
۶. شخص مجاز باید در زمان ورود به فضای بسته، به تجهیزات امداد و نجات مجهز شود تا در صورت وقوع خطر، گروه امدادی بتوانند به‌سهولت عملیات امداد و نجات را انجام دهند. اگر با تأیید کارفرما، استفاده از این تجهیزات باعث ایجاد مخاطره گردد و یا کمکی به عملیات نجات نکند، انجام آن الزامی نیست.
۷. شخص مجاز در صورت الزام به استفاده از تجهیزات تنفسی، باید به حلیقه تمام بدن متصل به طناب نجات، مجهز باشد

بخش چهارم - وظایف آزمایشگر

۱. آزمایشگر باید از دانش، تخصص و مهارت لازم در به‌کارگیری تجهیزات آزمایش، حفاظت فردی، ارتباطی مخابراتی و فنی در انجام آزمون‌های موردنیاز برای فضای بسته برخوردار باشد.
۲. آزمایشگر باید بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده از تجهیزات اندازه‌گیری سالم و کالیبره شده (واسنجی شده) استفاده نماید و در صورت نقص یا کالیبره نبودن تجهیزات، مراتب را به شخص مسئول و کارفرما اطلاع دهد.
۳. آزمایشگر موظف است ضمن آلاینده سنجی فضای بسته، مخاطرات فضای بسته را شناسایی و نسبت به اجرای صحیح و کامل دستورالعمل‌های مربوط به خود اقدام نماید و در صورت قرارگرفتن در وضعیت خطرناک یا مواجهه یا شناسایی شرایط ممنوع در حین آزمایش، باید سریعاً از آن فضا خارج و مراتب را به شخص مسئول اعلام نماید.
۴. آزمایشگر باید همواره در تمام مراحل انجام عملیات کار در فضای بسته در دسترس باشد و آمادگی لازم برای انجام مجدد آزمایشات را داشته باشد همچنین نتایج آزمون را در مجوز ورود ثبت و امضا نماید.

بخش پنجم - وظایف گروه امدادی

۱. گروه امدادی باید آگاهی و آمادگی در زمینه انجام عملیات امداد و نجات و کار با دستگاه‌ها و تجهیزات و انجام سایر وظایف محوله در فضای بسته را داشته باشند.
۲. گروه امدادی باید برای برنامه‌ریزی و اجرای عملیات، اجازه دسترسی به تمامی قسمت‌های لازم کارگاه و فضاهای بسته را داشته باشند.
۳. گروه امدادی داخل کارگاه باید در دوره‌های آموزشی کاربردی امداد و نجات مرتبط با فضای بسته شرکت نمایند و گواهی‌نامه معتبر و کتبی از مرجع دارای صلاحیت اخذ نمایند.

فصل ششم - آموزش

۱. کارفرما مکلف است قبل از شروع به کار اشخاص مجاز، آموزش‌های مبتنی بر دانش و مهارت برای انجام ایمن وظایف محوله در فضای بسته را توسط مراجع دارای صلاحیت به آن‌ها ارائه نماید.
۲. آموزش‌های عمومی و تخصصی ایمنی اشخاص مجاز و گروه امدادی، باید توسط مراجع دارای صلاحیت انجام پذیرد و گواهی‌نامه با مشخصات شخص آموزش‌دیده، عنوان دوره، تاریخ آموزش، مهر و تأیید مرجع آموزشی صادر و در کارگاه در دسترس باشد.
۳. کارفرما باید پیمانکار را ملزم به به‌کارگیری کارگرانی نماید که آموزش‌های متناسب با کار در فضای بسته را گذرانده باشند.
۴. پیمانکار مکلف است قبل از شروع کار، مدارک و مستندات مرتبط با آموزش‌های ایمنی کارگران خود را به کارفرما ارائه نماید.

فصل هفتم - سایر مقررات

۱. کارفرما مکلف است برای انجام تعمیرات، سرویس و سایر فعالیت‌ها در فضای بسته، با جداسازی از طریق حفاظ‌گذاری اجزای متحرک و گردنده نسبت به ایمن نمودن آن فضا اقدام نماید.
۲. کارفرما مکلف است کلیه تجهیزات و ماشین‌آلات الکتریکی مانند کلیدها، موتورها و توربین‌ها را به شکل ایمن قفل نماید تا به طور ناگهانی یا اتفاقی در حین عملیات کار در فضای بسته، راه‌اندازی نشود.
۳. استفاده از اکسیژن خالص برای تأمین هوای موردنیاز و یا تهویه فضای بسته، ممنوع است.
۴. قراردادن مخزن یا کیسول تأمین‌کننده هوا برای تهویه در داخل فضای بسته ممنوع است.
۵. پمپ‌های هوادهی باید به تأسیسات برق اضطراری مجهز باشند.
۶. گازسنجی مستمر برای پایش میزان غلظت اکسیژن و مواد سمی در فضاهای بسته‌ای که احتمال تغییر شرایط اتمسفری به دلیل برهم خوردن لجن یا نشست مواد از تجهیزات یا واحدهای مجاور وجود دارد، الزامی است.
۷. کارفرما مکلف است اشخاص مجاز را برای مقابله با مخاطرات احتمالی و امکان فرار در مواقع اضطراری، مجهز به ماسک فرار نماید.
۸. محل کار شخص مجاز در فضای بسته باید به گونه‌ای باشد که به لحاظ گرما، سرما از شرایط قابل تحمل برخوردار باشد و یا به لباس کار متناسب با دمای آن فضا مجهز شود.
۹. استعمال دخانیات، ایجاد شعله باز و همراه داشتن موبایل، کبریت، فندک و نظایر آن در فضای بسته‌ای که احتمال احتراق، اشتعال و انفجار در آن وجود دارد ممنوع است.
۱۰. اجرای مفاد آیین‌نامه به استناد مواد (۸۵) و (۹۱) قانون کار برای تمامی کارفرمایان، کارگران مشمول قانون کار لازم‌الاجرا بوده و مسئولیت اجرای آن در محیط کار برعهده کارفرمای کارگاه می‌باشد.

■ ۱۳-۱-۲ جوشکاری در فضاهای بسته

پرسنل جوشکاری که در فضاهای بسته کار می کنند، در معرض خطرات جدی بهداشتی و ایمنی، مانند اتمسفرهای خفه کننده یا قابل اشتعال هستند. اتاق های کوچک، کوره ها، محفظه های کشتی، مخازن راکتور و تانک های ذخیره سازی، نمونه هایی از فضاهای بسته هستند. تهویه در فضاهای بسته باید وجود میزان اکسیژن کافی برای محافظت از زندگی را تضمین کند. علاوه بر این، باید آلاینده های موجود در هوا را در اتمسفرهای تنفسی در حد توصیه شده یا کمتر از حد مجاز نگه دارد و از تجمع مخلوط های قابل اشتعال جلوگیری کند. همچنین باید در صورت لزوم از تهویه برای جلوگیری از وقوع اتمسفرهای غنی شده با اکسیژن و یا با اکسیژن کم استفاده کرد، زیرا سطح اکسیژن باید بین ۱۹/۵٪ و ۲۳/۵٪ (به صورت حجمی) باقی بماند. به عنوان مرجع، هوای طبیعی حاوی تقریباً ۲۱ درصد حجمی اکسیژن است. فقط هوای تمیز و قابل تنفس باید برای تهویه استفاده شود. استفاده از اکسیژن خالص، سایر گازها یا مخلوط گازها برای اهداف تهویه ممنوع است. بدون تأمین غلظت مناسب اکسیژن، جوشکاران ممکن است خفه شوند، بیهوش شوند و احتمالاً بدون علائم هشداردهنده ظاهری بمیرند. لازم به ذکر است که در مناطق بسته، اتمسفرهای غنی شده با اکسیژن، به ویژه آنهایی که بیش از ۲۵ درصد اکسیژن دارند، خطرات دیگری نیز در بردارند که اغلب به دلیل افزایش خطر احتراق سریع و آتش سوزی است. بنابراین، ممکن است لباس ها به شدت بسوزند، لباس ها یا پارچه های آغشته به روغن یا چربی خودبه خود آتش بگیرند و کاغذ شعله ور شود، که همگی این موارد می توانند باعث سوختگی شدید یا حتی کشنده شوند. مناطق بسته باید به منظور بررسی گازها و بخارات سمی یا قابل اشتعال و حضور مداوم سطوح کافی اکسیژن، قبل از ورود و در حین قرارگیری در محل آزمایش شوند. این آزمایشات باید با ابزارهای مورد تأیید مراجع ایمنی انجام شود. همچنین توصیه می شود که از یک سیستم نظارت مداوم با هشدارهای صوتی استفاده شود. توجه به این نکته، ضروری است که همین اقدامات احتیاطی ایمنی در سایر مناطق نیز اعمال می شود. به عنوان مثال، گازهایی که از هوا سنگین تر هستند، مانند آرگون، متیل استیلن - پروپادین (MPS)، پروپان و دی اکسید کربن ممکن است در گودال ها، کف مخازن، مناطق کم ارتفاع و طبقات نزدیک تجمع پیدا کنند. همچنین به عنوان مثال، گازهایی که از هوا، هلیوم و هیدروژن سبک تر هستند، ممکن است در بالای مخازن، مناطق مرتفع و نزدیک سقف تجمع کنند. هر زمان که در کار گرم در فضای بسته، امکان قرارگرفتن در معرض مواد زیر وجود داشته باشد، الزام است که از تهویه آگروز خروجی موضعی مناسب یا محافظ تنفسی با تأمین هوا استفاده شود:

۱. ترکیبات فلوئور (فالكس ها و پوشش ها)؛

۲. کروم (فولاد زنگ نزن، سخت کاری سطحی)؛

۳. روی؛

۴. سرب؛

۵. کادمیوم؛

۶. جیوه؛

۷. برلیم (آگروز خروجی موضعی و هوای تأمین شده، مورد نیاز است).

اگر نمی‌توان از تهویه مناسب اطمینان حاصل کرد، پرسنل فاقد آموزش مناسب و تجهیزات حفاظت فردی هرگز نباید وارد محل کار بسته شوند. جوشکاران، برشکارها و سایر پرسنلی که در چنین مناطقی کار میکنند، باید از دستگاه تنفسی تأییدشده با فشار مثبت هوا استفاده کنند.

آنها همچنین باید یک منبع هوای اضطراری برای مدت حداقل پنج دقیقه، در صورت ازکارافتادن منبع اصلی هوا داشته باشند. فرد دیگری که از تجهیزات ایمنی مشابه استفاده می‌کند نیز باید حضور داشته باشد. هنگامی که کار در مناطق بسته در اتمسفرهایی که به سرعت برای زندگی و سلامتی خطرناک است انجام می‌شود، افراد حاضر آگاه در رابطه با روش‌های نجات باید در خارج از منطقه مستقر شوند. هر فرد حاضر باید دستگاه تنفس مستقل خود را داشته باشد.

علاوه بر آزمایش شرایط اتمسفر، کارگران حاضر در فضای بسته باید اقدامات احتیاطی بیشتری را انجام دهند. از آنجایی که ممکن است از سیلندرهای گاز فشرده، گازها یا مواد فرار نشت نماید، باید این سیلندرها در خارج از مناطق بسته قرار بگیرند. منابع برق جوشکاری نیز باید در خارج از هر فضای بسته‌ای قرار بگیرد تا خطر برق‌گرفتگی و خفگی ناشی از آگروز موتور کاهش یابد. پرسنل باید سریعاً بتوانند در مواقع اضطراری خارج شوند. کسانی که از کمربند ایمنی و طناب نجات استفاده می‌کنند باید اطمینان حاصل کنند که این تجهیزات به درستی پوشیده شده باشند تا در هنگام خروج از آن، دچار گره خوردن یا گیر کردن نشوند.

عملکرد کوره‌های لحیم‌کاری نیز خطرات بالقوه‌ای دارد. این کوره‌ها که نوعی فضای بسته هستند، از اتمسفرهای مختلفی از جمله خلاً، گاز بی‌اثر، گاز قابل اشتعال یا محصولات احتراق گاز قابل اشتعال استفاده می‌کنند. بنابراین، خطرات، شامل تجمع بخارات یا گازهای خطرناک در محل کار، ایجاد مخلوط‌های انفجاری از هوا و گاز قابل اشتعال و خفگی پرسنل می‌باشند.

● ۱۳-۲ مسائل ایمنی مربوط به جوشکاری زیر آب

این بخش شامل اقدامات احتیاطی و روش‌های ایمنی است که در تمام مراحل جوشکاری و برشکاری زیر آب اعمال می‌شود. موارد ایمنی غیرعمومی، به طور جداگانه در بخش‌های مربوط به جوشکاری و برشکاری زیر آب مورد بحث قرار گرفته‌اند. همچنین برای استفاده از هرگونه روش جوشکاری یا برشکاری در حین تعمیر یا نجات محفظه‌ها و سازه‌های دارای حفرات یا محفظه‌ای که حاوی گازهای قابل انفجار یا حاوی مواد خطرناک است، احتیاط‌های خاصی را باید رعایت کرد. این مسئله مهم است که اقدامات ایمن هم در بالای آب و هم در زیر آن اعمال شود. تصادفات بالای آب می‌تواند برای پرسنل موجود در آب خطرناک باشد. هر کاری که می‌تواند منجر به سقوط اجسام شود نباید در منطقه‌ای که در آن ممکن است غواص در حال کار، ورود یا خروج از آب باشد، مجاز باشد.

۱۳-۲-۱ دستورالعمل‌های عملی و ایمن

هر پیمانکاری که در فعالیت‌های غواصی جوشکاری زیر آب مشارکت دارد، باید یک دفترچه راهنمای شیوه‌ها و عملیات ایمن را که حداقل همه مقررات قانونی مربوط به محل کار خاص خود را منعکس کند، تهیه و نگهداری نماید. این دفترچه راهنما باید در محل غواصی در دسترس هر یک از اعضای تیم غواصی قرار گیرد. این دفترچه راهنمای عملیات باید علاوه بر روش‌های ایمنی غواصی، شامل روش‌هایی برای استفاده از ابزارهای دستی و تجهیزات جوشکاری و برشکاری حرارتی باشد.

۱۳-۲-۲ ارتباطات دوطرفه

هنگام انجام جوشکاری یا برشکاری زیر آب، ارتباطات صوتی دوطرفه بین غواص و ناظر یا پیمانکار کنترل تجهیزات باید حفظ شود.

۱۳-۲-۳ تجهیزات الکتریکی

تمام تجهیزات الکتریکی زیر آب که از قسمت بالایی تغذیه می‌شوند باید مجهز به قطع‌کننده خطای زمین، بین منبع تغذیه و ابزار باشند. مدارهای جریان متناوب (AC) هرگز نباید برای فعالیت‌های جوشکاری یا برشکاری دستی یا همراه با غواصی در زیر سطح آب استفاده شوند. فریم‌های دستگاه جوشکاری باید به طور ایمنی متصل به زمین شوند. کابل‌های جوشکاری و برشکاری، نگهدارنده الکتروود و اتصالات باید به درستی عایق‌بندی شده و بتوانند حداکثر جریان مورد نیاز برای کار را حمل کنند. مدارهای الکتریکی جوشکاری و برشکاری حرارتی باید دارای کلید قطع مثبت باشند. همیشه به جز در هنگام جوشکاری یا برشکاری واقعی، سوئیچ باید باز باشد. هنگامی که از یک سوئیچ الکتریکی برای فعال کردن مدار معمولی استفاده می‌شود، یک قطع اضطراری دستی باید در دسترس آسان کسی که سوئیچ را نگه می‌دارد، باشد.

