الزامات کیفی نقطه جوشکاری مقاومتی گروه خودروسازی سایپا

(ضمیمه شماره شانزده الزامات S-SQR)

ویرایش صفر

اسفند ۱۳۹۹

تهیه کننده	تاییدکننده	تصویب کننده
اداره مهندسی کیفیت و تکوین محصول اداره سیستم های کیفیت	مدیر تضمین کیفیت گروه سیدمحمد تهامی	معاون کیفیت گروه محمدحسن جبلی جوان

فهرست مندرجات

۰- تیم تدوین الزامات کیفی نقطه جوشکاری مقاومتی ۶
۱- هدف ۶
۲- دامنه کاربرد ۶
۳- مراجع ۶
٤- مشخصات فرآیند نقطه جوشکاری مقاومتی ۶
٤-۱- مبانی ۶
٤-۱-۱- فرآیندهای مختلف نقطه جوشکاری ۷
٤-۱-۲- فرآیندهای مختلف نقطه جوشکاری ۸
٤-۲- تعریف اتصال ۹
٤-۲-۱- انواع اتصالات ۹
٤-۳- نواحی نقطه‌جوش ۹
٤-۳-۱- اصول کلی ۹
٤-۳-۲- صحه‌گذاری مشخصات محصول ۱۲
٤-٤- تعریف مشخصات یک نقطه‌جوش ۱۲
٤-٤-۱- استحکام مکانیکی نقاط جوش مقاومتی ۱۲
٤-٤-۲- موقعیت نقاط جوش مقاومتی ۱۲
٤-٤-۲-۱- اصول کلی ۱۲
٤-٤-۲-۱-۱- موقعیت نسبت به انتهای قطعات یا لبه ورق (طولی) ۱۳
٤-٤-۲-۲- موقعیت نسبت به انتهای قطعات یا لبه ورق (طولی) ۱۳
٤-٤-۲-۳- موقعیت نسبت به انتهای قطعات یا لبه ورق (عرضی) ۱۳
٤-٤-۲-٤- حداقل و حداکثر فاصله بین مرکز به مرکز نقاط جوش (P_{MIN} و P_{MAX}) ۱۳
٤-٤-۲-۵- موقعیت نسبت به لبه‌های ورق‌ها (A_{MIN}) و ابعاد همپوشانی (L_{MIN}) ۱۴
٤-٤-۳- عیوب مرتبط با شکل نقطه‌جوش مقاومتی (عیوب ظاهری) ۱۴
٤-٤-۳-۱- نقاط تأثیرگذار بر کیفیت ظاهری ۱۴

۵- تضمین کیفیت فرآیند نقطه جوشکاری مقاومتی ۱۴
۵-۱- کلیات ۱۴
۵-۱-۱- مقدمه ۱۴
۵-۱-۲- مشخصات محصول ۱۵
۵-۲- انطباق استحکام مکانیکی ۱۵
۵-۲-۱- معیارهای انطباق یک نقطه‌جوش ۱۵
۵-۲-۲- معیارهای انطباق یک ناحیه ۱۶
۵-۲-۳- معیارهای انطباق محصول ۱۶
۵-۲-٤- به‌کارگیری روش‌های کنترلی ۱۷
۵-۲-٤-۱- تست مخرب ۱۷
۵-۲-٤-۲- تست غیر مخرب ۱۷
۵-۳- طرح پایش در مرحله تولید انبوه ۱۸
۵-۳-۱- تفاوت سطوح کنترل محصول ۱۸
۵-۳-۲- طرح پایش ٤ سطحی ۱۸
۵-۳-۲-۱- کنترل فرآیند ۱۸
۵-۳-۲-۲- بازرسی Online ۱۸
۵-۳-۲-۳- کنترل محصول ۱۹
۵-۳-۲-٤- آدیت فرآیند ۲۰
۵-۳-۳- مدیریت طرح‌های باز کاری ۲۰
۵-۳-٤- مدیریت مشاهده مجدد نقاط جوش معیوب (تکرار عیب) ۲۰
۵-٤- مدیریت شاخص‌های کیفی ۲۱
۵-٤-۱- گزارش بازرسی مستمر ایستگاه‌های فرآیند (کنترل‌های محصول و جوشکاری) ۲۱
۵-٤-۲- شاخص کنترل محصول (انطباق محصول/ فرآیند در هر ایستگاه) ۲۱
۵-٤-۳- شاخص انطباق نقاط جوش "هدف" ۲۱
۵-٤-٤- شاخص کشف On line ۲۱
۵-٤-۵- شاخص مدیریت بازکاری ۲۱

۵-۵- تشریح فرآیند تضمین کیفیت موقعیت نقاط جوش ۲۲
۵-۵-۱- مبانی عمومی موقعیت ۲۲
۵-۵-۲- مبانی کنترل موقعیت ۲۲
۵-۵-۳- معیارهای انطباق موقعیت ۲۳
۵-۵-٤- قوانین عکس‌العملی برای سایت‌های تولیدی ۲۴
۵-۵-۵- قوانین عکس‌العملی برای تامین‌کنندگان قطعات بدنه ۲۴
۵-٦- تشریح فرآیند تضمین کیفیت ظاهر نقاط جوش ۲۵
۵-٦-۱- مبانی عمومی ظاهر ۲۵
۵-٦-۲- تعریف انطباق ظاهری نقاط جوش ۲۵
۵-٦-۳- پذیرش در فاز صنعتی سازی ۲۶
۵-٦-٤- طرح پایش تولید انبوه ۲۶
۵-٦-۵- مشخصات نقطه‌جوش‌های بهبودیافته در فاز طراحی ۲۶
۵-٦-٦- قوانین عکس‌العملی برای ظاهر نقاط جوش در سایت‌های تولیدی ۲۶
۵-٦-۷- قوانین عکس‌العملی برای ظاهر نقاط جوش در تامین‌کنندگان قطعات بدنه ۲۶
۵-۷- آموزش ۲۷
٦- مدارک مرتبط ۲۷
عنوان ۲۷
۷- اصطلاحات و تعاریف ۲۷
۸- پیوست‌ها ۲۹
۸-۱- پیوست ۱- قابلیت جوشکاری مجموعه‌های ۳ ورقی با ۲ اتصال ۲۹
۸-۲- پیوست ۲- جدول استاندارد نواحی ایمنی/ مقرراتی بدنه ۳۵
۸-۳- پیوست ۳- پارامترهای مکانیکی و ابعادی ۳۶
۸-٤- پیوست ٤- حداقل فاصله بین نقاط جوش (مرکز به مرکز) P_{MIN} ۴۰
۸-۵- پیوست ۵- ابعاد همپوشانی ورق‌ها "L" - موقعیت محور نقطه‌جوش "A" ۴۲
۸-٦- پیوست ٦- روش تجزیه‌وتحلیل استحکام مکانیکی نقطه‌جوش در تست تخریب ۴۷
۸-۷) پیوست ۷- تصاویری از گسیختگی در سطح مقطع بدون قطر دگمه جوش ۴۸

۸-۸- پیوست ۸- نمونه‌ای از کاهش تناوب تست تخریب بر اساس نتایج به‌دست‌آمده..... ۴۹
۸-۹- پیوست ۹- مدیریت مشاهده مجدد نقاط جوش معیوب (تکرار عیب) ۵۰
۸-۱۰- پیوست ۱۰- اقدامات عکس‌العملی در خصوص بازرسی مستمر فرآیند تولید..... ۵۱

۰- تیم تدوین الزامات کیفی نقطه جوشکاری مقاومتی

نام و نام خانوادگی	نقش در تیم	شرکت	ویرایش صفر
سید محمد تهامی	رییس کمیته تدوین	شرکت سایپا	✓
محمدجواد حق نظر	عضو و دبیر کمیته تدوین	شرکت سایپا	✓
احسان ارباب تفتی	عضو کمیته تدوین	شرکت سایپا	✓
نسیم مصلحی	عضو کمیته تدوین	شرکت سایپا	✓

۱- هدف

هدف از تدوین این سند تعریف قوانین مجموعه‌سازی قطعات ساخته‌شده با ورق‌های فولادی با نقطه جوشکاری مقاومتی و معیارهای تضمین کیفیت اتصالات مرتبط است. محصولی با این سطح از مشخصات، حداقل کیفیت مجاز را برآورده می‌سازد.

۲- دامنه کاربرد

این مستند در حوزه مجموعه‌سازی قطعات و بدنه خودرو شاهین و سایر محصولات جدید گروه خودروسازی سایپا (همزمان با خودروی شاهین یا بعد از آن)، ساخته شده با ورق‌های فولادی باضخامت ۰.۵ میلی‌متر تا ۵ میلی‌متر با یا بدون پوشش و حداکثر تا ۳ لایه در کلیه تامین‌کنندگان قطعات و مجموعه‌های بدنه و سایت‌های تولیدی گروه خودروسازی سایپا قابلیت کاربرد دارد.

تبصره : علاوه بر دامنه کاربرد، سایرخودروها و قطعات سایر محصولات در صورت درخواست معاونت کیفیت گروه شرکت سایپا مشمول این الزام قرار خواهند گرفت.

۳- مراجع

- استاندارد 01-50-912/-C نقطه جوشکاری مقاومتی شرکت رنو (در حوزه تحقق محصولات جدید)
- استاندارد 32-00-017/-E مشخصه‌های محصول - کیفیت نقطه جوشکاری مقاومتی شرکت رنو

۴- مشخصات فرآیند نقطه جوشکاری مقاومتی

۴-۱- مبانی

نقطه جوشکاری شامل ساخت یک مجموعه دارای همپوشانی با یک یا دو اتصال با اعمال یک یا چند نقطه‌جوش است.

نقطه جوش یک حوضچه کوچک از فلز مذاب است که به شکل یک دیسک جامد موجب اتصال بین قطعات دارای همپوشانی می‌شود.

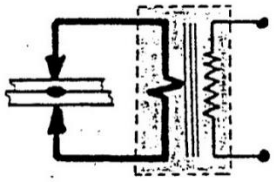
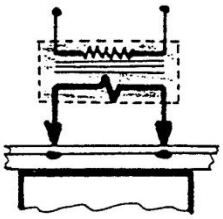
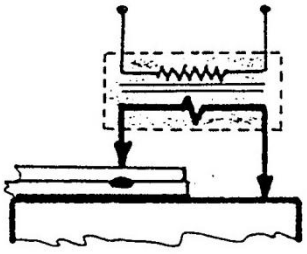
دستگاه نقطه جوشکاری که برای ایجاد چندین نقطه جوش همزمان مورداستفاده قرار می‌گیرد "ماشین جوشکاری چند نقطه‌ای" نامیده می‌شود.

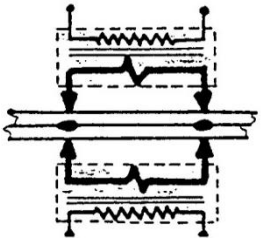
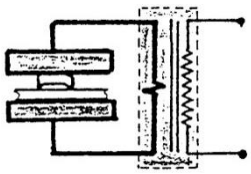
دستگاه نقطه جوشکاری ممکن است ثابت و یا سیار باشد. نوع سیار به دلیل شکل خاصش، Gun نقطه جوشکاری نامیده می‌شود.

اتصالاتی که از این روش ایجاد می‌شوند ممکن است از دو یا سه ورق تشکیل‌شده باشد. ضخامت این ورق‌ها می‌تواند متنوع باشد.

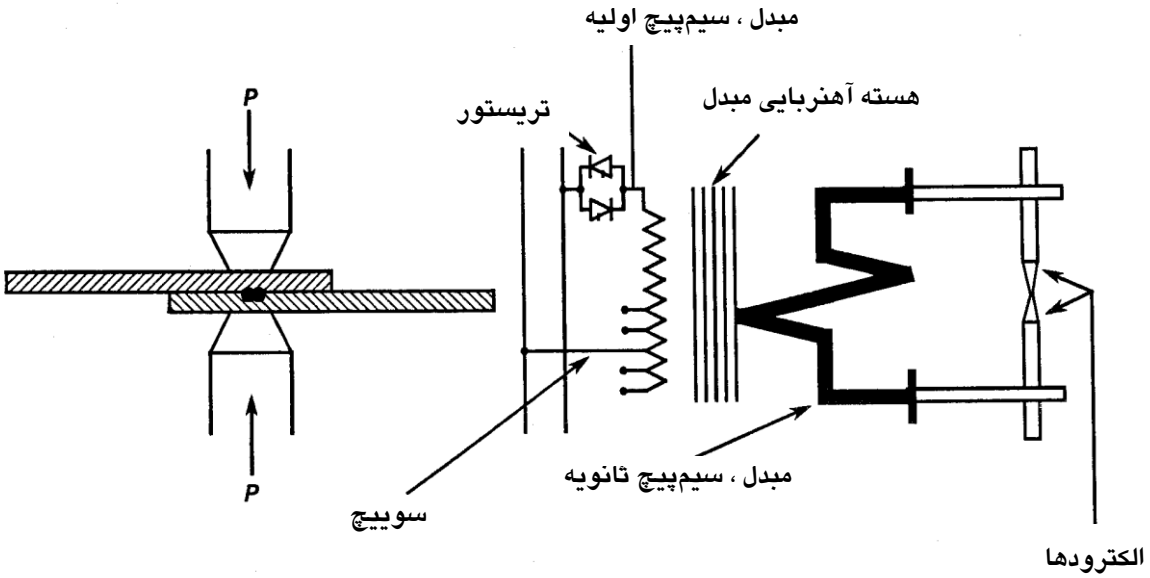
۴-۱-۱- فرآیندهای مختلف نقطه جوشکاری

جدول ۱ : فرآیندهای مختلف نقطه جوشکاری

فرآیندها	تجهیزات	توضیحات
نقطه جوشکاری مستقیم (تکی) 	• گان دستی • چند نقطه • گان ربات	• یک تک نقطه در هر سیکل • ابزار می‌بایست به‌طرف دیگر اتصال تماس داشته باشد. • امکان جوشکاری اتصالات ۲ و ۳ ورقی • کیفیت مطلوب نقطه‌جوش **توصیه می‌شود.**
نقطه جوشکاری سریالی (دوبل) 	• چند نقطه	• دونقطه در هر سیکل • ابزار تنها به یک‌طرف اتصال تماس دارد. • اثری از دگمه جوش در قسمت زیر وجود ندارد. • تنها جوشکاری اتصالات ۲ ورقی ممکن است. • کیفیت نقاط جوش محدود است. **لزوم کاربرد تمهیدات ویژه**
نقطه جوشکاری غیرمستقیم 	• چند نقطه	• یک تک نقطه در هر سیکل • ابزار تنها به یک‌طرف اتصال تماس دارد • اثری از دگمه جوش در قسمت زیر وجود ندارد • تنها جوشکاری اتصالات ۲ ورقی ممکن است • کیفیت نقاط جوش محدود است **لزوم کاربرد تمهیدات ویژه**

جدول ۱ : فرآیندهای مختلف نقطه جوشکاری		
فرآیندها	تجهیزات	توضیحات
جوشکاری " فشار – کشش" 	• چند نقطه	• دونقطه در هر سیکل • ابزار می‌بایست به‌صورت کاملاً قرینه به دو طرف اتصال تماس داشته باشد • کیفیت جوش تنها به مرکز قطعات بزرگ محدود می‌شود **لزوم کاربرد تمهیدات ویژه**
جوشکاری با فشار دیسک 	• پرس جوش	• امکان ایجاد چندین نقطه در هر سیکل • جوشکاری قطعات کوچک (کلمپ، مهره، پیچ و ...) • نیازمند ماشین‌آلات پرقدرت

۴-۱-۲- فرآیندهای مختلف نقطه جوشکاری



تصویر ۱ : شماتیک فرآیند نقطه جوشکاری

در حین نقطه جوشکاری، قطعات بر روی‌هم قرارگرفته و جوشکاری به یک یا چند نقطه محدودشده است. الکترود به‌منظور متمرکز نمودن نیرو و جریان جوشکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هنگامی‌که نیروی کلمپینگ به میزان لازم به الکترودها وارد شود، جریان الکتریکی جاری می‌شود و به‌واسطه عبور جریان از ورق‌ها ناحیه‌ای تقریباً به‌اندازه سطح‌فعال الکترودها گرم می‌شود. گرمایش

عمدتاً در سطوح تماس ورق متمرکز می‌گردد. اثری مرکب از نیرو و حرارت باعث ایجاد یک اتصال جوشی بین ورق‌ها می‌گردد.

