



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت برنامه و بودجه

# جوشکاری در درجات حرارت پایین

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

نشریه شماره ۲۶

فهرستبرگه

ایران . وزارت برنامه‌بودجه ، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی  
جوشکاری در درجات حرارت پایین / دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . - تهران :  
وزارت برنامه‌بودجه ، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات ، ۱۳۶۵ ،  
۰۱۳۵۲

ص ۱۷ . - (دفتر تحقیقات و معیارهای فنی ، نشریه شماره ۲۶) ( انتشارات وزارت  
برنامه‌بودجه : ۶۵/۱۹ )  
چاپ اول و دوم توسط سازمان برنامه‌بودجه منتشر شده است .

۱ . جوشکاری - دستورالعملها ، الف . ایران ، وزارت برنامه‌بودجه . مرکز مدارک  
اقتصادی - اجتماعی و انتشارات . ب . عنوان . ج . سلسله انتشارات : ایران ، وزارت  
برنامه‌بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . نشریه شماره ۲۶ .

ش . ۲۶      الف ۹ / ۳۶۸ TA

جوشکاری در درجات حرارت پایین  
تهیه‌کننده : دفتر تحقیقات و معیارهای فنی  
ناشر : وزارت برنامه‌بودجه ، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات  
ویراستار : قائم مقامی ، حروفچین : صادقیان ، نسخه‌پرداز : تفنگساز ، صفحه‌آرا : عشقی ، تولید : کریمی  
چاپ سوم : ۵۵۰ نسخه ، ۱۳۶۵  
چاپ و صحافی : چاپخانه وزارت برنامه‌بودجه

# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## پیشگفتار

" جوشکاری در درجات حرارت پایین " ششمین نشریه‌ای است که در زمینه طرح و اجرای جوش در ساختمانهای فلزی تهیه شده است. در این نشریه توصیه‌هایی ارائه داده می‌شود که رعایت آنها حصول کیفیت مطلوب جوشکاری در درجات حرارت پایین را با حداقل هزینه میسر می‌سازد. به عبارت دیگر، به کار بستن توصیه‌ها، نکات و احتیاطهای ذکر شده در این نشریه اجازه می‌دهد با صرف حداقل هزینه، جوشی سالم، با مشخصات مکانیکی مطلوب و با ابعاد تعیین شده در نقشه‌ها به دست آید، بدون آنکه تغییر شکل و یا تنش پسماند بیش از حد در قطعات مورد اتصال تولید گردد.

از این مجموعه قبلاً "نشریه‌های زیر تکثیر و به‌عنوان راهنمایی برای طرح و اجرای جوش در ساختمانهای فلزی در اختیار مهندسان مشاور دستگاههای اجرایی ذی‌ربط گذارده شده است:

نشریه شماره ۲۰	" جوشکاری در ساختمانهای فلزی "
نشریه شماره ۲۱	" تجهیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری "
نشریه شماره ۲۲	" جوش پذیری فولادهای ساختمانی "
نشریه شماره ۲۳	" بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی "
نشریه شماره ۲۴	" ایمنی در جوشکاری "

در تهیه این نشریه نیز از خدمات مهندسان مشاور سانو استفاده شده است.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	۱. اطلاعات کلی در مورد جوشکاری در درجات حرارت پایین
۵	۱-۱. اثر سرما بر جوشکار
	۱-۲. اثر سرما بر ماشین آلات و تجهیزات جوشکاری
۶	۱-۳. اثر سرما بر الکتروودها
۷	۱-۴. اثر سرما بر فلز مینا و جوش درز
۸	۱-۵. اثر سرما بر اتصالات جوشی و قطعات مورد اتصال
۸	۲. توصیه‌های مربوط به پیشگیری از اثرات بد سرما در جوشکاری
۹	۲-۱. توصیه‌های مربوط به جوشکاران
۱۰	۲-۲. توصیه‌های مربوط به تجهیزات
۱۰	۲-۳. توصیه‌های مربوط به الکتروودها
۱۱	۲-۴. توصیه‌های مربوط به فلز مینا
۱۲	۲-۵. توصیه‌های کلی مربوط به طرح و اجرای اتصالات جوشی
۱۵	۳. عوامل مؤثر در تعیین درجه حرارت حدی
۱۶	۳-۱. عامل انسانی
۱۶	۳-۲. تجهیزات و مصالح
۱۷	۳-۳. ماهیت کار
۱۷	۳-۴. عامل اقتصادی

## ۱. اطلاعات کلی در مورد جوشکاری در درجات حرارت پایین

درجه حرارت محیط کار روی تمام عواملی که در جوشکاری داخل می شوند یعنی جوشکار، لوازم جوشکاری، فلز جوش و بالاخره فلز مبنا اثر می گذارد و اگر از خدمتینی پایین تر باشد، مشکلات جدی به وجود می آورد؛ پایین رفتن بیش از حد درجه حرارت، حتی ممکن است جوشکاری را غیرممکن سازد.

