

استاندارد و آئین کار سیستم های حفاظت کاتدی قسمت نهم- مشخصات فنی و آزمونهای مربوط به آند آلومینیم

۱ هدف

آندهای آلومینیوم از نوع آندهای گالوانیک یا فدا شونده می باشند. آندهای گالوانیک از نظر ظرفیت تولید جریان الکتریسته (برحسب آمپر ساعت برای هر کیلوگرم از وزن آند) نسبت به آندهای منیزیم و روی برتری دارند ولی بعلت تولید قشری از محصول خوردگی در سطح آلومینیوم در خاک استفاده از این آندها محدود به محیط های آبی بوده و بخصوص در آب دریا کاربرد بسیار خوبی دارند. متعارف ترین کاربرد آندهای آلومینیوم برای حفاظت کاتدی لوله های مدفون زیر بستر دریا (بصورت طوقه ای^۱) و همچنین محفظه های^۲ مبدل های حرارتی و کندانسورهاست که هدف این استاندارد می باشند.

۲ دامنه کاربرد

مشخصات ارائه شده در این استاندارد شامل ترکیب شیمیائی آند آلومینیوم، خواص از نظر الکتروشیمیائی و نرخ مصرف و پتانسیل آند و روش انجام آزمایشها برای تعیین این خواص می باشد. این استاندارد در برگیرنده کنترل کیفیت در تولید و نمونه گیری در خط تولید و انجام آزمایشها و بازرسیها در جریان ساخت نیز می باشد تا اطمینان حاصل شود که مشخصات آند عرضه شده با ضوابط مذکور در این استاندارد مطابقت می نماید.

این استاندارد فروشنده را ملزم می سازد که اطلاعات فنی مورد نیاز را قبل از ساخت آند در اختیار خریدار قرار داده و بعد از ساخت نیز اسنادی که شرح آن داده شده است برای هر Batch آند تسلیم خریدار نماید.

¹ Aluminum Collar Anode

² Water Box

۳ مراجع الزامی

در تهیه متن این استاندارد از استانداردهای معتبری استفاده شده که در فرازهای این استاندارد به آنها اشاره گردیده است. استانداردهای مزبور بشرح زیر می باشند:

AWS D.1.1 (1992)	Structural Steel Welding Code
IEC 228 (1993)	Conductors of Insulated Cable
ASTM D1351 (1990)	Standard Specification for Polyethylene Insulation for Electrical Insulated Wire and Cable .
ASTM D2655 (1989)	Standard Specification for Crosslinked Polyethylene Insulation for Wire and Cable Rated 0 to 2000 Volt.
ASTM D1047 (1989)	Standard Specification for Polyvinyl Chloride Jacket for Wire and Cable.
ASTM D2219 (1987)	Standard Specification for Polyvinyl Chloride Insulation for Wire and Cable.

۴ اصطلاحات و تعاریف

۴-۱- نرخ مصرف آند

مقدار مصرف آند (برحسب کیلوگرم) در ازاء تولید یک آمپر در سال

۴-۲- پتانسیل آند آلومینیوم در مدار بسته

پتانسیل آند آلومینیوم (نسبت به نیم پیل مرجع نقره در کلرور نقره) در حالیکه آند به سازه مورد حفاظت اتصال الکتریکی داشته و جریان کاتدی برقرار می باشد.

۴-۳- ظرفیت آند از نظر تولید جریان

مقدار جریان تولیدی آند (برحسب آمپر در سال) در ازاء مصرف یک کیلوگرم از وزن آند. این پارامتر عکس نرخ مصرف آند (بند ۳-۱) می باشد.

۴-۴- چگالی جریان

متوسط شدت جریان وارد شده به واحد سطح و یا خارج شده از واحد سطح یک فلز (برحسب میلی آمپر برای هر سانتیمتر مربع از سطح فلز)

۴-۵- پتانسیل مدار باز آند

پتانسیل آند آلومینیوم نسبت به نیم پیل مرجع نقره در کلرور نقره قبل از اتصال آند به سازه مورد حفاظت

۴-۶- پتانسیل محرکه

اختلاف پتانسیل مدار باز آند و پتانسیل طبیعی سازه

۴-۷- مغزی آند

فلز فولادی که آند اطراف آن ریخته می شود. اتصال آند به سازه مورد حفاظت از طریق مغزی انجام می شود.

۴-۸- نیم میل مرجع

الکتروود فلزی در محلولی از نمک همان فلز است که در درجه حرارت معینی پتانسیل ثابتی داشته و برای اندازه گیری پتانسیل فلزات دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

۴-۹- آند نمونه آزمایشی^۱

قطعه ای از آند که به کمک ابزار مکانیکی برای آزمایش تهیه می گردد.

۴-۱۰- نمونه آزمایشی^۲

قسمتی از آند که جهت انجام آزمایش های مذکور در این استاندارد مورد استفاده قرار می گیرد.

۵ نمادها و یکاها

در تدوین این استاندارد از واحدهای اندازه گیری SI^۳ استفاده شده است. چنانچه درموردی از واحد دیگری استفاده شده باشد مورد مزبور عنوان گردیده است.

۶ طبقه بندی آندها

آندهای موضوع این استاندارد به صورت دو نوع مشروحه زیر می باشد:

۶-۱- آند نوع اول

که با عملیات ریخته گری تهیه می شود

۶-۲- آند نوع دوم

که با عملیات فشار کاری^۴ تهیه شده و به نام آند نواری^۵ عرضه می شود. خریدار در تکمیل برگه اطلاعاتی این استاندارد باید نوع آند مورد نظر خود را مشخص کند.

^۱ Test Anode

^۲ Test Sample

^۳ International System of Units

^۴ Extrusion

^۵ Ribbon Anode

۷ ساخت و طرز تهیه

۷-۱- اطلاعات فنی مورد نیاز که توسط سازنده ارائه می گردد.

