



دانشکده فنی و حرفه‌ای انقلاب اسلامی
درس متالورژی جوشکاری - مقطع کاردانی
مدرس: امین عبرزاده

1

جلسه ۲

➤ ۱- تکنولوژی و متالورژی جوشکاری- حامد ثابت- نشر فنی امیر

➤ ۲- فرایندهای ویژه اتصال مواد- امین عنبرزاده- انتشارات نوربخش

ساختار جوش

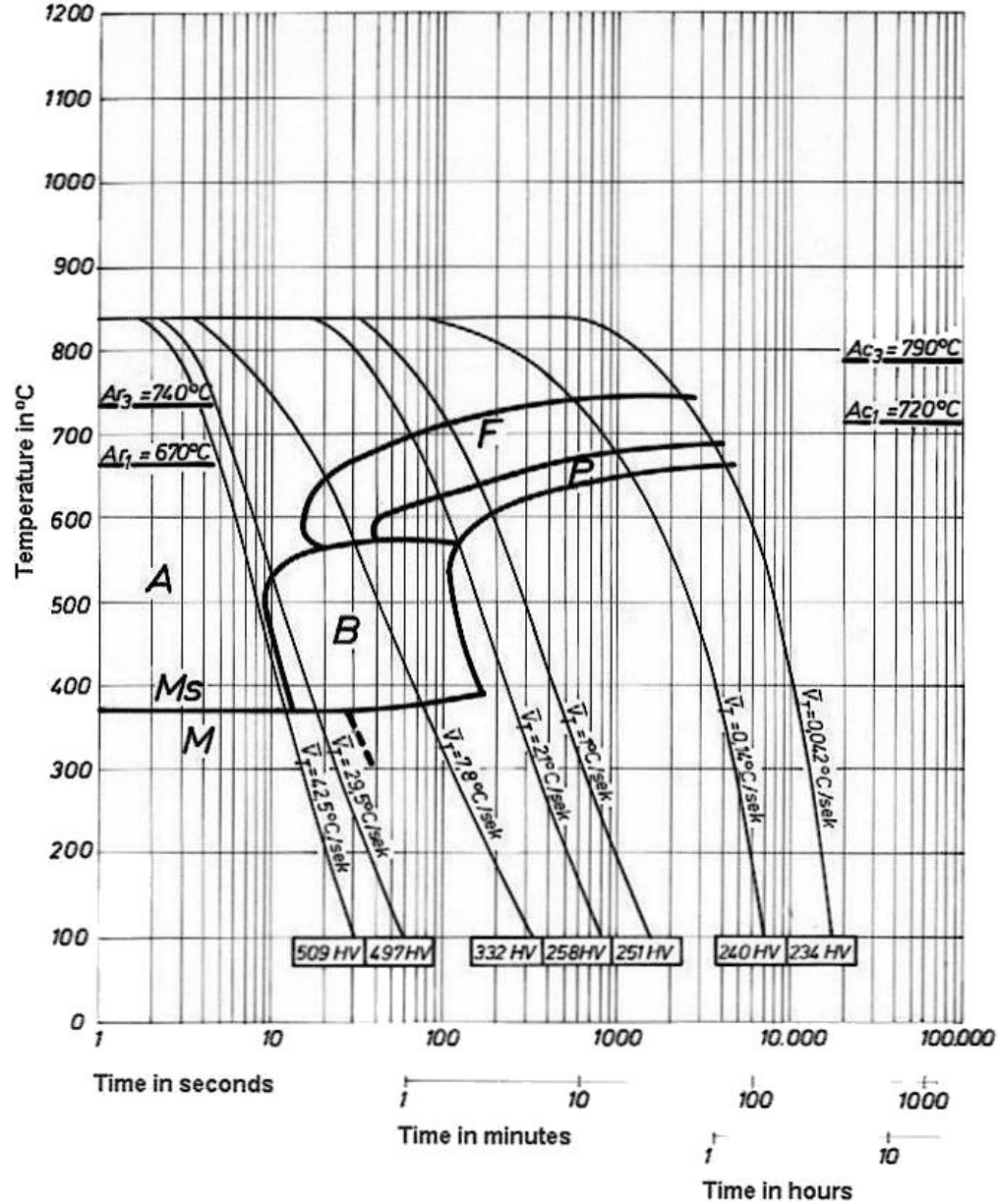
➤ ساختار میکروسکپی جوش بستگی به ترکیب شیمیایی فلز پایه، الکتروود مصرفی، میزان امتزاج و همچنین سیکل حرارتی اعمال شده دارد.