نقطه جوشکاری ممکن است در ورق‌های فولادی با یا بدون پوشش (گالوانیزه یا الکترو گالوانیزه) استفاده شود. این ورق‌ها ممکن است از فولاد با استحکام تسلیم متوسط یا بالا ساخته‌شده باشند. شرایط جوشکاری متفاوت است اگرچه به نوع ماده مورداستفاده و پوشش‌دار بودن یا نبودن ورق‌ها وابسته است.

۴-۲- تعریف اتصال

۴-۲-۱- انواع اتصالات

جدول ۲ : انواع اتصالات مجاز		
انواع اتصالات		**معیار پذیرش**
۲ ضخامت ۱ اتصال		$\frac{\text{Max Thickness E}}{\text{Min Thickness e}} \leq 3$
۳ ضخامت ۲ اتصال		اتصالات مجاز در پیوست ۱ منعکس گردیده است
۴ ضخامت و بالاتر	**مجاز نیست**	

در پیوست ۱ قابلیت جوشکاری اتصالات با توجه به نوع ورق مشخص‌شده است.

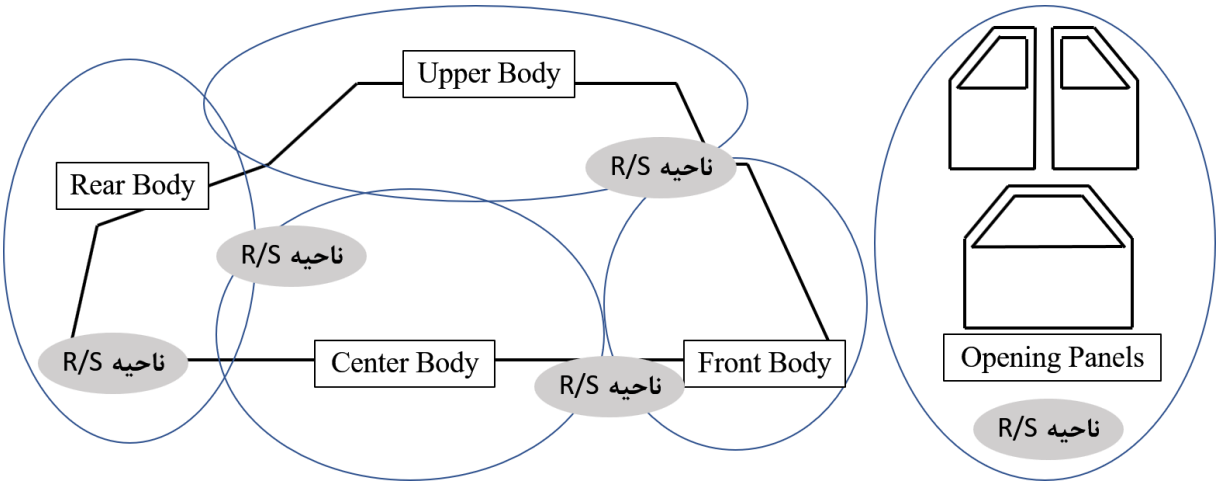
۴-۳- نواحی نقطه‌جوش

۴-۳-۱- اصول کلی

خودرو به پنج ناحیه استاندارد کلان که نمایانگر فیزیک بدنه هستند، تجزیه می‌شود.

این پنج ناحیه کلان (Macro Zones) عبارتند از :

- Front Body
- Center Body
- Rear Body
- Upper Body
- Opening Panels



تصویر ۲ : شماتیک تقسیم‌بندی Macro Zones

هر ناحیه کلان خود به دو نوع منطقه تقسیم می‌شود :

- **نواحی ایمنی/ مقرراتی (R/S)** : این نواحی، گروهی از نقاط جوش با عملکرد یکسان را شامل می‌شوند. (عملکرد از دید مشتری) مانند دوام، مقاومت در برابر تصادف یا نیروی‌های استاتیک.
- **نواحی غیر ایمنی/ مقرراتی** : این نواحی، گروهی از نقاط جوش فاقد مشخصه ایمنی/ مقرراتی را شامل می‌شوند. این نواحی دارای یک یا چند عملکرد ویژه نیستند بلکه الزامات عمومی بدنه را تامین می‌کنند.

اگر تعداد نقاط جوش روی یک قطعه کم باشد مانند تقویتی‌های مختلف، براکت‌ها، اتصالات و غیره، ممکن است راه‌حل‌هایی مانند دو برابر شدن نقاط جوش، تغییر فن‌آوری (پرچ، پیچ و غیره) یا تقویت برنامه نظارت (طرح پایش) اعمال شود.

❖ **نواحی R/S** : نواحی R/S استاندارد هستند و در پیوست ۲ تعریف‌شده‌اند.

نمونه‌ای از الزامات مربوطه :

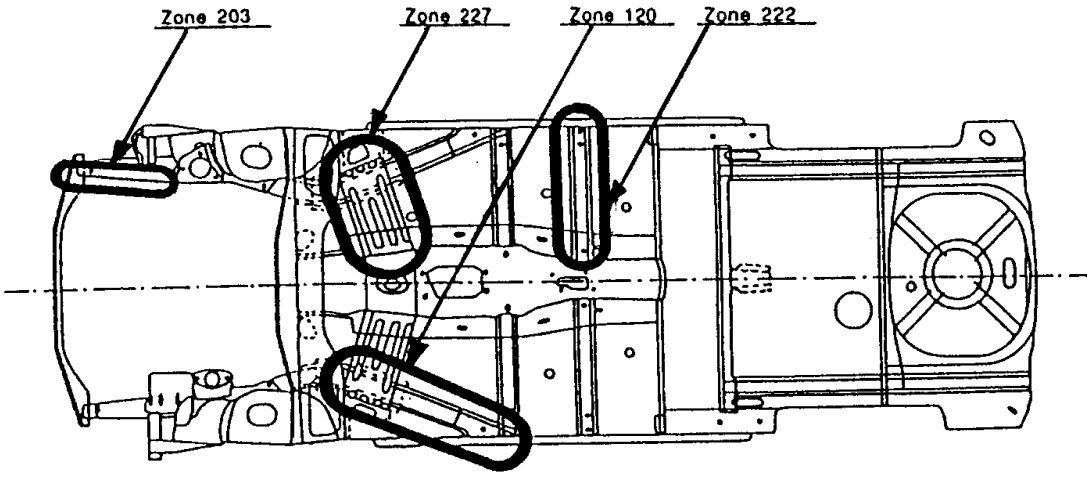
جدول ۳ : نمونه‌ای از الزامات ایمنی / مقرراتی

الزامات اصلی	ناحیه R/S
مقرراتی : ضربه، نقطه لنگر، یدک کشی، کوپلینگ و غیره	R
نواحی جاذب نیروی حاصل از ضربه	S
ایمنی : نقاط تکیه‌گاه جک، تراورس های سقف، حامل دوچرخه و غیره	S
مناطق ورود نیرو (استحکام محل نصب اجزای مؤثر بر ایمنی): اکسل‌ها، فرمان، مدار سوخت، قوای محرکه و غیره	S

این مناطق از ۴ تا ۶۳ نقطه‌جوش مقاومتی تشکیل‌شده‌اند.

مناطقی را می‌توان با کمتر از ۴ یا بیش از ۶۳ نقطه‌جوش ایجاد کرد، این امر نیازمند مذاکره طراح محصول با طراح فرآیند می‌باشد.

نمونه‌هایی از نواحی R/S :



تصویر ۳ : شماتیک بدنه خودرو و نمونه‌هایی از نواحی R/S

برای هر منطقه R/S، طراح محصول موارد زیر را تعریف می‌کند:

حداقل تعداد نقاط جوش عملکردی لازم : $N_{Functional}$

تعداد نقاط جوش تضمین‌کننده قابلیت اطمینان : $N_{Reliability}$

تعداد کل نقاط جوش: N_{Total}، به طوری‌که $N_{Total} = N_{Functional} + N_{Reliability}$

تعداد نقاط جوش تضمین‌کننده قابلیت اطمینان در هر ناحیه بر اساس قوانین زیر تعریف می‌گردد.

اگر $4 \leq N_{Total} \leq 21$ آنگاه $N_{Reliability} = 1$

اگر $22 \leq N_{Total} \leq 42$ آنگاه $N_{Reliability} = 2$

اگر $43 \leq N_{Total} \leq 63$ آنگاه $N_{Reliability} = 3$

❖ **نواحی غیر R/S :**

در هر ناحیه کلان (Macro) فقط یک منطقه از این نوع وجود دارد. تعداد نقاط جوش مجاز در این مناطق فاقد محدودیت است. این مناطق دارای یک یا چند عملکرد خاص نیستند اما در تحقق نیازهای غیر R/S بدنه سهیم هستند.

واحد مهندس نرخ عدم انطباق فرآیند را برای نواحی غیر R/S در قالب یک NQS اعلام می‌نماید. این عدد بسته به ناحیه و چگونگی آن می‌تواند متفاوت باشد. این عدد می‌بایست با الزامات رعایت شده در طراحی فرآیند متناسب باشد.

به‌طور پیش‌فرض، NQS هر ناحیه غیر R/S موجود در ۵ ناحیه کلان (Macro) به‌طور متوسط روی ۱٪ تثبیت می‌گردد به‌طوری‌که در هر Macro Zone بین حداقل ۰.۵٪ و حداکثر ۲٪ تنظیم‌شده و نهایتاً روی بدنه کامل زیر ۱٪ باقی بماند.

۴-۳-۲- صحه‌گذاری مشخصات محصول

- مناطق مشمول مشخصه‌های قانونی (R) یا الزامات ایمنی (S) با حداقل تعداد نقاط جوش که الزامات عملکردی را تامین می‌نماید در فاز VP صحه‌گذاری می‌شود. ($N_{Functional}$)
- سایر نواحی (غیر R/S) با تعداد کل نقاط جوش موردنیاز صحه‌گذاری می‌گردند. (N_{Total}) تحقق الزامات مدنظر در قالب تست‌های صورت گرفته در مراحل تولید آزمایشی بررسی می‌شود.

۴-۴- تعریف مشخصات یک نقطه‌جوش

یک نقطه‌جوش بر اساس ۳ مؤلفه مقاومت، موقعیت و شکل (ظاهر) که در پاراگراف‌های زیر شرح داده‌شده است ارزیابی می‌گردد.

۴-۴-۱- استحکام مکانیکی نقاط جوش مقاومتی

استحکام نقطه‌جوش مقاومتی به مشخصات جنس قطعات (ورق) مجموعه شده، ضخامت ورق‌های اتصال و قطر نقطه‌جوش بستگی دارد.

جدول موجود در پیوست ۳ مقادیر قطر نقطه‌جوش مقاومتی و ویژگی‌های مکانیکی مرتبط را بر اساس ضخامت مرجع (RT) اتصال مشخص می‌کند.

۴-۴-۲- موقعیت نقاط جوش مقاومتی

نقشه‌های محصول (Cad Data)، تنها مرجع قابل استناد است.

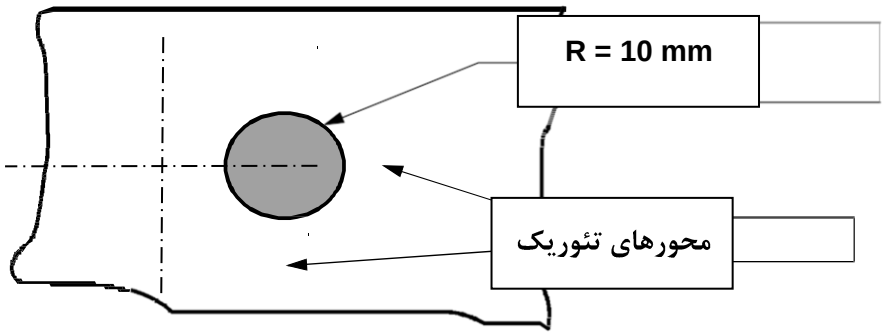
۴-۴-۲-۱- اصول کلی

برای اطمینان از عملکرد مناسب بدنه ازنظر استقامت، تصادفات، نویز و مقاومت در برابر نیروهای استاتیک، نقاط جوش باید با الزامات موقعیت که توسط طراح تعیین‌شده مطابقت داشته باشد.

برای اطمینان از این امر طی فاز صنعتی سازی، موقعیت نقاط جوش موردراندازه‌گیری قرار می‌گیرد اما در فاز تولید انبوه، این امر در حد چشمی مگر نقاط محدودی مانند لبه ورق و غیره اندازه‌گیری می‌شود. (حداقل فاصله نقاط جوش از یکدیگر در پیوست ۴ تشریح گردیده است)

موقعیت تئوریک نقاط جوش با مقادیر X و Y و Z در سیستم مختصاتی خودرو (Car Line) توسط طراح تعریف می‌گردد.

به‌طور پیش‌فرض، مرکز نقطه‌جوش می‌بایست در داخل دایره‌ای با شعاع ۱۰ میلی‌متر در اطراف موقعیت تئوریک خود واقع‌شده باشد.



تصویر ۴ : موقعیت تئوریک نقطه‌جوش

تمام نقطه جوش‌های خودرو باید به اهداف کیفی ذکرشده در مشخصات محصول دست یابند.

