

اتصال انتهایی سیم بکسل (از نوع اشکی شکل)



جواد صدخسروی
کارشناس متالورژی
شرکت پرشیا آبادگران نامور

مقدمه:

در این نوشته به مشخصات اصلی و الزامات ایمنی این نوع اتصال طبق استاندارد EN 13411 می پردازیم. دو نوع بست که در این استاندارد به آن اشاره شده و در صنعت نیز رایج است، دارای تفاوت هایی می باشند که متأسفانه در هنگام استفاده به آن توجه نمی شود و نیز چگونگی و نحوه استفاده در برخی منابع و دستورالعمل ها فاقد جنبه علمی و بصورت سنتی بیان شده است. این استاندارد به تمام جنبه های این نوع اتصال می پردازد.

۱- الزامات ایمنی بست سیم بکسل

۱-۱ جنس و مواد

پیچ U شکل

فولاد کربنی بر طبق استاندارد EN ISO 898-1 با حداقل خواص کلاس ۵.۸ اما بیشتر از خواص کلاس ۸.۸ نباشد.

پل (Bridge)

چدن مالیل با گرید W40-05 یا B35-10 مطابق با استاندارد EN 1562، یا فولاد کربنی فورج شده بدون پیر سختی.

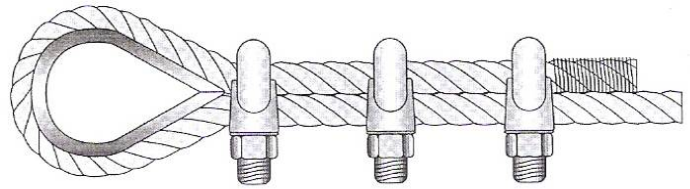
مه‌ره

فولاد کربنی با حداقل خواص کلاس ۵ مطابق با استاندارد EN 20898-2 و گرید نوع A مطابق با EN ISO 4759-1.

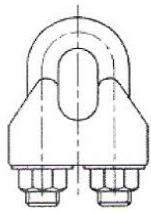
۱-۲ خواص مکانیکی

۱-۲-۱ راندمان و کارایی انتقال

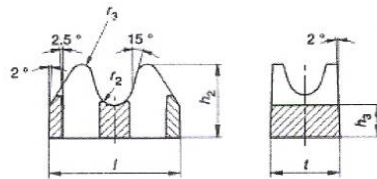
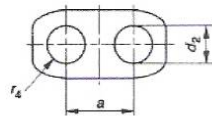
این نوع اتصال (شکل ۱) می بایست نیرویی برابر ۸۰٪ حداقل نیروی لازم جهت گسیختگی طناب فولادی را برای مدت ۵ دقیقه تحمل کند که در این مدت طناب فولادی نباید در محل اتصال بیش‌تر از ۱mm لغزش داشته باشد. همچنین هیچگونه اثری از ترک، تغییر شکل و سایر عیوب مشاهده نشود. برای انجام آزمون ابتدا باید نیرویی معادل با ۲۰٪ حداقل نیروی لازم جهت گسیختگی طناب وارد شود. دوباره سفت کردن بست ممکن است لازم باشد. این نیرو بتدریج افزایش یافته تا به ۸۰٪ نیروی لازم جهت گسیختگی طناب فولادی برسد.



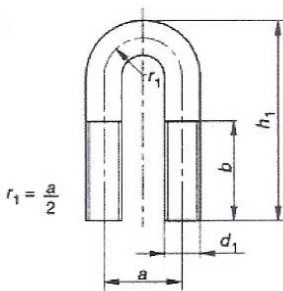
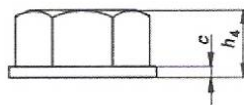
شکل (۱): اتصال انتهایی سیم بکسل بکمک حلقه فلزی و بست



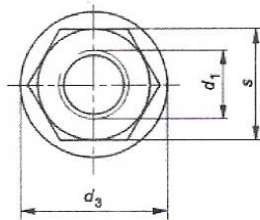
الف) بست سیم بکسل - نوع ۱



ب) پل



ج) پیچ U شکل



د) مهره یقه دار

شکل (۲) ساختار بست نوع ۱ همراه با ابعاد اصلی نشان داده شده

۲-۲-۱ رفتار خستگی ضربانی اتصال.

این نوع اتصال باید حداقل ۲۰۰۰۰ چرخه بارگذاری شده را تحمل کند.

برای انجام این آزمون نیز ابتدا باید نیرویی معادل با ۲۰٪ حداقل نیروی لازم جهت گسیختگی طناب فولادی وارد شود.

