

گازها و فیوم های فلزی در جوشکاری

Source : www.savehoh.blogfa.com

جوشکاری معمولی ترین و متداولترین طریقه اتصال دو قطعه به همدیگر می باشد. امروزه نزدیک به ۱۰۶-۱۰۵ نوع فرایند جوشکاری وجود دارد. دو روش کلی برای جوش دادن دو قطعه به هم وجود دارد که عبارتند از :

الف) جوشکاری ذوبی

ب) جوشکاری فشاری (خمیری)

در جوشکاری ذوبی قطعه کار و الکتروود نوب شده و بدون کمک هر گونه فشار مکانیکی قطعات در یکدیگر نفوذ کرده و باعث اتصال آنها به یکدیگر می شود. جوشکاری ذوبی خود نیز به دو شکل ، جوشکاری ذوبی با شعله برق (الکتروود فلزی و الکتروود ذغالی) و جوشکاری ذوبی با شعله گاز (اکسی استیلن ، اکسی هیدروژن و...) تقسیم می شود.

در جوشکاری فشاری دو قطعه فلز را بایستی گرم کرده و محل اتصال را تحت فشار قرار داد تا دو قطعه به یکدیگر متصل شوند ، مانند : نقطه جوش .

متداولترین نوع جوشکاری ، جوشکاری با الکتروود روپوش دار (اسد تاندارد اروپایی: MMA ، امریکائی : SMAW) است. در این جوشکاری از الکتروود روپوش دار برای اتصال قطعات به یکدیگر استفاده می شود. امروزه بیش از ۸۰۰ نوع الکتروود روپوش دار در صنعت استفاده می شود. در این نوع جوشکاری انرژی حرارتی معادل ۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ درجه سانتیگراد از طریق انرژی الکتریکی تامین می شود. از سایر انواع جوشکاری می توان به جوشکاری با گاز محافظ (GMAW یا MIG/MAG) جوشکاری با فلز تنگستن (GTAW) یا TIG) و... اشاره نمود.

از آنجائیکه امروزه جوشکاری در اکثر صنایع وجود دارد و نیز دارای خطرات بهداشتی و ایمنی زیادی است ، بررسی خطرات و در نهایت کنترل آنها بسیار ضروری به نظر می رسد.

• از جمله خطرات ایمنی و بهداشتی جوشکاری می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- خطر گازها ، بخارات و فیوم ها
- خطر تشعشع شعله
- خطر سوختگی
- خطر قلم زنی و پاک کردن گرده جوش
- خطر شوک الکتریکی
- خطر برق گرفتگی
- خطر برق زدگی چشم
- خطر مسمومیت

- خطر انفجار کپسول
- خطر انباشته شدن گازهای سمی در یک فضای محدود
- خطر ایجاد مشکلات اسکلتی - عضلانی
- خطر ناشی از سر و صدا
- خطر سرما یا گرمای شدید
- خطر پرتاب ذرات
- خطر بریدگی و زخم

و سایر خطرات:

در این نوشته خطر گازها، بخارات و فیوم های جوشکاری به طور مختصر بررسی شده است. اصولاً در تمام انواع جوشکاری ها به علت متصاعد شدن گازها، بخارات و فیوم ها خطر مسمومیت و ایجاد بیماریهای حاد و مزمن وجود دارد که اگر به موقع تشخیص، اندازه گیری و کنترل نشود می تواند سبب ایجاد بیماریهای لاعلاجی مانند سرطان ریه سرطان خون و ... شود.

