

قلاب پر شده از فلز یارزی



جواد صدخسروی
کارشناس متالوژی
شرکت پرشیاآبادگران نامور

مقدمه

انتخاب نوع اتصال سرهای طناب فولادی، می تواند به عوامل زیر بستگی داشته باشد:

۱-نوع کاربرد

۲-ساختار طناب فولادی

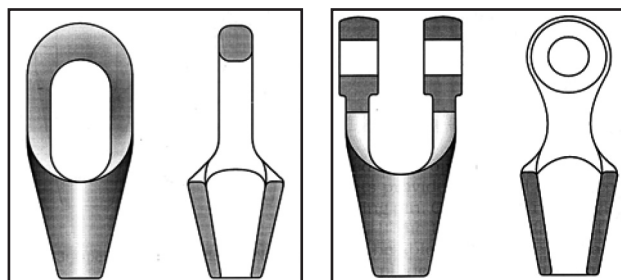
۳-ضریب ایمنی و محدوده بار مجاز

۴-الزامات خواسته شده

۵-سرعت ساخت اتصال

۶-مهارت نصاب و امکانات فراهم شده برای انجام کار

است؛ در سوکت رزینی، بار از طریق نیروهای اصطکاک بین سیم ها و رزین انتقال می یابد، در صورتی که در سوکت فلزی، بار در اثر چسبندگی فلز پرشونده با سیم ها انتقال می یابد. دو نوع سوکت برای این اتصال طراحی شده است که در شکل ۱ نمایش داده شده است. سوکت نوع I شامل بدنه و پین است و سوکت نوع II تنها شامل یک بدنه است.



نوع II

نوع I

شکل ۱: دو نوع سوکت برای اتصال رزینی و فلزی

مشخصات سوکت

در DIN 13411-4 فرض بر این شده که زاویه مخروط سوکت کمتر از $9/5^\circ$ و بیشتر از 18° نباشد. فرضیات دیگر این اتصال به شرح زیر می باشد:

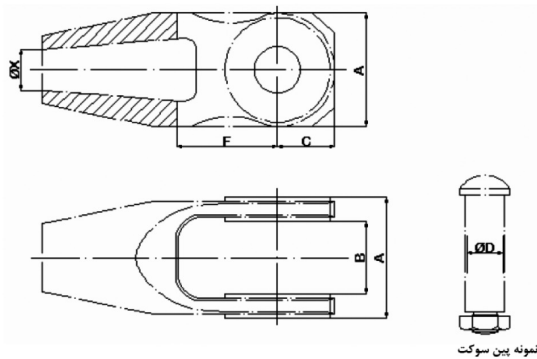
مقاوم در برابر گرما باشد، به طوری که بار یختن فلز مذاب، تغییری در خواص مواد قلاب حاصل نشود؛
به اندازه کافی برای طناب محکم باشد؛

از روش های اشاره شده در بند ۹-۲-۳-۱ استاندارد ISIRI 6303-1، جهت اتصال سرهای طناب فولادی، قلاب پر شده از فلز یارزین می باشد. این اتصال به صورت ریختن فلز مذاب یارزین به داخل سوکت ساخته می شود که وسیله متداولی جهت بستن سر انتهای طناب فولادی می باشد و دارای کارایی ۱۰۰٪ بر اساس حداقل باری است که منجر به گسیختگی طناب فولادی می شود. استفاده از این وسیله در سال ۱۹۰۱ مقبولیت یافته است و وسیله ای جمع و جور برای انتقال بار به طناب فولادی می باشد. استفاده از رزین گرماسخت و ماده پرکننده به جای فلز مذاب برای اتصال طناب فولادی در سال ۱۹۶۰ مورد بررسی قرار گرفت که به دلیل دارا بودن زمان کمتر برای ساخت اتصال مورد توجه قرار گرفت، به طوری که در سال ۱۹۸۰ کاملاً برای بیشتر کاربردها رواج یافته بود. مکانیسم عملکرد سوکت رزینی با سوکت فلزی متفاوت