همچنین دوباره سفت کردن بست باید طبق دستورالعمل سازنده انجام گیرد. تنش چرخه ای بارگذاری شده از محور طناب فولادی بین ۱۵٪ تا ۳۰٪ حداقل نیروی لازم جهت گسیختگی طناب فولادی می باشد.

مطمئن شوید که بسامد نیروی بکار رفته از ۵ Hz تجاوز نکند.

۲-۱ مشخصات ساختاری و ابعادی برای بست نوع

در شکل ۲ ساختار این نوع از بست نمایش داده شده است.

جدول (۱) ابعاد و اندازه های اصلی بست نوع ۱

اندازه نامی بست (۱)	پیچ U شکل mm				پل (۳) mm									مهره یقه دار mm				
	a ^(۲)	b	d ₁	h ₁ ^(۲)	a	d ₂	h ₂	h ₃	1	r ₂	r ₃	r ₄	t	c	d ₁	d ₃	h ₄	s
6.5	14	17	M6	32	14	7	14	6	30	3.5	2	8	16	1.6	M6	12.5	6	10
8	18	20	M8	41	18	10	18	8.5	39	4	3	10	20	1.6	M8	17	8	13
10	20	24	M8	46	20	10	21	9	40	5	3	10	20	1.6	M8	17	8	13
12	24	28	M10	56	24	12	25	11	50	6	3	12	24	1.9	M10	20	10.5	16
14	28	31	M12	66	28	15	30	13	59	7	4	14	28	2.5	M12	24	12.5	18

(۱) این برابر است با حداکثر قطر نامی طناب فولادی. برای قطرهای اسمی متوسط از سایزهای بزرگتر استفاده شود.

برای اندازه نامی ۵ تنها از طناب فولادی با قطر نامی ۵ استفاده شود.

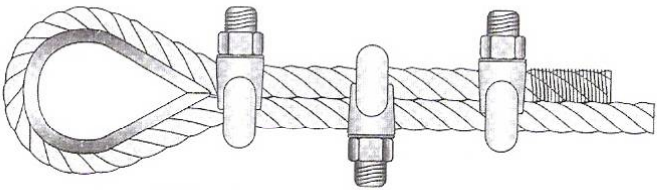
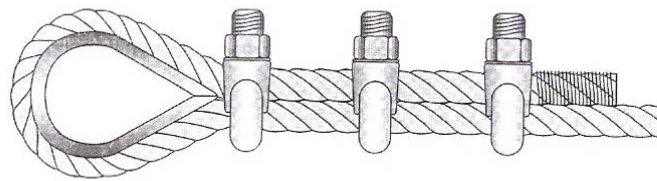
(۲) تیرانس ها بر طبق EN22768-1, grade C می باشد.

(۳) تیرانس ها بر طبق ISO8062, grade CT10 می باشد.

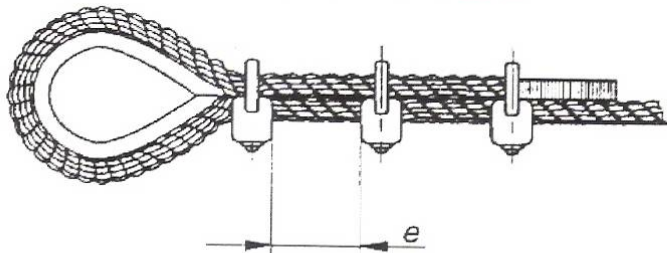
همچنین در جدول ۱ ابعاد و اندازه‌های اصلی و در جدول ۲ مشخصه‌های اصلی آن آورده شده است.

جدول ۲: مشخصه‌های اصلی بست نوع ۱

روش آزمون	پوشش	جنس	مشخصه قطعه
بر طبق EN ISO 898-1	آبکاری روی و کرومات زرد، بر طبق EN ISO 4042	Class 6.8 بر طبق EN ISO 898-1	پیچ U شکل
بر طبق EN 1562	آبکاری روی و کرومات، بر طبق EN ISO 4042	چدن مالیبیل با گرید W40-05 یا B35-10 بر طبق ISO 5922	پل
بر طبق EN ISO 898-2	آبکاری روی و کرومات زرد بر طبق EN ISO 4042	Class 6 بر طبق EN 20898-2 گرید نوع A بر طبق EN ISO 4759-1	مهره یقه دار



شکل ۴) شیوه نادرست بستن بست که در آن پل بر روی قسمت بارگذاری نشده بسته شده است.



