دانشکده فنی و حرفه ای انقلاب اسلامی

درس متالورژی جوشکاری - مقطع کاردانی

مدرس: امین عنبرزاده

جلسه۱

مراجع این درس

- ۱- تکنولوژی و متالورژی جوشکاری- حامد ثابت- نشر فنی امیر
- ۲- فرایندهای ویژه اتصال مواد- امین عنبرزاده- انتشارات نوربخش

مراجع جهت مطالعه بیشتر

۱- جوشکاری فلزات غیرآهنی- حامد ثابت- انتشارات جام جم

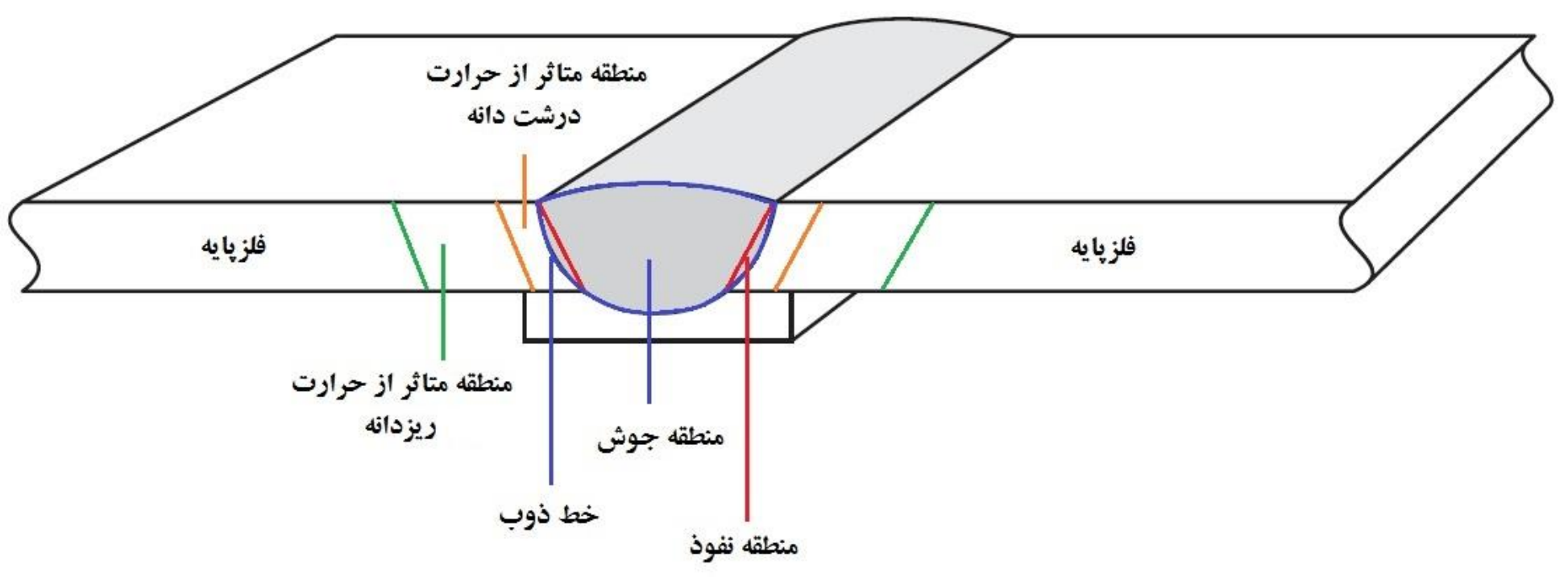
۲- جوشکاری چدنها- حامد ثابت- انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مناطق یک جوش

- ۱- فلز جوش (Weld Metal)
- ۲- منطقه متاثر از حرارت (Heat Affected Zone, HAZ)
- ۳- منطقه فلز پایه (Base Metal)

