

سازمان برنامه و بودجه

جوش پذیری فولادهای ساختمانی

جوش پذیری فولادهای ساختمانی

۱- جوش پذیری

در این نشریه جوش پذیری با قوس الکتریکی مورد نظر میباشد :

بطور کلی تمام فولادهای ساختمانی قابل جوشکاری با قوس الکتریکی
میباشند و میزان جوش پذیری هر یک از آنها بستگی بسهولت جوشکاری دارد ولی
یک فولاد ، وقتی صد درصد جوش پذیر تلقی میگردد که جوشکاری آن به سهولت
و بدون توسل به راه حلهای خاص (که قیمت را افزایش میدهد) انجام گیرد و درز
جوش شده از هر لحاظ هم ارز مقطع دست نخورده مجاور خود باشد .

جوش پذیری کیفیت ذاتی فولاد میباشد که از طرفی تابع ترکیب شیمیایی
و کیفیت متالورژیک فولاد (نداشتن سگرگاسیون و معایبی نظیر پلیسه شدن و تاخوردگی
و غیره . . .) و از طرف دیگر تابع ضخامت ورقهای مورد اتصال و تنش هائی است که
در موقع جوشکاری بوجود میآید .

عدم کفایت جوش پذیری بصورت ترک خوردگی فلز مینا در مجاورت جوش
درز ظاهر میشود .

تمام فولادهای ساختمانی تحت شرایط مناسب ، جوش پذیر میباشند
معدالك بعضی از آنها برای انجام سریع جوشکاری مناسب ترند . در جوشکاری
ورقهای ضخیم ترکیب شیمیائی آنها از لحاظ سرعت جوشکاری بسیار اهمیت دارد
زیرا در جوشکاری این ورقها از شدت جریان زیاد استفاده میشود که در نتیجه لبه های
درز به مقدار زیادی ذوب شده و با فلز مذاب حاصل از الکتروود مخلوط میگردد .
البته فلز جوش را میتوان از طریق کنترل ترکیب مغز الکتروود کنترل نمود ولی فلز

ورق مورد جوشکاری نیز باید ترکیب قابل قبولی داشته باشد. آزمایش نشان داده است که مقادیر مندرج در جدول شماره ۱ برای تامین حداکثر سرعت جوشکاری مناسب میباشند :

جدول شماره ۱- ترکیبات قابل قبول فلز منیا

عنصر	حداقل مجاز (درصد)	حدودی که ترجیح داده میشوند (درصد)	حداکثر مجاز (درصد)
کربن C	۰/۱۰	۰/۱۳ تا ۰/۲۰	۰/۲۵
منگنز MN	۰/۳۰	۰/۴۰ تا ۰/۶۰	۰/۹۰
سیلیسیم Si	—	۰/۱۰	۰/۱۵
گوگرد S	—	۰/۰۳۵	۰/۰۵
فسفر P	—	۰/۰۳	۰/۰۴

فولاد ارزان قیمت که ترکیب شیمیائی آن بطور مستمر کنترل و تضمین نمیشود در حدود ۰/۱۰ درصد سیلیسیوم داشته و با شرایط جدول شماره یک تناسب کافی دارد .

اگر در فولادی مقدار یکی از مواد مندرج در جدول شماره یک بیش از دوبرابر مقدار حداکثر نشان داده شده در این جدول باشد باید شرایط خاصی در جوشکاری آن رعایت گردد .

علاوه بر این باید درزها کاملاً تمیز ، بدون زنگ ، بدون آلودگی به روغن و رنگ و سایر مواد خارجی باشند تا بتوان سرعت مورد نظر را برای جوشکاری تامین کرده و جوش سالمی بدست آورد .

با توجه به نکات فوق میتوان گفت که جوش پذیری در سه مسئله زیر خلاصه

میشود :

— سهولت انجام جوشکاری

— حصول کیفیت مطلوب در اتصال جوشی

— ایجاد نکردن هزینه های اضافی

کیفیت اتصال جوشی به عوامل زیر بستگی دارد :

— ترك خوردگی که باعث از بین رفتن پیوستگی در محل اتصال میشود .