تعیین یک درجه حرارت حد که از آن به پایین جوشکاری باید متوقف شود، بسهولت امکانپذیر نیست. این درجه حرارت حد باید در مورد کارهای مختلف، متناسب با ماهیت کار و مصالح مورد مصرف تعیین گردد. توصیه های این نشریه می تواند در هر مورد به عنوان ضوابط اصلی مورد استناد قرار گیرد. مطالعه آیین نامه ها و دستورالعمل های کشورهای مختلف، مانند آمریکا، شوروی، انگلستان، فرانسه، هندوستان... نشان می دهد که در مورد تعیین حد مزبور اختلاف نظر زیادی وجود دارد. این حد از صفر درجه سانتیگراد تا ۳۰- درجه سانتیگراد تغییر می کند و برای کشورهای سردسیر معمولاً "پایین تر از کشورهای گرمسیر است. شکی نیست که با تغییر درجه حرارت حد، شرایط کار انجام جوشکاری نیز تغییر می کند؛ این شرایط با توجه به همه جوانب امر و تجربیات وسیع در زمینه جوشکاری در هوای سرد تعیین می گردد.

### ۱-۱. اثر سرما بر جوشکار

درجات حرارت پایین تر از صفر شرایط کار را مشکلتر می کند و بهره کار جوشکار را تقلیل می دهد. همچنین، سرما باعث کم شدن مهارت انگشتان و قدرت دست جوشکار می شود و تحرک کلی او را کاهش می دهد. این امر مستقیماً "روی ایجاد و نگهداری قوس الکتریکی و حرکت الکترود مؤثر است و علاوه بر کاهش سرعت جوشکاری، احتمال خرابی کیفیت جوش را نیز افزایش می دهد.

هرچه مدت کار بدون وقفه جوشکار در سرما بیشتر باشد، اثرات فوق بیشتر مشهود خواهد بود. از ۶- تا ۹- درجه سانتیگراد به پایین، حتی پس از یک فاصله زمانی کوتاه، آثار مزبور ظاهر می شود. باد نیز اثر سرما را به نحو قابل ملاحظه ای تشدید می نماید.

### ۱-۲. اثر سرما بر ماشین آلات و تجهیزات جوشکاری

درجات حرارت پایین هوا به طور قابل ملاحظه‌ای روی کار تجهیزات جوشکاری تأثیر می‌گذارد و بهره‌کار آنها را پایین می‌آورد.

دراکثر جوشکاریهایی که در کارگاه و در درجات حرارت کم انجام می‌گیرند، از ماشینهای جوشکاری استفاده می‌شود که با موتور بنزینی یا دیزلی کار می‌کنند. پایین رفتن درجه حرارت محیط، مشکلات زیر را در استفاده از این ماشینها ایجاد می‌نماید:

- راه اندازی پرزحمت در شروع کار
- یخ زدن روغن موتور و سوخت موتورهای دیزل
- خالی شدن سریع باطری و کم شدن کارایی آن
- تغییر قابل توجه رواداریهای مربوط به فاصله بازی موجود بین معورها و یا تاقانها
- تقلیل قدرت و کارایی موتور در مجموع

در صورتی که برای جوشکاری یا برش از گاز استفاده می‌شود، باید توجه داشت که پایین رفتن درجه حرارت باعث کم شدن فشار داخلی استوانه گاز می‌شود و ممکن است مشکلات جدی به وجود آورد؛ به عنوان مثال، اگر یک استوانه در ۲۱ درجه سانتیگراد و تحت فشار ۱۲/۵ اتمسفر از استیلن پر شود، فشار داخلی آن در ۴۲- درجه سانتیگراد به ۱/۵ اتمسفر کاهش می‌یابد و به این ترتیب می‌توان حدس زد که حتی مدت‌ها قبل از رسیدن به ۴۲- درجه سانتیگراد، دیگر فشار داخلی استوانه برای تأمین جریان گاز کافی نخواهد بود.

### ۱-۳. اثر سرما بر الکترودها

درجات حرارت پایین روی الکترودها تأثیر مستقیم ندارد، ولی احتمال مرطوب شدن روکش آنها را افزایش می‌دهد؛ این مسئله، بویژه در مورد الکترودهای فارادی، روکشی سلولزی باید مورد توجه قرار گیرد.

### ۱-۴. اثر سرما بر فلز مینا و جوش درز

می دانیم که حرارت حاصل از قوس الکتریکی باعث بالا رفتن درجه حرارت ذوب و الکتروود فلز مینا می گردد. حداکثر درجه حرارت در حوضچه مذاب جوش حاصل شده و از آنجا به طرف داخل قطعات مورد جوش، بسرعت پایین آمده و به درجه حرارت عمومی قطعات مزبور می رسد. سرعت پایین آمدن درجه حرارت به عوامل زیر بستگی دارد:

– مقدار حرارت ایجاد شده در موقع جوشکاری

– درجه حرارت قطعات مورد اتصال

– ظرفیت جذب و انتشار و استهلاک حرارت قطعات مورد اتصال

ظرفیت جذب حرارت به وسیله قطعات مورد اتصال و انتشار و استهلاک آن تابع عوامل متعددی است که از آن جمله می توان درجه حرارت محیط، قابلیت هدایت حرارتی، گرمای ویژه و بالاخره حجم و طرز قرار گرفتن قطعات مورد اتصال را نام برد.