ابزارهای برقی دستی:

همه ابزارهای برقی دستی باید با الزامات بخش تجهیزات الکتریکی بالا مطابقت داشته باشند. همه ابزارهای برقی هیدرولیک و پنوماتیک باید دارای یک سوئیچ یا کنترل فشار ثابت باشند که باعث می‌شود ابزار پس از آزاد شدن کلید یا کنترل متوقف شود.

۱۳-۲-۴ تجزیه و تحلیل خطرات شغلی

پیش از هرگونه کار غواصی، قبل از استفاده از ابزارهای برقی دستی و قبل از انجام جوشکاری یا برشکاری حرارتی، باید تجزیه و تحلیل خطرات شغلی انجام شود. باید به جوشکار تأکید شود که مدار باید قبل از لمس یا تعویض هر الکتروود باز شود. کلیه تجهیزات مورد نیاز باید قبل از استفاده مورد بررسی قرار گیرند تا از سالم بودن در شرایط عملکرد، اطمینان حاصل شود. کلیه دستگاه‌های الکتریکی و سیستم‌های آمبلیکال باید قبل از شروع عملیات به دقت بازرسی شوند و از سایدگی یا بریدگی توسط لبه‌های تیز در حین کار جلوگیری شود. مدارهای قطع‌کننده خطای زمین باید از قبل و همین‌طور در فواصل منظم در طول عملیات، آزمایش شوند. همه ابزارها و تجهیزات الکتریکی دستی، از جمله تجهیزات الکتریکی دستی در داخل اتاقک‌های غواصی، قبل از قرارگرفتن در آب یا بیرون آوردن از آب، باید در سطح آب خاموش شوند.

هنگام انجام جوشکاری و برشکاری زیر آب، غواص باید دستکش عایق بپوشد. دستکش‌های عایق را باید در هنگام دست‌زدن به هرگونه تجهیزات الکتریکی یا کابل‌ها در زیر آب (از جمله اجزای بدون جریان الکتریکی) نیز استفاده کرد. قبل از برشکاری حرارتی یا جوشکاری روی محفظه‌های بسته، سازه‌ها یا لوله‌هایی که حاوی بخار قابل اشتعال هستند یا زمانی که بخار قابل اشتعال در اثر عملیات بر روی آنها ایجاد می‌شود، باید تخلیه شوند، آبگیری شوند یا با مخلوطی از گازها که احتراق را پشتیبانی نمی‌کنند جایگزین شود (این کار برای عملیات انشعاب‌گیری گرم اجباری نیست). اتافک‌های زیر آب باید به طور مستمر از نظر وجود مقادیر بیش از حد گازهای سمی، خفه‌کننده، مخدر و مواد منفجره کنترل شوند. به‌عنوان مثال، اینها شامل آرگون و دی‌اکسید کربن (مورد استفاده در روش جوشکاری)، هلیوم (از گاز تنفسی مخلوط)، نیتروژن (هنگامی که برای جبران فشار جزئی در اتافک استفاده می‌شود)، بخارات جوشکاری (شامل مونوکسید کربن حاصل از فرایند جوشکاری)، هیدروژن و اکسیژن (مواد منفجره احتمالی) می‌شوند.

■ ۱۳-۲-۵ اجرای کار

ابزارهای برقی دستی فقط در صورت درخواست غواص باید از محل غواصی تغذیه شوند. یک سوئیچ تغذیه جریان الکتریکی برای قطع جریان جوشکاری یا الکتروود برشکاری حرارتی باید توسط یکی از اعضای تیم غواصی در ارتباط صوتی با غواصی که جوشکاری یا برشکاری را انجام می‌دهد، نگه داشته شود و در موقعیت باز باقی بماند مگر زمانی که غواص برای اجرای جوشکاری یا برشکاری، درخواست بسته‌شدن مدار سوئیچ را ارائه دهد.

جهت فعالیت در اعماق بیش از ۹ متر انجام عملیات جوشکاری باید در محفظه کیسون (Caisson) صورت گیرد. این محفظه اتاقکی است فلزی که از طرف پایین تقریباً باز بوده و آن را با کمک جرئتیل در آب قرار می‌دهند و سپس هوای فشرده را وارد آن می‌کنند و وقتی زیر آب یا کف دریا قرار داده شود، کارگران می‌توانند در آن به عملیات کار در زیر آب بپردازند.

جهت کار در اعماق بیش از ۹ متر بایستی به‌منظور پیشگیری از بروز عوارض ناشی از ظهور نیتروژن در خون و نسوج، از اتافک‌های مخصوص افزایش و یا کاهش تدریجی فشار موسوم به ساس (SAS) استفاده شود. استفاده از البسه عایق آب و یا لباس غواصی جهت پیشگیری از تأثیر مداوم آب بر روی بدن ضروری است. استفاده از ماسک‌های هوارسان (فشار مثبت) نوع کپسول سرخود و یا شلنگی جهت اعماق زیاد و استفاده از لوله‌های تنفسی در اعماق کم به‌منظور تأمین هوا و یا اکسیژن مورد نیاز جهت تنفس فرد در اعماق آب ضروری است.

■ ۱۳-۲-۶ بازرسی‌ها و آزمون‌ها

رویه‌های آزمون رادیوگرافی باید جنبه‌های ایمنی کنترل و استفاده از منابع رادیواکتیو را پوشش دهد. تجهیزات مورد استفاده برای محافظت و دربرگرفتن از منابع باید مطابق با استانداردهای نظارتی قابل اجرا برای استفاده در محیط زیر آب، طراحی و ساخته شوند. از استفاده از جریان متناوب برای انجام آزمون‌های همراه

با غواصی باید اجتناب شود. در جایی که از آنها استفاده می‌شود، مدارهای جریان متناوب باید کاملاً ایزوله شوند تا از احتمال برق‌گرفتگی جلوگیری شود.

■ ۱۳-۲-۷ پرسنل پشتیبانی

تجهیزات غواصی و لباس غواصی برای پرسنل نظارت و پشتیبانی، رویه‌های غواصی عمومی و اضطراری و اقدامات ایمنی باید مطابق با الزامات استانداردها و قوانین مربوطه باشند.

● ۱۳-۳ مسائل ایمنی مربوط به جوشکاری و برشکاری در ارتفاع

مهم‌ترین مسائل ایمنی مربوط به کار در ارتفاع، بر اساس آیین‌نامه ایمنی کار در ارتفاع وزارت کار، در ادامه آمده است:

▲ کارفرما مکلف به رعایت موارد زیر است:

- ▲ نسبت به شناسایی و ارزیابی مخاطرات و ایمن‌سازی محیط کار اقدام نماید؛
- ▲ با استفاده از سامانه‌های انجام ایمن کار در ارتفاع متناسب با نوع کار، ایمنی افرادی که در ارتفاع بیش از ۱/۲ متر (یک متر و بیست سانتی‌متر) نسبت به سطح مبنا مشمول کار می‌باشند، تأمین نماید؛
- ▲ نسبت به تهیه لوازم و تجهیزات استاندارد و متناسب با نوع کار در ارتفاع که دارای لوح شناسایی حاوی اطلاعات فنی بوده و در محل مناسبی از تجهیزات قابل رویت نصب شده است را اقدام و در اختیار کارگران قرار دهد؛
- ▲ در شرایط جوی نامساعد یا معیوب و ناقص بودن سازه و تجهیزات یا نقص در روش‌های ایمن کار در ارتفاع، از فعالیت کارگران شاغل در ارتفاع جلوگیری به عمل آورد.
- ▲ کلیه واردکنندگان، تولیدکنندگان فروشندگان، عرضه‌کنندگان و بهره‌برداران از ابزارآلات، دستگاه‌ها و تجهیزات مربوط به عملیات کار در ارتفاع مکلف به رعایت استاندارد تولید و موارد ایمنی و حفاظتی فوق‌الذکر می‌باشند.
- ▲ نردبان اجزاء داربست، تجهیزات کار با طناب و سایر تجهیزات و دستگاه‌های کار در ارتفاع باید قبل از هر بار استفاده توسط عامل کار در ارتفاع بازدید شده و در صورت فرسوده یا معیوب بودن، موضوع را به کارفرما یا نماینده وی گزارش نماید.
- ▲ کارفرما مکلف است پس از اطلاع از فرسوده و معیوب بودن لوازم و تجهیزات کار در ارتفاع با برچسب «خطرناک است - استفاده نشود» آنها را از دسترس کارگران خارج و پس از تعمیر شدن، تأیید توسط شخص ذی صلاح مجدداً به محل کار منتقل نماید.
- ▲ انجام کلیه امور نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، سرویس، تعمیر و نگهداری تجهیزات دستگاه و ماشین‌آلات کار در ارتفاع باید مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده صورت پذیرد.

