

تغییر طراحی و رفع عیب از چفت و بست های نگهدارنده لوله های سوپر هیت های بویلر نیروگاه حرارتی شازند با جوشکاری قطعه از جنس سوپر آلیاژ 50 ni50cr

کارشناس مسئول کارگاه مکانیک نیروگاه حرارتی شازند

۱- اکبر یدی

چکیده:

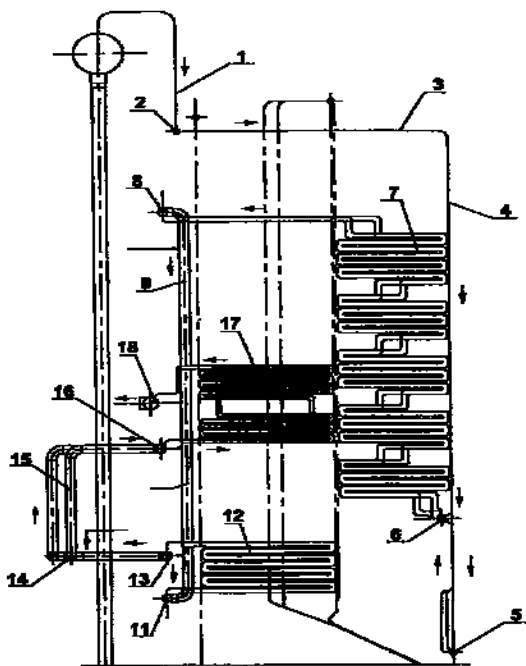
در بویلر های ظرفیت بالای نیروگاهی برای فوق داغ کردن بخارخروجی از بویلر می بایست از لوله های سوپر هیتی استفاده نمود که در مسیر خروجی محصولات احتراق و در کوره آویزان می باشد. برای آویزان نگهداشتن لوله های سوپر هیت بر حسب نوع طراحی بویلر از قطعات و چفت و بست هایی باید استفاده شود که در دماهای بالای ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد خواص مکانیکی خود را از دست نداده و دچار شکست نشود. برای تامین این موضوع مواد تشکیل دهنده این قطعات می بایست متفاوت با آلیاژهای معمولی و از موادی با درصد وزنی بالایی از کرم و نیکل باشد. این قطعات چفت و بست های می باشد که لوله های سوپر هیت های بویلر را در منطقه پاس یک کوره بصورت معلق نگهداری و در معرض بارهای مکانیکی می باشد. از طرفی بدلیل مقادیر بالای کرم و نیکل در این مواد، دستوالعمل جوشکاری آنها متفاوت و دارای پیچیدگی های خاصی می باشد. همچنین در نیروگاه شازند بدلیل ضعف طراحی، این قطعات دچار شکست شده و منجر به افتادن کویل های سوپر هیت از جایشان و و ترکیب لوله ها می شده است لذا در این مقاله بر اساس مطالعات منتهی به یک تجربه نیروگاهی به تشریح تغییر طراحی و نحوه جوشکاری این سوپر آلیاژها پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: بویلر نیروگاهی - کوره- چفت و بست -لوله های سوپر هیت- سوپر آلیاژ - دستوالعمل جوشکاری-

این دما در نیروگاههای بخار از لوله های سوپر هیت و ری هیت استفاده می گردد که در مسیر خروجی محصولات احتراق در کوره نصب می گردد و بخار عبوری از داخل لوله با این محصولات بصورت غیر مستقیم تماس گرفته و منجر به بالا رفتن دمای بخار خروجی از بویلر و در نهایت راندمان نیروگاه می گردد. در نیروگاه شازند برای نگهداری این لوله ها

با افزایش دمای بخار خروجی از بویلر و ورودی به توربین سطح زیر منحنی T-S (رانکین) در نیروگاههای بخار افزایش یافته و در نتیجه راندمان نیز افزایش می یابد برای بالا بردن

درجه سانتی گراد خواص مکانیکی خود را نیز حفظ نمایند. لذا این قطعات نگهدارنده (چفت و بست) باید دارای مقادیر بالایی از ترکیبات کرم و نیکل باشند که در دماهای بالا خواص مکانیکی خود را حفظ نمایند. در شکل ۱ یک نقشه از محل قرار گرفتن این قطعات نشان داده شده است. که آیتم ۱۲ و ۱۷ و ۷ لوله های سوپر هیتر در داخل کوره می باشند.