از طرف دیگر، می دانیم که بافت بلوری فولاد در اثر حرارت تغییر می یابد و این تغییر بافت به حداکثر درجه حرارت حاصل، مدت اثر این درجه حرارت و سرعت سرد شدن فولاد بستگی دارد. این تغییر بافت با تغییر مشخصات فیزیکی و مکانیکی فولاد همراه است و باعث تغییر سختی و انعطاف پذیری و حتی تغییر مقاومت آن می شود؛ سرد شدن سریع فولاد اغلب به سرد شدن آن منجر می گردد.

با توجه به نکات بالا می توان گفت که سرعت سرد شدن فلز جوش و منطقه متأثر از حرارت در کیفیت جوش و جوش درز تأثیر عمده داشته، و درجه حرارت محیط یکی از عواملی است که در افزایش و کاهش سرعت سرد شدن نقش تعیین کننده دارد. سرد شدن سریع فلز مذاب، علاوه بر اثرات سوء متالورژیکی، می تواند به یک یا همه عیوب زیر نیز منجر گردد.

– نقص ذوب

– نقص نفوذ و آمیزش

– غوطه ور شدن دوباره در فلز جوش

- تخلخل و پوکی جوش در اثر محبوس شدن ذرات گاز که به علت انجماد سریع فرصت خارج شدن از فلز جوش را پیدا نکرده‌اند. گاهی ممکن است ذرات گاز به هم پیوسته و در داخل فلز جوش، محفظه‌های بسته ایجاد کنند.

- ترک خوردگی، بویژه در گودی انتهایی رشته جوش

در واقع، با پایین آمدن درجه حرارت، جوش پذیری فولادهای مختلف کم می‌شود و این مسئله علاوه بر اینکه حصول کیفیت مطلوب جوش را مشکل می‌سازد، زمان انجام جوشکاری را افزایش می‌دهد و قیمت تمام شده عملیات جوشکاری را بالا می‌برد.

#### ۱-۵. اثر سرما بر اتصالات جوشی و قطعات مورد اتصال

سرما نه تنها روی هر یک از عوامل جوشکاری اثر بد می‌گذارد، بلکه اتصالات جوشی و قطعات مورد اتصال نیز از عواقب این اثرات برگزانی می‌مانند، به این ترتیب که به علت تمرکز حرارت در منطقه محدود مورد جوشکاری و اختلاف درجه حرارت زیاد بین این منطقه و سایر نقاط، تنشهای پسماند و موضعی قابل ملاحظه‌ای به وجود می‌آید. این تنشهای موضعی بیشتر در منطقه متأثر از حرارت جوشکاری متمرکز هستند و باعث کاهش ظرفیت بارپذیری اتصال جوشی می‌شوند. همچنین، اگر پیش‌بینی‌های لازم به عمل نیاید و آزادی تغییر شکل قطعات در موقع جوشکاری تأمین نشود، ممکن است اختلاف حرارت شدید ناشی از جوشکاری به تابیدگی و تغییر شکل قطعات مورد اتصال بینجامد.

#### ۲. توصیه‌های مربوط به پیشگیری از اثرات بد سرما در جوشکاری

در صورتی که توصیه‌های زیر مورد توجه قرار گیرد و اقدامات احتیاطی پیش‌بینی شده به عمل آید، متوقف کردن عملیات جوشکاری در درجات حرارت پایین الزام‌آور نیست و حتی در شرایط خیلی سخت نیز می‌تواند ادامه یابد.



## ۲-۱. توصیه‌های مربوط به جوشکاران

- در موقع انتخاب و به کار گماردن جوشکاران، باید وضع مزاجی و قدرت بدنی آنها مورد بررسی قرار گیرد و از آمادگی جسمی آنها برای کار در هوای سرد اطمینان حاصل شود.
- جوشکاران باید مجهز به لباس پشمی گرم، بالاپوش مناسب و کلاه سبک مجهز به نقاب مخصوص جوشکاری باشند. در صورتی که جوشکاری روی زمین و یا در ارتفاع کمی از زمین انجام گیرد، بهتر است به جای نقاب روسری از نقاب دستی استفاده شود زیرا احتمال یخ زدن بخار حاصل از تنفس روی شیشه نقابهای روسری بیشتر است.
- لباس جوشکاران باید در عین گرم بودن، تا حد امکان سبک باشد و مزاحم حرکات آنها نشود زیرا کاهش تحرک جوشکار باعث خستگی سریع او و کم شدن سرعت جوشکاری می‌گردد.
- وقتی که جوشکاری در فضای باز انجام می‌گیرد، باید جوشکار و محل مورد جوش به وسیله مناسبی در مقابل سرما و باد و برف محافظت شوند.
- در صورتی که درجه حرارت محیط خیلی پایین باشد، باید محل کار جوشکار با وسیله مناسبی گرم شود.
- در صورتی که اهمیت و حجم کار ایجاب نماید و تعداد جوشکارانی که به‌طور همزمان کار می‌کنند زیاد باشند، بهتر است که به جای حفاظت فرد فرد جوشکاران، تمام کارگاه به کمک چادرهای مخصوص و یا پوشش موقت در مقابل سرما و باد و برف حفاظت گردد.
- وقتی که مجموعه کارگاه به وسیله چادر و یا پوشش موقت حفاظت می‌شود، می‌توان در صورت لزوم محیط کار را به کمک بخاریهای کارگاهی نفتی یا گازی، مولدهای هوای گرم و یا لامپهای اشعه مادون قرمز گرم نمود؛ در این صورت باید سعی شود که درجه حرارت محیط تا حد امکان ثابت باشد و دستخوش تغییرات شدید نگردد زیرا تغییرات شدید درجه حرارت در فاصله زمانی کوتاه امکان ایجاد تنشهای پسماند در اضلاع و قطعات مورد اتصال را تشدید می‌نماید.
- چه در حالت حفاظت فردی و چه در حالت حفاظت عمومی، باید مسئله تهویه مورد توجه قرار گرفته و گازهای مضر برای جوشکاران از محیط کار خارج گردد.