مناطق مختلف در یک جوش ذوبی

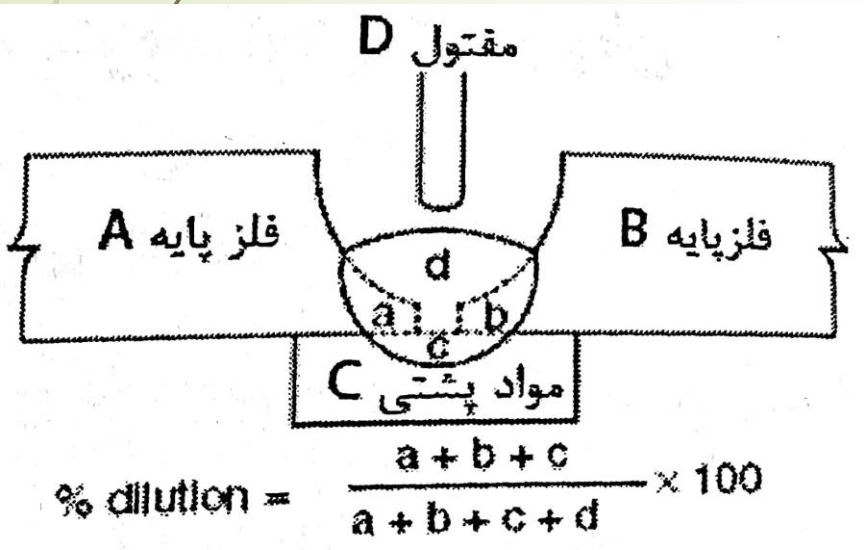
- فاصله بین پخهای اولیه قطعه کار و مرز جوش بخشی از فلز پایه است که در حین جوشکاری ذوب شده و به حوضچه جوش اضافه شده است، این فاصله میزان نفوذ جوش (Penetration Zone) را مشخص می کند.



انجماد و دانه بندی جوش

- تاثیر رقیق شدن (Dilution) بر فلز جوش:

- ۱- غلظت و ترکیب شیمیایی جوش تغییر می کند،
- ۲- لایه های اکسیدی سطحی از فلز پایه و مذاب زدوده می شود و
- ۳- سبب سرد شدن و کاهش دمای مذاب می شود.