شکل شماره (۱)

سوپر آلیاژها :

سوپر آلیاژها مواد فلزی هستند که بیشترین و مهمترین مواد تشکیل دهنده آنها فلزاتی بجز آهن می باشد. در صنایع حساس و مهم با توجه به خواصی که از سوپر آلیاژها انتظار می رود درصد وزنی مواد تشکیل دهنده آنها مشخص و خواص مختلفی از آنها بدست می آید.

سوپر آلیاژ بکار گیری شده در ساخت چفت و بست نگهدارنده کوپل های سوپر هیتر بویلر می بایست در دمای بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد خواص مکانیکی خود را حفظ نمایند لذا برای بدست آوردن این خاصیت مواد تشکیل دهنده آنها دارای ۵۰ درصد نیکل و ۵۰ درصد کرم می باشد. و این ماده در هیچ یک از استانداردهای متداول دسته بندی نشده. و هر سوپر آلیاژ دارای دستورالعمل جوشکاری انحصاری می باشد.

در کوره از چفت و بستهایی استفاده می شود که دارای درصد بالای کرم و نیکل هستند. از طرفی بدلیل ضعف طراحی این چفت و بستها دچار سوختگی و شکستگی گردیده و در نهایت لوله های سوپر هیتر های داخل بویلر شکسته می شده است. در بررسی های انجام شده ضعف طراحی این قطعات شناسایی گردید و با ساخت و نصب یک قطعه جدید مشکل تا حد قابل قبولی کاهش یافت. همچنین جهت افزایش کارایی قطعه پروسه جوشکاری این سوپر آلیاژها با انجام تستهای مخرب و تأیید PQR انجام و یک پروسه جوشکاری قابل قبول و مستند ارائه گردید. از نتایج این پروژه می توان به جلوگیری از تبعات شکستگی لوله های سوپر هیتر و کاهش خرابی های ناشی از سوختگی این قطعات اشاره کرد که مسلماً افزایش پایداری و ضریب اطمینان تولید نیروگاه نیز افزایش داده شده است.

شرح مقاله:

الف-چفت و بست های نگهدارنده لوله های سوپر هیتر بویلر :

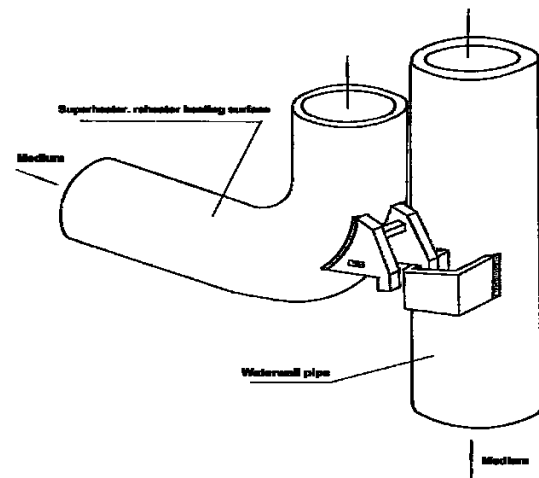
در نیروگاههای حرارتی جهت فوق داغ کردن بخار ورودی به توربین ضروری است از لوله های سوپر هیتر استفاده شود که بخار فوق داغ با دمای حدوداً "۵۰۰ درجه سانتی گراد در آنها جریان دارد. این لوله های سوپر هیتر در فضای بالای کوره های بویلر طوری آویزان می شوند که محصولات احتراق با دمای ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد در هنگام خروج، بسمت خروجی های بویلر به این لوله ها برخورد کرده و با انتقال حرارت تشعشعی منجر به بالا رفتن دمای بخار و فوق داغ شدن آن می گردد. لوله های کوپل های سوپر هیتر بویلر بدلیل آنکه بصورت پیوسته از درون آنها بخار ۴۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی گراد عبور می کند هنگامی که در معرض دمای ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد قرار می گیرند دمای فلز آنها برابر با دمای بخار داخل آنها می باشد و مشکلی بوجود نمی آید اما در خصوص چفت و بست های نگهدارنده ای که کوپل های سوپر هیتر را در کوره آویزان نگهداری می کنند این طور نیست و این قطعات علاوه بر اعمال بار ناشی از وزن لوله های کوپل های سوپر هیتر باید در دمای بالای ۱۲۰۰