عوامل خطر زای جوشکاری

• **خطرات بهداشتی و اثرات گازها، بخارات و فیوم های جوشکاری به عوامل زیر بستگی دارد:**

- مدت زمان مواجهه با آنها
- نوع فرایند جوشکاری
- محیط کار
- اقدامات حفاظتی

• **گازها و بخارات:**

کلمه گاز و بخار معمولاً به صورت مترادف هم به کار برده می شود. اما گاز به ماده ای گفته می شود که در حرارت 25°C و فشار 760 mmHg به صورت گاز باشد و بخار به ماده ای اطلاق می شود که در شرایط مذکور به صورت جامد یا مایع باشد. تمام پروسه های جوشکاری گازهای خطرناکی را تولید می کنند. بعضی از این گازها مرئی و بعضی از آنها نامرئی هستند. گرمای حاصل از شعله و قوس، اشعه فرابنفش حاصل از قوس، گازهایی را از قبیل مونو اکسید کربن، دی اکسید کربن، اکسید نیتروژن و ازن را تولید می کنند. سایر گازها و بخارات احتمال دارد که از مواد اولیه نامناسب و یا مواد محلول روی فلزات تولید شوند. یک سری از گازها نیز به عنوان محافظ قوس و سوخت استفاده می شوند.

• **فیوم، دمه یا نود فلزی:**

فیوم ها ذرات جامدی هستند که در اثر تراکم گازها پس از تصعید از مواد مذاب تولید می شوند. تولید آنها معمولاً با یک واکنش شیمیایی خصوصاً اکسیداسیون هم راه است. این ذرات بسیار کوچکند (اندازه قطر آنها در حدود 0.2 تا 0.3 میکرون است) و از این رو به سهولت استنشاق شده و خود را به قسمت های

انتهاپی دستگاه تنفس می رسانند. فیوم ها می توانند قابل مشاهده یا غیر قابل مشاهده باشند که **SMOKE** یا دود جوشکاری فیوم های قابل دیدن هستند. سازمان بین المللی تحقیقات سرطان (**IARC**) فیوم های جوشکاری را جزو عوامل سرطانزا قرار داده است.

• چطور گازها، بخارات و فیوم ها بر سلامتی انسان تاثیر می گذارند؟

گازها، بخارات و فیوم ها از طریق هوایی که ما تنفس می کنیم وارد بدن می شوند. گازها و فیوم های مختلف از راه های متفاوتی بر بدن ما تاثیر می گذارند. بدن می تواند بدون ایجاد عوارض جانبی خود را از اثرات مضر گازها و بخارات دور نگه دارد. برای مثال، گازهای از قبیل دی اکسید کربن و آرگون نسبتاً غیر سمی هستند مگر اینکه با مقدار زیادی تنفس شوند. اگرچه گازهایی مانند مونو اکسید کربن، اکسید های نیتروژن و ازن شدت سمی هستند. اثرات بهداشتی فیوم ها بستگی به نوع فیومی دارد که تنفس میشود. اکسید های آهن که در طول اکثر جوشکاری ها تولید می شوند نسبتاً غیر سمی هستند که اثرات معمول آن شناخته شده است و دائمی نیستند مگر آنکه با دود سیگار یا دیگر مواد از قبیل سیلیس یا ازبست همراه باشند که در آن صورت روی ریه ها تاثیر میگذارند. اثراتی از فیوم ها مانند مشکل در تنفس پس از یکبار مواجهه و گذشت زمان برطرف می شوند. فیوم هایی که در طول پروسه جوشکاری فولاد زنگ نزن (**Stainless Steel**) تولید می شوند، خطرات جدی همچون مشکلات تنفسی دائمی (تنفس های شدید و سرطان که نمونه آن کروم شش ظرفیتی است) را ایجاد می کنند.