– در نتیجه نامساعد بودن شرایط کار و سنگینی نسبی لباس کار، جوشکاران زودتر خسته می‌شوند؛ لذا، باید ترتیبی اتخاذ شود که هر جوشکار بیش از دو ساعت متوالی مشغول به کار نباشد و پس از هر دو ساعت کار، نیم ساعت استراحت نماید. برای اینکه از این راه حل نتیجه مطلوب گرفته شود باید جای مناسب و گرمی برای استراحت جوشکاران آماده شده باشد.

#### ۲-۲. توصیه‌های مربوط به تجهیزات

– در صورتی که از ماشینهای جوشکاری بنزینی یا دیزلی استفاده می‌شود برای جلوگیری از مشکلات ناشی از هوای سرد باید پیش بینی‌های لازم برای جلوگیری از خالی شدن باتری به عمل آید و از روغن موتورهای مناسب با غلظت کم استفاده گردد. همچنین، برای جلوگیری از یخ زدن سوخت باید احتیاطهای لازم رعایت شود و در صورت لزوم مواد ضد یخ مناسب به سوخت اضافه گردد.

برای جلوگیری از خالی شدن باتری، که با کاهش درجه حرارت تشدید می‌شود، باید از قرار دادن آن در معرض سرمای شدید پرهیز شود و مقدار و درجه اسیدی آب آن به طور مرتب کنترل گردد. در روزهای تعطیل باید یکی از قطبهای باتری از موتور جدا شود؛ اگر زمان تعطیل کار طولانی باشد، باید باتری کاملاً "باز شده و در جای گرمی نگهداری گردد.

– در صورت استفاده از گاز برای جوشکاری یا برش، باید استوانه حاوی گاز در محلی هریوشید و دور از سرما نگهداری شود؛ مناسبترین درجه حرارت برای نگهداری استوانه حاوی گاز درجه حرارتی است که استوانه در آن درجه حرارت پر شده است.

#### ۳-۲. توصیه‌های مربوط به لکترودها

– لکترودها باید در جای خشک و نسبتاً گرم نگهداری شوند.

– لکترودها را باید بلافاصله پس از خروج از انبار مصرف کرد؛ لکترودها را نباید در هوای آزاد رها نمود. هر بار نباید بیش از مصرف ۲ یا ۳ ساعت، لکترودها از انبار خارج کرد.

- نوع الکتروود باید با توجه به شرایط کار و میزان سردی هوا تعیین گردد .  
الکتروودهای فلزی با هیدروژن کم و الکتروودهایی که روکش آنها گرد آهن دارد برای جوشکاری در درجات حرارت پایین تر از صفر مناسبتر از سایر الکتروودها هستند .  
این الکتروودها به شدت جریان بیشتری احتیاج دارند و گرمای زیادتری در جوش درز ایجاد می نمایند .

به این ترتیب ، مدت زمان لازم برای شروع انجماد و سرد شدن فلز جوش طولانیتر می شود و مقداری از عیوب ناشی از سرد شدن سریع جوش ، از جمله ترک خوردگی و تخلخل کاهش می یابد .

در درجات حرارت پایین تر از ۲۰- درجه سانتیگراد باید از الکتروودهایی استفاده شود که مقدار گوگرد و فسفر آنها از ۰/۰۳ درصد تجاوز نمی نماید . جوش حاصل از الکتروودهایی که گوگرد و فسفر آنها بیش از مقدار بالا باشد ، در این درجات حرارت شکننده و ترد خواهد بود .

- قطر الکتروودهای مصرفی برای جوشکاری در درجات حرارت پایین باید بیشتر از آنچه که در کارهای متعارف به کار می رود ، انتخاب گردد . افزایش قطر الکتروود متناسب با " عدد سختی حرارتی " درز خواهد بود . استفاده از الکتروودهای با قطر بیشتر ، مقدار حرارت آزاد شده در جوش درز را افزایش می دهد و به این ترتیب از سرعت انجماد و سرد شدن فلز جوش می گاهد .