شرح عیب:



(شکل شماره ۳)

همانطور که در شکل شماره ۱ نشان داده شده لوله های سوپر هیت های بویلر برای آنکه در مسیر محصولات احتراق کوره قرار بگیرد باید در این مسیر بصورت معلق نگهداری شود. برای نگهداری آنها از چفت و بست هایی استفاده می شود که دارای دو بخش می باشد. یکی از این بخش ها بر روی لوله واتر وال و یکی بر روی لوله های سوپر هیت نصب و این دو بخش بر روی یکدیگر چفت می شود (شکل شماره ۲). عمدتاً بدلیل سوخته شدن قسمت جلویی بستی که روی لوله سوپر هیت نصب شده است، کوئل از جایش خارج می گردد.

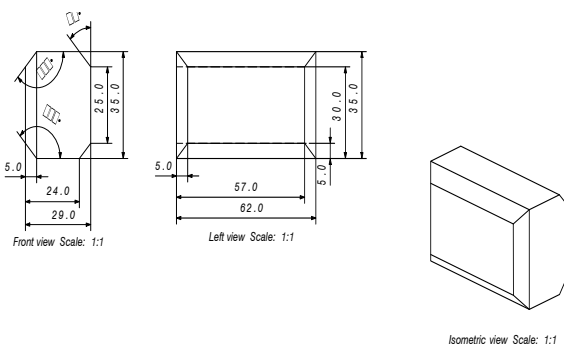


(شکل ۲)

۲- شکستگی جوش چفت و بستهای نگهدارنده زیر سری: با توجه به آنکه امکان برشکاری و جوشکاری چفت و بست جدید و تعویض چفت های تخریب شده بر روی سطح لوله ها نبوده است از یک قطعه از جنس 50 ni50cr به نام زیر سری استفاده و این قطعه در زیر لوله های سوپر هیت با جوشکاری نصب گردیده است. پس از مدتی شکستگی و افتادن این قطعات زیر سری از ناحیه جوش مشهود بوده که نیاز به اصلاح پروسه جوشکاری داشته است.

روشهای رفع عیب:

۱- پس از شناسایی عیوب همانطور که در بالا ذکر شد مشکل ضعف طراحی با ساخت و نصب یک قطعه زیر سری مطابق با نقشه شکل ۴ از جنس 50 ni50cr در زیرلوله های سوپر هیت برطرف گردید.



(شکل شماره ۴)

برای ساخت قطعه زیر سری با توجه به لزوم استفاده از قطعه ای با کیفیت بالا و سطح پرداخت خوب از تکنیک ریخته

بصورت کلی شرح عیب اصلی شامل دو بخش می باشد:

۱- ضعف طراحی چفت و بست های نگهدارنده: همانطور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است با سوختن زبانه جلویی بست لوله های کوئل سوپر هیت حرکت کرده و کوئل سوپر هیت از جایش خارج می گردد. با خارج شدن این قطعه در اثر وزن بالا و نیروهای ناشی از سیال داخل لوله که بدلیل بالا بودن دما تشدید می شده است منجر به ترکیدگی لوله سوپر هیت و صدمات جبران ناپذیری می شود. در شکل شماره ۳ یک نمونه از شکستگی و سوختن بست نگهدارنده و افتادن کوئل سوپر هیت در کوره نیروگاه شانزدن نمایش داده شده است.