شکل ۳) فواصل بین بست ها

جدول ۳) نیروی پیچشی وارده به مهره و تعداد بست های نوع ۱

تعداد بست ها	نیروی پیچشی یا ترک (torque) جهت بستن مهره (Nm)	اندازه نامی بست (۱)
۳	۳,۵	۶,۵
۴	۶	۸
۴	۹	۱۰
۴	۲۰	۱۲
۴	۳۳	۱۴

(۱) زیرنگاشت جدول ۱ را ملاحظه فرمایید.

دستور العمل بستن اتصال با بست نوع ۱

فاصله بین بست ها (e)، (در شکل ۳ ملاحظه کنید) باید حداقل 1.5t و بیشتر از 3t نباشد که t عرض پل می باشد (شکل ۲ را ملاحظه کنید). هنگام استفاده از حلقه فلزی (thimble) بست می بایست طبق شکل ۳ بسته شود. پل باید همیشه بر روی قسمت بارگذاری شده طناب فولادی قرار گیرد. در شکل ۴ شیوه نادرست نشان داده شده است.

جدول ۴) ابعاد و اندازه های اصلی بست نوع ۲

اندازه اسمی بست	اندازه اسمی طناب (mm)	پل اتصالی							پیچ U شکل				مهره		
		A	B	C	D	E	F	α	A	B	C	D	A	B	C
1/4	6-7	36.5	7.1	16.8	19	9.9	30	12°	19	5/16-18 UNC	12.5	31	14.1	5/16-18 UNC	7.5
5/16	8	42	7.9	18.5	22.5	11.6	33.5	12°	22.5	3/8-16 UNC	19	43	17.2	3/8-16 UNC	9.1
3/8	9-10	49	9.5	23	25.5	13.3	41.5	11°	25.5	7/16-14 UNC	19	47.5	18.8	7/16-14 UNC	10.7
7/16	11	58	11	28.5	30	15.2	48.5	11°	30	1/2-13 UNC	25.5	58.5	21.9	1/2-13 UNC	12.3
1/2	12-13	58	11	28.5	30	15.2	48.5	10°	30	1/2-13 UNC	25.5	58.5	21.9	1/2-13 UNC	12.3

روش آزمون	پوشش	جنس	مشخصه قطعه
-	آبکاری فلز طبق EN 12329، خواص مکانیکی آن طبق ASTMB-695، یا گالوانیزه گرم طبق ASTMA-153	فولاد کربنی فورج شده، بطوریکه نیروی پیچشی وارده جهت بستن مهره را بدون شکستگی تحمل کند.	پل اتصالی
-	گالوانیزه بر طبق ASTMA-153	ASTMA563G-a یا بهتر	مهره ها

جدول ۵: مشخصه های اصلی بست نوع ۲

دستور العمل بستن اتصال بابست نوع ۲

این بست برای استفاده سیم بکسل رشته ای راست گرد در کلاسه های ۱۹×۶ و ۳۶×۶ می باشد.

در جدول ۶ اطلاعات مربوط به نیروی پیچشی وارده به مهره و تعداد بست ها آورده شده است.

طول برگشتی سیم بکسل یعنی میزان طول انتهای سیم بکسل تا حلقه فلزی جهت بستن اتصال می باشد.

ابتدا پهنای یک پل بست را در انتهای سیم قرار می دهیم. پیچ U شکل را از قسمت بارگذاری نشده سیم داخل پل قرار داده و توسط مهره که در قسمت بارگذاری شده سیم می باشد بصورت یکسان و متناوب از مهره اولی به مهره دیگر تا وقتی که نیروی پیچشی به مقدار لازم برسد بسته می شود.

هنگامی که به ۲ بست نیاز باشد، بست دوم را تا حد امکان به نزدیکی نیم حلقه فلزی می بندیم و مهره ها بطور یکسان و متناوب تا وقتی که نیروی پیچشی به مقدار لازم برسد بسته می شود.