- ▶ کلیه متعلقات داربست، نردبان، تجهیزات، ابزار و وسایل کار در ارتفاع باید قبل از شروع و پس از اتمام کار توسط کارگران و در فواصل معین دوره‌ای بازرسی و کنترل گردد و مجوز شروع به کار صادر شود.
- ▶ کلیه لوازم و تجهیزات کار در ارتفاع باید توسط شخص ذی صلاح به صورت دوره‌ای مورد بازرسی دقیق قرار گرفته و در صورت مشاهده نقص و یا فرسودگی برای از رده خارج نمودن به کارفرما اعلام نماید.
- ▶ کلیه مجریان ذی صلاح که عملیات اجرایی آنها در ارتفاع انجام می‌گیرد موظف هستند در هنگام انجام کار از کارگران دارای گواهینامه مهارت از سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور یا سایر مراجع ذی صلاح استفاده کنند.
- ▶ عامل کار یا شخص ذی صلاح باید دارای گواهینامه مهارت فنی لازم از مراکز ذی صلاح بوده و توانایی انجام کار مربوطه را داشته باشد.
- ▶ کارفرمایان، مجریان، پیمانکاران و سایر عوامل اجرایی در محدوده کارگاه و عملیات خود مکلف به جلوگیری از ورود افراد متفرقه هستند ضمناً نصب علائم هشدار برای کارگران و افراد متفرقه «مطابق آیین‌نامه علائم ایمنی در کارگاه‌ها» به نحوی که به سهولت قابل رویت باشد و مانع انجام کار نگردد الزامی است.
- ▶ حمل و نقل، نصب جمع‌آوری، انبار نمودن و کار با دستگاه‌ها ماشین‌آلات و تجهیزات کار در ارتفاع باید به گونه‌ای باشد که خطری را برای کارگران و افراد متفرقه ایجاد نکند.
- ▶ پرتاب کردن و رها نمودن هر گونه شیء ابزار، لوازم، تجهیزات و مصالح در حین کار ممنوع است.
- ▶ طناب‌ها و کابل‌ها باید در برابر هر گونه سایش، مواد خوردنده، گرما و شعله مستقیم مقاوم باشند.
- ▶ رعایت آیین‌نامه‌های مربوط به خطوط برق‌دار در انجام هر گونه عملیات کار در ارتفاع که افراد و تجهیزات مربوطه در حریم تجهیزات و خطوط برق‌دار قرار می‌گیرند.
- ▶ در لبه سقف‌های شیب‌دار باید تجهیزات مناسب و کافی جهت جلوگیری از لغزش و سقوط کارگر و یا ابزار کاری پیش‌بینی شود.
- ▶ کارگرانی که بر روی سقف‌های شیب‌دار با شیب بیش از ۲۰ درجه کار می‌کنند باید مجهز به سامانه محدودکننده و یا متوقف‌کننده گردند و در صورت امکان تورهای حفاظتی در زیر محل کار آنها نصب گردد.
- ▶ حضور فرد دوم روی سطح‌مبنا در هنگام انجام کار روی جایگاه‌های کار آویزان، بالابرهای سیار، برجی الزامی است.
- ▶ کارفرما مکلف است نسبت به تهیه و در اختیار قراردادن وسیله ارتباطی مناسب با فرد ثانوی در زمان انجام عملیات در ارتفاع اقدام نماید.
- ▶ کارفرما مکلف است نسبت به نصب تابلو یا محتوای موضوعی «قابل استفاده یا عدم استفاده» سامانه از قبیل داربست، متوقف‌کننده، بالابر سیار، جایگاه کار آویزان و سایر موارد مشابه اقدام نماید.
- ▶ هنگام کار در ارتفاع فرد مستقر در جایگاه کار باید متناسب با نوع کار مجهز به وسایل حفاظت فردی از قبیل لباس کار، هارنس، کلاه و کفش ایمنی و سایر لوازم حفاظت فردی گردد.

استفاده از کمربند ایمنی برای عملیات کار در ارتفاع ممنوع بود، فقط در صورتی مجاز است که به عنوان سامانه محدودکننده مورد استفاده قرار گیرد و فرد نباید در وضعیت سقوط قرار گیرد. جزئیات مربوط به ایمنی نردبان، جایگاه کار، داربست، سامانه‌های متوقف‌کننده و محدودکننده سقوط، روش دسترسی با طناب، تور ایمنی، بالابرهای سیار نیز باید مطابق موارد ارائه شده در آیین‌نامه کار در ارتفاع قانون کار جمهوری اسلامی ایران، رعایت شوند.

● ۱۳-۴ جوشکاری و برشکاری روی خطوط لوله و تجهیزات در سرویس

■ ۱۳-۴-۱ راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری و برشکاری شرکت ملی نفت ایران

مطابق با راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری و برشکاری شرکت ملی نفت ایران، الزامات ذیل باید جهت انجام عملیات جوشکاری یا انشعاب‌گیری گرم به روش ایمن روی خطوط لوله یا تجهیزات در سرویس مورد استفاده قرار گیرد:

عملیات انشعاب‌گیری گرم، جهت سوراخ کردن و نصب لوله به طریق بی‌خطر برای تجهیزاتی که محتوی نفت و گاز هستند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این حالت چون مواد قابل اشتعال و خطرناک در معرض هوا نیستند امکان کمتری برای ایجاد حریق یا انفجار ناشی از مواد هیدروکربنی وجود دارد. جهت انجام عملیات انشعاب‌گیری گرم باید قبل از کار، مجوز کار گرم اخذ شده و تمامی موارد لازم جهت ایمنی کار در آن قید شده باشد.

جنس موادی که دستگاه انشعاب‌گیری گرم از آن ساخته شده است و همچنین جنس آب‌بندها باید با محتویات لوله یا مخزن و ظروف سازگار بوده و توسط واحد بازرسی فنی مورد تأیید قرار گیرد.

دستگاه انشعاب‌گیری گرم باید برای فشار، دما و تنش‌های مکانیکی که ممکن است در حین عملیات پیش آید مقاوم باشد.

جنس قطعه برشکاری باید برای نفوذ مؤثر در فلز مورد نظر مناسب باشد.

جوشکاری هرگز نباید درحالی که فشار و حرارت تجهیز مافوق فشار و حرارت متعارف دستگاه بوده و یا اینکه تحت خلأ باشد انجام گیرد.

قبل از شروع کار دستگاه انشعاب‌گیری گرم و متعلقانش باید مورد بازرسی قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که برای کار مناسب هستند.

رویه جوشکاری (WPS) می‌بایست توسط بازرسی فنی مشخص شده باشد.

مشکلاتی که برای جوشکاری روی تجهیزات در سرویس ممکن است پیش آید عبارت‌اند از سوختگی

داخلی^۱ و ترک خوردگی^۲. ترک خوردگی، نتیجه سرد شدن سریع جوش است. سرد شدن می تواند به دلیل حذف سریع حرارت از محتویات داخل لوله نیز باشد.

▶ جهت جلوگیری از وقوع سوختگی داخلی باید میزان انتقال حرارت در زمان جوشکاری مورد ملاحظه قرار گیرد.

▶ باید یک ارزیابی دقیق در مورد میزان سرد شدن جوش صورت گرفته تا حرارت ورودی مورد نیاز جهت جلوگیری از ترک خوردگی تعیین شود.