گری دقیق استفاده شد و این قطعه در شرکتهای داخل کشور ساخته شد.

پس از ساخت قطعه آنالیزهای شیمیایی نیز مطابق با شکل شماره ۵ از قطعه ساخته شده انجام و درصد مواد تشکیل دهنده برای کاربرد مورد نظر مورد تأیید قرار گرفت. لازم به ذکر است در بازدیدهای انجام شده پس از نصب و در مدار قرار گرفتن کوره این سوپر آلیاژ با این درصد آنالیز مواد در کوره نیروگاه سازند دچار سوختگی نشده بوده است.

۲- مشکل دوم عدم استحکام جوش زیر سری بوده است که منجر به شکستگی و افتادن قطعات می شده است. در شکل شماره ۶ یک عدد بست جوش داده شده که دچار شکست و کندی از ناحیه جوش گردیده نمایش داده شده است.



(شکل شماره ۷)

در جهت رفع این مشکل عوامل تاثیر گذار بشرح ذیل شناسایی گردید.

الف- عدم تمییز کاری و زیر سازی مناسب در محل نصب قطعه زیر سری:

در کوره های بویلر بدلیل استفاده از سوخت های فسیلی وجود رسوبات اجتناب ناپذیر است. در برخی از موارد بدلیل سخت شدن رسوبات تشخیص رسوب از فلز اصلی کار دشواری می باشد. لذا جوشکار مربوطه رسوبات سطح قطعه ای که زیر سری بر روی آن جوشکاری می کرده است را در برخی موارد تمییز نمی کرده و این منجر به کاهش کیفیت اتصال می شده است.

ب- عدم وجود یک دستورالعمل مناسب برای جوشکاری قطعه زیر سری که در گروه سوپر آلیاژها دسته بندی می شود:

جهت تأیید جوش مطابق با استاندارد ASME SEC9 اقدام گردید. و کلیه مراحل تأیید PQR بشرح ذیل انجام شده است. و در نهایت یک دستورالعمل جوشکاری جامع تحویل جوشکار گردید. مراحل انجام این فعالیت بشرح ذیل بوده است

تهیه دستورالعمل جوشکاری سوپر آلیاژ 50ni50cr:

سوپر آلیاژ 50ni50cr در هیچ یک از گروههای متریالی (P.NO) در استاندارد ASME دسته بندی نمی شود. و این موضوع تدوین یک دستورالعمل جوشکاری و تأیید تستهای تأیید PQR را با مشکلاتی روبرو می نماید.

2-Jan-11 16:43:28 Sample: 1
Program: NII Task: NII

Wt %	C	Si	Mn	CR2	MO	W	TI	CO2	AL2	B	NB
avg	0.0184	0.666	0.074	38.876	0.0776	0.000	0.0268	0.0440	-0.1589	0.0002	0.000

Wt %	TA	FE3	ZR	NiX
avg	0.000	0.925	0.0062	59.3913

(شکل شماره ۵)

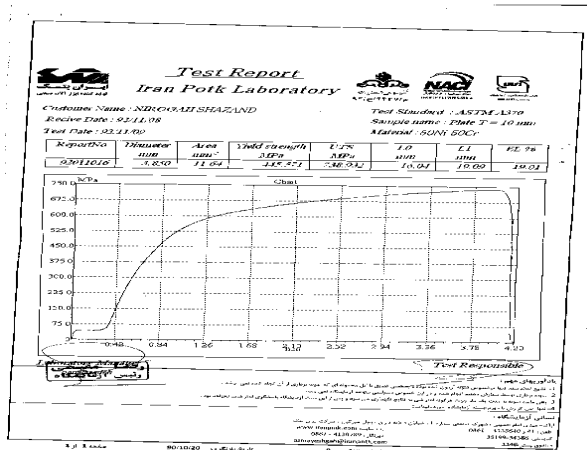
پس از اصلاح طراحی، قطعه جدید در زیر لوله های سوپر هیت و در زیر بست این لوله ها جوشکاری گردید با نصب این قطعه زیر سری لوله سوپر هیت بر روی آن قرار گرفته و از افتادگی این لوله ها و پیامدهای بعدی آن جلوگیری شد. همانطور که در شکل شماره ۶ نمایش داده شده قطعه زیر سری در ناحیه فین بین دو لوله جوشکاری شده است.