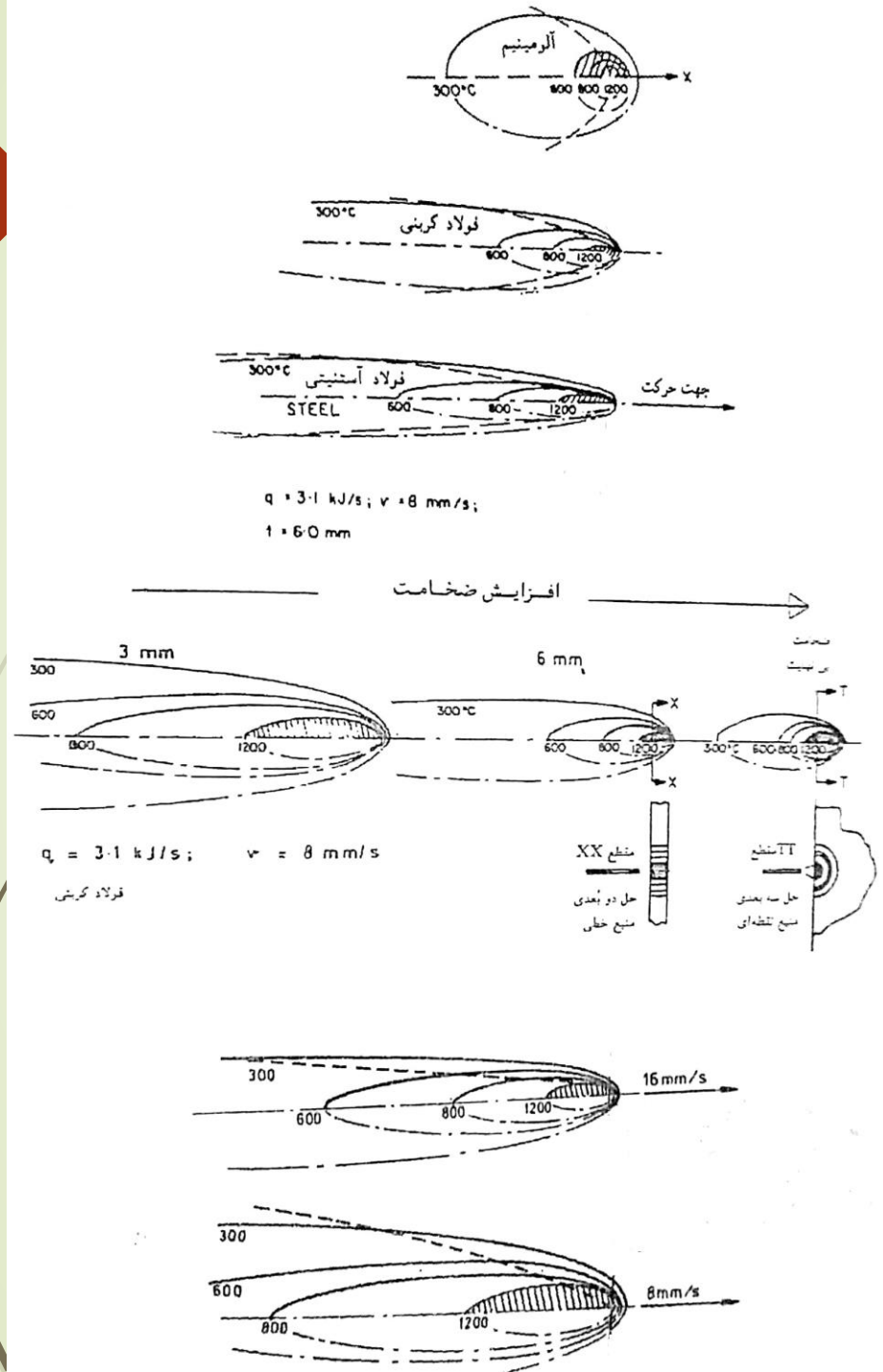


انجماد و دانه بندی جوش

- عوامل بسیاری بر توزیع حرارت در ناحیه جوش موثر هستند که مهمترین آن ها شامل:

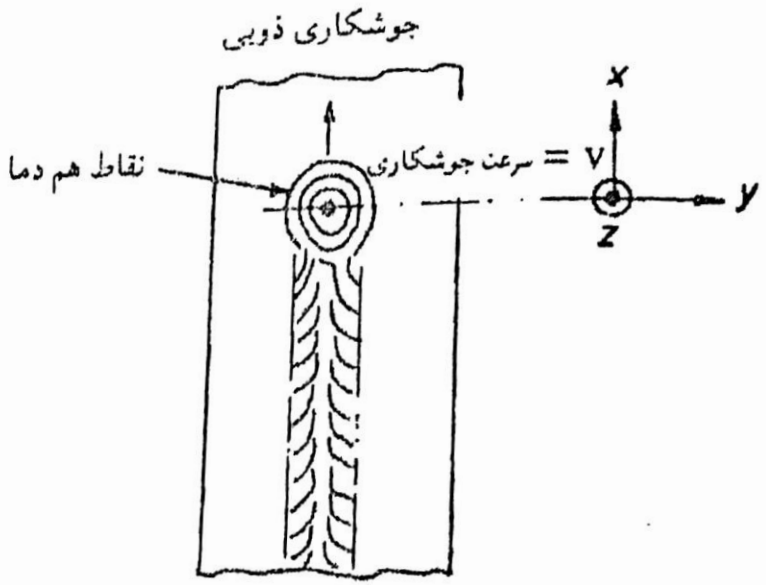
- ۱- حرارت ورودی، Q
- ۲- سرعت حرکت قوس الکتریکی در امتداد اتصال، V
- ۳- هدایت حرارتی فلز پایه Ks و
- ۴- ضخامت صفحه ای که جوشکاری می شود t
- $\lambda \propto \frac{Q}{K_S v t}$ فاصله خطوط ایزوترم

- با افزایش عوامل مخرج کسر، خطوط ایزوترم به یکدیگر نزدیک می شود.