➤ ساختار میکروسکپی HAZ بستگی به ترکیب شیمیایی فلز پایه و سیکل حرارتی اعمال شده دارد.

ترکیب شیمیایی فلز جوش

- ▶ فلز جوش از ممزوج شدن فلز پایه (قطعه کار) و الکتروود مصرفی در حالت مذاب بوجود می آید.
- ▶ درجه رقت یا میزان امتزاج درصد مشارکت فلز پایه در فلز جوش را نشان می دهد.
- ▶ درجه رقت از تقسیم وزن فلز پایه در فلز جوش بر وزن کل فلز جوش و ضرب آن در ۱۰۰ بصورت درصد حاصل می شود.

ساختار میکروسکپی جوش



با توجه به ترکیب شیمیایی و نرخ سرد شدن با بررسی منحنی های سرد شدن پیوسته CCT مشخص می شود.

خواص مکانیکی فلز جوش

- عوامل موثر: نوع و درصد عناصر فلزپایه و الکتروود مصرفی، ساختار میکروسکوپی (اندازه دانه ها و نوع فازها) و میزان وجود عناصر غیر فلزی در جوش.
- ساختار مارتنزیتی که دارای سختی بالایی است، از خواص چقرمگی بسیار پایینی برخوردار است.
- با افزایش اندازه دانه ها (درشت ساختاری) در فلز جوش خواص ضربه پذیری (چقرمگی) آن کاهش می یابد.

خواص مکانیکی فلز جوش

▶ بطور کلی با افزایش انرژی جوش خواص ضربه پذیری (چقرمگی) فلز جوش کاهش می یابد.

▶ در مجموع با افزایش اندازه دانه ها در فلز جوش خواص ضربه پذیری آن کاهش می یابد.

▶ با افزایش اندازه دانه ها، تعداد دانه ها و در نتیجه میزان (طول) مرز دانه ها در واحد سطوح کاهش یافته و در نتیجه میزان نسبی ناخالصی ها در مرز دانه افزایش می یابد.