۴-۴-۲-۱-۱- موقعیت نسبت به انتهای قطعات یا لبه ورق (طولی)

ممکن است طراح محصول نقاط جوش خاصی را مشخص کند (نقاط جوشی که ازنظر دوام، تصادف یا غیره حساس هستند) این نقاط جوش می‌بایست به‌صورت شفاف در نقشه‌های جوشکاری یا لیست نقاط جوش توسط طراح مشخص گردند.

نکته: در مورد فرآیندهای اپراتوری (غیر روباتیک)، طراح فرآیند باید تمهیدات لازم به‌منظور محدود نمودن موقعیت نقاط جوش فوق را محیا سازد. (مانند انواع راهنمای نقطه‌جوش، راهنمای گان، تراز کننده یا غیره)

۴-۴-۲-۲- موقعیت نسبت به انتهای قطعات یا لبه ورق (طولی)

نقطه‌جوش انتهایی یک خط جوش در لبه قطعه می‌بایست به‌طور کامل داخل محدوده ۲۰ میلی‌متری از لبه قطعه باشد.

۴-۴-۲-۳- موقعیت نسبت به انتهای قطعات یا لبه ورق (عرضی)

هیچ‌گونه تغییر شکل واضح روی لبه ورق یا خم قطعه قابل‌قبول نیست.

۴-۴-۲-۴- حداقل و حداکثر فاصله بین مرکز به مرکز نقاط جوش (P_{MIN} و P_{MAX})

مقادیر P مشخص‌شده در پیوست ۴ مقادیری است که جهت تحقق به انجام اقدامات احتیاطی خاصی نیاز ندارد.

P_{MIN} بر اساس T_{ref} در یک اتصال خاص استخراج می‌گردد.

دو مقدار اسمی بر اساس تعداد ورق‌های تشکیل‌دهنده اتصال پیشنهادشده است.

حداکثر فاصله (P_{MAX}) توصیه‌شده بین نقاط جوش جهت اطمینان از حصول کلیه الزامات ۶۵ میلی‌متر است.

۴-۴-۲-۵- موقعیت نسبت به لبه‌های ورق‌ها (A_{MIN}) و ابعاد همپوشانی (L_{MIN})

مقادیر همپوشانی (L_{MIN}) و موقعیت محور نقطه‌جوش (A_{MIN}) در پیوست ۵ ارائه‌شده است (اصول طراحی فلنچ)

۴-۴-۳- عیوب مرتبط با شکل نقطه‌جوش مقاومتی (عیوب ظاهری)

نقص شکل (به عنوان مثال نقطه‌جوش فرو رفته یا تغییر شکل یافته) می‌تواند بر یکپارچگی مکانیکی ناحیه جوش تأثیر بگذارد همچنین به‌طور خاص دوام می‌تواند به‌واسطه عدم انطباق هندسی کاهش یابد. چنین نقص‌هایی ممکن است به‌واسطه یک فرآیند کالیبراسیون ضعیف یا یک ایراد دیگر (فرآیند/محصول) به وجود آید. اقدامات اصلاحی عمدتاً به فرآیند محدود می‌شود و با اقدام انجام‌شده تا حد امکان این عیوب کاهش می‌یابد. ازآنجاکه پیش‌بینی چنین ایراداتی در مرحله طراحی دشوار است، مشخصه‌های خاصی در این خصوص ارائه نمی‌شود.

۴-۴-۳-۱- نقاط تأثیرگذار بر کیفیت ظاهری

منظور نقاط جوشی است که به‌واسطه موقعیت آن‌ها بر روی سطح خودرو توسط مشتری قابل‌مشاهده است به‌عنوان‌مثال هنگامی‌که درب‌های جانبی یا درب صندوق‌عقب باز است. تورفتگی با عمق کمتر یا برابر با ۰.۱ میلی‌متر قابل‌پذیرش خواهد بود. در همه موارد، نقاط جوش باید بدون پلیسه، شراره یا پاشش باشد و قوانین موقعیت در خصوص آن‌ها به‌خوبی رعایت گردد.

۵- تضمین کیفیت فرآیند نقطه جوشکاری مقاومتی

۵-۱- کلیات

۵-۱-۱- مقدمه

تمرکز اصلی در این مستند، عیوب جوشی فاقد توزیع استاندارد (آماری) است. به این معنا که پس از اجرای دقیق فاز توانمندی فرآیند و جاری‌سازی طرح پایش، عیوب تصادفی بروز نخواهد کرد. فرآیند از نوع دوجمله‌ای است یعنی خوب یا بد. یک نظرسنجی مستمر برای کشف حوادث جوش جاری گردیده است. طرح پایش تناوب ارزیابی را بر نمونه‌برداری مقدم می‌داند. به این معنا که میانگین به‌دست‌آمده از وضعیت انطباق یک نقطه‌جوش می‌بایست برابر با میانگین به‌دست‌آمده در کل مجموعه نقاط جوش باشد. در این راستا نقاط جوش "هدف" معرفی می‌شوند.

تعریف نقاط جوش "هدف" :

نقاط جوش "هدف" نقاط جوشی هستند که در حین انجام نظرسنجی تحت بازرسی قرار می‌گیرند. آن‌ها توسط کارشناسان فرآیند جوش از بین مجموعه نقاط جوش ایمنی (S) انتخاب می‌شوند. این لیست همچنین برخی از نقاط جوش اضافی (نقاط جوش فرآیند) به انتخاب کارشناسان جوش و مسئول تدوین طرح پایش را می‌تواند در خود جای دهد. نقاط جوش تحت بازرسی مشخص‌شده و در FOP مربوطه ثبت خواهد شد.

به لطف تناوب ارزیابی‌ها، پایش انطباق این نقاط جوش، باعث شناسایی عیوب تصادفی و اطمینان از انطباق محصول خواهد شد.

تعریف معیارهای پذیرش و همچنین روش‌های بازرسی انطباق نقاط جوش در این مستند آمده است. لازم به ذکر است نکات مذکور تنها در خصوص اتصالات جوشکاری شده با روش نقطه جوشکاری مقاومتی قابلیت استناد دارد.

۵-۱-۲- مشخصات محصول

مشخصات واقعی محصول حداقل سطح کیفیت مجاز در فرآیند تولید را توضیح می‌دهد. کیفیت نقاط جوش مقاومتی بر اساس ۳ معیار زیر ارزیابی می‌شود:

- استحکام مکانیکی
- موقعیت
- ظاهر

معیارهای استحکام مکانیکی و موقعیت نقاط جوش برای تضمین عملکرد بدنه در دوام، در برابر ضربه، در صوت و مقاومت در برابر نیروهای استاتیکی که توسط طراح مشخص‌شده ضروری است.

هدف از معیارهای ظاهری نقاط جوش عبارت‌اند از :

- اطمینان از سطح جهانی کیفیت ظاهری یک وسیله نقلیه
- جلوگیری از ریسک جراحت اپراتورهای تولید و مشتریان
- به حداقل رساندن ریسک خوردگی (آسیب درزهای اتصال و غیره)
-

۵-۲- انطباق استحکام مکانیکی

۵-۲-۱- معیارهای انطباق یک نقطه‌جوش

موارد عدم انطباق در استحکام مکانیکی یک نقطه‌جوش

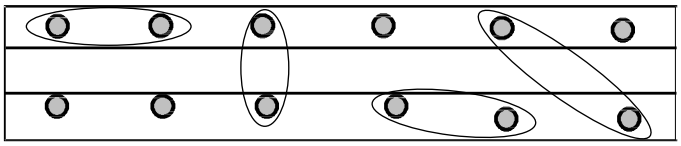
- نقطه‌جوش وجود ندارد.
- نقطه‌جوش ایجادشده مشخصات اتصال را در برندارد.

نمونه‌ای از اتصال سه ورقی :

- نقطه‌جوش ظاهراً وجود دارد اما اتصال ایجاد نشده است.
- ظاهر هسته ذوب‌شده وجود دارد اما در تست کشش، گراف به‌دست‌آمده کاملاً صاف خواهد بود.
- نقطه‌جوش دارای هسته ذوب‌شده‌ای با قطر نامناسب است. اندازه‌گیری فقط در حالت مخرب (مراجعه به پیوست ۳)
- نقطه‌جوش سوراخ است.

۵-۲-۲- معیارهای انطباق یک ناحیه

- دارای ۲ نقطه‌جوش نامنطبق مجاور یا متوالی باشد.



- تعداد نقاط جوش منطبق آن ناحیه کمتر از حداقل تعداد نقطه‌جوش عملکردی ($N_{Functional}$) باشد.

۵-۲-۳- معیارهای انطباق محصول

یک محصول منطبق است اگر کل نواحی سازنده محصول منطبق باشد.

به این منظور :

- پایش انطباق محصول (تناسب درصد نقاط جوش معیوب با اهداف کیفی)
- اجرای بازرسی‌های مستمر و پایش نقاط جوش "هدف"
- اجرا و پیگیری آدیت‌های فرآیند به‌منظور اثبات عملکرد مناسب سایت تولیدی (Plant)

۵-۲-۴- به‌کارگیری روش‌های کنترلی

۵-۲-۴-۱- تست مخرب

قضاوت در خصوص استحکام مکانیکی نقاط جوش به‌واسطه مشاهده ناگت ذوب‌شده/ماده پرچ‌شده و مقایسه نمونه‌ها به‌صورت چشمی صورت می‌گیرد.

این نوع مشاهده امکان تصمیم‌گیری در مورد انطباق با معیارهای استحکام مکانیکی را فراهم می‌کند.

در صورت وجود تردید، می‌توان از یک ابزار مناسب استفاده کرد مانند گیج کنترلی، خط کش، پانل نمونه و غیره

- **قلم چکش** :

این روش شامل فشار دادن قلم بین ورق‌ها، نزدیک به یک نقطه یا حدفاصل بین دونقطه است تا زمانی که یک نقطه‌جوش باز شود.

- **دستگاه تخریب (Life Jaws)** :

این روش شامل واردکردن فک‌ها (انبرک‌ها) بین ورق‌ها، نزدیک به یک نقطه یا حدفاصل بین دونقطه و سپس باز کردن فک‌ها است تا زمانی که یک نقطه‌جوش باز شود یا سطح مقطع پاره شود.

- **ماکرو گرافی** :

این روش شامل برش نقطه‌جوش از مرکز به‌منظور اندازه‌گیری ناگت ذوب‌شده پس از اچ کردن مقطع برای آشکارسازی منطقه ذوب است.

۵-۲-۴-۲- تست غیر مخرب

توجه : درروش غیر مخرب، قطر ناگت اندازه‌گیری نمی‌شود. این امر در فاز توانمندی اتفاق می‌افتد. در چرخه عمر محصول، استحکام می‌بایست پایش شود. طرح پایش فرآیند می‌بایست به‌روزرسانی و پیگیری پارامترها را تضمین کند. در تست آلتراسونیک، تخمین قطر ناگت امکان‌پذیر است.

قوانین به شرح زیر است:

کنترل چشمی با استفاده از تست قلم چکش خواهد بود. در مواردی که ضخامت‌ها بالا است یا دسترسی انجام تست وجود ندارد (مانند ورق‌های با الاستیسیته بالا) در صورت وجود تجهیز و اپراتورهای آموزش‌دیده، تست آلتراسونیک ضروری است.

- **قلم چکش** :

این روش تخمین استحکام مکانیکی اتصال به‌واسطه ورود محدود قلم بین ورق‌ها، نزدیک به یک نقطه یا حدفاصل بین دونقطه را ممکن می‌سازد. اگر نقطه نگرفته باشد اتصال قبل از ایجاد دفرمگی محسوسی جدا خواهد شد. اگر نقطه یک ناگت ذوب‌شده را نشان دهد بدون شکستن

اتصال، ورق تغییر شکل دائمی خواهد یافت. پس از کنترل ورق‌ها می‌بایست به شکل اولیه برگردانده شوند.

- **آلتراسونیک:**

این کنترل شامل ارسال سیگنال مافوق صوت در نقطه‌جوش با کمک یک ردیاب دستی و تجزیه‌وتحلیل سیگنال بازگشت می‌باشد. با مقایسه امواج می‌توان وجود ناگت ذوب‌شده، عدم وجود ناگت یا ناگت خیلی ضعیف را شناسایی نمود. درنتیجه با این روش امکان تشخیص ناگت‌های خیلی ضعیف وجود دارد اما اندازه‌گیری دقیق قطر ناگت میسر نیست. برای استفاده از این روش وجود اپراتورهای آموزش‌دیده و دارای گواهینامه صلاحیت حرفه‌ای ضروری است.

۵-۳- طرح پایش در مرحله تولید انبوه

۵-۳-۱- تفاوت سطوح کنترل محصول

قطعاتی که می‌بایست کنترل گردند بر اساس حجم تولید به‌عنوان مهم‌ترین مشخصه متفاوت هستند. پایش کلیه مشخصه‌ها می‌بایست تضمین گردد. در کنترل فرآیند نقطه جوشکاری، همان قطعات موجود در ایستگاه می‌بایست کنترل گردند.

۵-۳-۲- طرح پایش ۴ سطحی

۵-۳-۲-۱- کنترل فرآیند

مشخصه‌ها و پارامترهای کنترلی در FOP منتشرشده توسط واحد مهندسی تعیین گردیده است. تهیه یک طرح پایش مؤثر، منجر به کنترل فرآیند و جلوگیری از بروز ایرادات شدید/مهم می‌شود.

- پایش سطوح فعال الکترودها و همچنین ظاهر نقاط جوش روی محصول
- پایش کالیبراسیون نیرو و شدت‌جریان
- پایش پارامترهای جوشکاری با به‌کارگیری رویه‌های داخلی سایت تولیدی
- به‌کارگیری صحیح روش تأیید اولین قطعه (OK 1st Part)

۵-۳-۲-۲- بازرسی Online

تضمین کیفیت مناسب تولید بر اساس FOP منتشرشده توسط واحد مهندسی

۵-۳-۲-۲-۱-تست غیرمخرب با فرکانس نزدیک روی نقاط جوش انتخابی که اصطلاحاً نقاط جوش "هدف" نامیده می‌شوند. هدف، انطباق کامل و آگاهی از حوادث مرتبط با جوشکاری است. استفاده از تست قلم چکش به‌عنوان اولویت اول الزامی است.

۵-۳-۲-۲-لیست نقاط جوش تحت کنترل در فاز تولید انبوه می‌بایست در مرحله بررسی توانمندی نهایی گردد. این لیست در خصوص تامین‌کنندگان نیز می‌بایست استخراج گردد. به‌صورت پیش‌فرض می‌توان تعداد نقاط جوش تحت کنترل در هر ایستگاه را روی عدد ۲ تثبیت نمود.