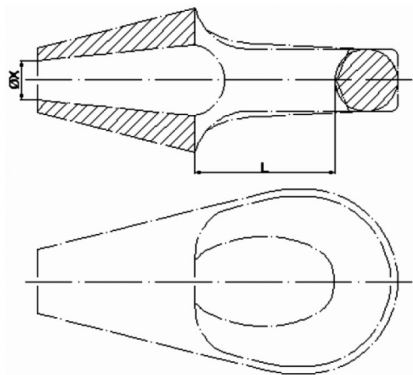
مناسب برای اهداف در نظر گرفته شده باشد.
هم چنین در استاندارد ISO 3189، مشخصات سوکت به شرح زیر است:

۱- شکل سوکت

سوکت های منطبق با این استاندارد باید مطابق آنچه که در شکل ۲ نشان داده شده اند، یا از نوع I (باز) و یا از نوع II (بسته) باشند. سوکت ها باید به نحوی طراحی شوند که امکان خروج قسمت مخروطی ریخته گری شده وجود داشته باشد؛ یعنی قطر ماکزیمم حفره مخروطی شکل سوکت نوع I (باز) نباید بیشتر از فاصله داخلی بین دو گوشواره باشد. این سوکت ها برای اتصال ریسمان های بافته شده از نوع locked coil، مارپیچ و طناب فولادی بافت مارپیچی مناسب نمی باشد. این استاندارد برای سوکت هایی به کار می رود که به یکی از روش های آهنگری یا ماشین کاری شده از قطعه خام و ریخته گری تولید شده اند و به عنوان اتصال انتهایی برای طناب های فولادی منطبق با استاندارد ISO 2408 یا سایر مشخصه های تعیین شده ملی یا بین المللی برای طناب های فولادی شامل سیم هایی با مقاومت کششی تا 1770 N/mm^2 (به جز کابل های دارای هسته فیبری) به کار می رود. ابعاد سوکت برای طناب های فولادی با قطر اسمی ۱۶-۸ میلی متر طبق جدول ۱ می باشد که ابعاد بر مبنای رابطه زیر انتخاب شده اند:



نوع I (سوکت باز)



نوع II (سوکت بسته)

شکل ۲: سوکت نوع I (باز) و نوع II (بسته)

۲- جنس سوکت

۲-۱- برای سوکت های تولید شده به روش آهنگری یا

ماشین کاری از قطعه خام

فولاد مورد استفاده باید بایکی از روش های کوره باز یا فرآیند الکتریکی یا به وسیله فرآیند دمش اکسیژن یا هر روش معادل دیگر تولید شده باشد. فولاد مصرفی باید کاملاً کشته شده باشد و پس از انجام عملیات حرارتی باید قادر به ایجاد خواص مکانیکی مورد الزام این مشخصه در سوکت ساخته شده باشد. فولاد باید پس از

A	≤	4.5n
B	≥	1.9n
C	≤	2.65n
φD	≥	1.6n
F	≥	2n
φX	≥	1.15n+2mm
L	≥	4.3n

جدول ۱: ابعاد سوکت

اندازه مبنای طراحی	قطر اسمی طناب فولادی	A	B	C	D	F	X	L
n	d	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداقل	حداقل	سوکت نوع II
۱۰	۸، ۹ و ۱۰	۴۵	۱۹	۲۷	۱۶	۲۰	۱۴	۴۳
۱۲	۱۱ و ۱۲	۵۴	۲۳	۳۲	۱۹	۲۴	۱۶	۵۲
۱۴	۱۳ و ۱۴	۶۳	۲۷	۳۷	۲۲	۲۸	۱۸	۶۰
۱۶	۱۶	۷۲	۳۰	۴۲	۲۶	۳۲	۲۰	۶۹

فولادهای غیر آلیاژی باید دارای حداکثر مقاومت کششی 600 Mpa و حداقل افزایش طولی 14% باشند. فولادهای آلیاژی نیز باید دارای حداکثر مقاومت کششی 750 Mpa و حداقل افزایش طولی 15% باشند.