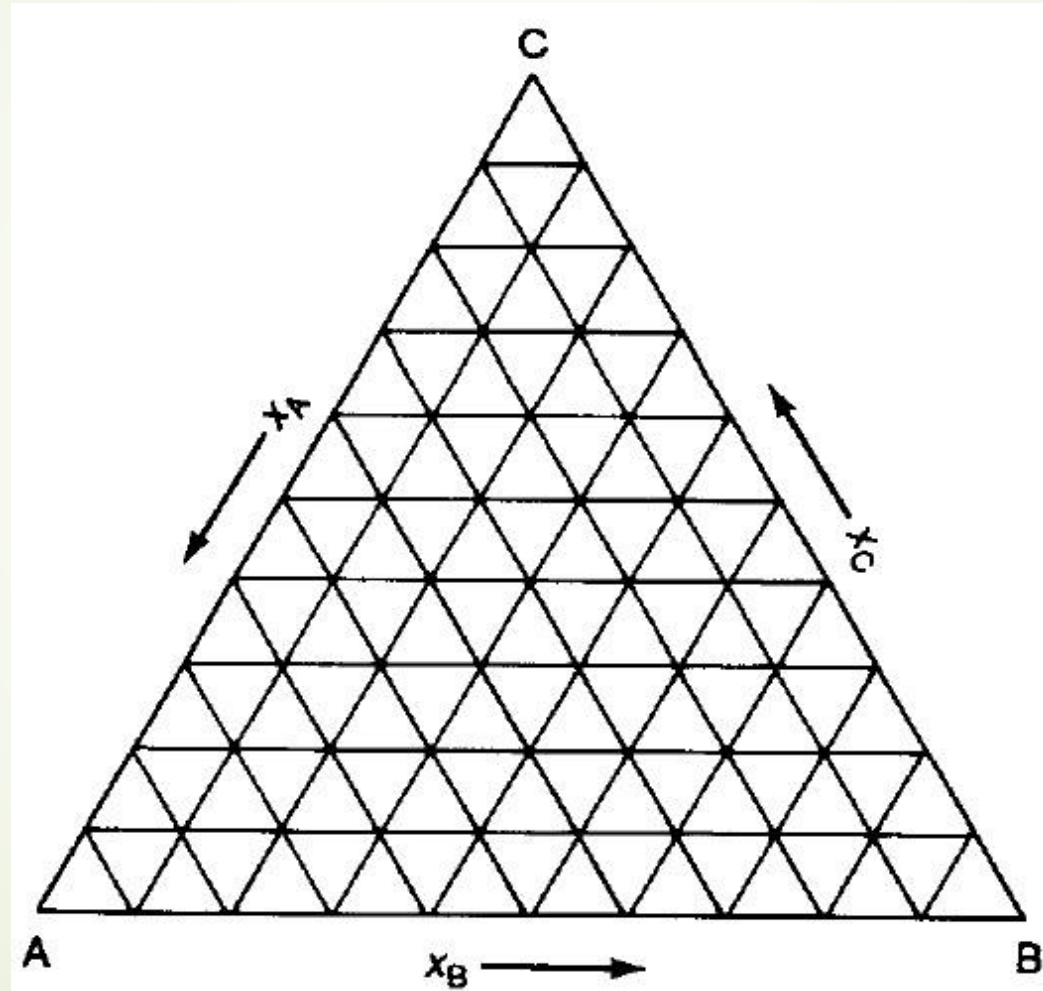
خواص مکانیکی فلز جوش

- عناصر موجود در پوشش الکترودها و پودرهای جوشکاری نیز در ترکیب شیمیایی فلز جوش موثر هستند.
- برای مثال مواد اکسیژن زدا با ایجاد ترکیبات غیر فلزی چقرمگی جوش را کاهش می دهند.
- الکترودها و فلاکس های قلیایی منجر به تشکیل ناخالصی های کمتری در فلز جوش در مقایسه با دیگر انواع الکترودها و فلاکس ها شده و خواص ضربه پذیری بهتری دارند.

قابلیت جوشکاری Weldability

خصوصیتی از فلز بوده که در رابطه با استفاده از یک روش مشخص جوشکاری منجر به ایجاد یک اتصال پیوسته فلزی (جوش) شده که خواص مکانیکی (استحکامی و ضربه پذیری) و مقدار عیوب موجود در آن در حد مقادیر مقرر شده برای آن اتصال باشد.

درصد خوانی در دیاگرام سه فازی و اهرم زدن بین فازها



ترک گرم

- ▶ حلالیت عناصر ناخالص آلیاژی در کریستال های جامد به مراتب کمتر از حالت مذاب است.
- ▶ حلالیت ناخالصی ها در حالت جامد به نوع ساختار کریستالی (آستنیت- فریت) بستگی دارد.
- ▶ اگر میزان ناخالصی ها و عناصر آلیاژی در فاز باقی مانده به حد کافی بالا باشد، درجه حرارت انجماد به مقدار قابل ملاحظه کمتر از درجه حرارت انجماد کریستال های اولیه خواهد بود.
- ▶ با توجه به پس زده شدن عناصر ناخالصی به طور مداوم، عناصر ناخالصی در انتهای خط جوش تجمع می کنند.