#### ۴-۲. توصیه های مربوط به فلز مینا

- فولاد مصرفی باید متناسب با شرایط کار و درجه حرارت محیط در موقع کار انتخاب گردد . به طور کلی ، فولادهایی که پس از ذوب در اثر انجماد و سرد شدن سریع حالت آبدیدگی و سخت شدن پیدا نکرده و به اصطلاح ترد نمی شوند برای کار در درجات حرارت پایین مناسب هستند و عیوب ناشی از سرد شدن سریع در منطقه متأثر از حرارت درزهای آنها کمتر مشاهده می شود .

- فولادهای متعارف ساختمانی را تا صفر درجه سانتیگراد - مشروط بر اینکه به " اثر شکاف " حساس نباشند - و فولادهای کم کربن را که جوش پذیری آنها تضمین شده است تا ۱۰- درجه سانتیگراد می توان

— برای جمع کردن و تثبیت موقت قطعات و آماده نمودن آنها برای جوشکاری، تا آنجا که ممکن است نباید از خال جوش استفاده شود؛ این کار باید به کمک گیره‌ها و بستهای کافی به عمل آید. در صورتی که شرایط کار، استفاده از خال جوش را ضروری سازد، باید تمام شرایط جوشکاری اصلی در زدن خال-جوشها نیز مراعات گردد. به علت حجم محدود فلز جوش و کم بودن مقدار حرارت، خال جوشها خیلی سریع سرد شده و حالت ترد و شکننده پیدامی‌نمایند و کوچکترین بی احتیاطی در مورد آنها به ایجاد ترکهای ریز در فلز جوش منجر می‌گردد. با توجه به این امر، بیش گرمایش برای زدن خال جوش ضروری است ولی این کار باید به نحوی انجام گیرد که در اثر گرم کردن موضعی قطعات، تنشهای پسماند در آنها به وجود نیاید.

— برای جوشکاری در درجات حرارت پایین تر از صفر درجه سانتیگراد، در صورت مرطوب بودن تپعه یا وجود برف و یخ روی آن، باید ابتدا سطح قطعه را با وسیله مناسبی تمیز کرد و سپس آن را به کمک حرارت خشک نموده و آن گاه به جوشکاری پرداخت.

در جوش درزهای چند پاسه، اولین پاس جوش بیشتر از سایر پاسها در معرض اثرات بدناشی از سرد شدن سریع قرار دارد. روی این اصل باید سعی شود جوشکاری ریشه درز تا حد امکان با الکتروود فطورتر انجام گیرد.

— هر پاس جوش باید به طور پیوسته و بدون وقفه طولانی انجام گیرد و جوشکاری جز برای تعویض الکتروود متوقف نشود.

— هر پاس جوش نباید وقتی شروع شود که پاس قبل از آن به اندازه یک متر پیش رفته باشد؛ برای شروع هر پاس جوش نباید پاس قبل را متوقف نمود. این طرز اجرا به بیش از یک کارگر جوشکار احتیاج دارد و در عوض مانع از کاهش بیش از حد درجه حرارت بین پاسها می‌شود و کیفیت مطلوب جوش را افزایش می‌دهد.

— در صورتی که جوشکاری یک درز از دور و انجام می‌گیرد، قبل از شروع جوشکاری طرف دوم باید ریشه جوش تمیز شده، و برای پذیرش ریشه جوش جدید آماده گردد. در درجات حرارت پایین، برای تمیز-

کردن ریشه جوش باید از سنگهای نرم استفاده نمود؛ سنگ زدن با سنگهای درشت دانه و یا استفاده از مقارهای بادی به طور مطلق ممنوع است.

— گیره‌ها، بستها، پایه‌ها و زیرسری‌ها نباید قبل از اتمام جوشکاری اتصالات برداشته شوند زیرا برداشتن آنها باعث می‌شود که رشته‌های جوش موجود تحت تنشهایی قرارگیرند که برای آن محاسبه نشده‌اند و بین آنها و جوشهایی که بعداً " داده می‌شوند، ناسازگاری ایجاد گردد.

— علاوه بر رعایت نکات بالا، باید مقررات مربوط به طرز جوشکاری، موضوع بند ۳-۸ نشریه شماره ۲۵۴ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی وزارت برنامه و بودجه، با عنوان " دستورالعمل جوشکاری در ساختمانهای فولادی"، و بویژه آنچه که در قسمت ۳-۸-۳ در مورد کاهش تنشها و تغییر شکلهای ناشی از جوشکاری گفته شده است، به طور موکد مراعات گردد.

### ۳. عوامل مؤثر در تعیین درجه حرارت حد

از آنچه که گذشت نتیجه می‌شود که همین درجه حرارت حد، که پایین‌تر از آن باید کار جوشکاری متوقف گردد، به عوامل متعددی بستگی دارد و با توجه به متغیر بودن این عوامل، تعیین یک درجه حد ثابت برای تمام موارد و تمام کارها میسر نیست.