— جذب گاز بوسیله فلز جوش که باعث ایجاد معایب زیادی میگردد .

— تغییر بافت فولاد در محل جوش درز

۱-۱-۱- ترك خوردن جوش درز

مهمترین عاملی که جوش پذیری فولاد را محدود مینماید حساسیت به

ترك خوردگی است . دو نوع مختلف ترك خوردگی تشخیص داده میشود :

— ترك خوردگی متمرکز در فلز جوش

— ترك خوردگی متمرکز در فلز مینا در مرز منطقه ذوب شده

ترك خوردگی نوع اول به نوع الکتروود و شرایط اجرای جوشکاری مربوط

بوده و ترك خوردگی نوع دوم به جوش پذیری و کیفیت فلز مینا بستگی دارد .

گاهی ممکن است ترك خوردگی از يك قسمت شروع شده و در قسمت دیگر

نیز ادامه یابد .

بعضی از ترك ها در موقع شروع انجماد ظاهر میشوند و بعضی دیگر پس

از انجماد بوجود می آیند . ترك خوردگی در فلز مینا معمولاً در درجات

حرارت پائین حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد و گاهی چندین ساعت و حتی

چندین روز پس از جوشکاری ایجاد میشود .

۱-۱-۱-۱- ترك خوردگی در فلز جوش

ترکهای ریز در منطقه زوب شده که اغلب در اثر نیروها و یا انقباض و انبساط حرارتی به ترکهای قابل رویت تبدیل میشوند در موقع شروع انجماد فلز جوش ظاهر شده و بعوامل زیر مربوط میباشند :

- انتخاب الکتروود نامناسب
 - شرایط نامناسب جوشکاری
 - جذب ازت که باعث افزایش شکنندگی و کاهش تغییر شکل پذیری میشود .
 - ایجاد محفظه های بسته و محبوس شدن مواد خارجی در فلز جوش .
 - شرایط سرد شدن فلز جوش .
- در انتهای نوار جوش یعنی جایی که دفعتاً* الکتروود را دور کرده و قوس را متوقف میسازند بعلت انجماد سریع معمولاً " یک گودی کوچک و تعداد^ی ترک بسیار ریز بوجود میآید و هرچه جوش درز عریض تر باشد شدت ترک خوردگی بیشتر است . برای رفع این ترکها میتوان بطریق زیر عمل نمود :
- سرعت سرد شدن را به کمک پیش گر مایش کم نمود .
 - جوش درز را حتی المقدور باریکتر در نظر گرفت .
 - میزان ریختن فلز جوش را در جوش درز افزایش داده و در انتهای نوار مقداری به عقب برگشته و سپس قوس را متوقف کرد .

۱-۱-۲- ترک خوردن فلز مینا

- ترک خوردن فلز مینا تعیین کننده ترین ملاک جوش پذیری میباشد . ترک در فلز مینا بشکلهای مختلف دیده میشود و ممکن است امتداد آن موازی جوش درز و یا عمود بر آن باشد .
- ترک خوردگی فلز مینا به علل متعدد بوجود میآید که مهمترین آنها بشرح زیر است :

- خوردن شدگی و زنگ زدگی عمومی فلز مینا
- معایب محتمل فلز نظیر ناخالصی و پلیسه شدن و غیره
- وجود تنش‌های ناشی از خورد و خم کاری و غیره
- ترکیب شیمیایی فلز
- جذب هیدروژن
- تنش‌های حاصل از جوشکاری