اطلاعات ذیل باید توسط سازنده پس از دریافت اسناد مناقصه و قبل از سفارش خرید ارائه گردد. پس از اخذ اطلاعات مزبور و بررسی آن خریدار نظرات خود را جهت تکمیل آنها اعلام می نماید. سازنده پس از دریافت تأیید خریدار نسبت به کفایت اطلاعات مزبور می تواند اقدام به تولید آند بنماید. ۷-۱-۱- برگه مشخصات شامل اطلاعات کلی در باره آنده همراه نقشه پیشنهادی برای ساخت آند که شامل شکل و ابعاد و اوزان آند و مغزی و جنس آلیاژ برای آند و مغزی می باشد. ۷-۱-۲- روشهای ساخت شامل مراحل مختلف پروسه ساخت (از دریافت مواد اولیه تا بسته بندی و حمل). این اطلاعات باید در برگیرنده نکات زیر باشد:

۷-۱-۲-۱- آنالیز شیمیائی

۷-۱-۲-۱- شیوه های بکارگیری جهت اندازه گیری ابعاد، اوزان، خمش و تاب و ابعاد ترکها در آند ۷-۱-۲-۳- روشهای مربوط به انجام آزمایشات و بازرسیها و تناوب آزمایشها و بازرسیها (درصدی از آنها) و همچنین ضوابط پذیرش آند.

۷-۱-۲-۴- نحوه کنترل کیفیت در تولید و چگونگی شناسائی آندهائی که پس از انجام کنترل کیفیت و آزمایشات و بازرسیها غیرقابل قبول شناخته می شوند.

۷-۱-۲-۵- روشهائی که در تهیه مغزی آند و نحوه تمیز کردن و آماده نمودن سطوح مغزی اعمال می شود.

۷-۱-۲-۶- روشهائی که در خم کردن مغزی و جوش مغزی به طوقی بکار گرفته می شود و همچنین روشهای مربوط به آزمایشات غیر مخرب جهت کنترل عملیات خمش و جوش

۷-۱-۳- برنامه تضمین کیفیت مربوط به ساخت آند و مغزی و طوقه و همچنین اتصال مغزی به طوقه

۷-۱-۴- روشهای سازنده برای انجام آزمایشات از نظر الکتروشیمیایی و شرح وسایل و ابزار برای انجام آزمایشات بخصوص آزمایش الکتروشیمیایی

۷-۱-۵- نحوه عملکرد سازنده در تمیز کردن و آماده نمودن نمونه ها برای انجام آزمایشات
 ۷-۱-۶- روشهای سازنده برای نگهداری آندهای تولید شده و بسته بندی و حمل آنها بنحویکه
 نسبت به وارد نیامدن آسیب و عدم تغییر شکل آندها و مغزی و طوقه در جریان جابجائی و حمل
 اطمینان حاصل گردد.

۷-۱-۷- نقشه های ساخت با توجه به قطر لوله که آند برای حفاظت آن سفارش داده شده است.
 نقشه ها باید جامع اطلاعات مشروحه زیر باشد:

۷-۱-۷-۱- ابعاد با ذکر محدوده های مجاز^۱

۷-۱-۷-۲- نوع آلیاژ یا آلیاژهای بکار گرفته شده جهت مغزی و طوقه

۷-۱-۷-۳- جزئیات مربوط به اتصال کابل به طوقه و لوله

۷-۱-۷-۴- اوزان مربوط به گروه آند و تعداد آند در هر طوقه و ازوان مربوط به هر یک از چهار نیم
 طوقه

۷-۲- مشخصات لازم برای آند آلومینیوم و روشهای تولید در کارگاه

خواص آند از جنبه های مختلف در این فصل شرح داده شده است که سازنده موظف است در
 ساخت و تحویل آند به خریدار کلیه نکات مشروحه را رعایت نماید.

۷-۲-۱- خواص الکتروشیمیائی آند^۲ که به عناصر تشکیل دهنده و درصد آنها و همچنین عناصر
 ناخالص آند بستگی دارد. لذا سازنده مکلف است خریدار را قانع نماید که برای ساخت آند با ترکیب
 و مشخصات این استاندارد توانائی فنی دارد.

تغییر مختصر در ترکیب شیمیائی آند می تواند منجر به کاهش چشمگیر در خواص الکتروشیمیائی
 آند گردد.

¹ Tolerances

² Electrochemical Properties

- ۲-۲-۷- علاوه بر ترکیب شیمیائی، روش ساخت آند بسیار مهم بوده و سازنده باید اطمینان حاصل نماید که در ساخت آند ماده مذاب توسط آهن یا ناخالصیهای دیگر آلوده نشود. پمپ ها و لوله ها و اتصالات باید در صورت امکان از نوع غیرفلزی باشند و یا روکش غیرفلزی^۱ داشته باشند.
- ۳-۲-۷- ساخت آند با روش تجربه شده و مورد تأیید باید انجام گیرد. این روش باید جامع و در برگیرنده همه مراحل مربوط به فرآیند ساخت (از ماده اولیه تا مرحله نهائی و آماده کردن برای بسته بندی) باشد. در روش ساخت برنامه بازرسی ها و آزمایشات در حین ساخت باید دیده شود و برنامه های مزبور بطور کامل مد نظر قرار گیرد.
- ۴-۲-۷- سازنده باید اطمینان حاصل نماید ردیابی مواد در کلیه مراحل مربوط به فرآیند ساخت امکان پذیر می باشد.
- ۵-۲-۷- سازنده باید برنامه کنترل کیفیت و تضمین کیفیت خود را تسلیم خریدار نماید این برنامه باید فراگیر مراحل ساخت و نیازهای مشروحه زیر باشد:
- ۱-۵-۲-۷- کنترل مواد اولیه از نظر بررسی اسناد و گواهینامه های دریافتی از تولید کننده آن
- ۲-۵-۲-۷- شرح کامل فرآیند ساخت در خط تولید و تجهیزات بکار گرفته شده در تولید.
- ۳-۵-۲-۷- آزمایشاتی که در جریان تولید و بعد از اتمام تولید باید انجام شود.
- ۴-۵-۲-۷- نحوه شناسائی آند
- ۵-۵-۲-۷- آنالیز شیمیائی آند
- ۶-۵-۲-۷- محدوده های^۲ مربوط به کنترل ابعاد و اوزان
- ۷-۵-۲-۷- وضع سطوح آند تولیدی با اعمال بازرسی عینی
- ۸-۵-۲-۷- تنظیم و تکمیل اسناد فنی مربوط به تولید و کنترل کیفیت
- ۶-۲-۷- ترکیب شیمیائی آند و آزمایشات شیمیائی لازم در جریان تولید با توجه به نکات زیر
- ۱-۶-۲-۷- ماده اولیه مورد استفاده در ساخت آند باید از نظر ترکیبات شیمیائی با ضوابط جدول (۱) مطابقت داشته باشد. با استفاده از روش اسپکتروگرافیک (Spectrographic) و روش های تجزیه^۳.