▶ ظروف و خطوط لوله باید از نظر داشتن ضخامت کافی و دیگر عیوب قبل از کار بازرسی گردند.

▶ برای جوشکاری های ویژه مثل فولادهای با تنش کششی بالا برای جلوگیری از ترک خوردگی عملیات پیش گرم لازم است.

▶ در بعضی از موارد مانند خطوط لوله مشعل ها که کمبود جریان ممکن است باعث به وجود آمدن مخلوط قابل اشتعال گردد، لازم است بخار آب تحت فشار یا گاز غیر قابل اشتعال از آن خط عبور داده شود. این جریان باید تا پایان عملیات جوشکاری ادامه داشته باشد.

▶ حداقل ضخامت لازم برای عملیات باید در مستندات ثبت شود. حداقل ضخامت پیشنهادی برابر ۴/۸ میلی متر می باشد. حداقل ضخامت واقعی که تابعی است از ضخامت مورد نیاز برای افزایش قدرت و فاکتور ایمنی ۲/۴ میلی متر می باشد که از وقوع سوختگی داخلی جلوگیری می نماید. به جز ضخامت های اشاره شده در بالا ممکن است با توجه به فشار عملیاتی، متالورژی فلز و ضخامت لازم توسط متخصصین سازمان مربوطه ارائه گردد.

▶ جوشکاری نباید روی خطوط و تجهیزاتی که دمای مایع یا فلز از ۴۵ درجه سانتی گراد کمتر است انجام شود مگر اینکه قبل از جوشکاری حرارت داده شود.

▶ عملیات انشعاب گیری گرم نباید روی تجهیزاتی که تحت خلأ هستند، انجام پذیرد. مگر آنکه یک دستورالعمل ایمن انجام کار با ارزیابی دقیق نوشته شود.

▶ جوشکاری و عملیات انشعاب گیری گرم نباید روی تجهیزاتی که حاوی شرایط ذیل هستند، انجام پذیرد:

▶ الف) مخلوط هوا / بخار یا اکسیژن / بخاری که نزدیک محدوده اشتعال هستند و حرارت جوشکاری ممکن است باعث اشتعال و انفجار مخلوط گردد؛

▶ ب) هیدروژن، آلیاژهای فولاد کربنی و فریت برای حمله هیدروژنی در دمای بالا مستعد هستند؛

▶ ج) پراکسید، کلرن و دیگر مواد شیمیایی که احتمال دارند در طی عملیات تجزیه شوند؛

▶ د) مواد سوزآور، آمین ها و اسیدها اگر دما و غلظت آنها به حدی باشد که نیازمند عملیات پیش گرم باشند ممکن است باعث ترک خوردگی در سطح جوش یا تأثیر حرارتی گردند.

1- Burn Through

2- Cracking

▶ پیش از اجرای عملیات انشعاب‌گیری گرم یا جوشکاری باید یک دستورالعمل اجرایی روش انجام کار به صورت مکتوب، شامل موارد ذیل نوشته شود:

- ▶ الف) روش طراحی اتصالات؛
- ▶ ب) روش انجام عملیات انشعاب‌گیری گرم؛
- ▶ ج) جزئیات روش جوشکاری، میزان حرارت ورودی؛
- ▶ د) موارد مربوط به ایمنی، بهداشت، پیشگیری از آتش‌سوزی، عکس‌العمل شرایط اضطراری و دیگر موارد موردنیاز.

▶ جوشکاران باید مورد تأیید بوده و در عملیات انشعاب‌گیری گرم دارای تجربه و مهارت کافی باشند. فقط افراد ماهر باید دستگاه را نصب یا سرهم نمایند. این مهارت در نتیجه آموزش‌های تئوری و آموزش‌های ضمن کار به دست می‌آید.

▶ آزمایشات نشان می‌دهد که تماس طولانی‌مدت یا تکراری با مایعات یا بخارات ممکن است باعث ایجاد جراحت و آسیب در افراد گردند؛ لذا باید انواع موادی که در ناحیه جوشکاری ممکن است بوجود آید شناسایی گردند.

▶ اطلاعات لازم در ارتباط با خطرات بهداشتی مواد تشکیل شده باید از طریق مسئولین ذی‌ربط در اختیار کاربران قرار گیرد. اگر احتمال تماس افراد با مواد سمی وجود دارد باید اقدامات کنترلی ذیل صورت گیرد:

- ▶ الف) مشخص کردن میزان تماس از طریق ارزیابی و آنالیز؛
- ▶ ب) رساندن حداقل تماس پوستی و تنفس بخارات یا دودها از طریق روش‌های مهندسی، مدیریتی و یا استفاده از وسایل استحضافی.

▶ جهت عملیات انشعاب‌گیری گرم یا جوشکاری روی مخازن در سرویس موارد ذیل باید موردتوجه قرار گیرد:

▶ الف) فاصله ایمن از محل هواکش مخزنی که احتمال دارا بودن بخارات قابل اشتعال در آن می‌باشد باید مورد بررسی قرار گیرد، زیرا احتمال دارد که بخارات مربوطه به محل جوشکاری رسیده و باعث انفجار و اشتعال گردند؛

▶ ب) در طول مدتی که کار توأم با حرارت ادامه دارد نباید مبادرت به تخلیه یا پر کردن مخزن یا برهم‌زدن محتویات مخزن نمود. کلیدهای دستگاه به هم زنده باید قطع شده و از اتصال جریان جدا شود؛

▶ ج) کلیه شیرهای متصل به خطوط لوله را در محل اتصال به مخزن باید بسته و روی آن برجسب زده‌شود؛

▶ د) هنگام جوشکاری یا انشعاب‌گیری گرم روی مخازن دارای سقف مخروطی شکل باید سطح مایع حداقل یک متر بالاتر از محل جوشکاری نگهداری شود؛

▶ ه) عمل جوشکاری روی مخزن سقف شناور را می‌توان به شرط آنکه پائین‌تر از سطح مایع باشد در هر جایی از بدنه انجام داد. هرگز نبایستی روی سقف یا روزنه‌های موجود اقدام به کار گرم کرد.

- ▶ در صورتی که کار توأم با حرارت در محلی پائین‌تر از سطح زمین اجرا گردد باید موارد ذیل در نظر گرفته شود:
 - ▶ الف) باید قسمتی از زمین خاک برداری شود تا رفت و آمد سریع کارکنان تأمین گردد؛
 - ▶ ب) باید راه‌های خروجی و فرار قابل دسترسی تعبیه گردد؛
 - ▶ ج) باید از وجود اتمسفر در گودال یا فضای بسته برای ورود جهت کار گرم، آزمایش میزان اکسیژن، مواد سمی قابل اشتعال مطلع گشت. اگر اکسیژن کم است و فضای حاوی مواد قابل اشتعال یا سمی است باید با استفاده از وسایل مناسب اقدام به تهویه نمود. همچنین باید از وسایل تنفسی مناسب جهت کار استفاده نمود. دستگاه پایش مستمر میزان اکسیژن هوانیز باید در طول عملیات جهت آگاهی از وضعیت وجود داشته باشد.
 - ▶ چنانچه يك خط لوله از داخل لوله جداری حفاظتی عبور نماید باید اطمینان حاصل شود که جوشکاری روی خط اجرا شود نه روی لوله جداری؛
 - ▶ قبل از انجام عملیات انشعاب‌گیری گرم یا جوشکاری باید موارد ذیل در نظر گرفته شود:
 - ▶ الف) يك فرد متخصص باید در هنگام عملیات در آنجا حضور داشته باشد؛
 - ▶ ب) ناحیه‌ای که اتصال می‌خواهد انجام شود، باید شناسایی شده و به‌طور فیزیکی علامت‌گذاری گردد؛
 - ▶ ج) ضخامت فلز باید مورد تأیید قرار گرفته و هر نقصی که ممکن است باعث ایجاد مشکلاتی در جوشکاری گردد مورد بررسی قرار گیرد؛
 - ▶ د) يك طرح باید برای پایش و کنترل متغیرهای فرایند که لازم است در هنگام عملیات محدود باشند، وجود داشته باشد؛
 - ▶ ه) همه آزمایش‌های لازم برای بخارات قابل اشتعال، اکسیژن و گازهای سمی باید انجام شود تا از شرایط ایمن کار مطمئن شویم و با بخش ایمنی و بهداشت هماهنگی لازم جهت اخذ مجوزهای مربوطه صورت پذیرد؛
 - ▶ و) خطرات ایمنی و بهداشتی کار باید ارزیابی گردد و همچنین تجهیزات حفاظتی فردی و وسایل اطفای حریق مناسب در محل فراهم شود و يك فرد به همراه کپسول پودر خشک یا سایر امکانات مناسب باید در محل مستقر گردد؛
 - ▶ ز) علائم و موانع باید جهت آگاهی‌سازی و جداسازی سایت کاری جهت جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز در محل نصب شود؛
 - ▶ ط) رویه و روش کار جهت جداسازی محیط کار در صورت وقوع شرایط اضطراری باید فراهم گردد؛
 - ▶ ظ) افراد باید در ارتباط با عملیات انشعاب‌گیری گرم آموزش دیده و تبحر کافی داشته باشند.
- ▶ تمام اتصالات را بعد از جوشکاری بازرسی نمایید. جهت تست روش رنگ نفوذکننده، مافوق صوت و یا مغناطیسی استفاده نمایید. اگر این کار بعد از پاس اول انجام شود، برای ادامه جوشکاری باید سطح آن را از هر گونه ماده خارجی پاک کنید.