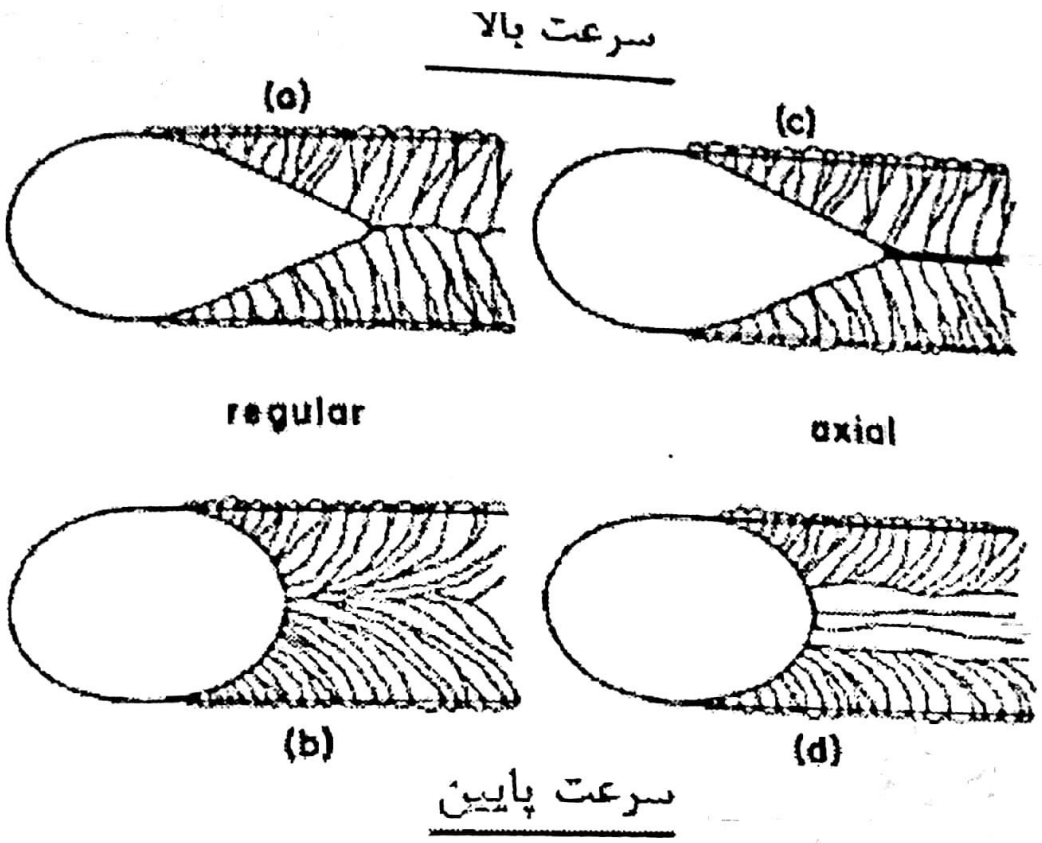
انجماد و دانه بندی جوش

$\frac{Q}{K_s v t}$ تعیین کننده ساختار نهایی است به گونه ای که شاخه ها در جهت عمود برخطوط هم دما (تا آنجا که جهات بلوری اجازه می دهند) رشد می کنند.