¹ Internally Lined by non-metallic

² Tolerances

³ Analitic

که سازنده آنها را بکار می گیرد این تطابق باید باثبات برسد ابزار و وسایل بکار گرفته شده در تجزیه شیمیائی باید با استفاده از نمونه های مرجع کالیبره شده باشند و این کالیبراسیون در شروع هر نوبت کاری باید انجام گیرد. نمونه های مرجع باید توسط مؤسسات ذریبط و مستقل گواهی شده باشند.

جدول (۱) ترکیب شیمیائی آند آلومینیوم

درصد عناصر		عناصر
حداکثر	حداقل	
۰/۱	---	سیلیسیم (Silicium)
۰/۱	---	آهن
۰/۰۰۶	---	مس
۵	۳	روی
۰/۰۵	۰/۰۲	ایندیوم
۰/۰۲	---	هرکدام از سایر عناصر
۰/۰۵	---	جمع سایر عناصر
بقیه (جمع درصدها - ۱۰۰)		آلومینیوم

۷-۲-۶-۲- وسایل مورد استفاده جهت انجام تجزیه شیمیائی باید کالیبره شوند در این کالیبراسیون که در شروع هر نوبتکاری انجام می گردد باید از نمونه های مرجع که توسط سازمان معتبر و مستقلی گواهی شده اند استفاده گردد.

۷-۲-۶-۳- چنانچه در جریان ذوب، عناصری به کوره اضافه شود نمونه گیری باید از ابتدا و اتمام افزایش عناصر بعمل آمده و نمونه ها مورد تجزیه شیمیائی قرار گیرند.

۷-۲-۶-۴- در صورتیکه آزمایش اسپکتروگرافیک مؤید اینست که ماده طبق مشخصات می باشد و افزایش عناصر تحت هیچ شرایطی نباید صورت گیرد.

۷-۲-۶-۵- به هر پانیل محتوی ماده مذاب باید شماره منحصر به فردی اختصاص داده شود. این شماره باید به همه نمونه هائی که از پانیل گرفته می شود منتقل شده و در گزارش های مربوطه نیز باید دیده شود.

۷-۲-۶-۶- علاوه بر نمونه هائیکه برای اسپکتروگرافیک گرفته می شود از هر پاتیل حداقل دو نمونه دیگر با ابعاد تقریبی ۳۰ میلیمتر در ۲۰۰ میلیمتر باید برداشته شود تا جهت آزمایش الکتروشیمیائی مورد استفاده قرار گیرد.

۷-۲-۶-۷- سازنده باید کلیه نمونه های مورد آزمایش را حداقل دو سال بعد از تحویل آنها بطور امانت نگهدارد چون ممکن است خریدار برای آزمایش توسط یک آزمایشگاه مستقل به آنها نیاز داشته باشد.

۸ ویژگی ها

۸-۱- آزمایش جهت تعیین نرخ مصرف آند آلومینیوم^۱

نرخ مصرف آند آلومینیوم عامل مهمی است که مبنای محاسبه ظرفیت آند از نظر تولید جریان^۲ می باشد. واحد این نرخ وزن آند مصرف شده (برحسب کیلوگرم) برای عبور برق یک آمپر در سال می باشد. نرخ مصرف آند آلومینیوم در آب دریا از ۳/۵ کیلوگرم بزاء عبور جریان یک آمپر در سال نباید تجاوز کند.

در انجام آزمایش نقش تعیین نرخ مصرف از آب دریا بعنوان الکترولیت و آلومینیوم بعنوان آند و کاتد و مولد DC استفاده می شود.

۸-۱-۱- ابزار و وسایل مشروحه زیر جهت انجام آزمایش فوق الذکر مورد نیاز می باشند.

الف - مولد D.C که با توجه به تعداد پیل هائی که سری شده اند قادر به تولید ولتاژی باشد که بتواند شدت جریان لازم را (که با توجه به چگالی جریان در سطح آند تعیین می گردد) برقرار کند.

در بند ۸-۱-۴ همین استاندارد مقدار چگالی جریان در سطح آند توضیح داده شده است.

تغییرات این شدت جریان در حین انجام آزمایش نباید از $\pm 1\%$ تجاوز کند.

¹ Consumption rate

² Electrochemical Equivalent

ب - یک عدد آمپر متر DC که قادر به نشان دادن شدت جریان خروجی از مولد باشد این آمپر متر باید دقت کافی داشته باشد و میزان خطای آن از $\pm 1\%$ تجاوز ننماید. (این میزان خطا در ازاء حداکثر جریان و موقعیتی است که عقربه آمپر متر در حداکثر دامنه قرار دارد).

ج - باک های غیرفلزی بتعداد لازم

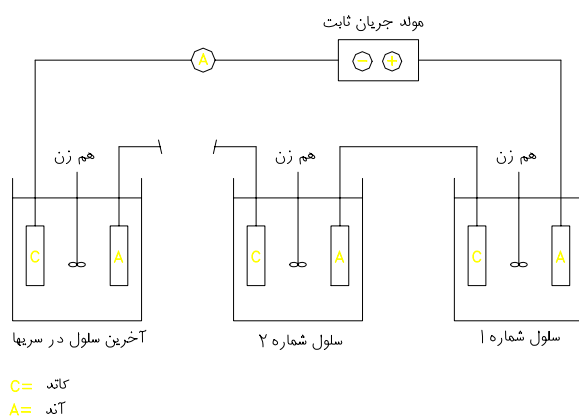
د - دو تیغه آلومینیومی برای هر باک (یک تیغه نقش آند و تیغه دیگر نقش کاتد را انجام میدهد.) با اتصال کاتد یک باک به آند باک مجاور پیل های الکترولیتی بطور سری تشکیل می شود.

ه - آب تمیز دریا که مقاومت مخصوص الکتریکی آن از ۳۰ اهم سانتیمتر (در ۲۰ درجه سلسیوس) تجاوز نکند. در صورتیکه آب دریا با این مقاومت الکتریکی در دسترس نباشد می توان با افزودن نمک به آب شیرین آب شور که منطبق با الزامات ASTM D1141 باشد تهیه نمود.

و - بهم زن

۸-۱-۲- مدار آزمایش

شکل زیر مدار آزمایش را که با بکارگیری ابزار و وسایل فوق کامل می شود نشان می دهد.