۱-۱-۳- جلوگیری از ترك خوردگی

- با بکار بستن نکات زیر میتوان در مقیاس وسیعی ترك خوردگی را محدود و حتی بکلی از آن جلوگیری نمود :
- بکار بردن الکترودهائی که هیدروژن کمتری از آنها حاصل میشود مانند الکترودهای قلیائی .
- جوشکاری مداوم که امکان سرد شدن سریع جوش موجود نباشد .
- جوشکاری با الکترودهای قطر و با شدت جریان زیاد .
- پیش‌گرمایش قطعات که موثرترین وسیله بوده و ضمن اینکه از سرد شدن سریع فلز جلوگیری نموده و مانع تباد شدن آن میگردد ، خروج هیدروژن محلول در فلز جوش را نیز تسهیل مینماید .
- اصلاح گرم پس از جوشکاری .
- اولین پاس جوش در درز حساس‌ترین قسمت به ترك خوردگی است زیرا حجم آن کم بوده و بسیار زود سرد میشود . با توجه به این نکته باید عمق درز حتی المقدور با الکترودهای قطر جوش شود و مخصوصاً این مسئله برای جوشکاری در وضع تخت مهم است .
- علاوه بر این همان‌طور که اشاره شد باید جوشکاری پیوسته و بلا انقطاع

انجام گیرد که انرژی حرارتی تلف نشود . این مسئله ایجاب مینماید که عرض درز در قسمت پائین بالنسبه زیاد باشد ولی از طرف دیگر عریض تر شدن درز از ۴ یا ۵ میلیمتر باعث ایجاد گودی و ترک خوردگی در انتهای نوار جوش میشود . برای رفع این اشکال اگر مقدار باشد باید نوار جوش را روی یک قطعه کمکی که در کنار قطعات اصلی قرار میگیرد ادامه داد و در صورت میسر نبودن اینکار باید اندکی روی نوار جوش برگشته و سپس قوس را قطع کرد .

باید توجه داشت که در شرایط مساوی جوش گوشه بیش از جوش لب و جوش در وضع تخت و افقی بیش از جوش در وضع قائم به ترک خوردگی حساس میباشد . باید سعی نمود جوش گوشه با قطور ترین الکتروود انجام گیرد .

۱-۱-۴- تعیین درجه حرارت پیش گرمایش

برای اینکه از پیش گرمایش نتیجه مطلوب گرفته شود باید درجه حرارت در موقع پیش گرمایش تا حد لازم بالا رود .
برای تعیین درجه حرارت پیش گرمایش باید نکات زیر در نظر گرفته شود :

الف- ترکیب شیمیایی فولاد

ترکیب شیمیایی فولاد بوسیله " کربن معادل " مشخص میشود . کربن معادل C_e از رابطه زیر بدست میآید .

$$C_e = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr + Mo + V}{10}$$

که در آن C عبارتست از مقدار درصد کربن در فولاد

Mn * * * منگنز

Ni عبارتست از مقدار درصد نیکل در فولاد

Cr " " " کرم

Mo " " " مولیبدن

V " " " وانادیم

به هر مقدار C_e یک اندیس جوش پذیری تعلق میگیرد که با حروف A تا G نشان داده میشود. این اندیس بسته به نوع روکش الکتروود فرق مینماید. اندیس جوش پذیری از جدول شماره ۲ بدست میآید:

جدول شماره ۲ - اندیس جوش پذیری

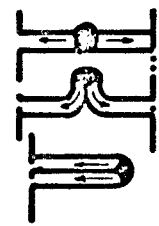

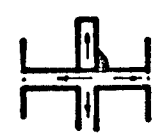
مقدار " کربن معادل " C_e		حرف نشان
وقتیکه از الکتروود های روتیلی استفاده میشود	وقتیکه از الکتروود های قلیائی استفاده میشود	دهنده اندیس جوش پذیری
کوچکتر از ۰/۲۰	کوچکتر از ۰/۲۵	A
۰/۲۱ تا ۰/۲۳	۰/۲۶ تا ۰/۳۰	B
۰/۲۴ تا ۰/۲۷	۰/۳۱ تا ۰/۳۵	C
۰/۲۸ تا ۰/۳۲	۰/۳۶ تا ۰/۴۰	D
۰/۳۳ تا ۰/۳۸	۰/۴۱ تا ۰/۴۵	E
۰/۳۹ تا ۰/۴۵	۰/۴۶ تا ۰/۵۰	F
بزرگتر از ۰/۴۵	بزرگتر از ۰/۵۰	G