ترک گرم

▶ ترک های گرم در مرکز جوش

▶ بزرگ تر از دیگر ترک ها

▶ در درجه حرارت های بالا

▶ انرژی بالای جوش ← ساختار دانه درشت ← کاهش مرز دانه ← غلظت بالای عناصر ناخالصی ← افزایش امکان ترک گرم

▶ خاموش شدن قوس در حین جوشکاری ← ترک گرم در پایان جوشکاری

ترک گرم – راه حل ها

- ۱- کنترل ترکیب شیمیایی،
- ۲- کاهش تدریجی انرژی جوشکاری،
- ۳- چندبار جلو و عقب بردن الکتروود ← توصیه نمی شود (باقی ماندن عناصر مضر بصورت متمرکز)، و
- ۴- نصب قطعه اضافی در انتهای مسیر جوش.

کنترل ترکیب شیمیایی

- کنترل سرخ شکنی، ترک گرم یا ترک انجمادی بوسیله ترکیب شیمیایی:
- ۱- استفاده از فولاد کم کربن تر،
- ۲- استفاده از فولاد کم گوگرد، کم فسفر و کم نیوبیم تر، و
- ۳- استفاده از مقدار کافی منگنز در فولاد یا فلز پرکننده جوش.

در موارد فوق باید به نمودارهای نسبت عناصر و دیاگرام های فازی توجه شود

خطر ترک گرم در فولاد زنگ نزن

▶ فولاد زنگ نزن آستنیتی ← حلالیت کم ناخالصی ها در آستنیت ← خطر ترک گرم

▶ چنانچه جوش حاصل، فریتی- آستنیتی با ۴-۸ درصد فریت ← کاهش احتمال ترک گرم

نکات کاربردی برای جوشکاری فولادهای پرآلیاژ منگنزدار

➤ منگنز گاما ژن ← فولاد پرمنگنز ← آستنیتی

➤ ۱۰ تا ۱۴ درصد وزنی منگنز

➤ هاد فیلد:

*چقرمه و غیر مغناطیس، استحکام بالا، انعطاف پذیری خوب و مقاوم به سایش ← ریل راه آهن

*قطعات ریخته گری

نکات کاربردی برای جوشکاری فولادهای پرآلیاژ منگنزدار (هادفیلد)

- افزایش چقرمگی با کوئنچ در آب، و
- با تمپر کردن ترد می شوند ← **برعکس دیگر فولادها!!!**
- درصد بالای منگنز در این فولاد مانع سرخ شکنندگی می گردد