۸-۱-۳- آماده نمودن تیغه های آند

تیغه های آند در همه باکها باید ترکیب آلیاژی و شکل و ابعاد یکسان داشته و طولی از تیغه که در آب قرار می گیرد در همه باکها باید بیک اندازه باشد. تیغه های آند باکها باید کاملاً تمیز باشند بدین

منظور باید تیغه ها را داخل محلول اسید نیتریک با غلظت $1/42$ گرم در سانتیمتر مکعب (در درجه حرارت محیط) قرار دارد و سپس با غوطه ور نمودن در آب مقطر کاملاً^۱ شسته و خشک نمود.

۸-۱-۴- روش تعیین نرخ مصرف آند آلومینیوم

نرخ مصرف آند با روش مشروحه زیر تعیین می شود.

الف - پس از آماده نمودن تیغه های آند با روش ذکر شده در بند ۶-۷-۳ هر یک از تیغه های آند را توزین و وزن آنها را یادداشت کنید.

ب - با اتصال مولد و آمپر متر و تیغه ها بشرح شکل بند ۶-۷-۲ مدار را تکمیل نمائید.

ج - با استفاده از رئوستات شدت جریان خروجی مولد را بنحوی تنظیم نمائید که چگالی جریان در سطح آند (میلی آمپر بازاء هر سانتیمتر مربع از سطح آند) بین $0/5$ تا $0/7$ میلی آمپر باشد.

د - آزمایش و عبور جریان از باکها را حداقل بمدت ده روز و بطور دائم ادامه دهید.

باید توجه داشت که هر چه مدت آزمایش طولانی تر باشد نتیجه آزمایش دقیق تر خواهد بود.

ه - در جریان آزمایش آب باکها باید تعویض شود. آب هر باک پس از عبور $0/1$ آمپر ساعت الکتریسته در ازاء هر لیتر از آب باک باید تعویض شود.

و - تیغه های آند را پس از طی زمان آزمایش از داخل باکها برداشته و پس از تمیز کردن و شستن در آب و خشک نمودن (با رعایت نکات ذکر شده در بند ۶-۷-۳ فوق) مجدداً^۱ وزن نمائید.

ز - نرخ مصرف هر تیغه آند را با استفاده از فرمول زیر بدست آورید:

$$8760 \times \text{تفاوت وزن برحسب کیلوگرم (قبل و بعد از عبور جریان)}$$

= نرخ مصرف آند (برحسب کیلوگرم در ازاء عبور یک آمپر درسال)

کل جریان عبور نموده از مدار در مدت آزمایش (برحسب آمپر - ساعت)

۸-۲- آزمایش جهت تعیین پتانسیل آند آلومینیوم در آب دریا (در حالت مدار بسته)

پتانسیل آند آلومینیوم در مدار بسته^۱ باید حداقل 1.05 - ولت باشد. (در مقایسه با نیم پیل مرجع نقره در کلرور نقره)

¹ Closed Circuit Potential

تعیین این پتانسیل با استفاده از آزمایشی است که طی آن جریان بین تیغه های آند و تیغه کاتد (تیغه ها از جنس آلومینیوم می باشند) که در باک محتوی آب دریا قرار دارند برقرار می شود. در این آزمایش الکتروود مرجع نقره /کلرور نقره درمجاور سطح آند قرار دارد.

۸-۲-۱- ابزار و وسایل مشروحه زیر جهت انجام آزمایش مورد نیاز می باشند.

الف - یکعدد مولد ۱۲ ولتی D.C که قادر باشد با استفاده از رئوستات شدت جریان لازم را (که بر مبنای چگالی جریان در سطح آند تعیین می گردد) در مدار برقرار کند.

ب - یکعدد آمپر متر DC با دقت لازم و حداکثر خطای $\pm 1\%$ (در موقعیتی که عقربه آمپر متر در حداکثر دامنه نوسان باشد).

ج - یکعدد ولت متر با دقت زیاد و مقاومت بالا (حداقل $1M \Omega / V$) و حداکثر خطای $\pm 1\%$ (در موقعی که عقربه ولت متر در حداکثر دامنه نوسان باشد).

د - یکعدد الکتروود مرجع نقره / کلرور نقره

ه - یک باک غیرفلزی حاوی آب دریا و تیغه های آند و تیغه کاتد و الکتروود مرجع

و - سه عدد تیغه مشابه و یکسان آلومینیوم بعنوان آند و یک تیغه بزرگتر آلومینیوم بعنوان کاتد

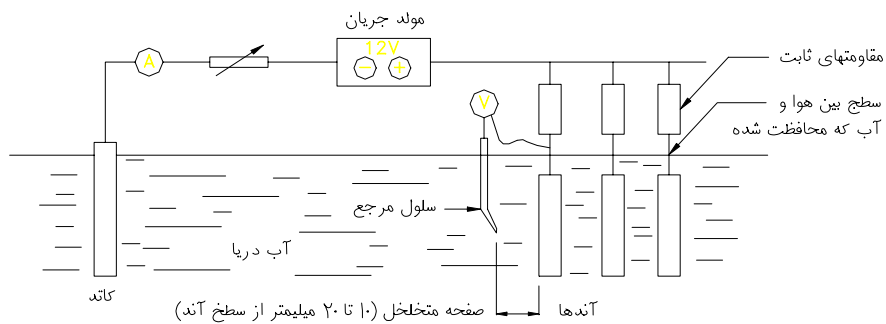
ز - سه عدد سیم با مقاومت مشخص برای هر یک از سه تیغه آند. مقاومت هر سیم باید بمیزانی باشد که افت ولتاژ در آن حداقل ده ولت باشد.

ه - آب تمیز دریا که مقاومت مخصوص الکتریکی آن از ۳۰ اهم سانتیمتر (در ۲۰ درجه سلسیوس) تجاوز نکند. در صورتیکه آب دریا با این مقاومت در دسترس نباشد می توان با افزودن نمک به آب

شیرین آب شوری که منطبق با الزامات ASTM D1141 باشد تهیه نمود.

۸-۲-۲- مدار آزمایش

شکل زیر مدار آزمایش را که با بکارگیری ابزار و وسایل فوق کامل می شود نشان می دهد.



۸-۲-۳- آماده نمودن تیغه های آند

کلید آندهای مدار باید ترکیب آلیاژی و شکل و ابعاد یکسان داشته و طولی از تیغه که در آب قرار می گیرد در همه یک اندازه باشد.