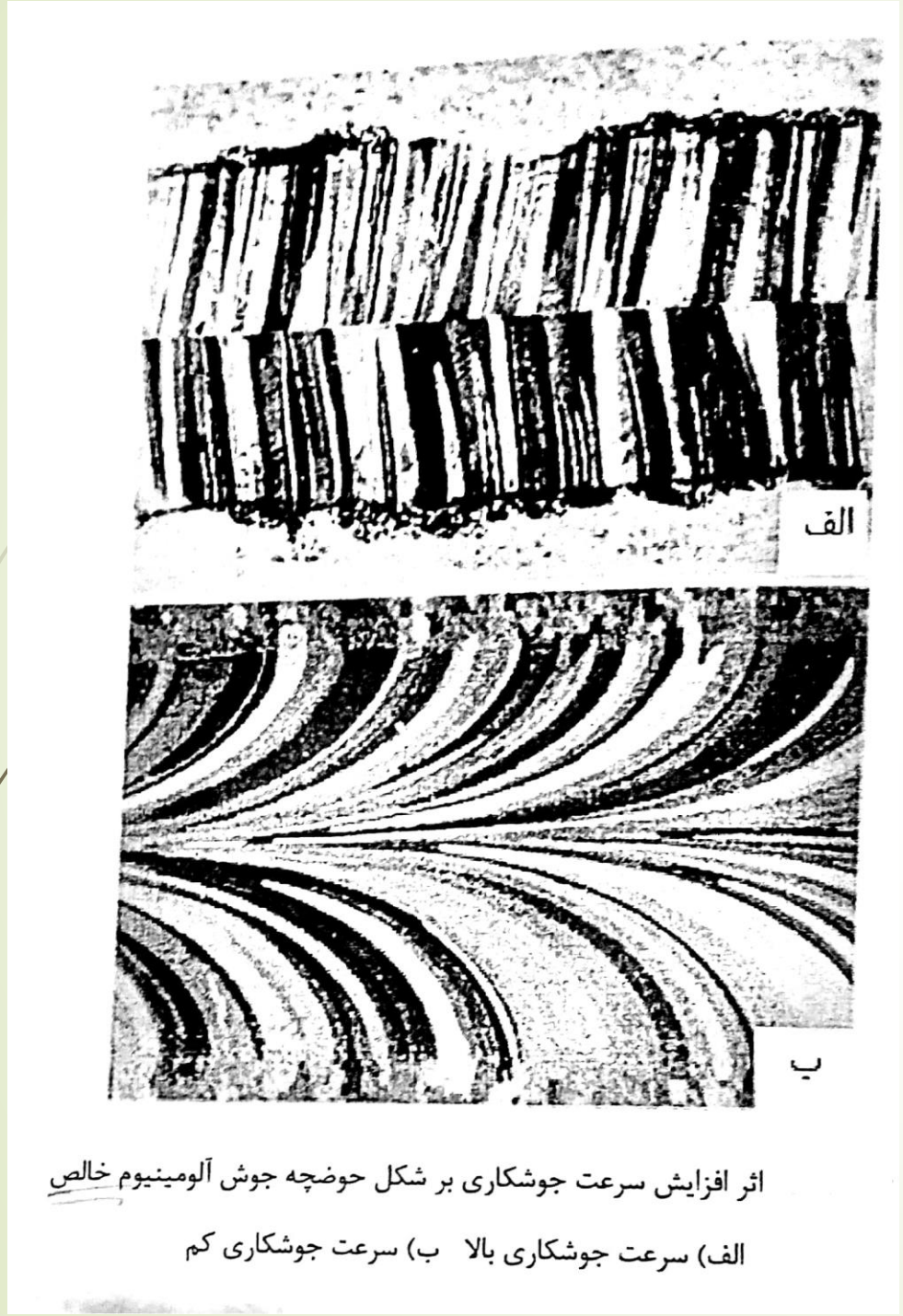


تصویر از خطوط دمای ثابت ایزوترم پیرامون منبع حرارتی جوشکاری

انجماد و دانه بندی جوش
تاثیر سرعت جوشکاری



- با افزایش سرعت جوشکاری شکل حوضچه از بیضی به قطره اشک تغییر می کند. (ساختار ظریف تر)
- در حرارت ورودی بالا شکل حوضچه مذاب بیضی شکل بوده و رشد ستون ها قوس دار است.
- در حرارت ورودی کم شکل حوضچه به شکل قطره اشک و رشد ستون ها عمودی است.



اثر افزایش سرعت جوشکاری بر شکل حوضچه جوش آلومینیوم خالص

الف) سرعت جوشکاری بالا ب) سرعت جوشکاری کم

انجماد و دانه بندی جوش
تاثیر سرعت جوشکاری

منطقه متاثر از جوش (Heat Affected Zone, HAZ)

- منطقه متاثر از جوش بلافاصله بعد از منطقه جوش قرار دارد.
- در این منطقه بر اثر جوشکاری حرارت به حدی بالامی رود که تغییرات ساختاری در آن ایجاد می شود.
- در فولادها نواحی پیرامون جوش در فلزپایه که دمای آن به بیش از ۶۰۰ درجه سانتیگراد برسد دچار تغییر ساختار خواهند شد.