مراحل نهایی و هنگام تحویل به سازنده سوکت، الزامات زیر را پس از تحلیل سوکت تمام شده برآورده سازد. مقادیر گوگرد و فسفر موجود در فولاد مورد نظر باید محدود به مقادیر زیر باشد:

آنالیز ریخته گری	آنالیز کنترل
مقدار گوگرد، حداکثر 0.45%	0.050%
مقدار گوگرد، حداکثر 0.40%	0.045%

قسمت های مهم اتصال

در شکل ۳ قسمت های مهم اتصال نشان داده شده است. که در آن:

۱- طول مخروط سوکت به علاوه هر قسمت نظیر مانند طناب ورودی

۲- دهانه کوچک مخروط

۳- دهانه بزرگ مخروط

۴- زاویه مخروط

۵- مدخل ورودی طناب

۶- محور مرکزی سوراخ پین

۷- طول مخروط سوکت

۸- طول مدخل ورودی طناب

۹- سیم های بیرونی

۱۰- طول سیم های برس

۱۱- سر بسته شده سیم های برس

توجه: شاخک های (دسته های) بعضی از سوکت های می توانند به صورت بزرگ (موازی طولانی) باشند.

آماده سازی طناب و سوکت

۱- علامت گذاری

طول مورد نیاز طناب که متناظر با طول مخروط سوکت،

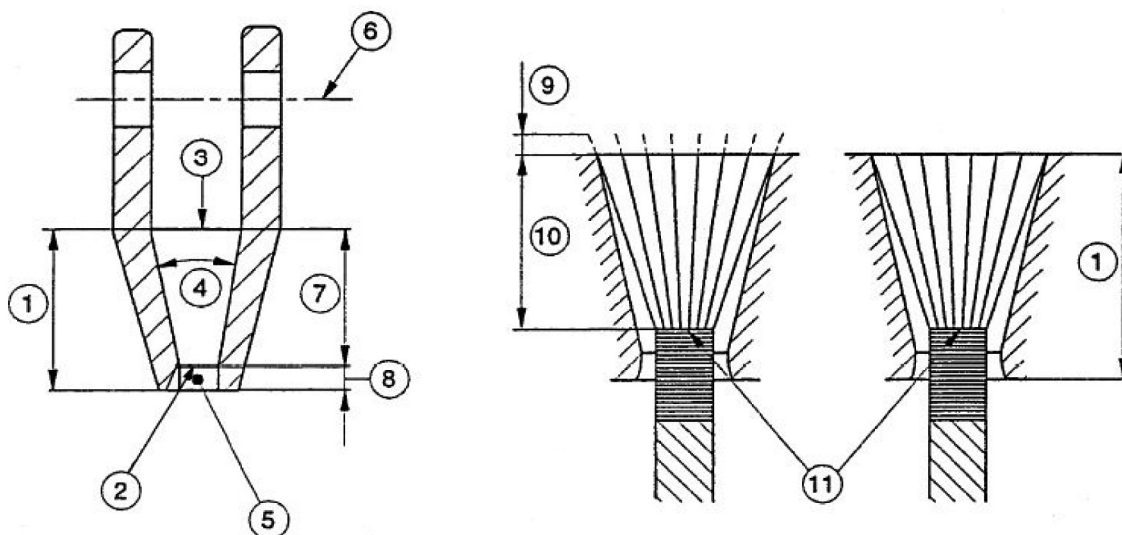
فولاد باید با یک روش احیای مناسب ساخته شود تا دانه بندی استثنایی با اندازه ذرات ۵ ریز تر، به هنگام آزمون بر طبق استاندارد ISO 643 به دست آید.

۲-۲- برای سوکت های تولید شده به روش ریخته گری

فولاد مورد استفاده باید با یکی از روش های کوره باز یا فرآیند الکتریکی و یا دمش اکسیژن یا هر روشی معادل دیگر تولید شده باشد. این نوع سوکت های می توانند از فولاد آلیاژی یا غیر آلیاژی ریخته گری شوند که در هر صورت باید الزامات زیر بعد از آنالیز سوکت تمام شده رعایت شده باشند.