۸-۲-۴- روش تعیین پتانسیل مدار مسدود

- الف - ترتیب استقرار تیغه ها باید بنحوی داده شود که فاصله کاتد با هر یک از آندها یکسان باشد .
- ب - شدت جریان را در مدار بنحوی تنظیم کنید که چگالی جریان در آند بین 0.5 تا 0.7 میلی آمپر برای هر سانتیمتر مربع از سطح آند باشد. سپس زمان شروع استقرار جریان را یادداشت نمایید. پس از عبور 0.1 آمپر ساعت الکتریسته در ازاء هر لیتر از آب باک نسبت به تعویض آب اقدام نمایید.
- ج - پتانسیل آند را از ولت‌متر قرائت نموده و با دقت 0.01 ولت یادداشت نمایید. آزمایش باید ادامه یابد تا سه پتانسیل که به فواصل زمانی یکساعت قرائت می شوند یکسان باشند.
- د - رقم پتانسیل که سه بار پی در پی و بفواصل زمانی یکساعت گرفته شده و یکسان باشند همان پتانسیل آند خواهد بود.

۸-۲-۵- گزارش نتیجه آزمایش

این گزارش باید در دو نسخه تهیه شود و شامل اطلاعات زیر باشد:

الف - نام آزمایشگاه و تاریخ آزمایش

ب - جزئیات مربوط به آب دریای بکار گرفته شده و مدار آزمایش

ج - شرح مواد بکار رفته برای آند و تعداد و ابعاد آندها

د - چگالی جریان و جزئیات مربوط به روش آزمایش و کلیه ارقام پتانسیل قرائت شده و بلاخره رقم پتانسیل مورد قبول .

ه - گزارش باید به روش آزمایش این استاندارد ارجاع داده شود.

آزمایشات مربوط به نرخ مصرف (بند ۸-۱) و پتانسیل آند درمدار بسته (بند ۸-۲) باید روی نمونه ای که از هر پاتیل گرفته می شود انجام گیرد. چنانچه نتیجه این آزمایشات که مربوط به کارآئی شیمیائی آند^۱ است رضایت بخش نباشد آند مردود شناخته می شود. معهدا دو نمونه دیگر از همان پاتیل (ولی از دو آند مختلف مربوط به همان پاتیل) باید گرفته شود و هر دو نمونه مورد آزمایش کارآئی قرار گیرند چنانچه نتیجه آزمایش یکی از دو نمونه بعدی رضایت بخش نباشد تمام آندهائیکه از آن پاتیل تهیه شده اند باید مردود شناخته شوند در غیر اینصورت هر یک از آندهای محصول پاتیل مورد بحث باید مستقلاً^۲ آزمایش شوند. درحالتیکه نتیجه آزمایش روی هر دو نمونه قابل قبول باشد بقیه آندهای محصول پاتیل مورد بحث قابل قبول خواهند بود.

۸-۳- آزمایشات مخرب و غیر مخرب

از هر ۱۵۰ آند تولیدی یکعدد برحسب اتفاق^۲ انتخاب می گردد. مقاطع آندهای انتخاب شده برای وجود سرباره حفره های ریخته گری و چسبندگی آند به مغزی مورد بررسی قرار می گیرند. برای اینکار این آندها درسه نقطه (۲۵٪ و ۳۳٪ و ۵۰٪ طول اسمی) برای بررسی مقاطع بریده می شوند و بررسی های زیر در این مقاطع انجام می گیرد.

الف - بررسی عینی بدون استفاده از وسایل درشت نمائی در این بررسی سر باره قابل رؤیت با چشم غیر مسلح نباید دیده شود.

ب - حفره بیشتر از ده میلیمتر مربع نباید دیده شود و جمع حفره های ریز نباید از ۲۵٪/مقطع تجاوز نماید.

¹ Electrochemical Performance

² At random

ج - عدم چسبندگی آند و مغزی آن نباید بیش از ۵٪ محیط مغزی باشد.
چنانچه وجود سرباره یا حفره یا مقدار عدم چسبندگی در هر یک از مقاطع بیش از ضوابط فوق الذکر باشد محموله مرتبط با آندهای مورد آزمایش غیرقابل قبول شناخته می شوند.
تذکر: برای بررسی سرباره و یا عدم چسبندگی از رادیوگرافی بجای آزمایش مخرب می توان استفاده نمود.

۸-۴- مشخصات مغزی^۱ آند

۸-۴-۱- مواد مغزی

۸-۴-۱-۱- فلز آند اطراف مغزی فولادی ریخته می شود. موقعیت مغزی در آند باید بنحوی باشد که وسط آن قرار گیرد و این موقعیت حتی در حالتیکه آند در حد مصرف نهائی می رسد باید حفظ گردد. فولاد مغزی باید در مقابل نیروی خارجی اعمال شده به آند مقاومت لازم را داشته باشد و ضوابط استاندارد EN 10025 Grade Fe 430C منطبق باشد.

۸-۴-۱-۲- عنصر کربن در فولادی مغزی از ۰/۲۳٪ نباید تجاوز کند. و عدد کربنی^۲ مربوط به مغزی

که از فرمول زیر بدست می آید نباید بیش از ۰/۴۵ باشد.

$$\text{عدد کربنی} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

در این فرمول درصد وزنی هر عنصر قرار می گیرد.

۸-۴-۱-۳- گواهینامه صادره از کارخانه فولادسازی برای ماده اولیه مغزی باید در دسترس باشد.

۸-۴-۱-۲- آماده نمودن سطح جانبی مغزی

۸-۴-۱-۲-۱- مغزی باید در محل سرپوشیده که رطوبت نسبی آن از ۸۵٪ تجاوز نکند نگهداری شود. در مدت نگهداری درجه حرارت سطح فولادی مغزی باید حداقل ۳ درجه سانتیگراد از نقطه شبنم بالاتر باشد.

¹ Anode Core یا Anode Insert

² Carbon Equivalent

۸-۲-۲-۲- سطح جانبی مغزی باید با استفاده از روش ماسه پاشی تمیز شود.
درجه تمیزی باید مطابق $Sta2\frac{1}{2}$ استاندارد سوئدی باشد و ظرف ۸ ساعت بعد از عملیات تمیز نمودن سطح مغزی باید وارد فرآیند ریخته گری آلومینیوم شود.

۸-۲-۳- بعد از اتمام ۸ ساعت یا در حالت هائیکه در سطح مغزی علائم زنگ زدگی دیده شود و یا سطح مغزی آلوده به روغن و گریس یا سایر مواد آلاینده شود تمیز نمودن مجدد سطح مغزی الزامی خواهد بود.