عوامل مؤثر در تعیین حداقل درجه حرارت مناسب برای جوشکاری را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

- عامل انسانی
- تجهیزات و مصالح
- ماهیت کار
- عامل اقتصادی

### ۳-۱. عامل انسانی

هرچه درجه حرارت پایین تر باشد، دقت لازم برای جوشکاری بیشتر می شود و طرح و اجرای اتصالات جوشی، استفاده از افراد با تجربه تر و ماهرتری را ایجاب می نماید. با توجه به این نکته، تعیین حداقل درجه حرارت حتماً باید با توجه به مهارت جوشکارانی که در اختیار هستند، تعیین گردد. در یک کار معین، حتی می توان ابتدا حدی برای درجه حرارت مناسب برای جوشکاری تعیین نمود و بتدریج که جوشکاران با شرایط کار آشنا می شوند و آمادگی جوشکاری در درجات حرارت پایین تر را پیدا می کنند، درجه حرارت حد را پایین تر برد.

### ۳-۲. تجهیزات و مصالح

درجه حرارت حد به نوع و کارایی تجهیزات و وسایل جوشکاری بستگی دارد؛ هرچه درجه حرارت محیط در موقع جوشکاری پایین تر باشد، باید ماشین جوشکاری و لوازم حفاظتی و ایمنی متنوع تر و بهتری به کار گرفته شوند.

مصالح، یعنی نوع الکتروود و فلز مبنا، در تعیین درجه حرارت حد نقش تعیین کننده دارند؛ همان طور که دیدیم، بعضی از فولادها را نمی توان در درجات پایین تر از صفر درجه سانتیگراد جوش داد، در حالی که بعضی دیگر از فولادها تا ۱۰- درجه سانتیگراد بدون رعایت احتیاط خاصی قابل جوشکاری می باشند؟

در واقع، نوع فولاد و ترکیب شیمیایی آن، حساسیت آن به "اثر شکاف"، حساسیت به ترک خوردگی در خلال جوشکاری و سرانجام درجه حرارت نظیر عبور فولاد از حالت نرم به حالت ترد از جمله عواملی هستند که باید در تعیین درجه حرارت حد در نظر گرفته شوند.

ضخامت قطعات مورد اتصال نیز از عواملی است که در تعیین درجه حرارت حد مؤثر است و با توجه به اینکه ضخامت ورقها و قطعات در مقیاس وسیعی تغییر می کند، نتیجه می گیریم که حتی در یک کارگاه معین می توان چند درجه حرارت حد متناسب با ضخامتها برای جوشکاری در هوای سرد تعیین کرد.

### ۳-۳. ماهیت کار

منظور از ماهیت کار، نوع قطعه مورد جوشکاری، طرز بارگذاری آن، شرایط بهره‌برداری از آن و نوع ساختمان مورد جوشکاری است.

شکی نیست که درجه حرارت حد پرای جوشکاری اتصالات یک ساختمان متعارف و یک ساختمان غیر-متعارف که خطرگسیختگی ترد برای آن بسیار زیاد است، یکسان نخواهد بود. همچنین، درجه حرارت حد برای جوشکاری یک ساختمان یا یک قطعه ساختمانی که زیر اثر بارهای ساکن قرار دارد، با یک ساختمان یا یک قطعه ساختمانی که به منظور تحمل نیروهای متحرک ساخته می‌شود، نمی‌تواند یکسان باشد.

### ۳-۴. عامل اقتصادی

به طوری که اشاره شد، در صورت رعایت توصیه‌های ارائه شده در این نشریه، متوقف کردن جوشکاری در درجات حرارت پایین تر از صفر درجه سانتیگراد اجباری نیست و می‌توان در صورت لزوم، با انجام اقدامات احتیاطی، جوشکاری را در سرمای شدید نیز ادامه داد. ولی رعایت کردن این توصیه‌ها هزینه جوشکاری را بالا می‌برد و باعث افزایش قیمت تمام شده کار می‌شود.

با توجه به این مطلب، باید در هر مورد، مسئله را از نقطه نظر اقتصادی مورد مطالعه قرار داد و معلوم کرد که جوشکاری در هوای سرد با هزینه بیشتر و اتمام کار در زمان کوتاه‌تر به صرفه و صلاح است، و یا متوقف کردن کار در هوای سرد و محول کردن جوشکاری به فصل و هوای مناسب‌تر.