نکات اساسی در جوشکاری فولاد پرمگنز

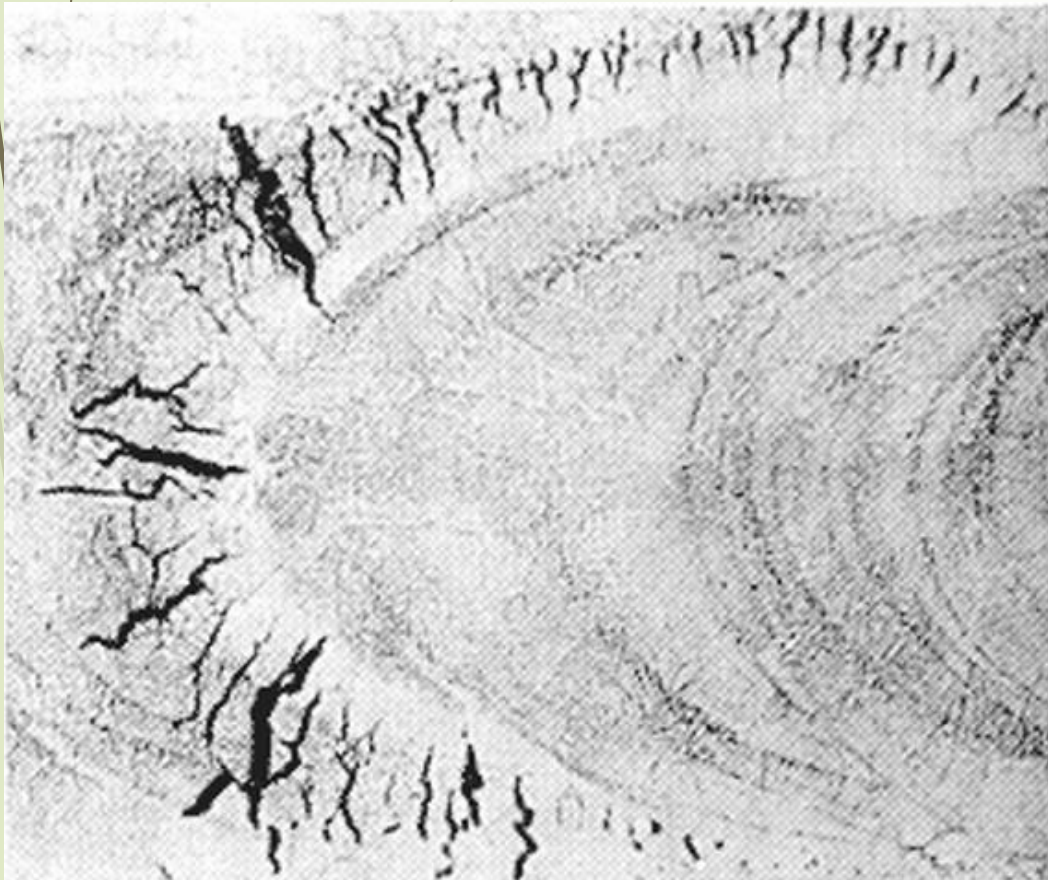
- ۱- استفاده از روش های جوشکاری گازی و شعله ای، به دلیل تناوب طولانی انتقال حرارت برای این فولاد مناسب نیست و فقط روش های جوشکاری با قوس الکتریکی توصیه می شود.
- ۲- به هیچ وجه نباید فولاد را پیش گرم و پس گرم نمود.
- ۳- باید از الکترودهای منگنزدار با بیش از ۱۴ درصد منگنز و حداکثر ۰/۰۲۵ درصد وزنی فسفر استفاده نمود.

نکات اساسی در جوشکاری فولاد پرمگنز

۴- قرار دادن الکتروود در جای خشک و گرم کردن آن قبل از استفاده ← برای جلوگیری از ترک سرد

۵- باید سعی نمود که حد اقل حرارت ورودی به فلز پایه وارد شود.

مثال کاربردی دیاگرام سه فازی چه زمانی یک فولاد ترک گرم می خورد؟



➤ عناصر گوگرد، فسفر، کربن و نیوبیم (نایوبیم) ← ترک گرم

➤ گوگرد ← سولفید آهن

➤ فسفر ← فسفید آهن

➤ ولی منگنز به علت میل ترکیبی بیشتر با عناصر فوق در مقایسه با آهن:

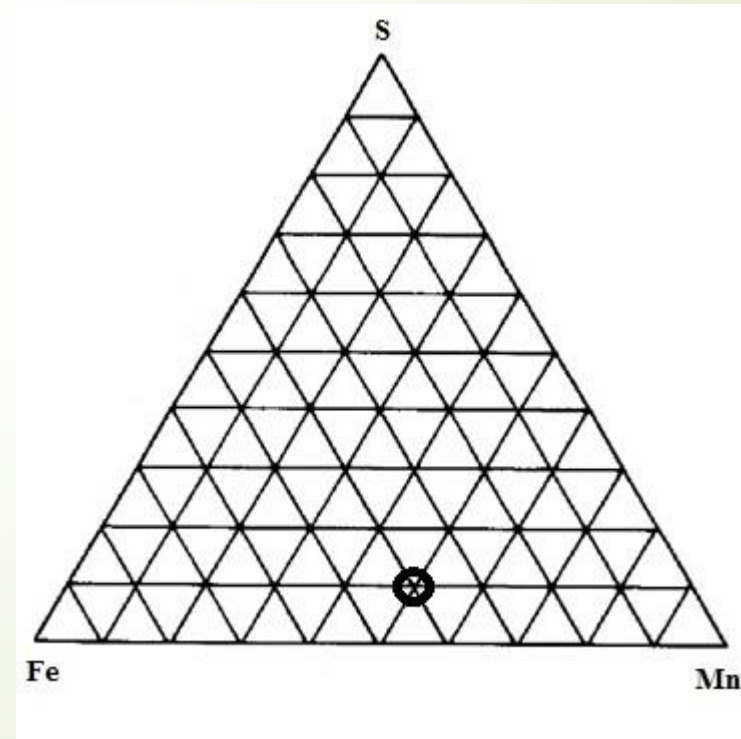
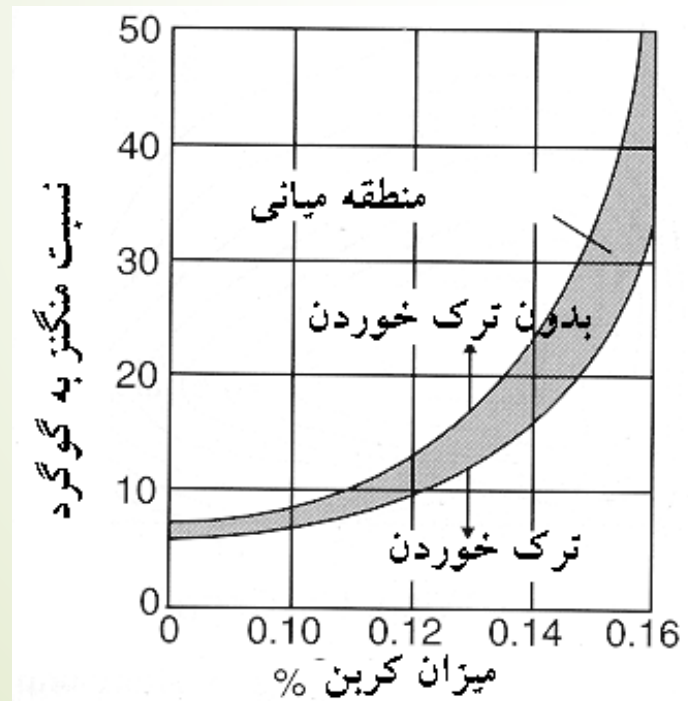
➤ منگنز + گوگرد ← سولفید منگنز

➤ سولفید منگنز به صورت ذرات گلبولی شکل بی خطر رسوب می کند ← جلوگیری از ترک گرم

مثال کاربردی دیاگرام سه فازی چه زمانی یک فولاد ترک گرم می خورد؟

بنابراین باید درصد عناصر کربن، گوگرد و منگنز بهینه شود.

آیا فولاد مشخص شده مستعد ترک سرد است؟



ترک انتهای جوش

▶ در انتهای پاس جوش به صورت حفره ای شکاف بعد از پایان جوشکاری به وجود می آید.

▶ چنانچه درصد ناخالصی های موجود در فلز جوش به حد کافی بالا باشد در این قسمت ترک هایی مشابه ترک گرم ایجاد می شود.

ترک انتهای جوش - راهکارها

▶ پایان دادن عملیات جوشکاری روی قطعه اضافی

▶ قطع تدریجی قوس الکتریکی

▶ حرکت پاندولی الکتروود در انتهای عملیات جوشکاری



باتشکر از توجه شما