شکل شماره ۶

نتایج تست کشش:

منحنی بدست آمده از تست کشش نمونه جوشکاری شده مطابق با شکل شماره ۸ بوده است.



(شکل شماره ۸)

در کرو فوق قطعه جوش داده تحت کشش قرار گرفت که با ازدیاد طول ۱۹٪ و در ناحیه ای خارج از جوش دچار پارگی شده است. (با توجه به بالا بودن ازدیاد طول در هنگام پارگی و بررسی انجام شده تغییرات ازدیاد طول باید در بیس متال بررسی گردد).

با استناد به پاراگراف شماره QW153 از استاندارد ASME برای قبولی نمونه از تست کشش باید شرایط ذیل حاکم باشد:

- استحکام کششی حاصله از حداقل استحکام کششی تعیین شده برای فلز پایه بیشتر باشد.
- در اتصال دو فلز غیر همجنس پایه با استحکام کششی مختلف استحکام کششی حاصله از حداقل استحکام کششی فلز پایه ضعیف تر بیشتر باشد.
- در صورتیکه استحکام فلز جوش در دمای اتاق کمتر از فلز پایه باشد، استحکام کششی حاصله از استحکام کششی سر جوش کمتر نباشد.

برای انجام تستهای تأیید PQR با استناد به جدول QW-466.1 از قطعه اصلی قبل از هر گونه جوشکاری یک نمونه تست کشش اخذ شد. و بر اساس رفتار مواد در منحنی تنش، کرنش و درصد ازدیاد طول ماده قبل از حالت شکست تستهای تأیید PQR انجام شد.

در بررسی انجام شده الکتروود جوشکاری این سوپر آلیاژ الکتروود 2Enicrfe پیشنهاد شد. برای این منظور دو پلیت به ضخامت ۱۰ میلیمتر در کنار هم قرار گرفت و توسط یک جوشکار ماهر با روش smaw و به صورت buttweld جوشکاری گردید.

تست های مورد نیاز برای تأیید pqr:

از آنجایی که نوع جوش استفاده شده در جوشکاری قطعه زیر سری به فضای فین بین واتر والها از نوع فیلت می باشد، بر اساس پاراگراف شماره qw-202.2 از استاندارد ASME SEC9 هر گونه تأیید جوش برای جوش groove سایر پوزیشن ها از جمله file را نیز پوشش می دهد. مطابق با پاراگراف شماره qw451 برای تأیید PQR این نمونه جوش FILET که ضخامت آن زیر ۱۰ میلیمتر است. به دو تست کشش و دو عدد تست خمش (face) و ۲ عدد تست خمش (rootbend) نیاز می باشد.

ابعاد و نمونه های انجام تست های مکانیکی:

برای ساخت نمونه های تست، ابعاد طبق استاندارد ASME و مطابق با بخش (a) qw462.1 و بشرح ذیل برداشت گردید. همچنین ساخت نمونه ها نیز با توجه به آنکه این قطعه از سختی و چقرمگی بالایی برخوردار بوده است از تکنیک واتر کات استفاده گردید.

تست کشش:

ابعاد نمونه استفاده شده برای تست کشش از جدول qw-462.1(a) مربوط به استاندارد asme برداشت گردید. لازم به ذکر است جنس قطعه کار هیچ تاثیری در نوع و نتیجه این تست ندارد.

- اگر نمونه آزمایش از فلز پایه در منحنی خارج از خط جوش گسیخته شود آزمایش پذیرفته است. البته استحکام کششی نباید از ۹۵٪ حد اقل استحکام کششی تعیین شده فلز پایه کمتر باشد.