مقدار ماکزیمم گوگرد، حداکثر 0.050%
مقدار ماکزیمم گوگرد، حداکثر 0.050%
ترکیبات گوگرد و فسفر موجود، حداکثر 0.080%

شکل ۳: قسمت های مهم اتصال



سیم‌های برس و طول اضافی برای قلاب کردن انتهای سیم‌های برس در صورت کاربرد آن می‌باشد، علامت گذاری شود. توجه: به جهت خطر زیانبار حرارت برای سیم‌ها نباید برش اکسی استیلن یا شبیه آن برای برش دادن طناب فولادی انجام گیرد.

۲- بند پیچی کردن

طناب فولادی به منظور جلوگیری از واتابیدن باید به وسیله‌ای محافظت شود که این امر می‌تواند با پیچیدن سیم نازک به دور آن صورت گیرد. این مواد جهت محافظت از واتابیدن باید قلع اندود یا از رشته سیم‌های فولادی گالوانیزه شده باشند.

۳- تمیز کردن سوکت

سطوح داخلی سوکت نباید کثیف باشد. توجه: وقتی در ساخت اتصال، از رزین استفاده می‌شود، احتیاجی به استفاده از عامل پاک کننده نیست.

۴- برس کردن طناب فولادی

سر طناب فولادی جهت اتصال باید و اچیده شده و به حالت برس درآید. هر هسته فیبری طناب، هنگام برس کردن باید بریده شود و انتهای آن باید از اثرات گرما محافظت شود. در شکل ۴ این مراحل نمایش داده شده است. **توجه:** از خمیدگی بیش از حد سیم‌ها اجتناب شود.

۵- پیش آماده سازی سیم‌های برس

سیم‌های برس باید چربی زدایی شوند تا تمام اثرات چربی و روغن حذف شوند. چربی زدایی باید به صورت غوطه وری

در حلال یا روش اسپری کردن صورت گیرد. باید دقت کرد که چربی زدایی تنها محدود به سیم‌های برس شده باشد. بعد از عملیات چربی زدایی، سیم‌ها باید کاملاً خشک شوند. توجه: وقتی از آلیاژ پایه سرب برای ساخت اتصال استفاده می‌شود، جهت بهبود چسبندگی طناب‌های فولادی بدون پوشش و روغن کاری شده (wires of a bright rope) مجاز است که بر طبق روش زیر پیش آماده سازی شوند:

۵-۱- فلاکس زدایی

توصیه می‌شود که برای تمیز کردن سیم‌های برس، تقریباً ۲/۳ طول آنها به مدت تقریباً یک دقیقه در محلول کلراید روی قرار گیرند.

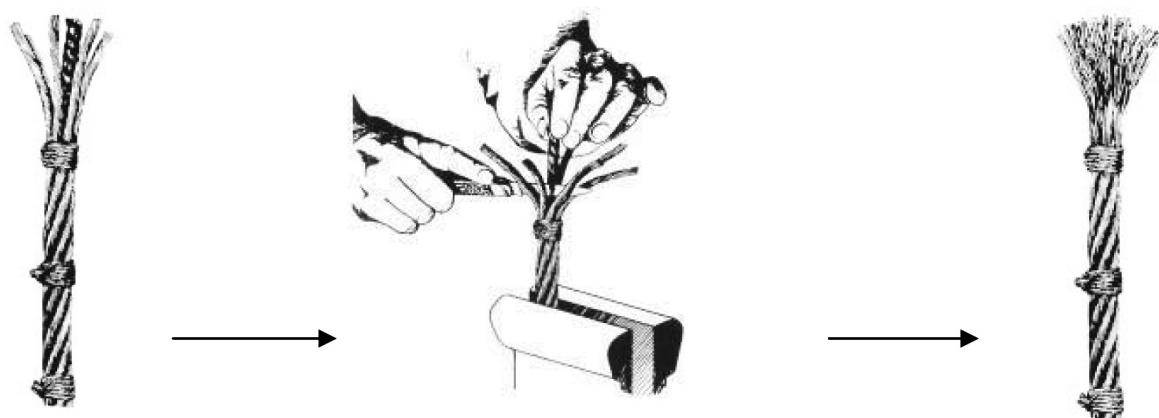
ترکیب یک محلول مناسب مانند کلراید آمونیوم روی به شرح زیر است:

کلراید روی (ZnCl):	۲۶٪
کلراید آمونیوم (NH ₄ Cl):	۱/۷۵٪
اسید هیدرولیک (HCl):	۵/۲۵٪؛ محلول با ۳۰٪ آب
آب	۶۷٪
توصیه می‌شود چگالی آن در ۲۰ °C، ۱/۳۰ g/cm ^۳ باشد.	