منطقه متاثر از جوش (Heat Affected Zone, HAZ)

- در فولادهای ساده کربنی به چهار منطقه زیر تقسیم می شود:

- ۱- منطقه تمپر $600^{oC} < T_{Max} < A_1$

- ۲- منطقه با تغییرات جزیی $A_1 < T_{Max} < A_3$

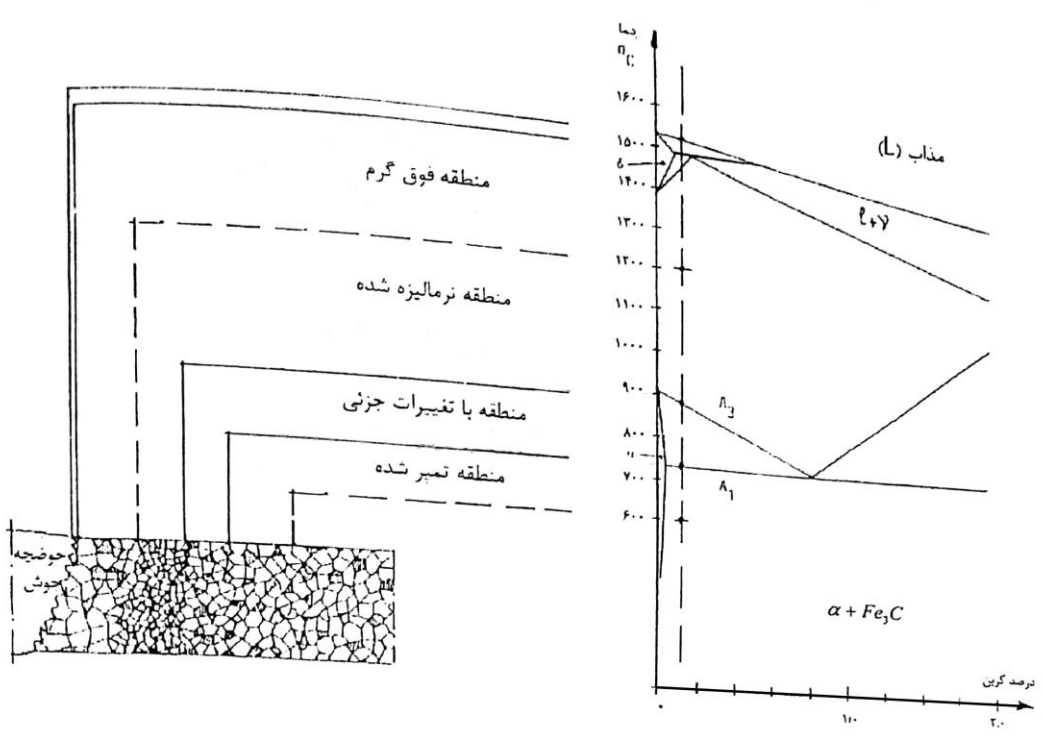
- ۳- منطقه نرمالیزه $A_3 < T_{Max} < 1200^{oC}$ (در این منطقه بخشی از فلز پایه به آستنیت تبدیل شده و در حین سرد شدن ساختار ظریفی در آن حاصل می شود)

- ۴- منطقه فوق گرم $1200^{oC} < T_{Max} < T_{Solidus}$ تبدیل کامل به آستنیت صورت گرفته و ساختار میکروسکپی نهایی حاوی دانه های درشتی خواهد شد.

منطقه متاثر از جوش (Heat Affected Zone, HAZ)

- در منطقه فوق گرم با افزایش حداکثر درجه حرارت، زمان باقی ماندن در این دما و افزایش زمان سرد شدن تا رسیدن به دمای A_3 رشد دانه ها ادامه می یابد.
- در فولادهای دارای عناصر آلیاژی تثبیت کننده نظیر رسوبات کاربیدی نایوبیم و تیتانیم تا زمانی که این رسوبات تجزیه نشوند از رشد دانه ها جلوگیری می کنند.
- با انحلال کاربیدها، فولاد زمینه از کربن غنی تر شده و سختی پذیری آن افزایش می یابد و از خواص ضربه پذیری آن کاسته می شود.