۸-۳-۳- عملیات جوشکاری مغزی

هرگونه عملیات جوشکاری مغزی باید طبق الزامات استاندارد AWS D.1.1 باشد و تائید روش جوشکاری^۱ و تهیه پی کیو آر (PQR) و آزمایش جوشکار باید طبق ضوابط این استاندارد باشد. جوشهای تولیدی در بازرسی عینی باید عاری از نواقص زیان بار باشند و آزمایشات غیرمخرب باید اعمال گردد.

۸-۵- اشکال و اوزان و ابعاد آند و مغزی

۸-۵-۱- خریدار برحسب مورد مصرف و سازه ایکه برای حفاظت آن آند راسفارش می دهد شکل آند. مغزی را مشخص می نماید. پس از ارسال مناقصه یا استعلام و دریافت اطلاعات فنی از سازنده ها نسبت به تکمیل شکل آند و مغزی اقدام و نقشه نهائی آند را به سازنده ای که انتخاب شده است ارسال می نماید. این نقشه همان نقشه مصوبه^۲ است که جزء لایتنجری اسناد سفارش خواهد بود.
۸-۵-۲- وزن خالص آند باید با نقشه مطابقت نماید و محدوده مجاز برای تغییر وزن ۳٪ + خواهد بود.

۸-۵-۳- وقتی مورد مصرف برای لوله باشد سازنده باید چهار فقره طوقه را تهیه و همراه آندها ارسال نماید.

¹ Welding Procedure specification

² Approved drawing

مشخصات و الزامات مربوط به طوقه ها همانستکه برای مغزی آند ذکر شده است. سازنده باید دقت کند که با توجه به قطر و ضخامت پوشش عایقی و ضخامت پوشش بتنی لوله طوقه ها خمش مناسب برای بسته شدن دور لوله را داشته باشند و پیچ و مهره ها و واشرهای مورد نیاز برای بسته شدن دور لوله را سازنده باید تأمین نماید.

آنها بصورتی که مغزی آنها به طوقه ها جوش داده شده باشد باید عرضه شوند. جهت اتصال الکتریکی طوقه ها به لوله به بند ۶-۱۵ این استاندارد مراجعه شود.

۸-۵-۴- ابعاد:

۸-۵-۴-۱- ابعاد آند باید با نقشه نهایی ساخت یا نقشه مصوبه مطابقت نماید و تغییرات خارج از محدوده مجاز ذکر شده در نقشه ساخت نباشد. انحراف در موقعیت مغزی آند نسبت به نقشه ساخت نباید از ۱۰ میلیمتر تجاوز کند.

۸-۵-۴-۲- پیچ و تاب^۱ بیش از حد نباید در آند دیده شود. بررسی و کنترل کامل ابعاد توسط سازنده باید اعمال گردد تا نسبت به تطبیق ابعاد با نقشه ساخت اطمینان حاصل شود.

۸-۶- مقاومت مکانیکی

اگر نیروی صد کیلوگرم یا پنج برابر وزن فلز آند (هرکدام که رقم بزرگتری باشد) به آندی که مغزی دارد وارد شود هیچگونه تغییری در وضع ظاهری مغزی نباید ملاحظه گردد و مغزی نباید از جای خود حرکت کند.

۸-۷- کیفیت ریخته گری و عیوب عینی آن

۸-۷-۱- چروک و فرورفتگی در سطح ریخته گری نباید از ۱۰٪ ضخامت اسمی آند تجاوز نماید. در اندازه گیری فرورفتگی باید حداکثر تفاوت بین عمق فرورفتگی و لبه سطح مورد نظر باشد.

۸-۷-۲- وجود ترکهای متقاطع^۲ در سطوح آند در صورتی مجاز است که بصورت موئی بوده و یا حداکثر

^۱ Bowing or twisting

^۲ Transverse cracks

عرض آن از ۲ میلیمتر و حداکثر طول آن از ۲۰ میلیمتر تجاوز ننماید. در هر سطح آند بیش از یک عدد از این نوع ترک نباید وجود داشته باشد.

۸-۸- مقاومت الکتریکی اتصال آند به مغزی آن

مقاومت الکتریکی اتصال آند به مغزی نباید از یکصدم اهم تجاوز نماید. مقاومت حداکثر یکصدم اهم تا پایان عمر مفید آند باید تأمین گردد. فرازهای زیر وسایل مورد نیاز جهت اندازه گیری مقاومت الکتریکی اتصال آند منیزم به مغزی آنرا شرح داده و چگونگی انجام آزمایش و نحوه گزارش نتیجه آزمایش را بیان می نماید که سازنده باید به آن توجه داشته و نتیجه گزارش را همراه سایر مدارک گواهینامه ارائه نماید.

۸-۸-۱- تعیین مقاومت اتصال آند به مغزی براساس قانون اهم می باشد ابتدا شدت جریان معینی بین آند و مغزی عبور می نماید و در همین ضمن ولتاژ در مسیر آند و مغزی آند اندازه گیری می شود نسبت ولتاژ اندازه گیری شده به شدت جریانی که از مسیر عبور می کند مقاومت کل اتصال آند به مغزی خواهد بود.

۸-۸-۲- دستگاهها و وسایل مورد نیاز برای تعیین مقاومت اتصال بشرح زیر می باشد:

الف) یک مولد D.C که قادر به تولید ولتاژ بمقداری باشد که از مداری با حداقل مقاومت یک اهم شدت جریان پنج آمپر را عبور دهد.

ب) یکدستگاه کنترل کننده شدت جریان که قادر به تغییر و تنظیم شدت جریان از پنج آمپر تا حدود صفر باشد.

ج) یکعدد آمپر متر DC که قادر به نشان دادن حداقل پنج آمپر باشد. حداکثر اشتباه آمپر متر (میزان اشتباه وقتی عقربه آمپر متر در موقعیت حداکثر قرار دارد) نباید بیش از $\pm 1\%$ از درصد شدت جریان واقعی باشد.

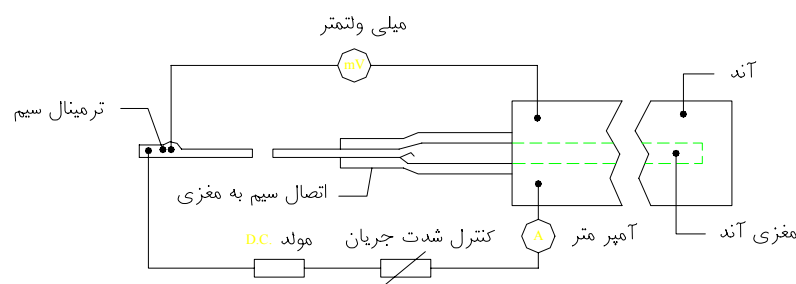
د) آمپر متر و کنترل کننده شدت جریان ذکر شده در فوق می توانند جزو مکمل مولد DC باشند.