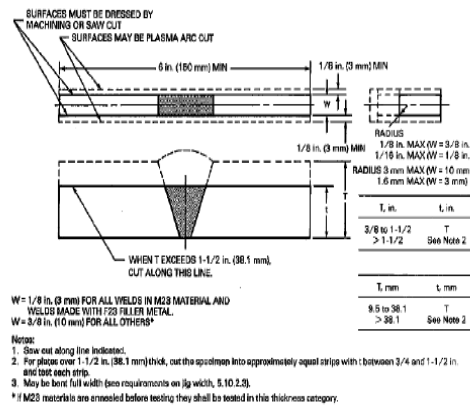
در این نمونه با توجه به اینکه پارگی خارج از منطقه جوش بوده است تست کشش حاکی از تأیید جوش بوده است.

تست خمش:

با استناد به پاراگراف شماره (a) 462.3(qw) ابعاد ساخت نمونه تست خمش بشرح شکل شماره ۹ برداشت گردید. لازم به ذکر است جنس قطعه کار هیچ تاثیری در نوع و نتیجه این تست ندارد.

میلیمتر ۶۰.۴ میلیمتر و برای ضخامت بالای ۱۰ میلیمتر برابر $6t+3.2 \text{ mm}$ می باشد. اگر ازدیاد طول از ۰.۳ تا کمتر از ۲۰٪ باشد فاصله بین دو تکیه گاه $1.6 \text{ mm}+2t+a$ البته قطر a, b هم که همان قطر فک های دستگاه خم است هم باید استاندارد و متناسب با نوع متریال باشد. مثلا برای آیتم ۱ باید $a=4t, b=2t$ و برای آیتم ۲ $a=32 \frac{7}{8} t, b=16 \frac{7}{8} t$ باشد.

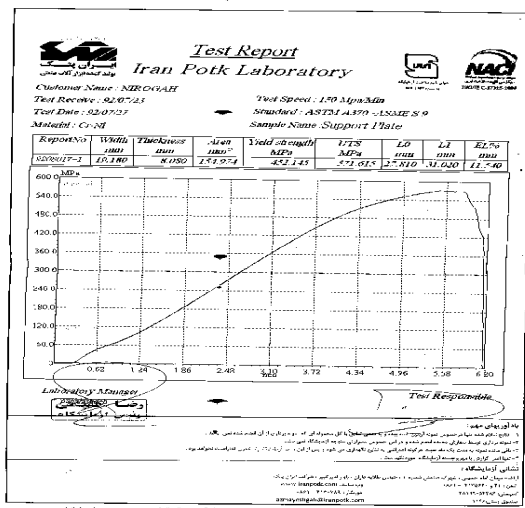
در این حالت با توجه به آنکه این سوپر آلیاژ در هیچ یک از P.NO های استاندارد ASME دسته بندی نشده است از تکنیک درصد ازدیاد طول پس از تست کشش استفاده گردیده است. بهمین منظور یک نمونه تست کشش از قطعه اصلی قبل از جوشکاری انجام و برای تعیین فاصله بین فک های دستگاه خم از آن استفاده شده است. در شکل شماره ۱۰ نتیجه این تست ثبت شده است. برای برداشت اندازه های فاصله تکیه گاهها و نحوه انجام تست خمش از جدول QW-466.2 استاندارد asme استفاده شد.



شکل ۹- نمونه های تست عرضی در خمش جایی ورق.