- برای سایت‌های دارای فرآیند اپراتوری (غیر روباتیک) : به ازای هر ۲۰ قطعه، ۲ نقطه‌جوش کنترل می‌شود.
- برای نقاط خارج از دسترس جهت تست غیرمخرب : زیرمجموعه می‌بایست تخریب گردد.
- تناوب : تناوب کنترل‌ها بر اساس نتایج کیفی به‌دست‌آمده دریک بازه ۶ ماهه (در مقایسه با اهداف کیفی) تعیین می‌شود.
  - بر اساس انطباق نتایج ارزیابی محصول، تناوب نمونه‌برداری مجموعه به مجموعه به‌روزرسانی خواهد شد.

به عنوان مثال : در صورت اجرای کامل بازرسی، تناوب نمونه‌برداری به این صورت به‌روزرسانی خواهد شد: حداقل یک نمونه در ایستگاه پایانی هر زیرمجموعه با فرض اینکه کنترل فرآیند به‌صورت کامل انجام می‌گیرد و بر اساس نتایج، نقطه‌جوش معیوب در این مجموعه یافت نمی‌شود.

۵-۳-۲-۳- کنترل محصول

۵-۳-۲-۳-۱-**برای سایت‌های دارای اتوماسیون با ظرفیت ۶۰ خودرو در ساعت** : به‌صورت روزانه تست غیر مخرب در هر ایستگاه اجرا می‌گردد. هدف، اطمینان از انطباق هر ایستگاه و متعاقباً تطابق فرآیند با اهداف کیفی است. در طرح نمونه‌برداری می‌بایست اصل تصادفی بودن نمونه و تغییر ایستگاه‌ها به‌صورت روزانه رعایت گردد.

۵-۳-۲-۳-۲-**برای سایت‌های اپراتوری (غیر روباتیک)** : اجرای تست مخرب* به‌صورت هفتگی یا ماهیانه روی بدنه. هدف، اطمینان از انطباق هر ایستگاه و متعاقباً تطابق فرآیند با اهداف کیفی است.

* در صورت وجود تجهیزات و امکانات مرتبط در سایت تولیدی، امکان جایگزینی با روش تست غیر مخرب آلتراسونیک وجود دارد.

بکارگیری تناوب‌ها :

NQS درصد نقاط جوش نامنطبق در یک ناحیه است.

- ✓ تناوب : به‌کارگیری تناوب کنترل محصول بر اساس نتایج کیفی مشخص می‌شود.
- ✓ اگر NQS < 0.5٪ طی ۶ ماه محقق گردد : نمونه‌برداری هفتگی انجام خواهد شد.
- ✓ اگر NQS < 0.3٪ طی ۶ ماه محقق گردد : نمونه‌برداری ماهانه انجام خواهد شد.

کنترل محصول بدنه

این کنترل (تست مخرب) منجر به همگرایی توزیع عیوب روی بدنه مجموعه‌سازی شده می‌شود. (شواهد فنی از وضعیت اتصال و ماستیک کاری در دسترس قرار می‌گیرد) نتایج تست تخریب در فاز بررسی توانمندی می‌بایست در راستای تثبیت تست‌های غیرمخرب بکار روند. طرح نمونه‌برداری بر اساس نتایج ارائه‌شده در جلسات کمیته طرح پایش به‌روزرسانی می‌شود (مراجعه به پیوست ۶)

۵-۳-۲-۴- آدیت فرآیند

ارزیابی جامع از اثربخشی طرح پایش و صحه‌گذاری نتایج :

- بازرسین آموزش‌دیده
- کنترل‌های فرآیند
- طرح نمونه‌برداری در حال اجرا (واقعی)
- بررسی اثربخشی اقدامات روی محصول
- تضمین اثربخشی مناسب تست آلتراسونیک

۵-۳-۳- مدیریت طرح‌های باز کاری

هرگونه عدم انطباق و اقدامات اصلاحی انجام‌شده در فرآیند می‌بایست روی محصول قابل‌ردیابی باشد. باز کاری‌ها می‌بایست ثبت‌شده و بایگانی گردند.

- زمان و تاریخ بروز حادثه
- تعداد باز کاری‌ها
- نواحی تحت باز کاری
- روش باز کاری بکار رفته و نقاش جوش مشمول
- صحه‌گذاری واحد کیفیت

۵-۳-۴- مدیریت مشاهده مجدد نقاط جوش معیوب (تکرار عیب)

عملیات مورد نیاز برای چنین نقاط جوشی در هر ۳ حوزه (استحکام، موقعیت و ظاهر) در پیوست ۹ تشریح گردیده است. این رویه برای کلیه سایت‌های اپراتوری/ روباتیک و تجهیزات نقطه جوشکاری مختلف (گان دستی، ربات، ماشین جوشکاری و غیره) قابلیت کاربرد دارد.

۵-۴- مدیریت شاخص‌های کیفی

۵-۴-۱- گزارش بازرسی مستمر ایستگاه‌های فرآیند (کنترل‌های محصول و جوشکاری)

در راستای پیگیری کیفی، الزامات خاص پروژه یا سایت‌های همکار یک گزارش بازرسی منتشر می‌شود.

عیوب مرتبط با موقعیت و ظاهر نقاط جوش تحت بررسی و پیگیری قرارگرفته و بایگانی می‌شود.

گزارش مذکور می‌بایست به‌صورت شفاف، استحکام کامل محصول و یا انطباق آن با معیارهای تعیین‌شده (اهداف کیفی) را دربر داشته باشد. یک‌رویه عکس‌العملی شامل تحلیل نقاط جوش، اصلاحات، ردیابی، بایگانی، تحلیل کیفی و باز کاری محصول مطابق با پیوست ۱۰ می‌بایست انجام شود.

۵-۴-۲- شاخص کنترل محصول (انطباق محصول/ فرآیند در هر ایستگاه)

شاخص استحکام نقاط جوش بر اساس داده‌های گزارش‌های کنترلی تهیه می‌شود. محدوده مجاز به‌صورت شفاف مشخص‌شده و حدود هشدار نیز می‌تواند تعیین گردد. این شاخص‌ها در سایت جاری می‌شود.

برای واحدها (ادارات): شاخص انطباق کلی نواحی، نشان‌دهنده انطباق بدنه کامل خواهد بود.

عیوب مرتبط با استحکام، موقعیت (لبه ورق و شروع خط جوش) و ظاهر نقاط جوش موردتوجه قرار می‌گیرند. اهداف کیفی مرتبط با موقعیت و ظاهر نقاط جوش با لحاظ حداکثر مقدار مجاز ۱.۵٪ توسط واحد کیفیت تعیین و ابلاغ می‌گردد.

۵-۴-۳- شاخص انطباق نقاط جوش "هدف"

در مواجهه با بروز عیوب تصادفی و حوادث، سیستم مدیریتی مناسبی می‌بایست جاری گردد. نقاط جوش "هدف" می‌بایست به‌خوبی تحت کنترل قرارگرفته و میزان عیوب آن‌ها به سمت صفر میل کند. این امر می‌بایست ناحیه به ناحیه اجرا گردد.

در صورت خرابی، گزارش‌های خلاصه و چکیده اقدامات اصلاحی برای نشان دادن اثربخشی و عملکرد می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

۵-۴-۴- شاخص کشف On line

اجرای کامل طرح نمونه‌برداری و میزان اجرای ناحیه به ناحیه آن.

این موضوع می‌بایست ایستگاه به ایستگاه یا روی بدنه کامل اجرا گردد.

۵-۴-۵- شاخص مدیریت بازکاری

شاخص مدیریت باز کاری‌ها به‌وسیله واحد تولید منتشر می‌شود.

۵-۵- تشریح فرآیند تضمین کیفیت موقعیت نقاط جوش

۵-۵-۱- مبانی عمومی موقعیت

برای تضمین عملکرد مناسب بدنه در حوزه دوام، ضربه، نویز و مقاومت در برابر نیروهای استاتیکی، نقاط جوش باید با الزامات موقعیت که توسط طرح مشخص‌شده است مطابقت داشته باشند. این فرآیند با اندازه‌گیری موقعیت نقاط جوش در فاز صنعتی سازی و سپس در مرحله تولید انبوه تنها با نظارت چشمی تعداد معینی از معیارهای موقعیت مانند لبه ورق و غیره می‌بایست دنبال گردد.

۵-۵-۲- مبانی کنترل موقعیت

پایش موقعیت نقاط جوش شامل ارزیابی چشمی لبه ورق و شروع خط جوش می‌شود.

پایش تجهیزات مجموعه‌سازی (ربات‌ها، گریپرها، پالت‌ها، راهنماها و ...) می‌بایست منجر به کشف انحرافات گردد.

اصلاح مسیرهای ربات باید منوط به رویه‌های سایت تولیدی انجام‌شده و مورد قضاوت و صحه‌گذاری قرار گیرد.

کارخانه‌های دارای فرآیند جوشکاری اتوماتیک :

- دوره توانمندی می‌بایست زمان ممکن برای تنظیم ربات‌ها بر اساس محصول مرجع را نشان دهد. (متناسب با ربات‌ها)
- در پروژه، برای صحه‌گذاری این تنظیمات، موقعیت نقاط جوش در هر ناحیه می‌بایست آدیت گردد (بر اساس تلرانس محورهای نقطه‌جوش)
- آدیت 3D از ۲ نقطه‌جوش اندازه‌گیری شده
- تحلیل و صحه‌گذاری موقعیت نقاط جوش در ارزشیابی بدنه به‌صورت ناحیه به ناحیه
- در حین تولید محصول، پایش شامل صحه‌گذاری متناوب موقعیت نقاط جوش به‌صورت چشمی به‌منظور کشف انحرافات خواهد بود.
- در حین کنترل محصول، مجموعه‌ای از نقاط جوش هر ناحیه می‌بایست به‌صورت چشمی بررسی گردد.

توجه : آدیتور می‌تواند با استفاده از فایل Backup ربات، مختصات اسمی نقاط جوش را با مسیر حرکت ربات مقایسه نماید.

کارخانه‌های دارای فرآیند جوشکاری اپراتوری (غیر روباتیک) :

- نقاط جوش با موقعیت دقیق می‌بایست به واسطه مشخص نمودن نقاط جوش راهنما یا هرگونه هدایت‌گر توسط واحد مهندسی تضمین گردد.

- برای سایر نقاط جوش، آموزش اپراتورها تعداد و موقعیت نقاط جوش را تضمین خواهد نمود. این موضوع با کنترل چشمی و استانداردسازی مدارک در ایستگاه کاری صورت خواهد گرفت.
- به‌منظور اطمینان از رعایت حدود تلرانسی موقعیت حین نقطه جوشکاری دستی، سازنده می‌تواند با اعمال تعداد بیشتری نقطه‌جوش از گام نقطه‌جوش‌ها مطمئن شود. جبران گام نقاط جوش می‌بایست به‌محض مشاهده توسط اپراتور روی قطعه اعمال شود. آموزش از طریق مدرسه مهارت می‌بایست این موضوع را عملی کند.
- با اجرای مداوم آدیت‌های فنی، از مهارت اپراتور اطمینان حاصل می‌گردد.

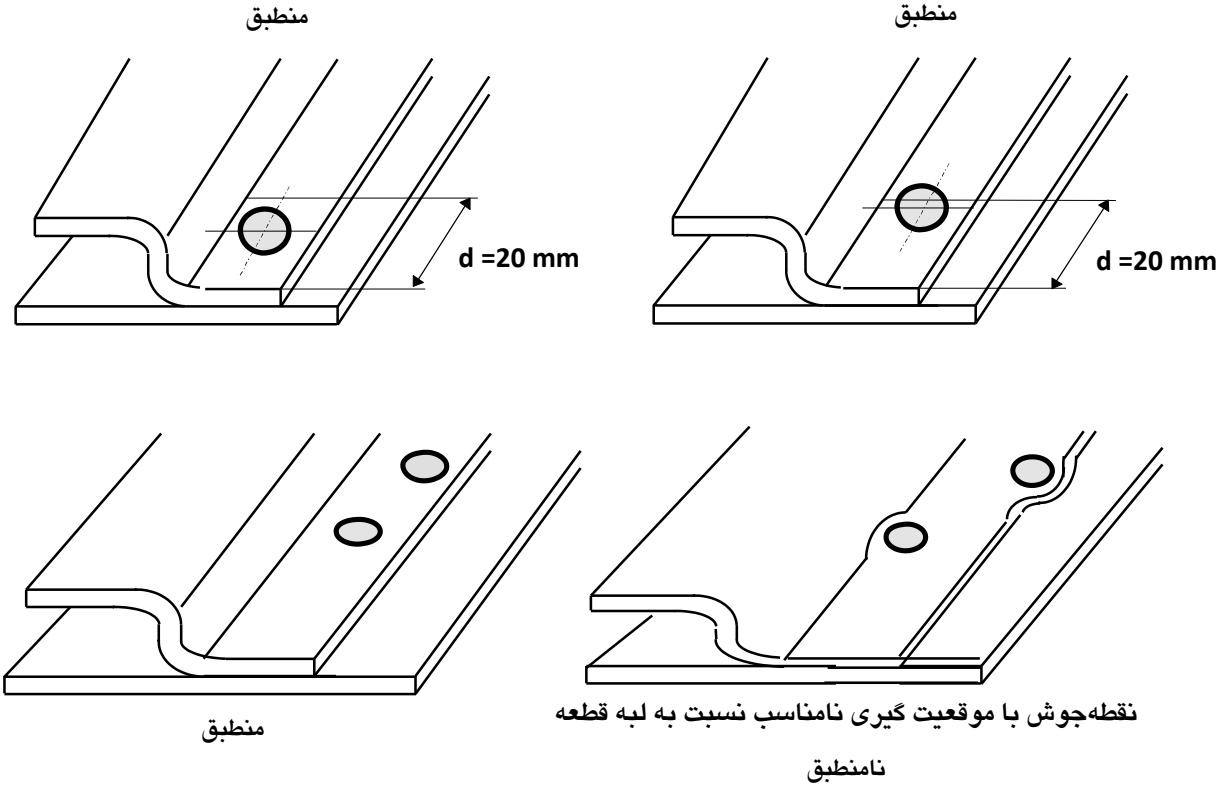
۵-۵-۳- معیارهای انطباق موقعیت

معیارهای انطباق موقعیت نقاط جوش به شرح زیر است:

- لبه ورق
- شروع خط جوش
- گام نقاط جوش
- مجموعه‌ای از عیوب موقعیت شامل موارد فوق می‌بایست به‌صورت چشمی ارزیابی گردد. (مراجعه به قسمت آموزش)

مثالی از معیارهای ظاهری :

تغییر شکل بیش‌ازحد لبه یا گوشه‌ها مجاز نیست (تغییر شکل/ فرم با احتمال جراحت اپراتور، عدم آب‌بندی اتصال یا ممانعت از نشست قطعات در یک سطح مجموعه‌سازی بالاتر)



یک نقطه‌جوش ایمنی/مقرراتی در انتهای یک خط جوش یا انتهای قطعه می‌بایست به‌صورت چشمی داخل منطقه‌ای به طول ۲۰ میلی‌متر از لبه مجموعه قرار گیرد.