ب- شکل اتصال و ضخامت قطعاتی که باید جوش شوند
 این دو عامل بوسیله " عدد سختی حرارتی " در نظر گرفته میشوند .
 عدد سختی حرارتی برای ورق ضخامت ۶ میلیمتر و تیکه حرارت
 فقط از یک سمت بتواند منتشر شود مساوی یک فرض میشود و اگر
 ضخامت ورق بیشتر شود برای هر شش میلیمتر اضافه ضخامت (یا
 کسر آن) یک واحد به عدد سختی اضافه میشود .

اگر حرارت بتواند از دو سمت یا چند سمت منتشر گردد عدد سختی
 حرارتی مساوی مجموع اعداد سختی حرارتی در تمام جهات خواهد
 بود .

در جدول شماره ۳ اعداد سختی حرارتی چند اتصال متداول داده
 شده است .

جدول شماره ۳ - عدد سختی حرارتی

نوع اتصال	ضخامت ورق به میلیمتر	عدد سختی حرارتی
حرارت از دو طرف منتشر میشود 	۶ و ۶	۲
	۶ و ۱۲	۳
	۶ و ۱۸	۴
	۱۲ و ۱۲	۴
	۲۴ و ۲۴	۸
	۲۴ و ۴۸	۱۲
حرارت از سه سمت منتشر میشود 	۶ و ۶	۳
	۱۲ و ۱۲	۶
	۲۴ و ۲۴	۱۲
حرارت از چهار سمت منتشر میشود 	۶ و ۶	۴
	۱۲ و ۱۲	۸
	۲۴ و ۲۴	۱۶
	۱۲ + ۱۲ + ۱۲ + ۱۲	۷

وقتی عدد سختی حرارتی و اندیس جوش پذیری در یک اتصال بدست آید

میتوان با استفاده از جدول شماره ۴ درجه حرارت پیش گرمایش را با توجه به

قطر الکترودی که مصرف خواهد شد بدست آورد .

جدول شماره ۴ - درجه حرارت پیش گرمایش بر حسب درجه سانتیگراد

عدد سختی حرارتی	اندیس جوش پذیری	حد اقل درجه حرارت مجاز برای شروع جوشکاری				
		قطر الکترود بر حسب میلیمتر				
		3,2	4	5	6	8
۲	D	0				
	E	50	0			
	F	125	25			
۳	C	0				
	D	75	0			
	E	100	25	0		
۴	F	150	100	25		
	C	50				
	D	100	25			
۶	E	125	75	0		
	F	175	125	75	0	
	B	50				
۶	C	100	25			
	D	150	100	25		
	E	175	125	75	0	
۸	F	225	175	125	75	0
	A	25				
	B	75	25			
۸	C	125	75	25		
	D	175	125	75	0	
	E	200	150	125	50	25
۱۲	F	225	200	175	125	50
	A	75				
	B	125	25			
۱۲	C	150	75	25		
	D	200	125	75	0	
	E	225	175	125	75	0
۱۶	F	250	225	200	150	125
	A	75				
	B	125	25	0		
۱۶	C	175	75	50	0	
	D	200	150	125	50	25
	E	225	175	175	125	50
۲۴	F	250	200	200	150	100
	A	75				
	B	125	25	0		
۲۴	C	175	75	50	25	
	D	200	150	125	75	25
	E	225	175	175	125	100
۲۴	F	250	200	200	175	150
	A	75				
	B	125	25	0		
۲۴	C	175	75	50	25	
	D	200	150	125	75	25
	E	225	175	175	125	100
۲۴	F	250	200	200	175	150
	A	75				
	B	125	25	0		
۲۴	C	175	75	50	25	
	D	200	150	125	75	25
	E	225	175	175	125	100
۲۴	F	250	200	200	175	150
	A	75				
	B	125	25	0		
۲۴	C	175	75	50	25	
	D	200	150	125	75	25
	E	225	175	175	125	100
۲۴	F	250	200	200	175	150
	A	75				
	B	125	25	0		
۲۴	C	175	75	50	25	
	D	200	150	125	75	25
	E	225	175	175	125	100
۲۴	F	250	200	200	175	150