(شکل شماره ۹)

همچنین در تست خمش علاوه بر ابعاد نمونه ابعاد بین دو تکیه گاه هم از اهمیت بالایی برخوردار است که جزئیات آن در پاراگراف 466.1(qw) و 466.2(qw) آمده است. فاصله بین دو تکیه گاه به جنس ماده اصلی (BASE METAL) بستگی دارد و متناسب با P.NO هر متریال این فاصله تعیین می گردد. اگر متریال مورد نظر در این گروه ها قرار نداشت ملاک ازدیاد طول نمونه پس از تست کشش می باشد بدین صورت که اگر ازدیاد طول از ۲۰ درصد طول اولیه بیشتر باشد در این حالت فاصله بین دو تکیه گاه برای ضخامت ۱۰



(شکل شماره ۱۰)

شکل شماره ۱۰ مربوط به کرو حاصل از تست کشش متریال اصلی است درز این کرو ازدیاد طول بیس متال ۱۱٪ درصد بوده است که با استناد به جدول 466.1(qw) ابعاد تکیه گاه و قطر پینها در تست خمش بدست آمده و تست بر اساس آن انجام شده است.

نحوه اجرای تست خمش:

پس از قراردادن نمونه بر روی تکیه گاه ها و همسان سازی قطر پینها، طبق استاندارد به نمونه نیرو وارد و اعمال نیرو تا جایی ادامه می یابد که نمونه خم و از زیر تکیه گاه به بیرون راه پیدا کند. در شکل شماره ۱۱ راهنمای تست خمش نشان داده شده است.

همانطور که در شکل شماره ۱۲ نمایش داده شده است با توجه به مشاهدات انجام شده از نمونه تست خمش بعد از تست خمش این تست نیز مورد تأیید بوده است. که تأییدیه آن نیز توسط آزمایشگاه معتمد اخذ شده است .

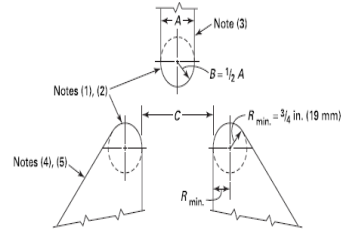


(شکل شماره ۱۲)

تست ضربه :

برای تکمیل نتایج و اطلاع بیشتر از خواص جوش تست ضربه انجام شد .، همانطور که در شکل شماره ۱۳ در نتیجه گزارش ذکر شده متوسط انرژی شکست ۷۷ ژول بوده است. که حاکی از یک جنس چغرمه برای این متریل می باشد.

QW-466.2 GUIDED-BEND ROLLER JIG



GENERAL NOTE: See QW-466.1 for jig dimensions and general notes.

NOTES:

- (1) Either hardened and greased shoulders or hardened rollers free to rotate shall be used.
- (2) The shoulders or rollers shall have a minimum bearing surface of 2 in. (50 mm) for placement of the specimen. The rollers shall be high enough above the bottom of the jig so that the specimens will clear the rollers when the ram is in the low position.
- (3) The ram shall be fitted with an appropriate base and provision made for attachment to the testing machine, and shall be of a sufficiently rigid design to prevent deflection and misalignment while making the bend test. The body of the ram may be less than the dimensions shown in column A of QW-466.1.
- (4) If desired, either the rollers or the roller supports may be made adjustable in the horizontal direction so that specimens of thickness may be tested on the same jig.
- (5) The roller supports shall be fitted with an appropriate base designed to safeguard against deflection and misalignment and equipped with means for maintaining the rollers centered midpoint and aligned with respect to the ram.

(شکل شماره ۱۱)

معیار پذیرش تست خمش:

با استناد به پاراگراف شماره QW163 از استاندارد ASME برای تأیید تست خمش جوش باید شرط ذیل برقرار باشد.

- ناپیوستگی سطحی بزرگتر از 3.2mm در هر جهتی روی سطح خارجی (محدب) نمونه پس از خمش در منطقه جوش یا متاثر از حرارت پذیرفته نیست.

نکته: ناپیوستگی های سطحی که در گوشه های نمونه در حین آزمایش بوجود می آید قابل صرفه نظر است مگر اینکه ناپیوستگی ها ناشی از ذوب ناقص، آخال های محبوس شده در جوش یا دیگر عیوب داخل باشد.