ه) یکعدد میلی ولت متر که قادر به نشان دادن تا ۵۰ میلی ولت DC باشد. حداکثر اشتباه این میلی ولت متر باید $\pm 1\%$ درصد باشد.

و (گیره ها و سیم های مناسب آزمایش برای اتصال مولد و آمپر متر و میلی ولت متر و مغزی. جنس و نوع گیره ها باید بنحوی باشد که مقاومت الکتریکی اتصال آنها در هیچ نقطه ای از پنج صدم اهم تجاوز نکند.

۸-۸-۳- مدار آزمایش

شکل زیر مدار آزمایش را نشان می دهد.



مدار شماتیک برای آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی اتصال آند به مغزی

سیم هائیکه میلی ولت متر را به آند و مغزی آند وصل می کنند باید مستقل از سیم هائی باشند که از مولد خارج می شوند. برای اینکه در اتصالات مدار مقدار مقاومت به حداقل برسد لازمست اتصالات بطور کامل و محکم بسته شوند.

۸-۸-۴- روش مرحله به مرحله برای انجام آزمایش جهت تعیین مقاومت الکتریکی اتصال آند به مغزی بشرح زیر می باشد.

۸-۸-۴-۱- قبل از اتصال مولد، دستگاه کنترل کننده شدت جریان را در مدار قرار دهید تا اطمینان حاصل شود پس از بستن کلید قطع و وصل حداقل شدت جریان از مدار عبور خواهد نمود.

۸-۸-۴-۲- سپس اتصال مولد به مدار را انجام داده و دستگاه کنترل کننده شدت جریان را بنحوی تنظیم نمائید که آمپر متر عبور جریانی حدود پنج آمپر را در مدار نشان دهد.

۸-۸-۴-۳- اختلاف ولتاژی را که میلی ولت متر مدار در این حالت نشان می دهد یادداشت کنید.

۸-۸-۴-۵- با استفاده از فرمول زیر مقاومت الکتریکی اتصال آند به مغزی برحسب اهم بدست می آید.

$$R = \frac{\text{عدد نشان داده شده توسط میلی ولتمتر}}{1000} \text{ مقدار آمپر که آمپر متر نشان میدهد}$$

۸-۸-۴-۵- اتصالات سیم های آمپر متر و میلی ولتمتر را در مدار معکوس نمائید (توجه شود که اتصال قطب های مولد DC هم باید معکوس گردد) و اقدامات انجام شده در روش مرحله به مرحله فوق را که مربوط به آزمایش است مجدداً تکرار نمائید و این بار نیز مقاومت الکتریکی (R) اتصال آند به مغزی را بدست آورید. مقاومت الکتریکی (R) بدست آمده باید همان مقداری باشد که در اولین بار محاسبه شده است.

۸-۸-۵- گزارش مربوط به آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی اتصال آند به مغزی که تهیه می شود باید جامع اطلاعات زیر باشد:

الف - تاریخ آزمایش

ب - لیست و مشخصات دستگاهها و وسایل بکار گرفته شده برای انجام آزمایش.

ج - کد شناسائی آندی که آزمایش روی آن انجام شد.

د - نتیجه محاسبه برای مقاومت اتصال آند به مغزی

ه - نام آزمایشگاه

ضمناً در گزارش باید به روش آزمایش (موضوعات بند ۶-۱۴ همین استاندارد) اشاره شود.

۸-۹- اتصال الکتریکی آندها به سازه

مغزی آندهائیکه برای محفظه های مبدل های حرارتی و کندانسور مورد استفاده قرار می گیرند مستقیماً به سازه مورد حفاظت جوش و اتصال الکتریکی آند به سازه مورد حفاظت بطور مستقیم برقرار می شود.

در رابطه با آندهاییکه برای حفاظت لوله های مدفون کف دریا و رودخانه مورد استفاده قرار می گیرند اتصال الکتریکی آنها به لوله از طریق طوقه هائی که مغزی آنها به آنها جوش داده شده و هنگام نصب با استفاده از پیچ و مهره دور لوله مستقر می شوند انجام می گیرد. برای تکمیل این اتصال الکتریکی هر یک از چهار طوقه با استفاده از کابل مسی پوشش دار به لوله متصل می شوند. اتصال سرکابل ها به طوقه و لوله با استفاده از روش جوش لحیمی^۱ انجام می گیرد. هادی و عایق کابل های مزبور باید دارای مشخصات زیر باشند.

الف - هادی کابل باید از جنس مس با سطح مقطع اسمی ۱۶ میلیمتر مربع بوده و از نوع افشان تک لای آنیلد شده باشد^۲ و از نظر کیفیت و خلوص مس بنحوی باشد که خواص آن با ضوابط استاندارد IEC 228 Class 2 مطابقت نماید.

ب - عایق کابل باید با یکی از مشخصات زیر مطابقت نماید. خریدار عایق مورد نظر را انتخاب و در برگه اطلاعاتی منعکس می نماید.

- عایق یک لایه با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر از نوع H.M.W.PE منطبق با ضوابط استاندارد
ASTM D1351

- عایق یک لایه با حداقل ضخامت یک میلیمتر از نوع XLPE منطبق با ضوابط استاندارد
ASTM D2655

- عایق دو لایه PVC با ضخامت متوسط ۲ میلیمتر (با محدوده مجاز ۱۰٪). لایه اولیه طبق ضوابط استاندارد ASTM D2219 و لایه روئی طبق ضوابط استاندارد ASTM D1047 باید باشد.

رنگ لایه روئی عایق ها باید قرمز باشد و چنانچه خریدار رنگ دیگری را در نظر داشته باشد باید در برگه اطلاعاتی قید نماید. ولتاژ حداکثر کار لایه اولیه نباید کمتر از ۶۰۰ ولت باشد.

¹ Thermit weld

² 16 Sq.mm. Single Core, Stranded soft annealed copper conductor

۹ روش های آزمون

۹-۱- بازرسی

بازرسی آندها باید در برگیرنده الزامات زیر باشد:

۹-۱-۱- کنترل کد شناسائی آند

۹-۱-۲- کنترل ابعاد

۹-۱-۳- کنترل وزن

۹-۱-۴- کنترل کیفیت ریخته گری . این کنترل باید لاقلا شامل پنج درصد از آندهای تولیدی از هر پاتیل یا ظرف ریخته گری باشد.