• جدول زیر اثرات بهداشتی گازها، بخارات الی و فیوم ها را در طول جوشکاری نشان می دهد. در جدول اثرات حاد (**acute effect**) ان دسته از اثراتی است که بلافاصله یا سریع اتفاق می افتد و اثرات مزمن (**chronic effect**) ان دسته از اثرات هستند که در مدت زمان طولانی ظاهر می شوند. برای مثال، تب فیوم فلزی (**Metal fume fever**) اثر حادی برای مواجهه با چند نوع از فیوم ها است. این عکس العمل شامل نشانه های انفوانزا، سرد شدن متناوب و تب زیاد است. ممکن است شروع نشانه ها با تاخیر باشد ولی نشانه ها معمولاً پس از گذشت یک یا دو روز فروکش می کنند. در ضمن مقدار حد تماس مواجهه مجاز **TLV** هر ماده یا (**AOE**) طبق استاندارد کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور که در جدول آورده شده است.

• اثرات بهداشتی گازها، بخارات الی و فیوم های تولید شده در طی فرایند جوشکاری

اثرات ، علائم و
نشانه ها

منابع

نوع آلاینده

فیوم ها:

محرک و سوزش آور ریه (در بین فیوم های فلزی کمترین خطر را داراست.)	ترکیبات آلومینیوم در آلیاژ هایی از قبیل Inconels ، مس ، روی، آهن، منیزیم، برنج و فلزات پر کننده (بتونه) وجود دارد. عامل استحکام کننده در آلیاژ های مس ، منیزیم آلومینیوم و کنتاکت های الکتریکی است .	آلومینیوم TLV-TWA : ۵ mg/m^۳
تب فیوم فلزی سرطان زا سایر اثرات مزمن شامل آسیب به مجراهای تنفسی است.		بریلیوم TLV-TWA : ۰,۰۰۲ mg/m^۳ TLV-STEL : ۰,۰۱
تحریک و سوزش سیستم تنفسی ، جراحت و خشکی گلو(نای) ، درد در قفسه سینه و تنفس سخت اثرات مزمن ان شامل آسیب های کلیوی و آمفیزم است.	فولاد زنگ نزن ، فلزات آبکاری و آلیاژ های روی حاوی کادمیوم است .	اکسید های کادمیوم TLV-TWA : ۰,۰۰۲ mg/m^۳
مظنون به سرطان زائی افزایش خطر سرطان ریه در بعضی از افراد سبب افزایش تحریک و سوزش پوست می شود. نوع کروم شش ظرفیتی ان سرطانزا است.	بیشتر در فولاد زنگ نزن آلیاژ های سخت، فلزات آبکاری و سیم جوش یافت می شود.	کروم TLV-TWA : ۰,۰۱ mg/m^۳
تب فیوم فلزی اثرات حاد ان شامل	در آلیاژ های Monel (آلیاژی از مس و کبالت	مس TLV-TWA : ۰,۲

تحریرک و سوزش چشم
ها ، بینی گلو و حالت
تهوع و استفراغ است.
که در برابر خوردگی
مقاوم است.) ، برنج ،
برنز و سیم جوش وجود
دارد .

mg/m^3

اثرات حاد ان شامل
تحریرک و سوزش چشم
ها ، بینی گلو است.
نتیجه مواجهه طولانی
مدت با ان ایجاد
مشکلات استخوانی و
مفصلی است مواجهه
زیاد با ان می تواند
باعث اثرات مزمن از
قبیل ادم ریوی و راش
پوستی شود.

در اکثر پوشش
الکترودها وجود دارد و
عامل گداز آور در
آلیاژهای کم آهن و پر
آهن است.

فلوراید

TLV-TWA : ۲,۵
 mg/m^3

اثرات حاد ان شامل
تحریرک و سوزش بینی
و ریه است که پس از
قطع مواجهه برطرف
می شود.

در تمامی فرایندهای
جوشکاری آهن و فولاد
عامل اصلی آلودگی
است.

اکسیدهای آهن

TLV-TWA : ۵ mg/m^3

باعث بیماری
سیدروزیس می شود
که تاثیرات خطرناکی
بر ریه ندارد ولی
ذرات ریز ان در ریه
ته نشین می شوند.

در آلیاژهای برنج ،
برنز پوشش (استر)
فولاد و فرایند لحیم
کاری یافت می شود.