		آزمایشگاه متالورژی شرکت ایران بنک گزارش نتایج آزمون			
شماره پیگیری: ۱۲۰۱۰۱۲	نام مشتری: ایران بنک	شماره درخواست مشتری: ۰۰۰۰	تاریخ دریافت نمونه: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲	شماره پیگیری: ۱۲۰۱۰۱۲	تاریخ انجام آزمون: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲
IMPACT TEST					
TEST TYPE : CHABRY IMPACT TEST			STANDARD : ASTM A 370		
TEST ENERGY : 300J			Moisture: 40 %		
شماره نمونه		دمای آزمون °C		میانگین انرژی شکست J	
9208017		25		77.69	
76.32		78.38		78.38	
نویسندگان					
 گزارشگر: شمس‌الاحقر شمس		 مهندس: محمدرضا غره‌مانی			
آدرس: تهران، خیابان ولیعصر، پلاک ۱۰۰، طبقه ۱۰، واحد ۱۰۰ تلفن: ۰۲۱-۸۸۸۸۸۸۸۸ وبسایت: www.irankhane.com شماره ثبت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲ شماره ثبت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲ شماره ثبت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲					
گواهی: ۰۰۱		شماره بازنگری: ۰۰۱/۰۱		صفحه ۱ از ۱	

(شکل شماره ۱۳)

نکات قابل توجه در جوشکاری سوپر آلیاژ 50 ni50cr

- روش جوشکاری smaw تعیین و اجرا شد
- نوع الکتروود E nicrfe2 با قطر ۲.۵ میلیمتر تعیین شد
- تمییز کاری زیر کار و رفع رسوبات انجام شد
- در هر طرف حداقل دو پاس جوشکاری گردید
- حداقل دمای قطعه در شروع جوشکاری ۳۰ درجه تعیین و اجرا شد .
- جوشکار حتما باید از مهارت کافی برخوردار باشد
- تست تایید جوش تست VT, PT مشخص و اجرا شد.

نتیجه گیری :

همانطور که در بخش های گذشته این مقاله ذکر گردید ضعف طراحی در چفت و بست نگهدارنده لوله های سوپر هیت بویلر نیروگاه حرارتی شازند منجر به صدمات جبران ناپذیری برای این بویلرها می شده است. که با طراحی و ساخت یک قطعه جدید و نصب این قطعه در بویلر مشکل طراحی برطرف گردید اما بدلیل اینکه جنس این قطعه بدلیل شرایط کاری (دمای بالای ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد) از سوپر آلیاژها انتخاب شده بود پروسه جوشکاری آن نیز با انجام تستهای تائید PQR انجام و یک دستورالعمل جامع تحویل جوشکار گردید . از نتایج این پروژه می توان به جلوگیری از تبعات شکستگی لوله های سوپر هیت و کاهش خرابی های ناشی از سوختگی این قطعات اشاره کرد که مسلما افزایش پایداری و ضریب اطمینال تولید نیروگاه نیز افزایش داده شده است.

مزایا :

از مزایای انجام این پروژه به موارد ذیل می توان اشاره نمود

- جلوگیری از تبعات افتادگی و شکستگی لوله های سوپر هیت پاس ۱ کوره نیروگاه شازند

- شناسائی نقاط ضعف طراحی این نوع کوره و لحاظ کردن آن در ساخت ۲ واحد طرح توسعه نیروگاه شازند
- بدست آوردن دستورالعمل جوشکاری سوپر آلیاژ 50ni50cr جهت استفاده سایر نیروگاهها
- از آنجائی که این مقاله در راستای حل یک مشکل واقعی در صنعت تدوین شده بود نتایج آن می تواند برای موارد مشابه کاربردی باشد.

محدودیتها :

با توجه به محل نصب این قطعات زیر سری و در پرتگاه بودن محل تعمیر انجام کار با مشکلاتی به همراه بوده است.

منابع :

-تجربیات نیروگاهی در نیروگاه حرارتی شازند

-استاندارد 9 asme sec

-دستورالعمل ها و مدارک موجود در آرشیو نیروگاه حرارتی شازند.