این روش نباید جایگزین تست هیدروستاتیک یا پنوماتیک شده و فقط به آن اعتماد نمود. برای اتصال دستگاه انشعاب گیری گرم باید مراحل ذیل طی شود:

الف) شیر مورد استفاده باید دارای سایز مناسب بوده و جنس آن نیز متناسب با نوع کار باشد. این شیر باید برای نشتی‌ها قبل از نصب تست شود؛

ب) زمانی که ماشین برشکاری بر روی شیر نصب گردید باید اتصال کوچک هواگیری که روی ماشین تعبیه شده باز شود. تیغه برشکاری باید چندین دفعه از داخل دهانه عبور داده شود تا معلوم گردد که تیغه برشکاری در داخل آن گیر نمی‌کند. حرکت تیغه برشکاری خصوصاً در مورد لوله‌های با ضخامت کم باید با دقت بسیار زیاد محاسبه شود تا طرف مقابل لوله بریده نشود؛

ج) ضامن سوراخ‌کننده و نقطه دخول مته باید تنظیم گردد. وقتی مته پیشاهنگ در داخل دستگاه نفوذ پیدا می‌کند شیر هواگیر ماشین برشکاری باید بسته شود؛

علاوه بر ضامن دستگاه، انجام کار برشکاری را می‌توان از مقاومت دسته گرداننده‌هایی که با دست چرخانده می‌شود و یا از زیاد شدن سرعت حرکت ماشین که با نیروی هوا یا آب کار می‌کند فهمید؛

د) دستگاه برشکاری باید به عقب برگردانده شود و شیر بسته شود و قسمت آزادکننده فشار باز شود در صورتی که قطعه بریده شده گم شود نباید برای پیدا کردن و درآوردن آن اقدام نمود. در بعضی موارد لازم می‌شود که برای پیدا کردن قطعه بریده شده فوراً دستگاه متوقف گردد.

اتصالات جوش و دستگاه انشعاب گیری گرم باید با یک روش مناسب قبل از شروع عملیات برشکاری تست شوند:

الف) چک کردن محکم بودن پیچ و مهره‌ها، آب‌بندها، مهره‌های آب‌بندها؛

ب) اگر دمای موجود خط یا ظروف اجازه هیدرو تست را دهد باید این کار انجام شود.

فشار اعمال شده در تست فشار باید حداقل مساوی فشار خط یا ظرف باشد. اما این فشار به منظور جلوگیری از فروپاشی داخلی لوله یا ظرف نباید از حدود ۱۰ درصد فشار داخلی بیشتر شود. اگر دما برای هیدرو تست مناسب نباشد از هوا یا نیتروژن با محلول صابون باید برای تست استفاده گردد. در صورت استفاده از هوا به منظور جلوگیری از تشکیل مخلوط قابل اشتعال باید ارزیابی دقیقی صورت پذیرد.

۱۳-۴-۲ طبقه‌بندی شاغلین مرتبط با فرایند جوشکاری در احداث خطوط لوله انتقال

گاز و مسائل ایمنی مربوط به هر طبقه

شاغلین مرتبط با فرایند جوشکاری در احداث خطوط لوله انتقال گاز به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

جوشکار فول پاس (Full Pass): جوشکاری در بیرون لوله صورت می‌گیرد.

جوشکار فیلینگ (Filling): جوشکاری در بیرون لوله صورت می‌گیرد.

جوشکار فیلینگ کپ (Filling Cap): جوشکاری در بیرون لوله صورت می‌گیرد.

▶ جوشکار بک‌ولد (Back Welding): جوشکاری در داخل لوله انجام می‌گیرد و به همین علت این نوع فعالیت به‌عنوان فضای بسته در نظر گرفته می‌شود.

▶ سنگ‌زن: به‌عنوان کمک‌کننده جوشکاران بوده و مسئولیت سنگ‌زنی قسمت‌های جوشکاری شده را دارد.

▶ فیتتر: تنظیم و جفت کردن دو لوله (Fit Up) به یکدیگر را به عهده دارد.

▶ کمک فیتتر: در عملیات Fit Up به فیتتر کمک می‌کند.

▶ فورمن: مسئول هماهنگی‌ها و نظارت بر فعالیت جوشکاران و کارکنان دیگر را دارند.

بیشترین ریسک از نظر مواجهه جوشکاران با عوامل زیان‌آور در فرایند جوشکاری متوجه گروه بک‌ولدکاران بوده و جوشکاران فیلینگ، فیلینگ کپ و فول پاس ریسک مشترکی دارند. قابل‌ذکر است کمترین ریسک مواجهه متعلق به فورمن، فیتتر و کمک‌فیتتر می‌باشد. با توجه به ریسک مشترک برخی از مشاغل، مشاغل مزبور در چهار گروه به شرح ذیل تقسیم‌بندی شده و مقررات HSE برای گروه‌های مزبور به تفکیک در ادامه آمده است:

گروه A: فیلینگ، فیلینگ کپ و فول پاس

گروه B: بک‌ولدکار

گروه C: سنگ‌زن

گروه D: فورمن، فیتتر و کمک فیتتر

الف) راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری اختصاصی گروه A:

موارد زیر به‌عنوان اقدامات اختصاصی شاغلین گروه A مشخص گردیده و جوشکاران موظف به رعایت این موارد می‌باشند:

۱. استفاده از پوشش‌های نسوز در هنگام جوشکاری به دلیل ریزش جرقه، سرباره یا مواد مذاب از بالا بر روی بدن الزامی است.

۲. هرگز برای خنک کردن الکترودها نبایستی آن را وارد آب نمایید.

۳. هرگز الکتروود با دست لخت یا دستکش خیس تعویض نگردد.

۴. کابل‌های جوشکاری روی بدن و به‌دور بدن پیچانده نشوند.

۵. جوشکار نباید در محلی که احتمال انعکاس نور در ماسک جوشکاری وجود دارد، کار کند.

۶. جوشکار باید از روش‌های کاری مرتبط با شغل خود و احتیاط‌ها و موارد ایمنی مربوطه اطلاع داشته و موازین مربوطه را رعایت نماید.

۷. شیشه عینک و ماسک جوشکاری باید سالم و بدون شکستگی باشد.

۸. از به‌کارگیری شیشه عینک و ماسک جوشکاری "دست‌ساز" خودداری شود.

۹. تا حد ممکن خود را از دود، بخارات و فیوم‌های جوشکاری دور نگه دارد.