سرب

TLV-TWA : ۰,۰۵
 mg/m^3

اثرات مزمن ان بر
روی سیستم عصبی ،
کلیه ها سیستم گوارشی
و ظرفیت فکری و
روانی است که میتواند
سبب مسمومیت با
سرب شود.

در بیشتر پروسه های
جوشکاری مخصوصا
در فولادهای کششی
(Tensil) وجود دارد.

منگنز

TLV-TWA : ۰,۲
 mg/m^3

تب فیوم فلزی
اثرات مزمن ان می
تواند شامل ایجاد
مشکلاتی در سیستم

عصب مرکزی شود.	گالوانیزه و فلزات روکش دار	اکسید های روی TLV-TWA: ۵ mg/m ^۳ TLV-STEL : ۱۰ mg/m ^۳
اثرات حاد ان شامل تحریک و سوزش چشم ها ، بینی گلو و کوتاهی تنفس است.	در آلیاژهای فولاد ، آهن و نیکل یافت می شود.	مولیبدن TLV-TWA: ۱۰ mg/m ^۳
اثرات حاد ان شامل تحریک و سوزش چشم ها ، بینی گلو است. افزایش ریسک سرطان نسبت به سایر جوشکاریها و موثر در ایجاد در ماتیت و مشکلات ریوی	در فولادهای زنگ نزن و آلیاژهای Inconels ، Hostelry ، Monel و در دیگر آلیاژها ، سیم جوش و فولاد روکش دار وجود دارد.	نیکل TLV-TWA: ۰٫۱ mg/m ^۳
اثرات حاد ان تحریک چشمها ، بینی و مجاری تنفسی است. اثرات حاد ان شامل برونشیت رتینیئیس (آماس شبکیه) پنومونی و افزایش مایع داخل ریه است.	در آلیاژهای نیکل و بعضی از آلیاژهای فولاد و ازن وجود دارد.	وانادیوم TLV-TWA: ۰٫۰۵ mg/m ^۳

گازها

با سرعت داخل رگهای خونی جذب شده سبب سردرد سرگیجه و سستی می شود. غلظت زیاد ان میتواند سبب بی هوشی و در نتیجه مرگ شود.	از قوس جوشکاری بوجود می آید.	مونواکسید کربن TLV-TWA : ۲۵ ppm
حاصل مواجهه کوتاه مدت ان سوزش و تحریک چشمها و مجاری تنفسی است.	از تجزیه روکش الکترودها بوجود می آید.	هیدروژن فلوراید TLV-C : ۳ ppm

مواجهه زیاد با آن می
تواند سبب آسیبهای
ریوی کلیوی ،
استخوانی و کبدی شود.
اثرات مزمن آن
سوزش مزمن بینی ،
گلو و برونشی (نایچه)
است.

در کمترین غلظت
ها (۲۵ - ۲۰ ppm)
سبب تحریک و سوزش
چشم ها بینی و گلو می
شود.

اثرات مزمن آن شامل
مشکلات ریوی از قبیل
امفیزم است.

اثرات حاد آن شامل
افزایش مایع درون ریه
و هموراژی است. در
غلظت های خیلی کم
(مانند ۱ ppm) سرد
درد و خشکی چشمها
ایجاد میشود. اثرات
مزمن آن شامل
تغییرات قابل توجه در
عملکرد ریه است.

از قوس جوشکاری
بوجود می آید.

از قوس جوشکاری
مخصوصاً در طول
قوس پلاسما و
جوشکاری
MIG/MAG بوجود
میآید.

اکسیدهای نیتروژن

TLV-TWA : ۳ ppm
TLV-STEL : ۵ ppm

ازن

TLV-TWA :
Heavywork: 0.05
Moderate work : 0.08
Light work : 0.1 ppm

بخارات آلی

محرك و سوزش آور
چشمها و مجاری
تنفسی

اثرات حاد آن شامل
تحریک و سوزش چشم

از پوشش فلزات دارای
رنگ (پایه رنگ
و پیگمانها) متصاعد می
شود. همچنین در
حلالهای آلی روغن
چربی ، گریس و ...
وجود دارد.