۱-۲- جذب گازها بوسیله فلز جوش

فولاد مذاب در مجاورت هوا و گازهای حاصل از تجزیه مواد روکن مقداری گاز جذب مینماید . گازهای جذب شده بوسیله فلز مذاب عبارتند از :

— هیدروژن

— اکسیژن

— ازت

هیدروژن در فلز مذاب حل میشود . اکسیژن ممکن است بصورت محلول و یا بصورت ترکیب وارد فلز مذاب گردد . اکسیژن محلول مستقیماً روی مشخصات مکانیکی فولاد اثر میگذارد ولی بصورت ترکیب ، فولاد را اکسید نموده و بشکل ناخالصی در نقاطی جمع شده و بطور غیر مستقیم مقاومت و قابلیت تغییر شکل آنرا کم میکند . ازت بصورت نیتروژن آهن درآمده و روی خواص مکانیکی و قابلیت تغییر شکل فولاد تاثیر مینماید .

۱-۲-۱ جذب هیدروژن

ضمن جوشکاری ، فلز مذاب مقداری از هیدروژن حاصل از تجزیه مواد روکن و مخصوصاً آب موجود بصورت رطوبت و یا بصورت آب تبلور بعضی از مواد شیمیائی را جذب مینماید .

— الکترودهای باروکش سلولزی بیشترین مقدار هیدروژن را وارد فلز جوش مینمایند و فلز مذاب تقریباً به حد اشباع میرسد .

— الکترودهای باروکش روتیلی و اکسیدکننده هیدروژن کمتری وارد فلز جوش مینمایند تقریباً مقدار هیدروژن در فلز جوش به نصف مقدار آن در حد اشباع میرسد .

— برای الکترودهای باروکش قلیائی مقدار هیدروژن در فلز جوش از ثلث مقدار آن در حد اشباع تجاوز نمی‌نماید .

تمام هیدروژن جذب شده در فلز جوش باقی نمانده و ضمن سرد شدن مقداری از آن خارج می‌شود . سرعت خارج شدن هیدروژن از فلز جوش به درجه حرارت بستگی داشته و حصول حالت تعادل یعنی وضعی که دیگر هیدروژن از فلز جوش جدا نشود ممکن است از چند ساعت تا چندین ماه طول بکشد .

— مقدار هیدروژن که ضمن سرد شدن از فلز جوش جدا می‌شود برای الکترودهای باروکش سلولزی و باروکش روتیلی در حدود ۰.۵ درصد کل هیدروژن جذب شده می‌باشد .

— برای الکترودهای باروکش اکسید کننده مقدار هیدروژنی که خارج می‌شود در حدود ۱۰ درصد است .

— برای الکترودهای باروکش قلیائی مقدار هیدروژنی که از فلز جوش جدا می‌گردد در حدود ۲۵ درصد مقدار کل هیدروژن جذب شده می‌باشد .

۱-۲-۲ نتایج جذب گاز هیدروژن بوسیله فلز جوش

جذب گاز هیدروژن بوسیله فلز برای جوش‌معیاب قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌نماید که مهمترین آنها بشرح زیر است :

الف — پاشیدن فلز

اختلاف مقدار گازی که فلز مذاب و فلز جامد می‌تواند در خود حل نماید باعث می‌شود که در شروع سرد شدن فلز جوش خروج گاز از آن بسرعت انجام گرفته و مقدار زیادی فلز را باطراف بپاشد و باعث اتلاف مصالح گردد .