۵-۵-۴- قوانین عکس‌العملی برای سایت‌های تولیدی

آموزش اپراتورها یا افزایش مهارت آن‌ها می‌بایست از طریق مدرسه مهارت محیا شود تا امکان کنترل به شرح زیر برای ایشان فراهم گردد :

جدول ۴ : قوانین عکس‌العملی موقعیت

نوع نقطه‌جوش	عیوب موردنظر	فرآیندهای دستی	فرآیندهای اتوماتیک	اقدام واکنشی
کلیه نقاط جوش	موقعیت نامناسب : • لبه ورق • ابتدای خط جوش • موقعیت تئوریک نقطه‌جوش **گام تئوریک مدنظر نیست**	کنترل چشمی + خط کش	کنترل فایل Back up ربات+ بررسی زمان و نحوه کالیبراسیون ربات	منطبق سازی کامل فرآیند آموزش و پایش اپراتورها

توجه :

- کنترل چشمی با کمک یک مستند شماتیک از موقعیت نقاط جوش می‌بایست در کنترل محصول در هر ایستگاه اضافه گردد.
- در فرآیندهای اپراتوری (غیر روباتیک)، کنترل‌های صورت گرفته، مهارت اپراتور و تنظیمات مرتبط با راهنماها را صحه‌گذاری می‌کند.

۵-۵-۵- قوانین عکس‌العملی برای تامین‌کنندگان قطعات بدنه

تامین‌کنندگان مجموعه‌های نقطه جوشکاری شده باید فرآیند پایش خود را توسط فردی که مسئولیت تهیه S-PAS را به عهده دارد، در قالب‌های زیر تشریح و صحه‌گذاری کنند :

- کنترل‌های بکار رفته روی محصول (مانند بازرسی چشمی و ...)
- کنترل‌های بکار رفته روی فرآیند (مانند صحه‌گذاری مسیر ربات و ...)
- ابزار تصمیم‌گیری مورداستفاده

تامین‌کنندگان مجموعه‌های نقطه جوشکاری شده می‌بایست از انطباق معیارهای کنترل موقعیت نقاط جوش ایمنی/ مقرراتی اطمینان حاصل نمایند.

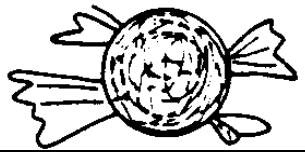
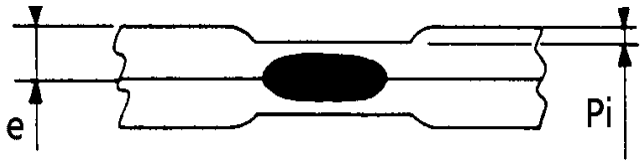
۵-۶- تشریح فرآیند تضمین کیفیت ظاهر نقاط جوش

۵-۶-۱- مبانی عمومی ظاهر

به‌طورکلی در تمام نقاط جوش، عیوب ظاهری به‌واسطه نقص تجهیزات با الکترودها روی می‌دهد. کنترل عیوب ظاهری در حین خروج قطعات در کنترل محصول و آدیت‌های دوره‌ای صورت می‌گیرد. در مورد آخر، ارزیابی کیفیت نقاط جوش منجر به کشف مشکلات الکترودها و آگاهی از تأثیر آن بر کیفیت محصول خواهد شد.

قانون اصلی: فرآیند تضمین کیفیت ظاهر نقاط جوش بر اصول ارزشیابی بدنه استوار است. این کنترل تنها نقاط جوش در معرض دید مشتری را دربرمی گیرد.

۵-۶-۲- تعریف انطباق ظاهری نقاط جوش

جدول ۵ : ایرادات ظاهری نقطه جوش	
ظاهر غیرقابل قبول برای یک نقطه جوش	
نقطه‌جوش همراه با پلیسه	
نقطه‌جوش سوراخ	
ظاهر غیرقابل قبول برای یک نقطه جوش	
نقطه‌جوش دفرمه	
نقطه‌جوش با دندانه عمیق (با عمق تورفتگی خیلی مهم) به‌صورت چشمی قابل ارزیابی است	
نقطه‌جوش ترک‌خورده	

توجه : برخی از عیوب ظاهری مثل سوراخ شدن و تورفتگی باعث نقص استحکامی می‌شود.

۵-۶-۳- پذیرش در فاز صنعتی سازی

صحه‌گذاری هریک از نواحی جهت اطمینان از توانایی ساخت محصول منطبق در فاز صنعتی سازی می‌بایست صورت گیرد. ظاهر نقاط جوش در قالب تست‌های مخرب صحه‌گذاری می‌شود.

۵-۶-۴- طرح پایش تولید انبوه

در سایت تولیدی، کنترل‌های ظاهری منجر به کشف انحرافات ساخت و تامین معیارهای ظاهری تعیین‌شده در فاز طراحی/صنعتی سازی می‌گردد. پایش مذکور در حین خروج قطعات برای کنترل محصول و در بازرسی‌های On line انجام می‌شود. (به قسمت ۱.۲.۳ مراجعه کنید) یک فرآیند عکس‌العملی در این موارد می‌بایست بکار گرفته شود.

۵-۶-۵- مشخصات نقطه‌جوش‌های بهبودیافته در فاز طراحی

طراح، پروژه و واحد کیفیت فهرستی از نقاط جوش در معرض دید مشتری تهیه می‌کنند (نمره دهی بر اساس روش ارزشیابی بدنه)

واحد کیفیت :

- تعیین اهداف کیفی جهت عیوب ظاهری
- تعیین قوانین عکس‌العملی در خصوص تولید محصول نامنطبق

در خصوص سایت‌های اپراتوری (غیر روباتیک)، با اجرای رویه‌های کمک‌آموزشی جهت اپراتور از موقعیت نقاط جوش ظاهری اطمینان حاصل می‌شود.

۵-۶-۶- قوانین عکس‌العملی برای ظاهر نقاط جوش در سایت‌های تولیدی

جدول ۶ : قوانین عکس‌العملی انطباق ظاهری

نوع نقطه‌جوش	عیوب موردنظر	فرآیندهای دستی	فرآیندهای اتوماتیک	اقدام واکنشی
کلیه نقاط جوش	• پلیسه دار • سوراخ • دفرمه • تورفته • ترک‌خورده	کنترل چشمی	پایش کیفیت نهایی	منطبق سازی کامل فرآیند آموزش و پایش اپراتورها

۵-۶-۷- قوانین عکس‌العملی برای ظاهر نقاط جوش در تامین‌کنندگان قطعات بدنه

تامین‌کنندگان مجموعه‌های نقطه جوشکاری شده می‌بایست فرآیند پایش خود را توسط فردی که مسئولیت تهیه S-PAS را به عهده دارد، در قالب‌های زیر تشریح و صحه‌گذاری کنند :

- کنترل‌های بکار رفته روی محصول (مانند بازرسی چشمی و ...)
- ابزار تصمیم‌گیری مورداستفاده

تامین‌کنندگان مجموعه‌های نقطه جوشکاری شده می‌بایست از انطباق معیارهای کنترل موقعیت نقاط جوش ایمنی/مقرراتی اطمینان حاصل نمایند.

۵-۷- آموزش

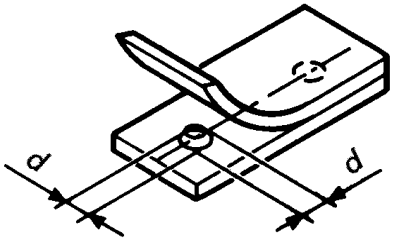
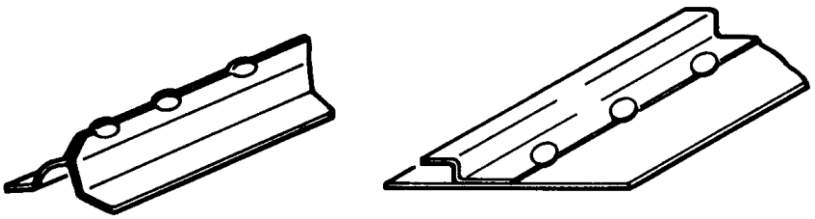
اپراتورهای کنترل باید سطح آموزشی کافی جهت قضاوت انطباق مشخصه‌های محصول را داشته باشند.
یک اپراتور در ایستگاه کاری خود باید بتواند پس از آموزش در مدرسه مهارت، موقعیت نقاط جوش را به‌صورت چشمی ارزیابی کند. همچنین می‌بایست بر اساس ظاهر نقاط جوش روی قطعه قادر به پیش‌بینی وضعیت کیفیت جوشکاری باشد. مدیران موظف به ارائه آموزش برای تیم خود هستند.
نموداری متشکل از نمونه‌های شاهد باید در اختیار کنترل‌کننده‌ها قرار گیرد تا بتوانند بر اساس معیارهای پذیرش نقاط جوش به ارزیابی ظاهری نقاط جوش بپردازند.

۶- مدارک مرتبط

شماره	عنوان
WQ-10-003	دستورالعمل تست غیرمخرب (NDT)
WQ-10-004	دستورالعمل تست مخرب (DT)
WQ-10-020	دستورالعمل ارزشیابی بدنه خودرو (SBE)

۷- اصطلاحات و تعاریف

لغت / اصطلاح	شرح / توصیف / تعریف
ناحیه نقطه‌جوش	کلیه نقطه‌جوش‌هایی که عملکرد یکسان دارند.
تورفتگی	وجود اثر الکترود بر روی سطح قطعه.
عمق تورفتگی	عمق اثر الکترود بر روی ورق پس از جوشکاری.
ناگت	حوضچه کوچک حاصل از ذوب و سرد شدن فلز با حصول اطمینان از تداوم بین ورق‌ها.
دگمه (پرچ)	بخشی از ورق‌های باقی‌مانده بر روی یکی از قطعات پس از یک تست مخرب.

لغت / اصطلاح	شرح / توصیف / تعریف
قطر دگمه	مقاومت مکانیکی یک نقطه‌جوش با قطر دگمه جوش و یا قسمت بیرون زده پس از آزمون جدایی ورق (d) تعیین می‌شود. اندازه‌گیری می‌تواند بر اساس دگمه جوش صورت گیرد. اگر دگمه جوش نامتقارن است، اندازه‌گیری‌ها در جهات مختلف و به‌واسطه کمترین مقدار خوانده‌شده صورت می‌گیرد. 
نقطه‌جوش منطبق	نقطه‌جوشی است که پس از جدایش ورق‌ها و یا هر روش دیگر، قطر دگمه جوش بزرگ‌تر یا مساوی قطر ویژه باشد.
نقطه‌جوش معیوب	نقطه‌جوشی است که پس از جدایش ورق‌ها و یا هر روش دیگر، قطر دگمه جوش کوچک‌تر از قطر ویژه باشد. هر نقطه‌جوش ازدست‌رفته (فراموش‌شده) به‌عنوان یک نقطه‌جوش معیوب در نظر گرفته می‌شود.
نقطه‌جوش با نقص موقعیت لبه	نقطه‌جوشی است که باعث تغییر شکل ورق شود مانند تصاویر زیر:  تعریف نقطه‌جوش با نقص موقعیت لبه
$N_{Functional}$	حداقل تعداد نقاط جوش عملکردی در یک ناحیه خاص، حداقل تعداد نقطه‌جوش صحیح که برای اطمینان از عملکرد ناحیه مذکور الزامی است.
$N_{Reliability}$	تعداد نقاط جوش مربوط به قابلیت اطمینان یک ناحیه خاص، تعداد نقاط جوش تعریف‌شده برای جبران خطاهای فرآیند در یک ناحیه خاص.
N_{Total}	تعداد کل نقاط جوش در یک ناحیه خاص به‌طوری‌که $N_{Total} = N_{Functional} + N_{Reliability}$
NQS	متوسط نرخ عدم انطباق حاصل تقسیم تعداد نقاط جوش معیوب در یک ناحیه بر تعداد کل نقاط جوش ناحیه مدنظر

۸- پیوست‌ها

۸-۱- پیوست ۱- قابلیت جوشکاری مجموعه‌های ۳ ورقی با ۲ اتصال

A
X
Y

اتصال مردود

A	Y	X														
		از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۲.۷ تا ۳
از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																

A	Y	X														
		از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۲.۷ تا ۳
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																

A	Y	X														
		از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۲.۷ تا ۳
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																	
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																	
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																	
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																	
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																	
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																	
از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۰.۴ تا ۰.۵۴																	
	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																	
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																	
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																	
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																	
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																	
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																	
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																	
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																	
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																	
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																	
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																	
از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴																	
	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴																	
	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																	
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																	
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																	
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																	
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																	
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																	
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																	

A	Y	X														
		از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۲.۷ تا ۳
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴																
	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴																
	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۲ تا ۲.۲۹																
از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۲ تا ۲.۲۹																
از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																

A	Y	X														
		از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۲.۷ تا ۳
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۲ تا ۲.۲۹																
از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹																
	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۲ تا ۲.۲۹																
از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹																
	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۳ تا ۲.۴۹																
	از ۲.۵ تا ۲.۶۹																
	از ۲.۷ تا ۳																
از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹																
	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																

A	Y	X														
		از ۰.۴ تا ۰.۵۴	از ۰.۵۵ تا ۰.۶۴	از ۰.۶۵ تا ۰.۷۴	از ۰.۷۵ تا ۰.۸۴	از ۰.۸۵ تا ۰.۹۴	از ۰.۹۵ تا ۱.۰۹	از ۱.۱ تا ۱.۱۹	از ۱.۲ تا ۱.۲۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹	از ۱.۵ تا ۱.۶۹	از ۱.۷ تا ۱.۸۹	از ۱.۹ تا ۲.۰۹	از ۲.۱ تا ۲.۲۹	از ۲.۳ تا ۲.۴۹	از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۲.۷ تا ۳
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۳ تا ۲.۴۹																
	از ۲.۵ تا ۲.۶۹																
	از ۲.۷ تا ۳																
از ۲.۵ تا ۲.۶۹	از ۱.۳ تا ۱.۴۹																
	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۳ تا ۲.۴۹																
	از ۲.۵ تا ۲.۶۹																
	از ۲.۷ تا ۳																
از ۲.۷ تا ۳	از ۱.۵ تا ۱.۶۹																
	از ۱.۷ تا ۱.۸۹																
	از ۱.۹ تا ۲.۰۹																
	از ۲.۱ تا ۲.۱۹																
	از ۲.۳ تا ۲.۴۹																
	از ۲.۵ تا ۲.۶۹																
	از ۲.۷ تا ۳																