منطقه متاثر از جوش
(Heat Affected Zone, HAZ)

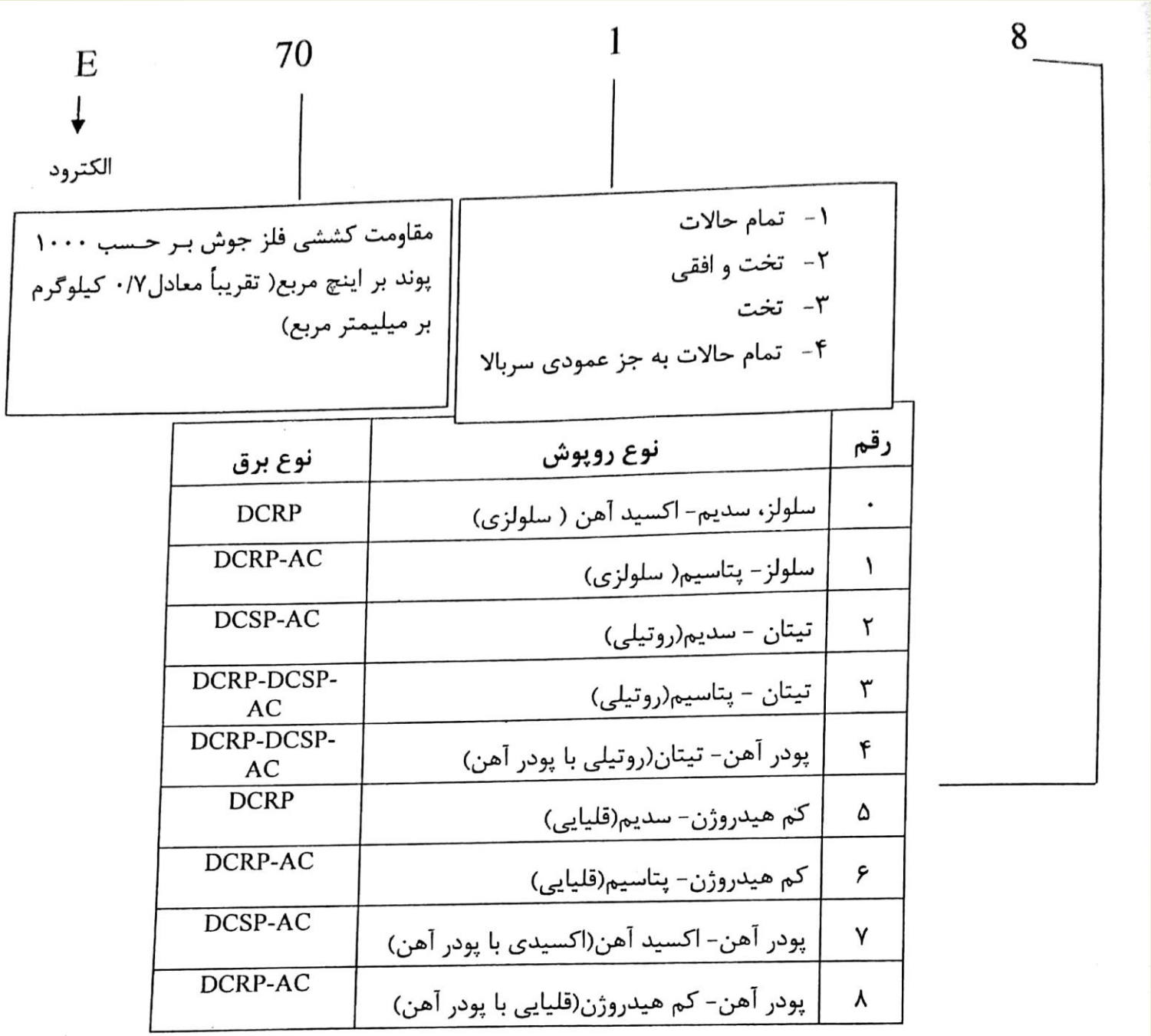


قسمت های مختلف منطقه متاثر از جوش (HAZ)