ب- ایجاد محفظه های بسته در فلز جوش

این محفظه ها در اثر محبوس شدن ترکیبات هیدروژن در داخل فلز مذاب ایجاد میشود. این ترکیبات ممکن است ضمن سرد شدن فلز جوش و در اثر همجواری گازهای مختلف در داخل آن بوجود آیند.

میزان ایجاد این محفظه ها با الکترودهای باروکنر سلولزی و پیکالکترودهای مرطوب از همه بیشتر است.

شرایط جوی مرطوب نیز بطور محسوسی میزان این محفظه ها را افزایش میدهد.

پد تشکیل "فلز" و چشم ماهی"

منظور از فلز، سطوح کوچک تقریباً مدوری است که در آنها پیوستگی فلز از بین رفته و در موقی گسیختگی بشکل لکه های درخشان در مین مات فلز گسیخته شده دیده میشوند. این محل های گسیختگی قبل از وارد کردن نیرو به فلز وجود داشته و میتوان از وجود آن با کنترل مغناطیسی اطلاع حاصل نمود.

"چشم ماهی" عبارتست از لکه های سفید مدوری که در محل گسیختگی جوش دیده میشود. لکه ها بقطر ۱ تا ۱ میلیمتر بوده و معمولاً با ترکهای بسیار ریز همراه میباشند. "چشم ماهی" قبل از گسیختگی قابل شناسائی نمیشد.

تشکیل "فلز" بیشتر در قطعات آهنگری شده و نورد شده و تشکیل "چشم ماهی" در قطعات جوش شده دیده میشود.

تشکیل "چشم ماهی" به روکن الکترودها مربوط بوده و در جوشکاری با سیمهای بدون روکن دیده نشده است. ایجاد چشم ماهی با

الکترودهای مرطوب شدیدتر است . ترکیب شیمیایی فولاد نیز در تشکیل فلس بسیار موثر میباشد .

ت - ترك خوردن فلز مینا

درمحل جوش ترکیبهای مختلفی دیده میشود و همانطوریکه گفته شد بعضی از آنها به علت وجود هیدروژن در فلز جوش میباشد .

۱-۲-۳- جذب اکسیژن

مقدار اکسیژن جذب شده بوسیله فلز جوش به عوامل مختلفی بستگی دارد :

- نوع و ضخامت روکش الکتروده

- شدت جریان جوشکاری

- طول قوس الکتریکی

باسیمهای جوشکاری بدون روکش و بدون حفاظ مقدار اکسیژن جذب شده بوسیله فلز جوش بیشترین مقدار را دارا میباشد .

الکترودهای باروگش نازک و باروگش اکسید کننده جذب اکسیژن را به حدود دو سوم مقدار حداکثر تقلیل میدهند .

الکترودهای باروگش اسیدی که دارای مواد احیاء کننده میباشد و یا با روکش روتیلی مقدار اکسیژن جذب شده بوسیله فلز مذاب را به نحو قابل ملاحظه ای تقلیل داده و به حدود یک پنجم مقدار حداکثر میرسانند .

با الکترودهای قلیایی مقدار اکسیژن از این هم کمتر است .

۱-۲-۴ جذب ازت

جذب ازت بوسیله فلز جوش به عوامل زیر بستگی دارد :

— نوع و مشخصات و ضخامت روکش الکتروود .

— مشخصات و نوع جریان .

— نوع فلز الکتروود .

جریان متناوب جذب ازت را تشدید مینماید . ولتاژ جریان در مقدار جذب ازت اثر تعیین کننده دارد و هرچه ولتاژ بیشتر شود جذب ازت بیشتر میشود . جذب ازت بوسیله فلز جوش باعث میشود که جوش ترد و شکننده شده و تغییر شکل پذیری آن کاهش یابد .

۲- انتخاب فولاد

نوع فولاد باید در روی نقشه ها قید گردد ولی این امر مسئولیت سازنده را در انتخاب فولاد مناسب برای کار مورد نظر منتفی نمیسازد .