۸-۲- پیوست ۲- جدول استاندارد نواحی ایمنی/ مقرراتی بدنه

Upper Body	الزامات	مقرراتی	ایمنی
ستون وسط	تصادف از طرفین	✓	
اتصال تراورس وسط سقف با ستون وسط	تصادف از طرفین	✓	
تراورس وسط سقف	تصادف از طرفین	✓	
براکت‌های نصب کمربند جلو و عقب	استحکام	✓	
پایه‌های نصب Roof Rack (باربند)	دوام		✓
محل اتصال کمک‌فنرهای عقب	دوام		✓
براکت‌های محل نصب کفی و پشتی صندلی عقب	استحکام	✓	
براکت ECU ایربگ	تصادف		✓

Front Body	الزامات	مقرراتی	ایمنی
شراد	تصادف از جلو	✓	
سرشاسی و فریم تحتانی	دوام		✓
کلیه تکیه‌گاه‌ها و اتصالات سیستم قوای محرکه	دوام		✓
بکسل بند جلو	استحکام	✓	
آستر گلگیر جلو	تصادف از جلو / دوام	✓	
تقویت داشبورد	تصادف از جلو	✓	

Center Body	الزامات	مقرراتی	ایمنی
اتصالات کفی مرکزی به ساید	تصادف از جلو	✓	
تراورس عرضی کفی مرکزی (زیر صندلی)	تصادف از جلو / استحکام	✓	
براکت محل نصب صندلی جلو	استحکام	✓	
براکت ECU ایربگ	تصادف		✓
تقویت تراورس عرضی محور فرمان	تصادف از جلو	✓	
موقعیت قرارگیری جک (جلو و عقب)	استحکام		✓

Rear Body	الزامات	مقرراتی	ایمنی
بکسل بند عقب	استحکام		✓
نشیمنگاه کمک‌فنر	دوام		✓
براکت‌های نصب کمربند عقب	استحکام	✓	
براکت محل نصب قلاب/ لولای پشتی صندلی عقب	تصادف	✓	
مقطع جلو و عقب یال طولی	تصادف از عقب	✓	
محل نصب اکسل عقب	دوام		✓
محل نصب محفظه باک	دوام		✓

Opening Panels	الزامات	مقرراتی	ایمنی
محل نصب تقویت داخل درب جلو (قسمت جلو و عقب)	تصادف از جلو		✓

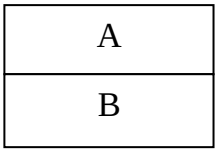
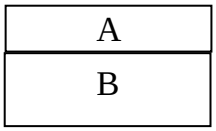
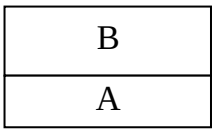
۸-۳- پیوست ۳- پارامترهای مکانیکی و ابعادی

الف : تعریف ضخامت مرجع برای یک اتصال: RT (میلی‌متر)

ضخامت مرجع اتصال (RT) پارامتری است که امکان تعیین اندازه قطر اسمی (Dt) یک نقطه‌جوش را فراهم می‌آورد.

الف-۱- اتصال دو ورقی (نسبت ضخامت‌ها < ۳)

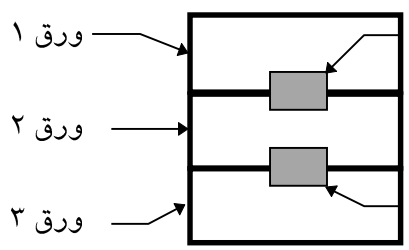
RT (میلی‌متر) = ضخامت ورق نازک‌تر

موارد قابل وقوع	مثالی از اتصال	RT
ورق‌هایی باضخامت یکسان	 A = B	RT = A
ورق‌هایی باضخامت متفاوت	 یا  B > A B/A < 3	RT = A

الف-۲- اتصالات سه ورقی

❖ **حالت عمومی**

ویژگی‌های دو هسته ذوب‌شده، یکی برای اتصال ورق ۱ به ۲ و دیگری برای ورق ۲ به ۳ می‌بایست تعیین گردد بنابراین دو ضخامت مرجع وجود دارد (RT1 و RT2)

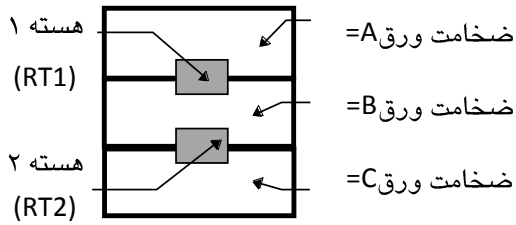
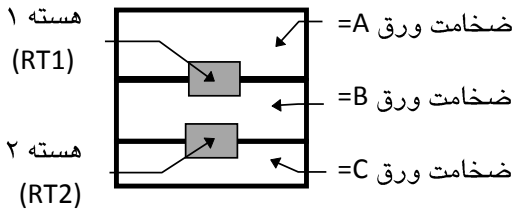
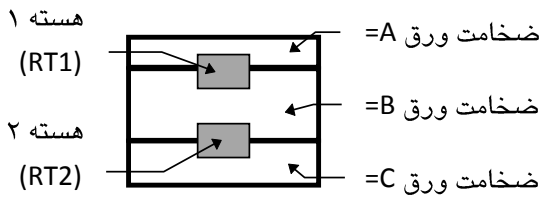


اولین هسته ذوب‌شده
(اتصال ورق ۱ به ۲)

دومین هسته ذوب‌شده
(اتصال ورق ۲ به ۳)

RT (میلی‌متر) = ضخامت ورق نازک‌تر

مثال‌هایی از مقدار RT برای انواع اتصالات سه ورقی باضخامت‌های متفاوت. جدول زیر شامل همه موارد قابل وقوع نیست و تنها برای نشان دادن چندین مثال مطرح گردیده است.

موارد قابل وقوع	مثالی از اتصالات قابل وقوع	RT
ورق‌هایی با ضخامت یکسان	**A = B = C** 	**RT1=RT2=A**
دو ورق با ضخامت یکسان و ورق سوم باضخامت کمتر	**C < A = B** 	**RT1=B** **RT2=C**
ورق‌هایی با ضخامت متفاوت	**A < C < B** 	**RT1=A** **RT2=C**

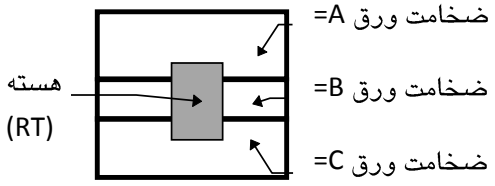
❖ **حالت خاص**

زمانی که نازک‌ترین ورق در وسط اتصال ۳ ورقی قرار می‌گیرد، در این حالت فرض بر این است که یک هسته مذاب وجود دارد.

RT (میلی‌متر) = ضخامت نازک‌ترین ورق از میان ورق‌های بیرونی

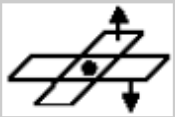
مثال :

B < A ≤ C



RT=A

ب : مقادیر

ضخامت مرجع اتصال RT (میلی‌متر)	قطر نقطه جوش Dt (میلی‌متر)	استحکام کشش از مرکز  کلیه گریدها	استحکام برشی گریدهای Rm < 370 MPa	استحکام برشی گریدهای Rm ≥ 370 MPa Rm < 590 MPa	استحکام برشی گریدهای Rm ≥ 590 MPa Rm < 780 MPa	استحکام برشی گریدهای Rm ≥ 780 MPa
۰.۵۵	۳	۱۶۰	۱۶۰	۱۹۰	۲۵۰	۳۲۰
۰.۶	۳	۱۷۰	۱۸۰	۲۱۰	۲۶۰	۳۳۰
۰.۶۵	۳	۱۸۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۷۰	۳۵۰
۰.۷	۳	۲۰۰	۲۱۰	۲۴۰	۲۸۰	۳۶۰
۰.۷۵	۳	۲۱۰	۲۲۰	۲۶۰	۲۹۰	۳۷۰
۰.۸	۴	۳۰۰	۳۱۰	۳۷۰	۵۳۰	۶۹۰
۰.۸۵	۴	۳۲۰	۳۳۰	۳۹۰	۵۴۰	۷۱۰
۰.۹	۴	۳۴۰	۳۵۰	۴۱۰	۵۶۰	۷۳۰
۰.۹۵	۴	۳۶۰	۳۷۰	۴۴۰	۵۷۰	۷۵۰
۱	۴	۳۸۰	۳۹۰	۴۶۰	۵۹۰	۷۷۰
۱.۱	۴	۴۱۰	۴۳۰	۵۱۰	۶۲۰	۸۱۰
۱.۲	۴	۴۵۰	۴۷۰	۵۵۰	۶۴۰	۸۴۰
۱.۳	۶	۷۴۰	۷۶۰	۹۰۰	۱۵۱۰	۱۹۷۰
۱.۴	۶	۷۹۰	۸۲۰	۹۷۰	۱۵۷۰	۲۰۴۰
۱.۵	۶	۸۵۰	۸۸۰	۱۰۴۰	۱۶۲۰	۲۱۲۰
۱.۶	۶	۹۰۰	۹۴۰	۱۱۰۰	۱۶۸۰	۲۱۹۰
۱.۷	۶	۹۶۰	۱۰۰۰	۱۱۷۰	۱۷۳۰	۲۲۵۰
۱.۸	۶	۱۰۲۰	۱۰۶۰	۱۲۴۰	۱۷۸۰	۲۳۲۰
۱.۹	۶	۱۰۷۰	۱۱۲۰	۱۳۱۰	۱۸۳۰	۲۳۸۰
۲	۶	۱۱۳۰	۱۱۸۰	۱۳۸۰	۱۸۷۰	۲۴۴۰
۲.۱	۸	۱۵۸۰	۱۶۵۰	۱۹۳۰	۳۴۱۰	۴۴۵۰
۲.۲	۸	۱۶۶۰	۱۷۲۰	۲۰۲۰	۳۴۹۰	۴۵۶۰
۲.۳	۸	۱۷۳۰	۱۸۰۰	۲۱۲۰	۳۵۷۰	۴۶۶۰
۲.۴	۸	۱۸۱۰	۱۸۸۰	۲۲۱۰	۳۶۵۰	۴۷۶۰
۲.۵	۸	۱۸۸۰	۱۹۶۰	۲۳۰۰	۳۷۲۰	۴۸۶۰
۲.۶	۸	۱۹۶۰	۲۰۴۰	۲۳۹۰	۳۸۰۰	۴۹۵۰
۲.۷	۸	۲۰۴۰	۲۱۲۰	۲۴۸۰	۳۸۷۰	۵۰۵۰
۲.۸	۸	۲۱۱۰	۲۲۰۰	۲۵۸۰	۳۹۴۰	۵۱۴۰
۲.۹	۸	۲۱۹۰	۲۲۷۰	۲۶۷۰	۴۰۱۰	۵۲۳۰

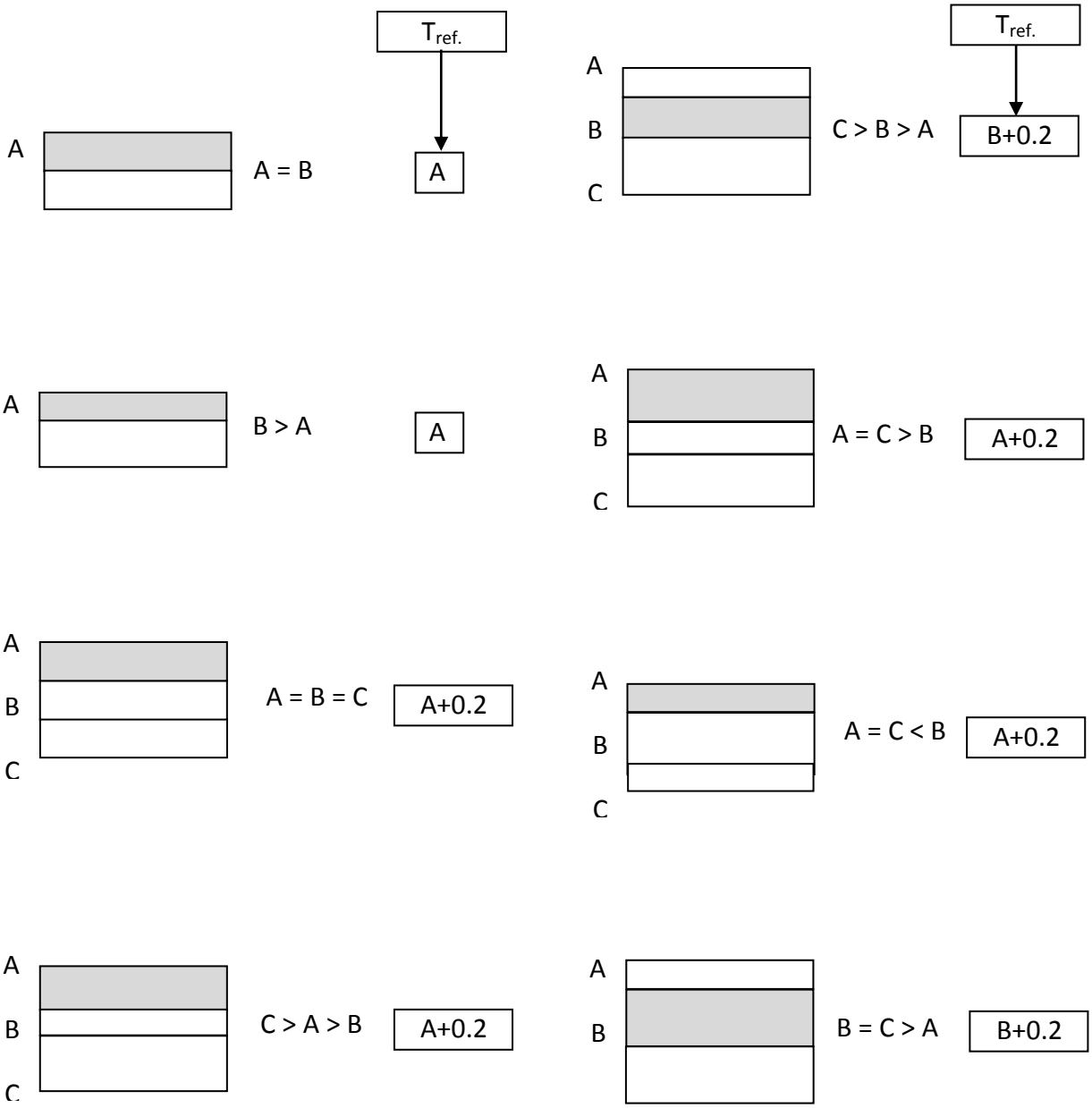
ضخامت مرجع اتصال RT (میلی‌متر)	قطر نقطه جوش Dt (میلی‌متر)	استحکام کشش از مرکز کلیه گریدها	استحکام برشی گریدهای Rm < 370 MPa	استحکام برشی گریدهای Rm ≥ 370 MPa Rm < 590 MPa	استحکام برشی گریدهای Rm ≥ 590 MPa Rm < 780 MPa	استحکام برشی گریدهای Rm ≥ 780 MPa
۳	۸	۲۲۶۰	۲۳۵۰	۲۷۶۰	۴۰۸۰	۵۳۲۰
۳.۱	۹	۲۶۳۰	۲۷۳۰	۳۲۱۰	۵۲۵۰	۶۸۵۰
۳.۲	۹	۲۷۱۰	۲۸۲۰	۳۳۱۰	۵۳۳۰	۶۹۶۰
۳.۳	۹	۲۸۰۰	۲۹۱۰	۳۴۲۰	۵۴۱۰	۷۰۶۰
۳.۴	۹	۲۸۸۰	۳۰۰۰	۳۵۲۰	۵۵۰۰	۷۱۷۰
۳.۵	۹	۲۹۷۰	۳۰۹۰	۳۶۲۰	۵۵۸۰	۷۲۷۰
۳.۶	۹	۳۰۵۰	۳۱۸۰	۳۷۳۰	۵۶۶۰	۷۳۸۰
۳.۷	۹	۳۱۴۰	۳۲۶۰	۳۸۳۰	۵۷۳۰	۷۴۸۰
۳.۸	۹	۳۲۲۰	۳۳۵۰	۳۹۳۰	۵۸۱۰	۷۵۸۰
۳.۹	۹	۳۳۱۰	۳۴۴۰	۴۰۴۰	۵۸۹۰	۷۶۸۰
۴	۹	۳۳۹۰	۳۵۳۰	۴۱۴۰	۵۹۶۰	۷۷۸۰

❖ هرگونه انحراف از این جدول می‌بایست دارای موافقت‌نامه کتبی بین طراح، واحد مهندسی و تیم پروژه باشد.