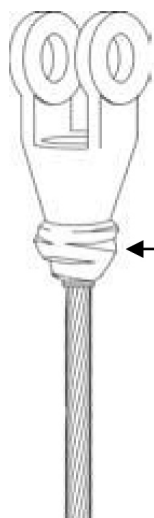
۵-۲- پوشش دهی

توصیه می‌شود بلافاصله بعد از فلاکس زدایی و در حالی که هنوز مرطوب است، تقریباً ۳/۴ طول سیم‌های برس به آهستگی در لحیم قلع (۶۰ Sn، ۴۰ Pb) و در دمای ۱۰ ± ۲۹۰ °C غوطه ور شوند. توصیه می‌شود که سیم‌ها پس از قلع اندودن دارای پوشش فلزی چسبنده محکم

شکل ۴: شماتیک حالت برس شده سر طناب فولادی



را که طناب وارد شده است، باید آب بندی کرد (شکل ۵).



آب بندی انتهای سوکت

شکل ۵: آب بندی کردن سوکت پس از داخل شدن طناب فولادی

ساخت اتصال

۱- سوکت پر شده از فلز مذاب

۱-۱ جنس ماده مذاب

مشخصات فلز مذاب مذاب پرکننده سوکت به شرح زیر

می باشد: بعد از انجام مراحل فوق، انتهای کوچک سوکت، یعنی قسمتی

جدول ۲: ترکیب شیمیایی آلیاژهای پایه سرب

Composition % mass						Total impurities ¹⁾ % mass max.
Sn	Sb	Cd	Cu	As	Pb	
4,75 to 5,25	14,5 to 15,5	—	—	—	remainder	0,2
7,0 to 8,0	9,0 to 10,0	—	—	—	remainder	0,2
9,0 to 11,0	9,0 to 11,0	1,72 to 2,5	0,3 to 0,7	0,3 to 0,7	remainder	0,2

¹⁾ Maximum permitted impurity levels: 0,005 % Al; 0,005 % Zn; 0,05 % Cu (copper impurity level for first two alloys only).

جدول ۳: ترکیب شیمیایی آلیاژهای پایه روی

Composition % mass			Impurities % mass (max.)
Al	Cu	Zn	
5,6 to 6,0	1,2 to 1,6	remainder	Fe 0,02 Mg 0,005 Pb 0,003; Cd 0,003 Sn 0,001; Si 0,02

در حدود ۲/۳ طول برس باشند؛ در غیر این صورت بهتر است که فرآیند فلاکس زدایی و پوشش دهی تکرار شود. متناوباً مجاز است که اگر طول طناب اجازه می دهد، یک برس جدید ایجاد شود.

۶- حلقه کردن سر سیم های برس

عملی که به موجب آن، قسمت سر سیم های برس به پشت خمیده می شود و به شکل حلقه در می آید. در صورتی که این عمل ضروری باشد، ابعاد های سوکت نباید به نحوی باشد که مانع از جریان یافتن فلز مذاب یا رزین شود و نیز باعث شود که مقدار طول کمی از سیم ها در میانه سوکت فرو رود.

۷- موقعیت و نحوه قرار گیری برس، طناب و سوکت

سر بسته شده سیم های برس نباید بیش از نصف قطر طناب، داخل دهانه کوچک مخروط سوکت شود. سیم های برس باید به طور یکنواخت در داخل سوکت توزیع شوند. فاصله بین انتهای سیم های برس و دهانه بزرگ مخروط نباید بیش از ۵٪ طول مخروط سوکت شود. محور طناب باید منطبق با محور سوکت با طول کافی باشد.