انتخاب فولاد باید با توجه به نکات زیر بعمل آید :

— جوش پذیری

— مشخصات خاص نظیر مقاومت به خوردگی شدن و غیره . .

بدون در نظر گرفتن طرز تهیه فولادها بنا بر توصیه های انستیتوی بین المللی

جوش (I, I. S) فولادهای کربن سه چهار

دسته تقسیم میشوند :

۲-۱- فولاد نوع A

این نوع فولاد برای ساختمانهای مصرف میشود که اهمیت کمتری داشته و تلاشهای موجود در مقاطع آنها قابل ملاحظه نمیشود .

۲-۲- فولاد نوع B

این نوع فولاد برای ساختمانهای متعارف که تحت تلاشهای متعارف قرار دارند بکار برده میشود . منظور از تلاشها نیروهای

ایجاد شده در مقاطع بععل مختلف از جمله عملیات جوشکاری میباشد .
 منظور از ساختمانهای متعارف ساختمانهایی است که در آنها
 تلاشهای استثنائی و خطر گسیختگی های ترد وجود ندارد .

۲-۳- فولاد نوع C

این نوع فولاد کیفیت بهتری داشته و در ساختمانهای مصرف میشود که
 خطر گسیختگی ترد در آنها وجود دارد . این فولاد به اثر شکاف
 حساسیت ندارد . ساختمانهایی که در آنها خطر گسیختگی ترد
 وجود دارد ساختمانهایی هستند که بععلت شکل خاص خود و شرایط
 اجرا و بهره برداری در درجه حرارت بهره برداری انعطاف پذیری
 ناچیزی داشته و گسیختگی آنها بدون تغییر شکل زیاد محتمل است .

۲-۴- فولاد نوع D

این نوع فولاد کیفیت بسیار خوبی داشته و در ساختمانهای بکاربرده
 میشود که خطر گسیختگی ترد برای آنها بسیار زیاد است .
 ترکیب شیمیائی این چهار نوع فولاد در جدول شماره ۵ داده شده
 است . ارقام جدول حداکثر مقادیر مجاز مواد مختلف را برحسب
 درصد در هر یک از این فولادها نشان میدهد .

جدول شماره ۵ - ترکیب شیمیائی انواع فولاد

عنصر	فولاد نوع A	فولاد نوع B	فولاد نوع C	فولاد نوع D
کربن C	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
منگنز Mn	-	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰
سیلیسیم Si	-	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
گوگرد S	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
فسفر P	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶

از مقایسه ارقام این جدول با جدول شماره ۱ مربوط به ترکیب شیمیائی فولادهای جوش پذیر معلوم میشود که تمام فولادهای نوع A و B و C و D جوش پذیر میباشند و مقدار هیچیک از مواد در هیچیک از چهار نوع فولاد به دو برابر مقدار قید شده در جدول شماره ۱ نمیرسد.

۵-۲- آزمایش کنترل کیفیت فلز مینا از لحاظ جوش پذیری

برای فولاد نوع A. هیچگونه آزمایشی اجبار نیست.

برای فولادهای نوع B و C و D اولاً باید مقدار گوگرد کنترل شده و سگرگاسیون شدید در آنها موجود نباشد ثانیاً باید آزمایش "سختی فلز در زیر نوار جوش" بعمل آید.

طررز عمل چنین است که روی یک قطعه ورق از فولاد مورد نظر، با الکترودی از همان نوع و کوچکترین قطری که در جوشکاری مصرف خواهد شد، با شدت جریان و ولتاژ مناسب و با سرعتی متناسب با ضخامت ورق یک نوار جوش در وضع تخت ای جا میگردد، سپس ورق را در جهت عمود بر نوار جوش و در وسط آن قطع کرده و مقطع را کاملاً صیقلی نموده و با ماشین ویکرس در تادور مقطع نوار جوش را آزمایش مینمایند. فولاد وقتی جوش پذیر محسوب میشود که در هیچ نقطه عدد سختی ویکرس از ۳۵۰ تجاوز ننماید.

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900

1900