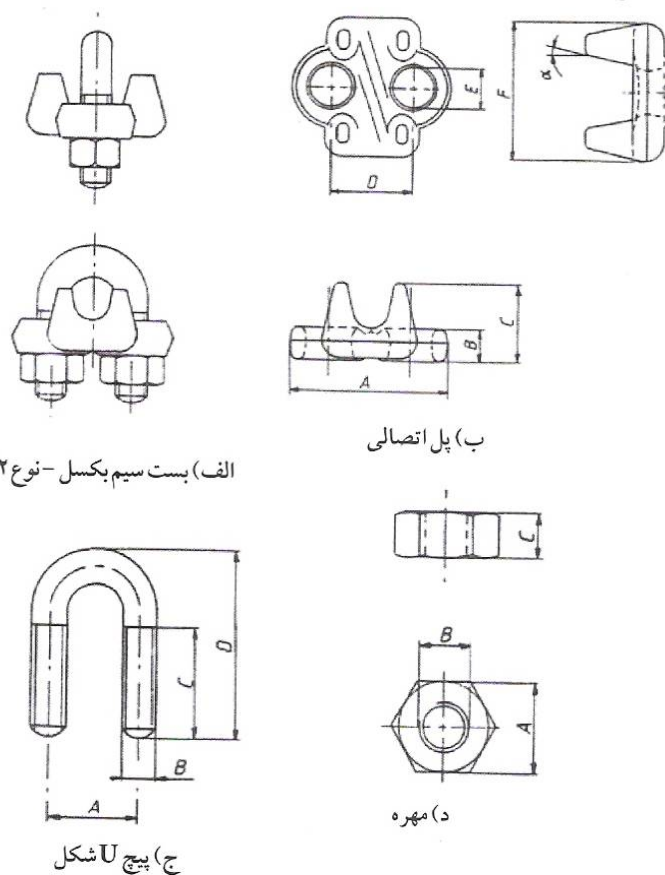
هنگامی که بیش از ۲ بست نیاز باشد، بست دوم را تا حد امکان به نزدیکی نیم حلقه فلزی می بندیم و مهره های آن تا حد اطمینان و نه به مقداری که جهت بستن شدن لازم باشد می بندیم و به مرحله بعد می رویم.

هنگامی که به ۳ بست و یا بیشتر نیاز باشد، می بایست فواصل بین بست ها یکسان باشد و پس از اینکه خم سیم بین بست ها گرفته شد، مهره ها بر روی هر یک از پیچ U شکل بطور یکسان و متناوب از یک مهره به مهره دیگر تا وقتی که نیروی پیچشی به مقدار لازم برسد بسته می شود (شکل ۶ را ببینید).

قبل از سوار شدن تجهیزات بر روی اتصال، مهره می بایست با نیروی پیچشی (torque) طبق جدول ۳ بسته شود. در این جدول همچنین رابطه بین تعداد بست ها و اندازه سیم بکسل بیان شده است. توصیه می شود که جهت بستن بست ها، سطوح اتصال و رزوه های مهره روغن کاری گردد. بعد از سوار شدن تجهیزات بر روی اتصال برای بار اول، نیروی پیچشی مهره ها دوباره بررسی شده و در صورت لازم اصلاح شود.

۲-۳ مشخصات ساختاری و ابعادی برای بست نوع

در شکل ۵ ساختار این نوع از بست نمایش داده شده است. همچنین جدول ۴ ابعاد و اندازه های اصلی و در جدول ۵ مشخصه های اصلی آن آورده شده است.



شکل ۵: ساختار بست نوع ۲ همراه با ابعاد اصلی نشان داده شده

روش آزمون	پوشش	جنس	مشخصه قطعه
بازرسی با ذره های مغناطیسی بر طبق EN 1677-1	آبکاری فلز طبق EN 12329، خواص مکانیکی آن طبق ASTM B-695، یا گالوانیزه گرم طبق ASTM A-153	فولاد کربنی، بطوریکه نیروی پیچشی وارده جهت بستن مهره را بدون شکستگی تحمل کند.	پیچ U شکل

می توان از دوره زمانی استفاده کرد بطور مثال هر سه ماه، شش ماه، سالیانه.

اتصال انتهایی سیم بکسل باید در فواصل زمانی معین از نظر فرسودگی، دوام، وضعیت بد استفاده و شرایط عمومی مورد بازرسی قرار گیرد.

۴- الزامات ایمنی و یا ابعادی برای حلقه فلزی (Thimble)

۱-۴ ابعاد

ابعاد و اندازه های سازه های حلقه فلزی باید با شکل ۷ مطابقت داشته باشد.

۲-۴ جنس

جنس حلقه فلزی که شکل دهی شده است باید از فولاد مطابق با استاندارد EN10025 باشد.

یادداشت: اگر حلقه فلزی توسط روی پوشش داده شود، مقدار آن باید دست کم 120 g/m^2 و باید بر طبق استاندارد ISO 1461 انجام شود.