از فلزات رنگ شده
توسط رنگهای پلی

آلدهیدها

(مانند: فرمالدهید)
TLV-C : ۲۵ ppm

دی ایزو سیارات ها

تورتان متصاعد می شود.
ها ، بینی و گلو است.
امکان ایجاد حساسیت ،
ایجاد نشانه های اسم یا
دیگر آثار حساسیتی
حتی در مواجهه بسیار
کم

از فلزاتی که هنوز اثر
پاک کردن روغن ،
گریس و... هنوز روی
آنها باقی مانده متصاعد
می شود.

فسژن از واکنش حلالها
و تشعشع جوشکاری
ایجاد میشود.

از واکنش پوشش هایی
که مانع زنگ زدن
فلزات (زد زنگها)
میشوند و تشعشع
جوشکاری ایجاد می
شوند.

فسژن

TLV-TWA: ۱ ppm

TLV-C : ۰,۱ ppm

فسفین

TLV-TWA : ۰,۳ ppm

• چگونه نشانه های مضر و خطرناک مواجهه تشخیص داده شود؟

بیشتر نشانه های مضر مواجهه اولیه در طول جوشکاری شبیه به هم هستند. آنها شامل: تحریک و سوزش چشمها ، بینی ، سیستم تنفسی و گاهی اوقات پوست (مانند جرب نیکل **Nickel itch** در مواجهه با فیومهای نیکل) سرفه کردن ، تنگی نفس ، درد قفسه سینه ، سردرد ، حالت تهوع و استفراغ و خستگی هستند که می توانند از نشانه های مضر و پایدار ان باشند. چون این نشانه ها در بیشتر بیماریها متداول هستند تشخیص این که این علائم ، شغلی یا غیر شغلی هستند بسیار سخت هستند که فرد می تواند با تشریح کار و شرایط زندگی خود برای دکتر متخصص طب کار، وی رابطه این علائم با شغل را بهتر تشخیص دهد.

• چه زمانی گازها و فیوم ها بر سلامتی فرد تاثیر می گذارند؟

گازها و فیوم ها به طور طبیعی بلافاصله مشکلات بهداشتی ایجاد نمی کنند ، اما اگر جوشکاری سالها ، در حالی که گازها ، بخارات و فیوم ها را بیش از حد مجاز OEL تنفس کرده باشد ، کار کند ، به طور یقین سالهای بعدی زندگی اش را با درد و رنج ادامه خواهد داد.

• خطرات جدی در جوشکاری به موارد زیر بستگی دارد:

- پروسه جوشکاری شامل انواع مختلف فلزاتی که در جوشکاری وجود دارد.
- نوع فیومی که بوجود می آید.
برای مثال الکتروود E۶۰۱۰ که برای فلزات کم کربن استفاده می شود ، مقدار زیادی ذرات اکسید آهن تولید می کند ، که نسبتاً غیر سمی هستند. اما الکتروود E۳۱۶-۱۵ مقدار کمی فیوم های بسیار سمی کروم را تولید می کنند. بنابراین اینجای الکتروود E۳۱۶-۱۵ به طور آشکاری خطرناک تر است .

• تعداد گازها ، بخارات و فیوم هایی که در طول جوشکاری تولید میشوند به موارد زیر بستگی دارد :

- پروسه جوشکاری
- جریان
- ولتاژ
- نوع الکتروود مصرفی
- قطبیت

• اگر فلزات رنگ شده ، دارای پوشش باشند یا از حلال ها هنوز روی آنها باقی مانده باشد در آنصورت جوشکاری بخارات آلی بسیار سمی را تولید می کند.