۱۰. در مواقعی که جوشکاری متوقف می‌شود، جوشکار باید کلید اصلی دستگاه را خاموش کرده و مدار را قطع نماید.

۱۱. جوشکار باید از وسایل حفاظت فردی خود به خوبی نگهداری کند.
۱۲. وسایل حفاظت فردی، وسایل شخصی هستند، هرگز از وسایل دیگران استفاده نکنید.
۱۳. برای جلوگیری از خطرات فیومها و گازهای ناشی از فرایند جوشکاری از ماسک‌های نوع A ترجیحاً مجهز به فیلتر FFP۲ استفاده نمایید.
۱۴. اگر بوی آلاینده را احساس می‌کنید و یا گلو و ریه شما تحریک می‌شود، زمان تعویض ماسک است. آن را با ماسک نو جایگزین کنید.
۱۵. به تاریخ اعتبار و انقضای فیلتر ماسک‌ها توجه کنید.
۱۶. لباس کار خود را همیشه تمیز و سالم نگهدارید، تا از خطر آتش‌سوزی و درماتیت پوستی در امان باشید.
۱۷. هر روز قبل از شروع کار، وسایل حفاظت فردی خود را بازرسی کنید.
۱۸. در صورت استفاده از نردبان، قسمت بالا و پایین نردبان را به جای محکمی ببندید تا نردبان سر نخورد و نلغزد.
۱۹. همیشه قانون ۴ به ۱ را در نردبان رعایت کنید: به ازای هر ۴ متر ارتفاع، ۱ متر پایه‌های نردبان را به عقب بکشید (شکل ۱۳-۱).
۲۰. از بشکه و صندوق به‌عنوان نردبان استفاده نکنید.
۲۱. همیشه قبل از بالا رفتن از نردبان کف کفش خود را از هرگونه آلودگی از قبیل گل، روغن، گریس و غیره پاک کنید.
۲۲. هنگام استفاده از نردبان در داخل جیب‌های خود از ابزار تیز مانند الکتروود قرار ندهید.
۲۳. از نردبان فلزی بر روی سطوح فلزی استفاده نکنید؛ زیرا با کاهش اصطکاک احتمال سُرخوردن زیاد می‌شود.
۲۴. در مکان‌هایی که احتمال برق‌گرفتگی وجود دارد از نردبان‌های نارسانا استفاده نمایید.



شکل ۱۳-۱: موقعیت کاری روی نردبان

ب) راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری مختص گروه B (بک‌ولدکاران):

کار در فضاهای بسته، نیازمندی‌های مراحل هشت‌گانه‌ای است که با اجرای دقیق آنها می‌توان اطمینان پیدا کرد که فرد یا افراد به طور ایمن وارد فضای بسته شده و پس از انجام کار به سلامت از درون فضا خارج شوند.

این مراحل عبارت‌اند از:

۱. شناسایی فضاهای بسته‌ای که کار در آنها نیازمند اخذ مجوز ورود است؛
۲. شناسایی خطرات موجود در این فضاها؛
۳. تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی برای ایمن‌سازی فضایی که افراد به درون آن وارد خواهند شد؛
۴. حذف یا کنترل خطرات موجود در فضای بسته؛
۵. برقراری و اجرای دستورالعمل‌های دقیق ورود به درون فضای بسته؛
۶. آموزش کارگران در مورد نحوه‌ی ورود ایمن به درون فضای بسته؛
۷. حصول اطمینان از آگاهی کارگران از وظایف و مسئولیت‌های خود؛
۸. برنامه‌ریزی برای واکنش در شرایط اضطراری.

نکات ایمنی ورود به فضاهای بسته:

بک‌ولدکاران دارای بالاترین رتبه ریسک بوده و به همین علت در فعالیت بک‌ولد رعایت موارد زیر به‌عنوان اقدامات اختصاصی فعالیت مزبور نیز الزامی می‌باشد:

- ▶ اخذ مجوز برای ورود به داخل لوله و جوشکاری؛
 - ▶ ممنوعیت ورود سایر افراد به داخل لوله؛
 - ▶ برقراری تهویه دمشی؛
 - ▶ مکشی در لوله؛
 - ▶ استفاده از ماسک‌های هوارسان در صورت عدم برقراری سیستم تهویه.
- همچنین پس از ورود افراد به درون فضای بسته و در تمام مدتی که افراد در داخل فضای بسته مشغول به کارند، باید نکات زیر مدنظر قرار گرفته و به‌دقت اجرا شوند:
- ▶ برای اطمینان از عدم تجمع آلاینده‌ها و افزایش غلظت آنها در اتمسفر فضای بسته، باید در تمام مدتی که افراد در درون فضای بسته مشغول به کارند، تهویه صورت گیرد و به‌منظور اطمینان از حفاظت کامل بک‌ولدکاران علاوه بر سیستم تهویه توصیه می‌شود کارگران از ماسک‌های نوع A مجهز به فیلتر FFP2 استفاده نمایند؛
 - ▶ افراد غیرمجاز و تجهیزات غیرضروری می‌بایست از اطراف فضای بسته دور شوند؛
 - ▶ چیدمان تجهیزات و وسایل مورد استفاده در درون فضای بسته نبایستی موجب انسداد مسیرهای خروج و امدادسانی گردند؛
 - ▶ تا حد امکان تجهیزات و لوازم موردنیاز را بیرون از فضای بسته قرار دهید؛

- ▶ تا زمانی که از وجود یک فرد آموزش دیده و مجهز به وسایل امداد و نجات بیرون از فضای بسته اطمینان حاصل نکرده باشید، وارد نشوید. نگهبان باید در طول مدتی که فرد وارد فضای بسته شده است، ارتباط کلامی خود را با آنان حفظ نماید؛
- ▶ سیلندرهای گاز و دستگاه‌های جوشکاری بایستی همواره خارج از فضاهای بسته و محدود مستقر گردد؛
- ▶ لوله‌های مورد استفاده برای تهویه گازهای خروجی ناشی از جوشکاری در فضاهای بسته و محدود باید از مواد غیر قابل اشتعال ساخته شده باشد.

ج) راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری مختص گروه C (سنگ‌زن):

- ▶ رعایت موارد زیر به عنوان اقدامات اختصاصی فعالیت سنگ‌زنی نیز الزامی می‌باشد:
- ▶ کابل برق دستگاه بایستی حتماً دوشاخه داشته باشد؛
- ▶ همیشه از سنگ فرز متناسب با نوع کار استفاده شود؛
- ▶ قبل از شروع به کار سنگ فرز از نقطه نظر وجود ترک کنترل شده و در صورت داشتن ترک استفاده نکرده؛
- ▶ در هر شرایطی حفاظ دور سنگ نمی‌بایست حذف گردد؛
- ▶ کلیه کارگران سنگ‌کار باید در زمان کار از لباس کار، عینک ایمنی، ماسک، شیلد صورت، گوشی حفاظتی و دستکش ایمنی، متناسب با نوع کار استفاده نمایند؛
- ▶ سرپوش حفاظتی سنگ سمباده باید متناسب با سطوح سنگ بوده و کلیه اجزاء آن از مقاومت مناسب برخوردار باشد؛
- ▶ حفاظ سنگ سمباده قابل حمل، باید طرف بیرونی صفحه سنگ سمباده را به طور کامل بپوشاند؛
- ▶ محور سنگ‌های سمباده باید دارای مقاومت کافی بوده و لرزش نداشته باشد؛
- ▶ جهت دنده‌های پیچ و مهره دو طرف سنگ سمباده در روی محور باید به گونه‌ای باشد که مهره‌های طرفین سنگ در جهت گردش سنگ محکم شود؛
- ▶ سرعت سنگ‌ها باید کاملاً واضح و خوانا روی سنگ نوشته شده باشد و بکار بردن سنگ‌هایی که سرعت مجاز روی آنها نوشته نشده ممنوع است؛
- ▶ برای جلوگیری از شکستن انواع مختلف سنگ‌های سمباده نباید آنها را با ضربه یا فشار روی محور خود سوار نمود؛
- ▶ در زمان کار با دستگاه تا حد امکان آن را از بدن خود دور نگه داریم؛
- ▶ تعمیر دستگاه فقط توسط افراد متخصص صورت پذیرد؛
- ▶ سنگ با ضخامت ۶ میلیمتر فقط برای صیقل دادن باید مورد استفاده قرار گیرد؛
- ▶ استفاده از تجهیزات حفاظت از چشم‌ها یا صورت در زمان سنگ‌زنی الزامی است؛
- ▶ قبل از نصب صفحه سنگ بر روی دستگاه سنگ دستی، به دقت آن را بررسی نمود و جهت اطمینان از