۸- آب بندی کردن

۱-۳- عملیات ذوب

دمای ریختگی باید به اندازه ای باشد تا از پر شدن کامل سوکت اطمینان حاصل شود. پاتیل باید از موادی باشد که منجر به تأثیر روی فلز مذاب نشود. نباید از پاتیل گالوانیزه شده در آلیاژ پایه سرب استفاده کرد و نیز جنس آن از خانواده فلز مذاب نباشد. ذوب آلیاژهای پایه سرب باید در زمان کوتاهی انجام گیرد تا با حداقل اکسیداسیون و اتلاف قلع و آنتیموان مواجه شویم.

۱-۴- ریختن مذاب

قبل از ریختن مذاب، آن باید تکان داده شود تا از یکنواخت بودن درجه حرارت در داخل پاتیل اطمینان حاصل شود. سرباره ها باید از سطح مذاب حذف شوند. ملاقه باید خشک و پیش گرم شده باشد و سوکت و سیم های برس باید کاملاً خشک باشد تا از احتراق گاز ایجاد شده اجتناب شود.

توجه ۱: سیم های برس می توانند فلاکس زدایی شوند. عمل ریختن مذاب در سوکت باید به آهستگی و پیوسته انجام شود تا گازها فرصت رهایی قبل از پر شدن کامل سوکت را داشته باشند.

توجه ۲: بعضی اوقات در قسمت بالای سوکت انقباض رخ می دهد که باید برای حل این مشکل، مقداری مذاب اضافی در نظر گرفت.

سوکت پس از ریختن مذاب باید در دمای محیط و به طور طبیعی سرد شود. برای جلوگیری از چرخش فلز پرشونده در داخل سوکت، می توان از طراحی های شکل ۶ بهره برد.

۱-۱-۱- آلیاژهای پایه سرب

آلیاژهای پایه سرب باید از نقطه ذوب تقریبی 240°C و دمای ریختگی $250 \pm 10^{\circ}\text{C}$ برخوردار باشند. ترکیب شیمیایی آنها باید مطابق جدول ۲ باشد.

۱-۲-۱- روی

درجه خلوص روی باید ۹۹/۹٪ و نقطه ذوب آن 419°C باشد.

توجه: توصیه می شود دمای ریختگی از 550°C تجاوز نکند.

۱-۳-۱- آلیاژهای پایه روی

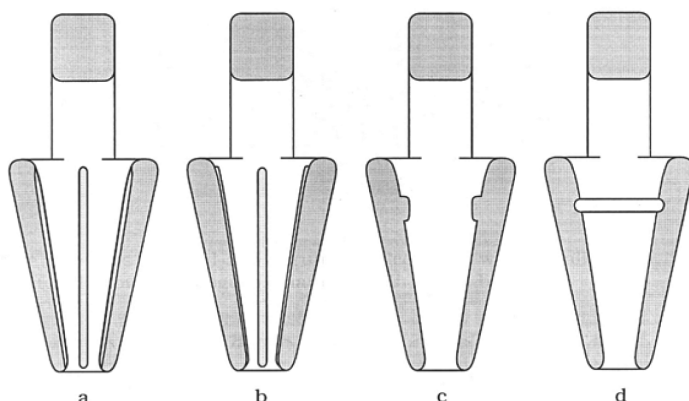
آلیاژهای پایه روی باید از نقطه ذوب تقریبی 380°C و دمای ریختگی $450 \pm 10^{\circ}\text{C}$ برخوردار باشند. ترکیب شیمیایی آنها باید مطابق جدول ۳ باشد.

۱-۲- پیش گرم کردن سوکت

سوکت باید بر طبق دستورالعمل سازنده پیش گرم شود تا از پر شدن کامل سوکت و عدم انجماد ناهنگام مذاب، اطمینان حاصل شود. دمای پیش گرم باید بین ۳۰٪ تا ۵۰٪ نقطه ذوب فلز مذاب باشد. رسیدن به دمای پیش گرم باید به تدریج صورت گیرد و حرارت به طور مساوی حول سطوح بیرونی سوکت باشد.

توجه: توصیه می شود که از زیاد گرم شدن هر قسمت از سوکت اجتناب شود.