۸-۴- پیوست ۴- حداقل فاصله بین نقاط جوش (مرکز به مرکز) P_{MIN}

الف : حداقل فاصله بین نقاط جوش، با توجه به $T_{ref.}$ تعریف می‌شود.

- هنگامی‌که مجموعه‌های دو ورقی جوش داده می‌شوند، $T_{ref.}$ برابر باضخامت نازک‌ترین ورق است.
- هنگامی‌که مجموعه‌های سه ورقی جوش داده می‌شوند، $T_{ref.}$ به شرح زیر تعریف می‌شود:



ب : حداقل گام بین نقاط جوش

$T_{ref.}$	حداقل گام بین نقاط جوش (اتصال دو ورقی)	حداقل گام بین نقاط جوش (اتصال سه ورقی)
۰.۴	۱۰	۱۴
۰.۵	۱۰	۱۴
۰.۵۵	۱۰	۱۴
۰.۶	۱۰	۱۴
۰.۶۵	۱۱	۱۵
۰.۷	۱۱	۱۵
۰.۷۵	۱۲	۱۷
۰.۸	۱۳	۱۸
۰.۸۵	۱۵	۲۰
۰.۹	۱۷	۲۲
۰.۹۵	۱۹	۲۳
۱	۲۰	۲۴
۱.۱	۲۰	۲۴
۱.۲	۲۲	۲۶
۱.۳	۲۳	۲۷
۱.۴	۲۳	۲۷
۱.۵	۲۴	۲۹
۱.۶	۲۶	۳۰
۱.۷	۲۶	۳۰
۱.۸	۲۸	۳۲
۱.۹	۳۰	۳۴
۲	۳۲	۳۶
۲.۲	۳۵	۳۹
۲.۵	۳۹	۴۳
۲.۸	۴۱	۴۵
۳	۴۳	۴۸

۸-۵- پیوست ۵- ابعاد همپوشانی ورق‌ها "L" - موقعیت محور نقطه‌جوش "A"

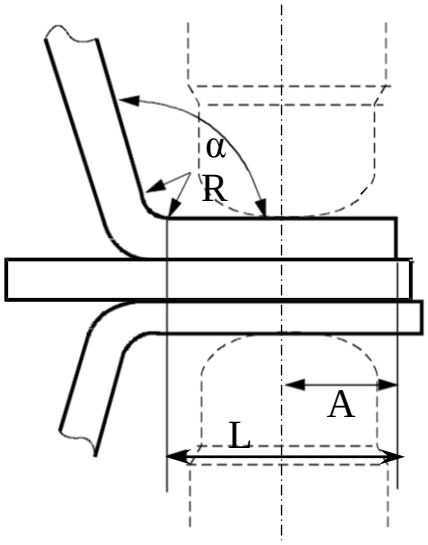
در تعیین ابعاد لبه ورق می‌بایست الزامات محصول (ضخامت، عمق فرورفتگی، طول لبه برش) و همچنین الزامات فرآیند (شعاع خم R، کلیرانس زاویه α، قطر سیلندر الکترود، دقت موقعیت، دقت لبه برش و غیره) مدنظر قرار گیرد.

الف : حالت کلی (به‌جز رکاب، درب‌های جانبی، ستون جلو و عقب)

مقادیر زیر در سطوح تخت استاندارد هستند و در بیشتر اتصالات بکار گمارده می‌شوند به‌جز رکاب، درب‌های جانبی، ستون جلو و عقب.

در تعیین L فرض‌های زیر بکار گرفته‌شده است:

- اتصالاتی با دو قطعه که هریک دارای زاویه $\alpha = 90^0$ هستند را شامل نمی‌شود.
- ابعاد با الکترود ربات به‌نحوی‌که: دو الکترود مستقیم به مرکزیت هم هستند و میانگین سایش الکترودها ۵ میلی‌متر برآورد شده است.
- تلرانس‌های عمومی در موقعیت لبه برش، اتصال، الکترود و ورق در نظر گرفته‌شده است.
- $T_{ref.}$ بر اساس تعداد ورق‌ها و نوع اتصال تعیین‌شده است. (مطابق با پیوست ۴)



مقادیر L و A به شرح زیر می‌باشد :

$T_{ref.}$ (مطابق ضمیمه ۴) (mm)	قطر نقطه‌جوش (مورد انتظار) (mm)	L (mm)	A (mm)
۰.۶ تا ۰.۸	۳	۱۲ (۱)	۵.۵
۰.۸۱ تا ۱.۲	۴	۱۴ (۱)	۶.۵
۱.۲۱ تا ۲	۶	۱۷.۳	۸
۲.۱ تا ۳	۸	۲۰.۳	۹.۵
۳.۱ تا ۴	۹	۲۴	۱۱.۲

(۱) : ازآنجاکه این "استاندارد" به میزان زیادی به شعاع R و زاویه α بستگی دارد، مقدار L می‌بایست بر اساس این دو پارامتر تعیین گردد. (جدول زیر)

ضخامت $T_{ref.}$: ۰.۶ تا ۰.۸ میلی‌متر / موقعیت محور نقطه‌جوش A=5.5 میلی‌متر										
R/α	۹۰^0	۹۴^0	۹۸^0	۱۰۲^0	۱۰۶^0	۱۱۰^0	۱۱۴^0	۱۱۸^0	۱۲۰^0	$\geq ۱۲۴^0$
۲	۱۶.۵	۱۶	۱۵.۵	۱۵	۱۴.۵	۱۴	۱۳.۵	۱۳	۱۲.۵	۱۲
۴	۱۴.۵	۱۵	۱۳.۵	۱۳	۱۲.۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
۶	۱۲.۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲

ضخامت $T_{ref.}$: ۰.۸۱ تا ۱.۲ میلی‌متر / موقعیت محور نقطه‌جوش A=6.5 میلی‌متر								
R/α	۹۰^0	۹۴^0	۹۸^0	۱۰۲^0	۱۰۶^0	۱۱۰^0	۱۱۴^0	$\geq ۱۱۸^0$
۲	۱۷.۵	۱۷	۱۶.۵	۱۶	۱۵.۵	۱۵	۱۴.۵	۱۴
۴	۱۵.۵	۱۵	۱۴.۵	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
۶	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴

نکته ۱ : مقادیر L به‌طور پیش‌فرض برای ساخت اتصالاتی با فرآیند دستی تعریف‌شده است.

نکته ۲ : اگر مقادیر زاویه یا شعاع موردنیاز یافت نشد، مقدار یک سطح بالاتر از زاویه و یک سطح پایین‌تر از شعاع مدنظر می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

مثال : برای R=5، مقدار R عدد ۴ فرض می‌شود و برای $\alpha=92^0$ مقدار α عدد 94^0 فرض خواهد شد.

هرگونه انحراف از این مقادیر (کاهش یا افزایش) می‌بایست با مشورت طراح، واحد مهندسی و تیم پروژه صورت گیرد و به همین دلیل می‌بایست به‌صورت مورد به مورد و با ارزیابی اثرات فنی و اقتصادی تثبیت گردد.

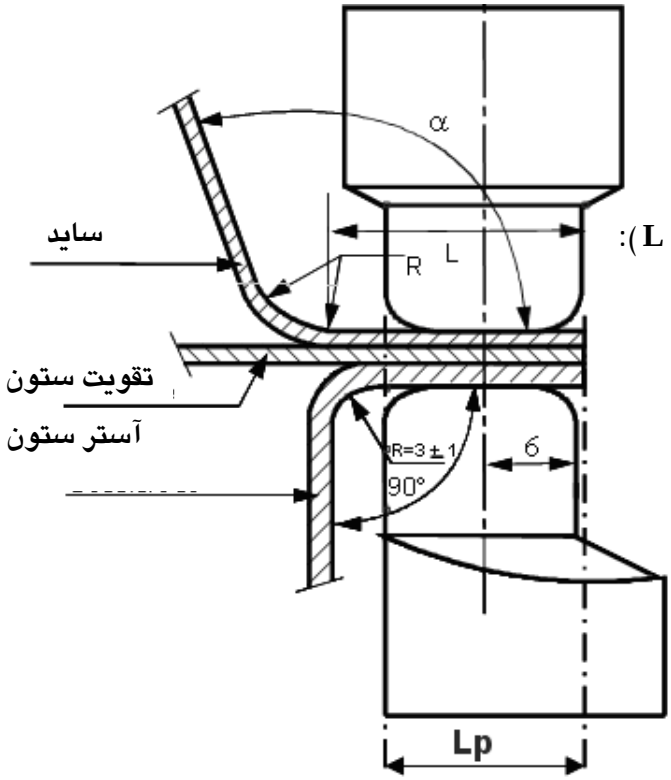
ب : موارد خاص (رکاب، درب‌های جانبی، ستون جلو و عقب)

از آنجا که بخش‌های زیر جزء الزامات طراحی/ظاهری می‌باشند به‌صورت ویژه تشریح خواهند شد.

ب-۱- پهنای لبه کادر شیشه (ستون‌ها)

فرضیات ساختاری :

- انحراف موقعیت ورق/الکترود: ۲ میلی‌متر
- انحراف لبه برش و اتصال: ۲ میلی‌متر
- تلرانس شعاع: ۱ ± میلی‌متر
- تطبیق الکترودها: محور مستقیم/خارج از مرکز (سیلندر ۱۶ میلی‌متر / قسمت انتهایی ۱۲ میلی‌متر)



پهنای لبه آستر ستون جلو :

منطبق با نقشه با $L_P \geq 13$ mm

R=3±1 mm

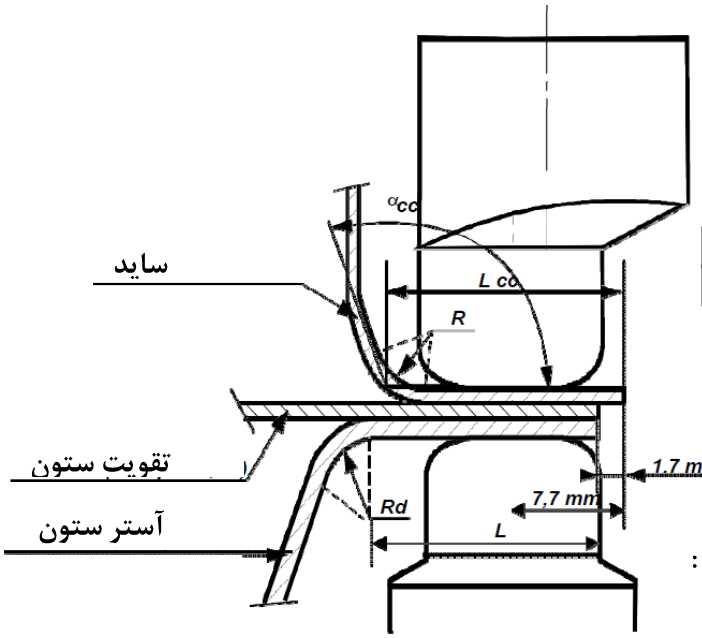
اگر فرآیند استفاده از الکترودهای راست محور یا دارای Offset با قطر ۲۰ میلی‌متر و قسمت انتهایی ۱۴ میلی‌متر را تحمیل کند، حداقل عرض مسطح قائم می‌تواند از ۱۵ میلی‌متر فراتر رود.

هرگونه انحراف از این مقادیر (کاهش یا افزایش) می‌بایست با مشورت طراح، واحد مهندسی و تیم پروژه صورت گیرد و به همین دلیل می‌بایست به‌صورت مورد به مورد و با ارزیابی اثرات فنی و اقتصادی تثبیت گردد.