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

عنوان	تاریخ انتشار
۰۱. زلزله خیزی ایران	فروردین ماه ۱۳۵۰
۰۲. زلزله هشتم مرداد ماه ۴۹ (قرناوه و گنبد کاووس)	آبان ماه ۱۳۵۰
۰۳. بررسیهای فنی	آذرماه ۱۳۵۰
۰۴. طرح و محاسبه و اجرای روبه‌های سنتی در فرودگاهها	دی ماه ۱۳۵۰
۰۵. آزمایشهای لوله‌های تحت فشار سیمان و پنبه نسوز در کارگاههای لوله‌کشی	دی ماه ۱۳۵۰
۰۶. ضما م فنی دستورالعمل طرح و محاسبه و اجرای روبه‌های سنتی در فرودگاهها	اسفندماه ۱۳۵۰
۰۷. دفترچه تیب شرح قیمت‌های واحد عملیات راه‌های فرعی	از اعتبار ساقط است
۰۸. دفترچه تیب شرح قیمت‌های واحد عملیات راه‌های اصلی	از اعتبار ساقط است
۰۹. مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی	تیرماه ۱۳۵۱
۰۱۰. بررسی فنی مقدماتی زلزله فروردین ماه ۱۳۵۱ قزوین و گارزین	مردادماه ۱۳۵۱
۰۱۱. برنامه ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی کوچک	شهریورماه ۱۳۵۱
۰۱۲. روسازی شنی و حفاظت رویه آن	شهریورماه ۱۳۵۱
۰۱۳. زلزله ۲۷ آبان ماه ۱۳۵۰ بندرعباس	اردیبهشت ماه ۱۳۵۲
۰۱۴. تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کارهای آجری)	خردادماه ۱۳۵۲
۰۱۵. تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش تعیین هزینه ساعتی ماشینهای راهسازی)	از اعتبار ساقط است
۰۱۶. شرح قیمت‌های واحد تیب برای کارهای ساختمانی	از اعتبار ساقط است
۰۱۷. برنامه ریزی فیزیکی بیمارستانهای عمومی از ۱۵ تا ۷۲ تخت خواب	آبان ماه ۱۳۵۲
۰۱۸. مشخصات فنی عمومی لوله‌ها و اتصالات پی، وی، سی برای مصارف آبرسانی	آذرماه ۱۳۵۲
۰۱۹. روش و نصب کارگذاری لوله‌های پی، وی، سی برای مصارف آبرسانی	آذرماه ۱۳۵۲
۰۲۰. جوش کاری در ساختمانهای فولادی	چاپ دوم ۱۳۶۴
۰۲۱. تجهیز و سازمان دادن کارگاه جوشکاری	چاپ دوم ۱۳۶۳
۰۲۲. جوش پذیری فولادهای ساختمانی	چاپ دوم آذرماه ۱۳۶۲
۰۲۳. بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی	در مرحله چاپ
۰۲۴. ایمنی در جوشکاری	چاپ دوم ۱۳۶۴
۰۲۵. زلزله ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ ماناگوا	بهمن ماه ۱۳۵۲
۰۲۶. جوش کاری در درجات حرارت پایین	چاپ دوم آذرماه ۱۳۶۲
۰۲۷. مشخصات فنی عمومی لوله‌کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان	اسفندماه ۱۳۵۲
۰۲۸. تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش ملاتها	اردیبهشت ماه ۱۳۵۳
۰۲۹. بررسی نحوه توزیع منطقی تختهای بیمارستانها در کشور	خردادماه ۱۳۵۳
۰۳۰. مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمعبارسپرها	خردادماه ۱۳۵۳
۰۳۱. تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش اندودها، قرنیزها و بندکشی	تیرماه ۱۳۵۳
۰۳۲. شرح قیمت‌های واحد تیب برای کارهای لوله‌کشی آب و فاضلاب ساختمان	تیرماه ۱۳۵۳
۰۳۳. مشخصات فنی عمومی راهبائی اصلی	مردادماه ۱۳۵۳



۳۴. مشخصات فنی اسکلت فولادی ساختمان
۳۵. مشخصات فنی عمومی کارهای سنتی
۳۶. مشخصات فنی عمومی کارهای زیربنایی
۳۷. مجموعه استاندارد نقشه‌کشی
۳۸. مشخصات فنی عمومی اندودکاری
۳۹. شرح قیمت‌های واحد تیب برای کارهای تاسیسات حرارتی و تهویه مطبوع
۴۰. مشخصات فنی عمومی در و پنجره
۴۱. مشخصات فنی عمومی شیشه‌کاری در ساختمان
۴۲. مشخصات فنی عمومی کاشیکاری و کف‌پوش در ساختمان
۴۳. تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی بخش مابقکاری، فرش‌کف، کاشیکاری، سرامیک‌کاری
۴۴. استاندارد پیشنهاد لوله‌های سخت پی.وی.سی در لوله‌کشی آب آشامیدنی
۴۵. استاندارد پیشنهاد لوله‌های سخت پی.وی.سی در مصارف صنعتی
۴۶. زلزله ۶۶ اسفند ۱۳۵۳ سرخون "بندرعباس"
۴۷. استاندارد پیشنهادی اتصالات لوله‌های تحت فشار پی.وی.سی
۴۸. مشخصات فنی عمومی راه‌های فرسی درجه یک و دو
۴۹. بحثی پیرامون فضا در ساختمانهای اداری
۵۰. گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شتاب‌نگار در ایران
۵۱. مشخصات فنی عمومی کارهای نصب ورق‌های پوششی سقف
۵۲. شرح قسمت‌های واحد تیب برای کارهای تاسیسات برق
۵۳. زلزله‌های سال ۱۹۷۱ کشور ایران
۵۴. راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله‌های سخت پی.وی.سی در لوله‌کشی آب سرد
۵۵. مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی
۵۶. راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله‌های سخت پی.وی.سی
۵۷. شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بتن‌آرمه
۵۸. گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب‌نگار در ایران
۵۹. شرح قیمت‌های واحد تیب برای خطوط انتقال آب
۶۰. شرح قیمت‌های واحد تیب برای شبکه توزیع آب
۶۱. طرح و محاسبه قابهای شیب‌دار و قوسی فلزی
۶۲. نگرشی بر کارکردها و نارسائی‌های کوی‌نهم آبان
۶۳. زلزله‌های سال ۱۹۶۹ کشور ایران
۶۴. مشخصات فنی عمومی درزهای انبساط
۶۵. نقاشی ساختمانها "آیین کاربرد"
۶۶. تحلیلی بر روند دگرگونی‌های سکونت در شهرها
۶۷. راهنمایی برای اجرای ساختمان بناهای اداری
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- آبان ماه ۱۳۵۳
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- اسفند ماه ۱۳۵۳
- اردیبهشت ماه ۱۳۵۴
- اردیبهشت ماه ۱۳۵۴
- خرداد ماه ۱۳۵۴
- تیر ماه ۱۳۵۴
- تیر ماه ۱۳۵۴
- تیر ماه ۱۳۵۴
- تیر ماه ۱۳۵۴
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- شهریور ماه ۱۳۵۴
- مهر ماه ۱۳۵۴
- آذر ماه ۱۳۵۴
- آبان ماه ۱۳۵۴
- آذر ماه ۱۳۵۴
- آذر ماه ۱۳۵۴
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- اردیبهشت ماه ۱۳۵۵
- خرداد ماه ۱۳۵۵
- مرداد ماه ۱۳۵۵
- از اعتبار ساقط است
- از اعتبار ساقط است
- آذر ماه ۱۳۵۵
- بهمن ماه ۱۳۵۵