- سالم و بدون ترک بودن آن با یک ابزار غیرفلزی سبک به آرامی به صفحه سنگ ضربه زد. در صورتی که صدا ترک و شکستگی به گوش رسیده استفاده از آن صفحه ممنوع است؛
- ▶ جهت پیشگیری از شکستن صفحه، بایستی صفحه سنگ به راحتی بر روی محور دستگاه قرار گیرد و به میزان مناسب محکم گردد؛
 - ▶ ممکن است صفحه سنگ در حین روشن نمودن دستگاه خرد شود، لذا قبل از شروع سنگ زنی یا برش کاری اجازه دهید سنگ به دور کاری خود برسد. همچنین در زمان شتاب گرفتن دستگاه و رسیدن کامل به سرعت کاری نبایستی هیچ یک از نفرات در مقابل دستگاه سنگ قرار داشته باشند؛
 - ▶ هرگز فشار بیش از حد به سنگ وارد نکنید، زیرا باعث خرد شدن و متلاشی شدن صفحه سنگ می شود
 - ▶ سنگ های خراب و آسیب دیده را به کار نگیرید؛
 - ▶ هنگام کار مراقب باشید که پلیسه، جرقه و ذرات به سوی همکاران و سایر کارگران که نزدیک شما کار می کنند پرتاب نشوند؛
 - ▶ سنگ فرز را در آب و یا در محل خیس و مرطوب قرار ندهید؛
 - ▶ هنگام خاموش کردن، ابتدا دگمه اصلی روی دستگاه را در وضعیت off گذاشته و سپس سیم آن را از برق جدا کنید؛
 - ▶ هنگام روشن کردن، همیشه از خاموش بودن دگمه سنگ فرز مطمئن شوید، سپس دوشاخه را به برق وصل کنید؛
 - ▶ در صورت پرتاب پلیسه به چشم فوراً به چشم پزشکی مراجعه کنید؛
 - ▶ هرگز سعی نکنید با گوشه اسکناس، کاغذ، دستمال کاغذی و غیره پلیسه را از چشم بیرون آورید، زیرا این کار باعث آسیب به قرنیه می شود؛
 - ▶ تا توقف کامل سنگ فرز آن را جابه جا و بلند نکنید؛
 - ▶ صفحه سنگ های مستعمل را در ظروف مخصوص جمع آوری نمایید؛
 - ▶ سیم برق دستگاه فرز روزانه قبل از شروع کار از نظر بریدگی و لخت شدگی بررسی شود؛
 - ▶ افزودن خودسرانه طول سیم برق دستگاه فرز ممنوع است؛
 - ▶ برای تعمیر دستگاه فرز از یک برق کار متخصص کمک بگیرید؛
 - ▶ با دستگاه فرز با همکاران خود شوخی نکنید؛
 - ▶ برای جلوگیری از خطرات فیوم ها و گازهای ناشی از فرایند جوشکاری از ماسک های نوع A ترجیحاً مجهز به FFP2 استفاده نمایید.

د) راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری مختص گروه D (فورمن، فیترو و کمک فیترو):

رعایت موارد زیر به عنوان اقدامات اختصاصی فعالیت گروه D نیز الزامی است:

▶ فورمن:

اینکه فورمن به عنوان سرپرست کارگران عملیاتی به حساب می آید، در صورت قرارگرفتن وی در موقعیت هر کدام از گروه‌های کاری، رعایت موارد اختصاصی گروه مزبور نیز الزامی است.

▶ فیترو و کمک فیترو:

▶ راننده سایید بوم در جابه‌جایی لوله‌ها باید آموزش کافی را دیده باشند؛

▶ فقط افرادی که آموزش دیده و دارای مهارت کافی هستند مجازند در امور لوله‌گذاری و FitUp فعالیت کنند؛

▶ فیترو و کمک فیترو می‌بایست آگاهی کامل با ریسک‌های شغلی خود مانند سقوط از ارتفاع، افتادن اجسام روی پا و غیره داشته باشند؛

▶ هنگام قراردادن لوله‌ها حتماً زیر آنها از تکیه‌گاه استفاده شود؛

▶ فیترو و کمک فیترو باید مراقب افتادن، در رفتن و سر خوردن لوله‌ها باشند؛

▶ فیترو هنگام استفاده از قرقره زنجیر به ظرفیت مجاز آن توجه کند؛

▶ همیشه اطراف محل می‌بایست از وسایل اضافه، چوب، تخته، قطعات بریده شده لوله، ضایعات و غیره پاک گردد؛

▶ برای ارتباط با راننده سایید بوم از تجهیزات الکترونیکی مانند بی‌سیم استفاده کنند؛

▶ - همیشه ارتباط چشمی خوبی با راننده سایید بوم داشته و راننده را ببینند؛

▶ از علامت دستی واضح و قابل درک برای راننده استفاده کنند؛

▶ فیترو در هر حال نسبت به لوله مسلط و دید کافی داشته باشد؛

▶ مطمئن شوید راننده سایید بوم به خوبی علامت شما فهمیده و درک کرده باشد؛

▶ افراد متفرقه را از محل دور کنید و اطراف محل کار تابلو ایمنی و نوار خطر قرار دهید؛

▶ خطراتی نظیر کانال‌ها و مناطق گودبرداری شده را کنترل کنید؛

▶ فیترو و کمک فیترو از وسایل حفاظت فردی مناسب مانند کفش و کلاه، دستکش ایمنی، جلیقه شبرنگ‌دار و سوت استفاده کنند؛

▶ قلاب سایید بوم روی مرکز لوله قرار داده و لوله را به آرامی بلند کنید؛

▶ برای کنترل حرکات لوله از طناب مهار استفاده کنید؛

▶ هرگز لوله را روی سر نفرات جابه‌جا نکنید؛

▶ در شرایط جوی نامناسب مانند بادویاران شدید، برف و غیره عملیات باید متوقف شود؛

▶ تا حد ممکن سعی شود ارتباط دوستانه و صمیمی با راننده سایید بوم داشته باشید؛

- ▶ نسبت به کار خود مسئولیت داشته و پاسخگو باشند؛
- ▶ از نزدیک شدن بیش از حد سایید بوم به لبه کانال جلوگیری شود و برای این کار از موانع یا فرد راهنما کمک گرفته شود؛
- ▶ برای جلوگیری از خطرات فیومها و گازهای ناشی از فرایند جوشکاری از ماسکهای نوع A ترجیحاً مجهز به فیلتر FFP2 استفاده نمایید.

● مراجع

- 1- Sinnes K. (Editor), Welding handbook Vol. 4 (Materials and Applications, Part 1). 9th Ed., AWS, 2011.
- ۲- راهنمای ایمنی در عملیات جوشکاری و برشکاری، شرکت ملی نفت ایران، مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، ۱۳۹۵.
- ۳- آیین نامه ایمنی کار در ارتفاع، شورای عالی حفاظت فنی، وزارت کار و تأمین اجتماعی، ۱۳۸۹.
- ۴- آیین نامه ایمنی کار در فضای بسته، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۴۰۱.
- ۵- مقررات ایمنی جوشکاری، برشکاری و ساخت سازه های فلزی، شرکت مهندسی توسعه گاز ایران، ۱۳۹۲.