ب-۲- پهنای لبه رکاب

فرضیات ساختاری :

- انحراف موقعیت ورق / الکترود : ۲ میلی‌متر
- انحراف لبه برش و اتصال : ۲ میلی‌متر
- تلرانس شعاع: ۱ ± میلی‌متر
- تطبیق الکترودها : محور مستقیم/ خارج از مرکز (سیلندر ۱۶ میلی‌متر/ قسمت انتهایی ۱۲ میلی‌متر)



ضخامت مرجع ≥ ۱.۲ میلی‌متر			
پهنای لبه ساید R = 4 mm			
αcc	100°	105°	110°
Lcc	16,2 mm	15,9 mm	15,5 mm

پهنای لبه آستر ستون (L) :

❖ **نکاتی که باید به‌صورت اجباری دنبال شوند :**

- این تنها در مواردی قابل‌استفاده است که $T_{ref.}$ اتصال (با توجه به ضمیمه ۴) کمتر از ۱.۲ میلی‌متر است (حداکثر قطر ناگت موردنیاز Ø4 میلی‌متر)
- اگر $T_{ref.}$ بزرگ‌تر از ۱.۲ میلی‌متر باشد پخ‌هایی در فلنچ‌ها ایجاد می‌شود.
- همان‌طور که در فرضیه‌های ساختاری عنوان شد فلنچ با پهنای ۱۵.۵ میلی‌متری، نیازمند جفت شدن الکترودهایی با قطر سیلندر ۱۶ میلی‌متر و قسمت انتهایی ۱۲ میلی‌متر خواهد بود. در حالت برعکس، اصلاح فرآیند اجباری است. (جایگزینی الکترودهای Ø20 میلی‌متر با الکترودهای Ø16 میلی‌متر)

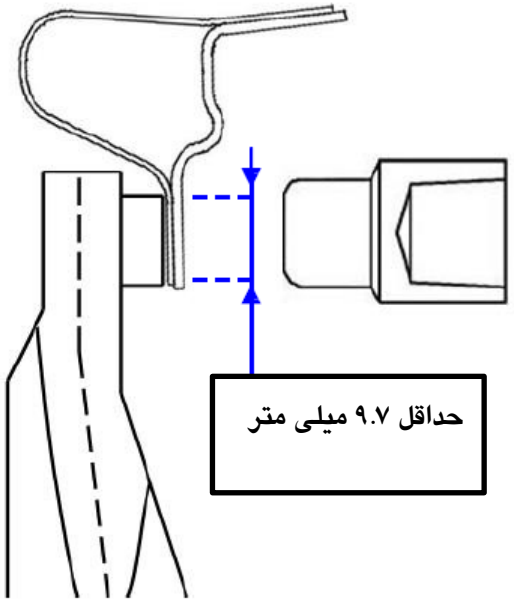
استفاده از جفت الکترودهایی با قطر ۲۰ میلی‌متر و قسمت انتهایی ۱۴ میلی‌متر، حداقل عرض ۱۶.۵ میلی‌متر را تحمیل می‌کند.

هرگونه انحراف از این مقادیر (کاهش یا افزایش) می‌بایست با مشورت طراح، واحد مهندسی و تیم پروژه صورت گیرد و به همین دلیل می‌بایست به‌صورت مورد به مورد و با ارزیابی اثرات فنی و اقتصادی تثبیت گردد.

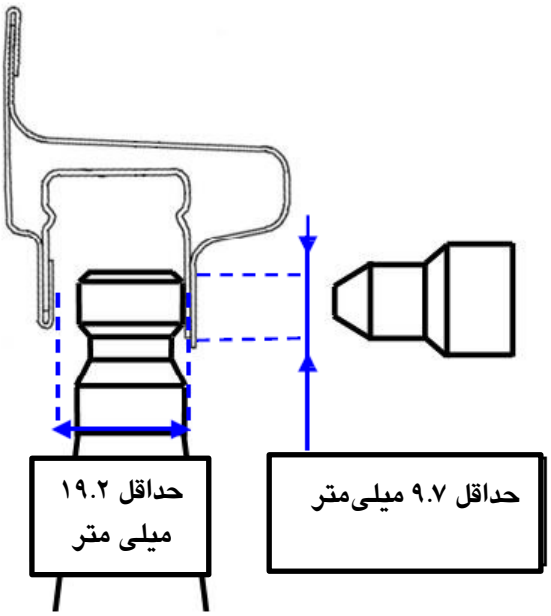
ب-۳- فرضیه‌هایی جهت پهنای لبه کادر شیشه

مقادیر مشخص‌شده در زیر، نیازمند استفاده از الکترودهای خاص به انضمام محدودیت‌های فرآیند (طول عمرمحدود، تعداد محدود نقاط جوش) است که می‌بایست با همکاری طراح، واحد مهندسی و تیم پروژه صحه‌گذاری و تأیید شود.

قسمت مخفی Sash درب‌ها



آب‌بندی نیمه فشاری



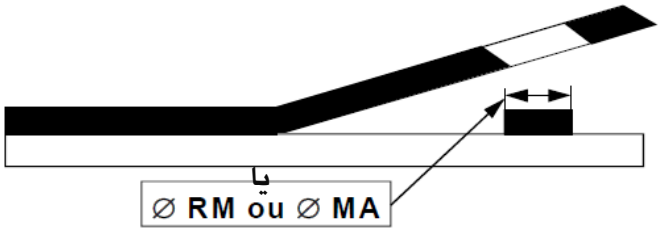
هرگونه انحراف از این مقادیر (کاهش یا افزایش) می‌بایست با مشورت طراح، واحد مهندسی و تیم پروژه صورت گیرد و به همین دلیل می‌بایست به‌صورت مورد به مورد و با ارزیابی اثرات فنی و اقتصادی تثبیت گردد.

۸-۶- پیوست ۶- روش تجزیه‌وتحلیل استحکام مکانیکی نقطه‌جوش در تست تخریب

این روش تجزیه‌وتحلیل فقط در تست مخرب قابل‌استفاده است. در تست آلتراسونیک قطر ناگت می‌بایست با استفاده از یک سنسور مناسب و به شرح زیر تخمین زده شود.

استحکام مکانیکی یک نقطه‌جوش SR در صورت وجود یک ناگت ذوب‌شده با قطر کافی تضمین می‌شود.

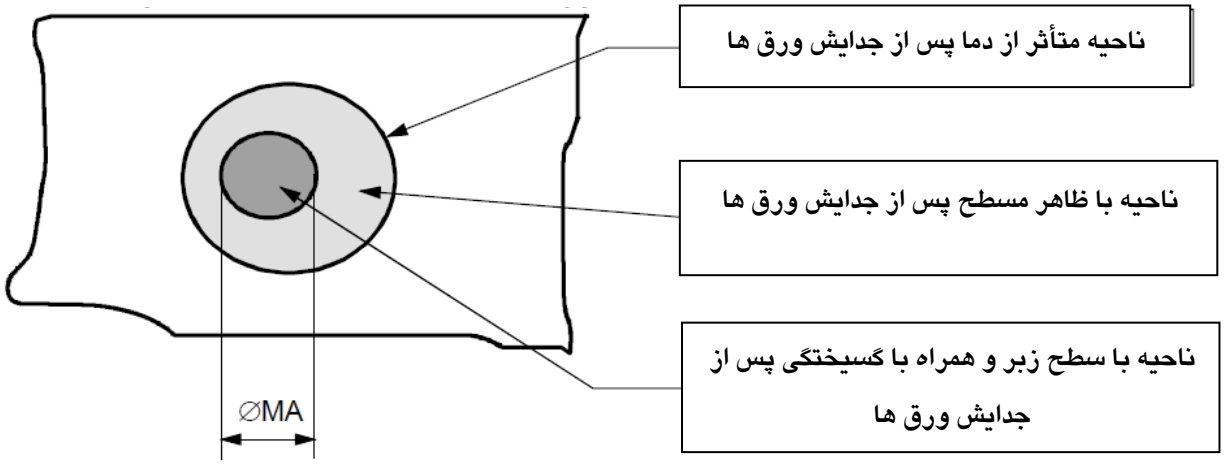
قطر ناگت ذوب‌شده در مقایسه با قطر دگمه جوش پس از جدایش ورق‌ها (Ø RM) یا گسیختگی ماده (Ø MA) در حین تست مخرب به‌صورت چشمی تخمین زده می‌شود.



حداقل مقدار Ø RM یا Ø MA که پس از جدایش ورق‌ها به دست می‌آید تابعی از ضخامت مرجع (RT) اتصال است. (به پیوست ۳ مراجعه کنید)

ضخامت مرجع اتصال (RT)	حداقل قطر به‌دست‌آمده پس از جدایش (Ø RM یا Ø MA)
0.55 mm ≤ RT ≤ 0.75 mm	Ø ≥ 3 mm
0.75 mm < RT ≤ 1.2 mm	Ø ≥ 4 mm
1.2 mm < RT ≤ 2 mm	Ø ≥ 6 mm
2 mm < RT ≤ 3 mm	Ø ≥ 8 mm
3 mm < RT ≤ 4 mm	Ø ≥ 9 mm

در صورتی‌که قطر ناگت جوش Ø RM یا Ø MA کمتر از قطر تعیین‌شده برای اتصال باشد، با مراجعه به پیوست ۷ قطر ناگت ذوب‌شده با قطر گسیختگی ماده Ø MA مقایسه می‌شود.



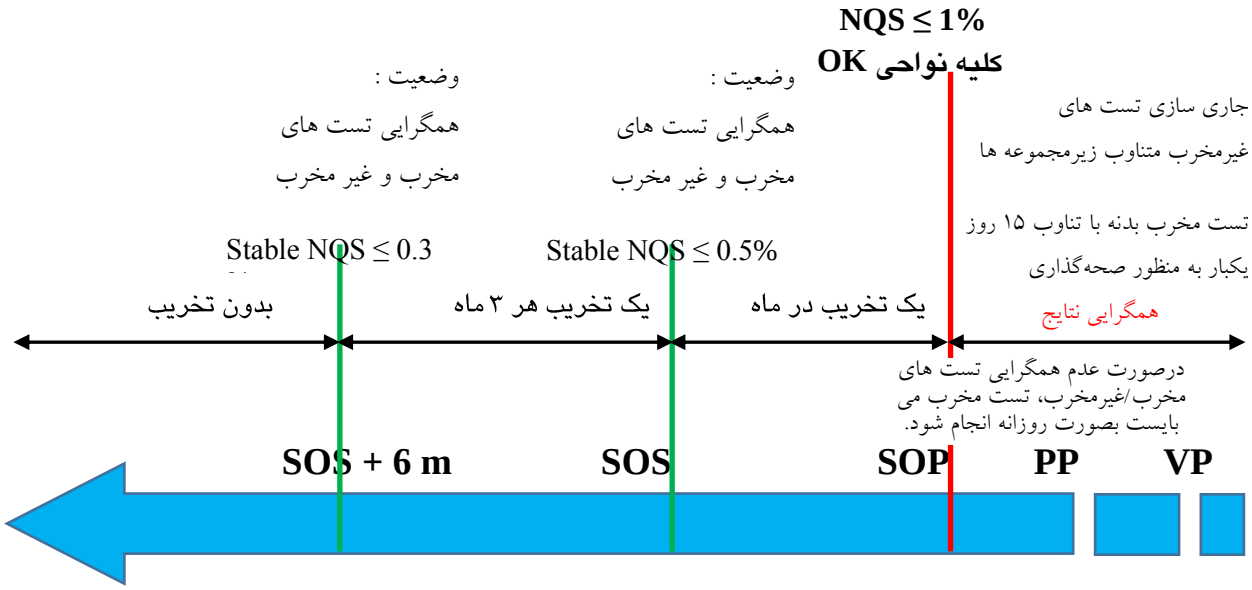
۸-۷- ۸-۷) پیوست ۷- تصاویری از گسیختگی در سطح مقطع بدون قطر دگمه جوش

بزرگنمایی تصاویر : ۷ برابر

۸-۸- پیوست ۸- نمونه‌ای از کاهش تناوب تست تخریب بر اساس نتایج به‌دست‌آمده

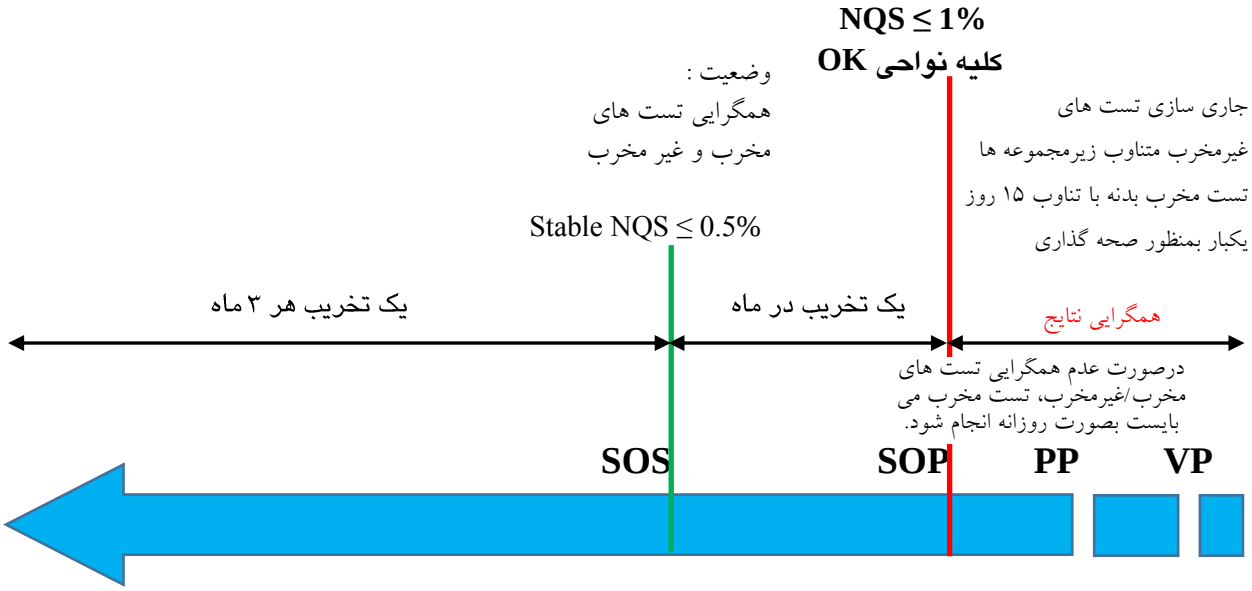
سایت روباتیک با ظرفیت ۶۰ خودرو در ساعت

استقرار در پروژه



سایت اپراتوری با نرخ تولید کم

استقرار در پروژه



۸-۹- پیوست ۹- مدیریت مشاهده مجدد نقاط جوش معیوب (تکرار عیب)

ترتیب مراحل :

گام ۱ : شناسایی نقاط جوش تکراری، مشاهده حداقل ۲ بار در ۵ نمونه‌برداری اخیر در کلیه تست‌های مخرب و غیر مخرب

گام ۲ : طبقه‌بندی نقاط جوش تکراری با رتبه‌بندی از زیاد به کم با استفاده از نمودار پارتو شامل (استحکام، عدم وجود، موقعیت، ظاهر)

گام ۳ : مرتبط نمودن هریک از نقاط جوش تکراری به تجهیز مرتبط

گام ۴ : درج خلاصه‌ای از وضعیت روی برگه "خلاصه/ پیگیری"

گام ۵ : تهیه یک برنامه عملیاتی در مورد نقاط جوش تکراری با اولویت قرار دادن نقاط جوش نگرفته یا تشکیل نشده

گام ۶ : اجرای اقدام اصلاحی بر روی تجهیز یا روی محصول: اجرای پروسه PDCA پس از هر طرح اقدام (پذیرش OK 1st Part)

گام ۷ : صحه‌گذاری طرح اقدام بر اساس نتایج تست‌های کیفی در ادامه. پس از اجرای طرح اقدام ایراد نباید در ۵ بار کنترل محصول بعدی ظاهر شود.

گام ۸ : بایگانی نمودن برگه‌های "خلاصه/ پیگیری" برای ۵ سال.

۸-۱۰- پیوست ۱۰- اقدامات عکس‌العملی در خصوص بازرسی مستمر فرآیند تولید