۰۶۸. ضوابط تجزیه و تحلیل قیمت‌های واحداقلام مربوط به خطوط انتقال آب
۰۶۹. زلزله‌های سال ۱۹۶۸ کشور ایران
۰۷۰. مجموعه مقالات سمینار سنتو (پیشرفت‌های اخیر در کاهش خطرات زلزله)
۰۷۱. محافظت ابنیه فنی آهنی فولادی در مقابل خوردگی
۰۷۲. راهنمایی برای تجزیه قیمت‌های واحدهای تأسیساتی
۰۷۳. تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش عملیات خاکی با وسایل مکانیکی)
۰۷۴. ضوابطی برای طرح و اجرای ساختمانهای فولادی
۰۷۵. برنامه کامپیوتری مربوط به آنالیز قیمت کارهای ساختمانی و راهسازی
۰۷۶. مجموع راهنمای تجزیه قیمت‌های واحدهای کارهای ساختمانی و راهسازی "قسمت اول"
۰۷۷. زلزله ۴ مارس ۱۹۷۷ کشور رومانی
۰۷۸. راهنمای طرح ساختمانهای فولادی
۰۷۹. خدمات نقشه برداری
۰۸۰. راهنمای ایجاد بناهای کوچک در مناطق زلزله خیز
۰۸۱. سیستم گازهای طبی در بیمارستانها - محاسبات و اجرا
۰۸۲. راهنمای اجرای سقفهای تیرچه و بلوک
۰۸۳. نقشه‌های تیب پله‌ها و آبروها تا دهانه ۶ متر
۰۸۴. طراحی ساختمان برای اشخاص دارای معلولیت از روی سندلی چرخدار
۰۸۵. معیارهای طرح‌هندسی راههای اصلی و فرعی
۰۸۶. معیارهای طرح‌هندسی راههای روستایی
۰۸۷. معیارهای طرح تقاطع‌های همسطح و غیرهمسطح
۰۸۸. چکیده‌ای از طرح‌هندسی راهها
۰۸۹. مشخصات فنی تأسیسات برقی بیمارستانها
۰۹۰. دیوارهای سنگی
۰۹۱. الفبای کالبدی معماری سنتی
۰۹۲. جزئیات اجرایی ساختمانهای آجری
۰۹۳. ساختمان مرکز بهداشت قم (گزارش فنی)
۰۹۴. ویژگیها و مشخصات فنی انواع تیرچه‌های پیش‌ساخته خرپائی روش طرح و محاسبه و جداول محاسباتی
۰۹۵. مشخصات فنی نقشه برداری
۰۹۶. جداول طراحی ساختمانهای بتن فولادی به روش حالت حدی
۰۹۷. ضوابط طراحی فضاهای آموزشگاههای فنی و حرفه‌ای رشته ساختمان
- ...  
۱۰۱. مشخصات فنی عمومی راهها
- اردیبهشت ماه ۱۳۵۶
- خرداد ماه ۱۳۵۶
- تیر ماه ۱۳۵۶
- مرداد ماه ۱۳۵۶
- مرداد ماه ۱۳۵۶
- شهریور ماه ۱۳۵۶
- شهریور ماه ۱۳۵۶
- مهر ماه ۱۳۵۶
- آذر ماه ۱۳۵۶
- دی ماه ۱۳۵۶
- فوروردین ماه ۱۳۵۷
- زیر چاپ ۱۳۶۴
- اسفند ماه ۱۳۶۴
- مهر ماه ۱۳۶۱
- چاپ دوم ۱۳۶۴
- آبان ماه ۱۳۶۲
- خرداد ماه ۱۳۶۳
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- اسفند ماه ۱۳۶۲
- زیر چاپ است
- تیر ماه ۱۳۶۳
- آبان ماه ۱۳۶۳
- در دست تهیه است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است
- زیر چاپ است