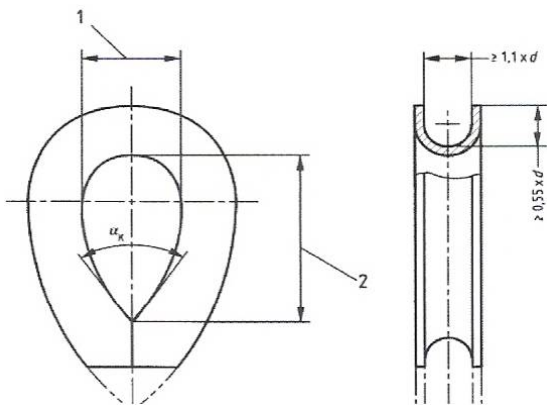
۳-۴ ساختار

لوله حلقوی باید عاری از هر گونه ترک یا عیوب باشد.

نکته ۱: یک فاصله کمی در محل اتصال می تواند مجاز باشد.

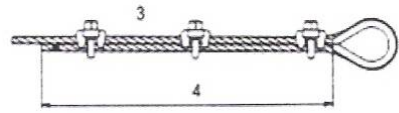
نکته ۲: هیچ الزامی در مورد اینکه حلقه فلزی بصورت نوک دار (pointed) باشد یا نه وجود ندارد (شکل ۷ را ملاحظه کنید).

حلقه فلزی باید قادر باشد تا در مرتبه اول بدون بکار بردن حرارت باز و بسته شود، عرض آن باید با اندازه کافی باشد بنحوی که $1/5$ برابر قطر نامی طناب فولادی مورد استفاده بتواند داخل آن شود.



شکل (۷): ابعاد اصلی نیم لوله حلقوی

Key
1 2,5 to 3,5 x d
2 1,5 to 2 x dimension 1
d = nominal rope diameter
 $\alpha_k \leq 50^\circ$



- ۱- موقعیت بست اول
- ۲- موقعیت بست دوم
- ۳- موقعیت بست سوم و بیشتر
- ۴- طول برگشتی سیم

شکل (۶): توالی بستن بست های نوع ۲

جدول (۶): نیروی پیچشی وارده به مهره و تعداد بست های نوع ۲

نیروی پیچشی Nm	طول سیم برگشتی (mm)	حداقل تعداد بست ها	قطر نامی سیم بکسل (mm)	اندازه نامی بست
۲۰.۳	۱۲۰	۲	۶-۷	۱/۴
۴۰.۷	۱۳۳	۳	۸	۵/۱۶
۶۱	۱۶۵	۳	۹-۱۰	۳/۸
۸۸	۱۷۸	۳	۱۱-۱۲	۷/۱۶
۸۸	۲۹۲	۳	۱۳	۱/۲
۱۲۹	۳۰۵	۳	۱۴-۱۵	۹/۱۶

توجه:

- در صورتی که تعداد بست های مورد استفاده بیشتر از تعداد اشاره شده در جدول باشد طول سیم برگشتی باید متناسباً افزایش یابد.
- رزوه هامی بایست تمیز، خشک و عاری از روغن و چربی باشد.

تعداد بست های اشاره شده در جدول ۶ برای سیم بکسل های RRL یا RLL در کلاس ۱۹×۶ یا ۳۷×۶، FC یا IPS، IWRC یا XIP نیز صدق میکند. اگر از ساختار سیل (Seale) یا مشابه آن بالا به خارجی ضخیم تر در کلاس ۱۹×۶ برای سازه های یک اینچ و بیشتر مورد استفاده قرار گیرد باید یک بست دیگر به آن اضافه کرد.

همچنین تعداد بست های نشان داده شده برای سیم بکسل مقاوم در برابر خمش RRL در کلاس ۱۹×۸ یا ۱۹×۸، XIP، IPS، با سازه های ۱-۱/۲ اینچ و کوچکتر و نیز سیم بکسل مقاوم در برابر خمش RRL در کلاس ۱۹×۷، XIP، IPS، با سازه های ۳/۴-۱ اینچ و کوچکتر صدق می کند. نخست باری را جهت آزمایش کردن بکار برید. این بار باید برابر یا بیشتر از باری باشد که انتظار آن را داریم. سپس مهره ها بررسی شده و طبق نیروی پیچشی توصیه شده محکم می گردد.

دوباره سفت کردن مهره ها در فواصل معین می تواند بصورت هر ۱۰۰۰۰ چرخه کاری برای کاربردهای سنگین، هر ۲۰۰۰۰ چرخه کاری برای کاربردهای متوسط و هر ۵۰۰۰۰ چرخه کاری برای کاربردهای سبک انجام پذیرد. اگر چرخه کاری نامشخص باشد