شکل ۶: طراحی ها برای جلوگیری از چرخش



راهنما

- (a) ایجاد شیار در سطوح داخلی سوکت
- (b) ایجاد زبانه در سطوح داخلی سوکت
- (c) ایجاد زبانه جانبی در میانه سوکت
- (d) ایجاد شیار جانبی در میانه سوکت

۲- سوکت پر شده از رزین

در هنگام ساخت این نوع اتصال باید به دستورالعمل‌های سازنده توجه کرد.

۱-۲- مشخصات مواد

مواد رزین باید بر پایه پلی استر و شامل یک پرکننده معدنی و عامل سخت شونده باشد. خواص فیزیکی ماهیچه رزین باید به شرح زیر باشد:

دارای حداقل استحکام نهایی فشاری 90 N/mm^2 باشد؛

دارای حداقل استحکام نهایی برشی 15 N/mm^2 باشد؛

دارای حداقل درجه حرارت تغییر شکل 110°C ، بر طبق ISO 75-2 باشد؛

دارای مدول الاستیسیته 6000 N/mm^2 باشد؛

دارای سختی بار کل ۴۰ تا ۵۰ بر طبق EN 59 باشد؛

دارای چگالی نسبی 1.12 ± 0.05 باشد.

۲-۲- ریختن رزین

تنها باید از یک نوع ترکیب رزین برای پر کردن سوکت استفاده کرد و در آغاز مرحله ژلاتینی شدن آن، باید از هرگونه نشت رزین جلوگیری شود.

۳-۲- عمل سخت شدن

باید اجازه سخت شدن به مخلوط رزین بعد از حالت ژلاتینی شدن داده شود و قبل از استفاده اتصال، رزین باید به طور کامل سخت شده باشد.

۴-۲- حذف عایق آب بندی

بعد از ساخت اتصال، عایق آب بندی باید حذف شود.

محدوده دمایی کاربرد

جز در مواردی که سازنده سوکت یا طراح سوکت مشخص کرده است، محدوده دمایی کاربرد به شرح زیر می باشد:

آلیاژهای پایه سرب: از 45°C تا 80°C

روی و آلیاژهای پایه روی:

- برای طناب رشته ای با هسته فیبری: از 40°C تا 80°C

- برای طناب رشته ای با هسته فولادی: از 40°C تا 120°C

- برای طناب مارپیچ: از 40°C تا 120°C

رزین:

- برای طناب رشته ای با هسته فیبری: از 50°C تا 80°C

- برای طناب رشته ای با هسته فولادی: از 50°C تا 110°C

- برای طناب مارپیچ: از 50°C تا 110°C

منابع

دکتر احمد اصل حداد، مهندس شاهرخی؛ طراحی آسانسور، انتشارات نصیر، چاپ اول ۱۳۸۰

1- ISIRI 6303، مقررات ایمنی ساختمان و نصب آسانسور:

قسمت اول - آسانسورهای برقی.

1- ISIRI 9294، سوکت های مخصوص طناب های فولادی

برای کاربردهای عمومی - قسمت اول: مشخصات عمومی و شرایط پذیرش

2- ISIRI 9294، سوکت های مخصوص طناب های فولادی

برای کاربردهای عمومی - قسمت دوم: الزامات ویژه برای سوکت های تولید شده به روش آهنگری یا ماشینکاری شده از

قطعه خام

3- ISIRI 9294، سوکت های مخصوص طناب های فولادی

برای کاربردهای عمومی - قسمت سوم: اتصالات سوکتی - الزامات ویژه برای سوکت هایی که به روش ریخته گری ساخته شده اند.

- DIN EN 13411-4: 2009, Terminations for steel wire ropes - Safety - Part 4: Metal and resin socketing

- R. Verreet, 1999, Wire rope end connections, www.casar.de

- J. E Bradon and I. M. L Ridge: Comparison of white metal and resin socket terminations for wire ropes, The Journal of Strain Analysis for Engineering Design, 2003, Vol. 38 No. 2

- J. E Bradon, C. R Chaplin and I. M. L Ridge: Analysis of a resin socket termination for a wire rope, The Journal of Strain Analysis for Engineering Design, 2001, Vol. 36 No. 1

- Wesco Industries Ltd 2004, www.wesco-van.com