۹-۱-۵- کنترل کیفیت مغزی قبل از اقدام به ریخته گری و آماده نمودن سطوح آنها. این کنترل باید لاقلا شامل پنج درصد از مغزی آندهای یک پاتیل یا ظرف ریخته گری باشد.

۹-۱-۶- کنترل نتیجه آنالیز و اسپکتروآنالیز

۹-۱-۷- کنترل نتیجه آزمایش نرخ مصرف آند و پتانسیل آند.

۹-۲- مسئولیت بازرسی و آزمایشات

۹-۲-۱- سازنده مسئول انجام کلیه آزمایشات و بازرسیهائی است که در جریان ساخت و بعد از ساخت آند بموجب ضوابط این استاندارد باید انجام شود.

۹-۲-۲- سازنده باید مجهز به تسهیلات قابل اعتماد برای انجام بازرسی بوده و سوابق آزمایشات و بازرسیهای انجام شده را نگهداری نماید و در هر زمانی که خریدار جهت بررسی به این سوابق نیاز داشته باشد موظف است آنها را در اختیارش قرار دهد.

۹-۲-۳- سازنده موظف است کلیه امکانات را در اختیار بازرس یا نماینده خریدار قرار دهد تا اطمینان حاصل شود آندها طبق ضوابط و نیازهای این استاندارد تولید و تحویل می شوند. بازرسیهای انجام شده توسط بازرس یا نماینده خریدار بهیچوجه رافع مسئولیت های سازنده که در این استاندارد شرح آنها داده شده است نخواهد بود.

۹-۲-۴- خریدار این حق را برای خود محفوظ نگه میدارد که هر وقت لازم بداند اقدام به بازرسیهای مشروحه در این استاندارد بنماید تا اطمینان حاصل کند آند عرضه شده با ضوابط این استاندارد مطابقت دارد.

۹-۲-۵- بازرس یا نماینده خریدار جهت نظارت در انتخاب نمونه های آزمایش باید به مصالح و آند دسترسی داشته باشد و همچنین در جریان آماده نمودن نمونه ها برای انجام آزمایشات می تواند نظارت بعمل آورد.

۹-۲-۶- بازرس یا نماینده خریدار این حق را دارد که قطعه هائی را که از آنها باید نمونه آزمایش تهیه شود طبق ضوابط این استاندارد تعیین کند.

۹-۲-۷- سازنده موظف است که گواهی تطبیق آند^۱ را قبل از اقدام به حمل از کارگاه تولیدی صادر نماید. این گواهی تطبیق باید تأکید نماید که از هر Lot تولیدی نمونه گیری شده و نمونه ها مورد آزمایشات و بازرسیهای لازم قرار گرفتند و آندهای تحویلی با ضوابط این استاندارد مطابقت می نمایند.

۹-۳- شرایط عدم پذیرش و رد کردن محصول

چنانچه در بازرسی از آندهای نمونه مشاهده گردد که الزامات ذکر شده در بند ۶ این استاندارد رعایت نشده است. کلیه آندهای مربوط به Batch که نمونه از آن گرفته شده است مردود شناخته می شوند.

۹-۴- اسنادی که با هر Batch از آند باید ارسال شود

- نوع آند و شماره های مربوط به Cast و Batch
- اطلاعات در رابطه با ریخته گری و شماره آندهای مربوطه با ذکر وزن و تعداد آنها
- گواهینامه صادره توسط سازنده مغزی

¹ Certificate of Conformity

- نتیجه آزمایشات مخرب انجام شده
- نتیجه آزمایشات غیرمخرب انجام شده
- نتایج آزمایشات الکتروشیمیائی
- نتایج آنالیز شیمیائی آلیاژ آند
- گواهی تطبیق آند ارسالی با ضوابط این استاندارد^۱
- نام سازنده آند
- شماره سفارش
- تاریخ ساخت

۱۰ بسته بندی

۱۰-۱- آنداها باید دسته بندی شده و با استفاده از تسمه داخل جعبه مستقر و با استفاده از توبی^۲ تثبیت شوند بطوریکه در جابجائی و حمل به آنها صدمه ای وارد نشود.

۱۰-۲- سازنده می تواند با رعایت نکات فوق و با روش متداول خود بسته بندی آنداها را انجام دهد مشروط به اینکه نحوه بسته بندی مورد قبول شرکت های حمل و نقل قرار گیرد.

۱۱ نشانه گذاری

۱۱-۱ علامتگذاری آنداها

هر یک از آنداها باید توسط سازنده علامتگذاری شوند. علامتگذاری باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف - جنس آلیاژ آند. برای اینکار کفایت مارک تجاری سازنده ذکر شود.

ب - شماره ریخته گری یا پاتیل

ج - شماره شناسائی

^۱ Certificate of Conformity

^۲ Pads

سازنده نباید از کد شناسائی آندهای مردود جهت شناسائی آندهائی که جایگزین آنها می شوند استفاده کند.

۱۱-۲- برچسب ها و علائم شناسائی

۱۱-۲-۱- هر یک از آندها باید برچسبی داشته باشند که به آسانی کنده نشده و اطلاعات زیر را منعکس نماید.

- کلمه یا عبارتی که معرف آلیاژ آند باشد^۱
- نام و مارک سازنده
- وزن خالص اسمی آند
- شماره Batch
- شماره ریخته گری یا پاتیل^۲

۱۱-۲-۲- علائم شناسائی جعبه های محتوی آند

اطلاعات زیر باید بوضوح روی هر جعبه دیده شود.

- نام سازمان خریدار
- شماره سفارش
- وزن آند (خالص و ناخالص)
- ابعاد آند
- شماره Batch
- تاریخ ساخت
- نام سازنده

روی هر جعبه باید علامت (شکستگی) بوضوح ذکر شود.

¹ Trade name designation

² Cast number

برگه اطلاعاتی^۱ برای آند آلومینیوم

تاریخ :

نام سازمان خریدار :

شماره سفارش :

عنوان پروژه و شماره آن:

قطر لوله

ضخامت پوشش عایق لوله ۱ - برای لوله مدفون کف رودخانه یا دریا ضخامت پوشش بتنی ۲ - برای محفظه های^۲ مبدل های حرارتی ۳ - برای محفظه های کندانسورها ¹ Data Sheet² Water Boxes