با توجه به حداکثر درجه حرارت کسب شده در فولاد ساده کربنی

ساختار میکروسکوپی و مناطق حرارتی منطقه HAZ در یک فولاد کربنی

تقسیم بندی الکترودها بر اساس استاندارد AWS A5.1



رقم	نوع روپوش	نوع برق
۰	سلولز، سدیم- اکسید آهن (سلولزی)	DCRP
۱	سلولز- پتاسیم(سلولزی)	DCRP-AC
۲	تیتان - سدیم(روتیلی)	DCSP-AC
۳	تیتان - پتاسیم(روتیلی)	DCRP-DCSP-AC
۴	پودر آهن- تیتان(روتیلی با پودر آهن)	DCRP-DCSP-AC
۵	کم هیدروژن- سدیم(قلیایی)	DCRP
۶	کم هیدروژن- پتاسیم(قلیایی)	DCRP-AC
۷	پودر آهن- اکسید آهن(اکسیدی با پودر آهن)	DCSP-AC
۸	پودر آهن- کم هیدروژن(قلیایی با پودر آهن)	DCRP-AC

طبقه بندی الکترودها مطابق استاندارد AWS A5.1

خواص مکانیکی و مقاومت به ضربه فلز جوش ناشی از الکترودهای با پوشش مختلف

خواص مکانیکی	الکترود با پوشش				
	قلیایی	رتیلی	اسیدی	سلولوزی	اکسیدی
استحکام کششی.N/mm^2	۵۳۰	۴۹۰	۴۷۰	۵۰۰	۴۵۰
استحکام تسلیم. N/mm^2	۴۶۰	۴۱۰	۴۰۰	۴۲۰	۳۹۰
درصد ازدیاد طول نسبی	۲۸	۲۵	۲۷	۲۶	۲۵
انرژی ضربه: j+20	۱۵۰	۷۰	۶۰	۱۲۰	۵۰

عناصر اصلی	قلیایی	رتیلی	اسیدی	سلولوزی	اکسیدی
Cao	۲۷	۵	۴	۵	-
Caf_2	۳۴	-	-	-	-
Sio_2	۱۵	۲۰	۳۶	۱۵	۲۳
Tio_2	۹	۴۵	-	۲۰	۷
Mno	۵	۸	۲۶	۱۵	۲۵
Feo	۴	۵	۴	۵	۳۵
$A1_20_3$	-	۵	۴	-	-
Mgo	-	۵	۴	-	-
Others	۶	۷	۷	۴۰	۱۰
ناخالصی	قلیایی	رتیلی	اسیدی	سلولوزی	اکسیدی
S	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
P	۰/۰۲۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲	۰/۰۳
O	۰/۰۳۰	۰/۰۶۰	۰/۱۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵
N	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲
$H_2cm3/100gr$	۳-۷	۱۵-۳۰	۱۰-۲۰	۶۰-۱۰۰	۵-۱۰
B	۳/۲	۰/۵۵	۰/۷	۱/۲	۱/۶
درجه قلیائیت	قلیایی	اسیدی	اسیدی	خنثی ≈	نیمه قلیایی

ترکیب شیمیایی (درصد وزنی) عناصر اصلی و ناخالصی ها در انواع الکترودها

خاصیت شیمیایی الکترودها

- خاصیت شیمیایی الکترودها با توجه به درجه قلیایی بودن تعریف می گردد:

$$B = \frac{\text{ترکیبات خنثی + ترکیبات قلیایی}}{\text{ترکیبات اسیدی}} = \frac{CaO + MgO + CaF_2 + K_2O + Na_2O + \frac{1}{2}(MnO + FeO)}{SiO_2 + \frac{1}{2}(Al_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2)}$$

- چنانچه B از یک کمتر باشد پوشش الکترود از نوع اسیدی و برای بالاتر از ۱ قلیایی خواهد بود.

- با افزایش درجه قلیایی بودن میزان ناخالصی های موجود در جوش کاهش می یابد.

با تشکر از توجه شما