• تحقیقات نشان داده که جوشکاری آهن با روکش پلی اورتان جوشکار را در برابر غلظتی معادل ۲۵ برابر حد تماس مجاز OEL دی ایزوسیانات ها قرار می دهد. همچنین مقدار کمی از حلالهای آلی کلرینه ، از قبیل تری کلرواتیلن یا تتراکلریدکربن ، که برای پاکسازی سطوح از روغن و چربی استفاده می شود ، میزان خطرناکی از گاز فسژن را تولید می کنند.

• چسب ها و حلال های فلزات جوشکاران را می توانند در معرض غلظت فرمالدهیدی معادل دو برابر مقدار مجاز قرار دهند. بنابر این لازم است که فلزات پس از پاک شدن توسط حلالهای کلرینه در جایی که تهویه کافی دارد خشک شده و سپس عمل جوشکاری روی آنها صورت گیرد. ظروف نگهداری این محلول ها نیز نباید در ایستگاه جوشکاری نگهداری شوند زیرا اشعه های جوشکاری می توانند با آنها واکنش دهند.

• جوشکاری داخل مخازن خطرات بیشتری نسبت به سایر جوشکاریها دارد زیرا جوشکاری مواد داخل مخزن را درون مخزن منتشر می کند.

• تهویه و نزدیکی جوشکار به ناحیه تشکیل قوس
میزان تهویه و مجاورت جوشکار در کار دو عامل مهمی هستند که در مواجهه
جوشکار با گازها، بخارات و فیوم ها تاثیر می گذارند.
میزان تهویه موجود تعیین می کند که چه مقدار گاز، بخار یا فیوم برای چه مدت
زمانی در هوای تنفسی کارگر باقی می ماند.

• تحقیقات نشان می دهد که میزان مونواکسید کربن میتواند در صورت ناکافی
بودن تهویه به **500 ppm** برسد، در صورتی که میزان **OEL** مونواکسید کربن
برای ۸ ساعت کار در روز **25 ppm** است.

• در آزمایشی که در آن میزان تهویه بسیار کم بود، مشاهده شد که برش حرارتی
آهنی با پوشش سرب قرمز غلظتی معادل ۱۰۰۰ برابر حد تماس مجاز سرب
OEL، سرب تولید می کند.

• موقعیت و پوشش بدن جوشکار در کار نیز در میزان ریسک مواجهه تاثیر
دارد. برای مثال اگر جوشکار برای جوشکاری شبکه لوله ها خم شده باشد، منطقه
تنفسی او مستقیماً بالای قوس جوشکاری قرار دارد.

• حدود مواجهه فیوم ها

OSHA : PEL OSHA به طور متداول برای فیوم های جوشکاری حدودی
را تعیین نکرده است.

REL :REL NIOSH را **NIOSH** برای فیوم های جوشکاری (و کلیه نرات)
کمترین غلظت ممکن آنها در نظر می گیرد. **NIOSH** اعتقاد دارد که فیوم های
جوشکاری عامل بالقوه سرطان زایی هستند. (NIOSH ۱۹۹۴)

ACGIH :TLV ACGIH برای فیوم های جوشکاری **TLV-TWA** حد
مواجهه مجاز میانگین وزنی زمانی را 5 mg/m^3 در نظر می گیرد. (برای ۸
ساعت کار در روز و ۴۰ ساعت در هفته، **ACGIH ۱۹۹۴, p.۳۶**)

• مبنای در نظر گرفتن حدود

NIOSH مبنای حدود را ریسک سرطانزایی و بیماریهای تنفسی می داند.
(۱۹۹۲)

ACGIH مبنای حدود را ریسک اثرات سمی که عامل ان فیوم های جوشکاری
هستند میداند. (**ACGIH, p ۱۷۲۶**)

گردآورنده: مهندس مسعود نوائیان
برگرفته از سایت بهداشت حرفه ای ساوه