www.icivil.ir

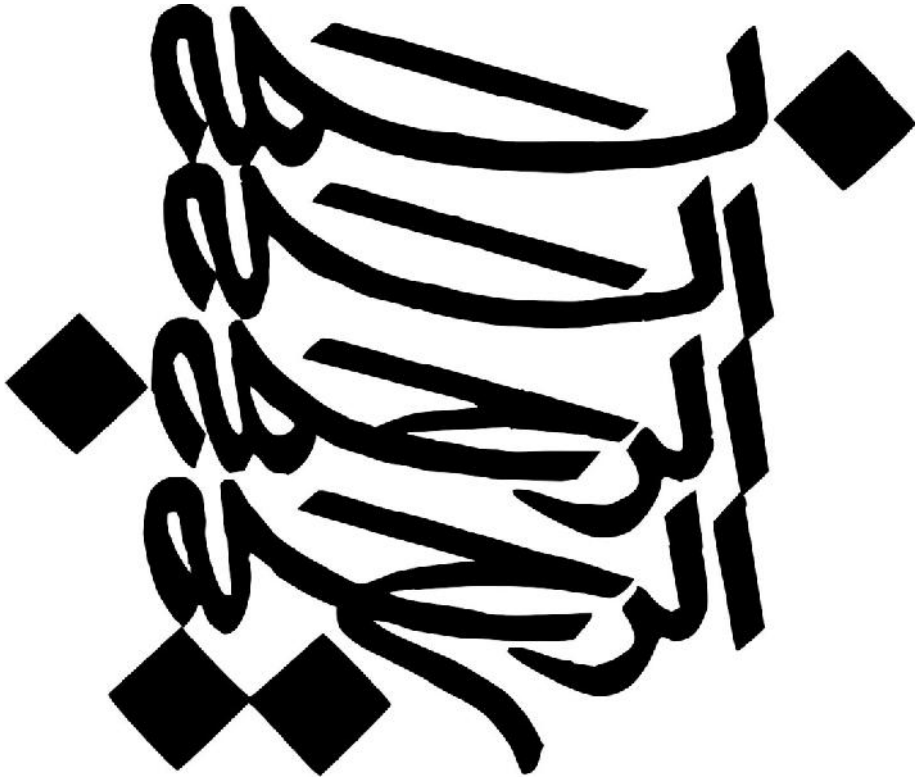
پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران



موضوع:

سازه های پیچ و مهره

گردآوردنده: میثم داستانپور

شماره دانشجویی: ۹۰۱۱۱۴۲۵

درس اجرای سازه های فلزی

استاد: مهندس طاهری

دانشگاه غیرانتفاعی حکمت قم

بهار ۱۳۹۲

چکیده

کیفیت مناسب اتصالات در سازههای فولادی عامل اصلی یکپارچگی سیستمهای سازهای بوده و تخریب بسیاری ازساختمانهای فولادی طبق گزارش زلزله های گذشته ناشی از مشکل جوشکاری اتصالات تعیین شده است. یک اتصال ضعیف ونامناسب می تواند منجر به یک سری زوال های پی در پی و بنیادی در سازه فولادی گردد. با جوشکاری اتصالات حساس مثل جوش شیاری نفوذی اتصال گیردار تیر به ستون در محل کارخانه و نصب اسکلت فولادی صرفا با پیچ کردن قطعات از پیش ساخته شده می توان علاوه بر تسریع در اجرای پروژه، به ارتقای کیفیت ساخت کمک شایانی نمود.

در این مقاله ضمن ارائه مزایا و معایب اتصالات پیچی، انواع پیچ ها از لحاظ نوع و مقاومت، عملکرد و کاربرد آنها و مسائل دیگر مربوط به سازه های پیچ و مهره ای به اختصار بیان گردیده و استفاده ازاتصال پیچی برای پیش سازی ساختمان های فولادی و بهبود کنترل کیفیت اجرایی توصیه می شود.

مقدمه

امروزه استفاده از سازه های پیچ و مهره ای در صنعت به نحو چشمگیری افزایش یافته به طوری که این سازه ها در گذشته فقط شامل سوله های صنعتی و مجتمعهای پتروشیمی و سازه های مورد استفاده در صنایع نفت و گاز می شد . هم اکنون کاربرد این سازه ها در ساختمانهای مسکونی ، اداری و تجاری که در شهرها نیز ساخته می شود با رشد چشمگیری روبرو بوده است . از مهمترین دلایل استفاده از سازه های پیچ و مهره ای در کشور های صنعتی عدم نیاز به جوشکاری زمان نصب سازه و در موقعیتهای سخت همچنین سرعت بیشتر اجرا در محل نصب نسبت به سازه های جوشی میباشد . همچنین اسکلتهایی که در محوطه پروژه های ساختمانی تولید می شوند بخاطر محدودیت در تامین برق مکفی و بکار گیری دستگاه های جوش مدرن (با نرخ نفوذ بالا و استاندارد) ، عدم وجود ابزار صنعتی سنگین ، تیم های مجرب ، رنگ آمیزی و زنگ زدایی صحیح و ... نه تنها فاقد کیفیت هستند بلکه کاملاً دست و پاگیر و دارای پروسه ای زمان بر هستند که بلاشک منجر به ایجاد ترافیک در معا بر و تزاحم همسایگان می شود.

روش سنتی ساخت اسکلت در محل از لحاظ اتصال و برپایی نیز علاوه بر موارد ذکر شده هزینه بالایی از بابت جرثقیل دارد . با توجه به زلزله خیز بودن کشور ما و حوادث ناگواری که در سالهای گذشته خصوصاً در بم صورت گرفت رویکرد و نگرشی جدید به تولید صنعتی و

استاندارد اسکلتهای ساختمانی پدید آمده است ، زیرا این نوع ساختمانها با طراحی خاص و اجرا بصورت صنعتی و مدرن ، مقاومت قابل ملاحظه ای در مقایسه با اسکلتهای سنتی دارند . نکته دیگر ، اقتصادی و پایین تر بودن هزینه تولید و نصب نسبت به روش سنتی معمول به صورت کلی است که در مواقع کمبود عرضه و افزایش قیمت تیرآهن درصدی قابل توجه میگردد . با توجه به گستره طراحی در تیر ورقها و سازه های پیش ساخته ، محاسبات فضا سازی و بارگذاری نیز با آزادی عمل بالایی صورت می گیرد.

اتصالات در کلیه سازه ها ازجمله سازه های فولادی یکی از اجزای اساسی سازه بوده و عامل اصلی یکپارچگی سیستم های سازه ای می باشند. یک اتصال ضعیف و نامناسب می تواند منجر به یک سری زوال های پی در پی و بنیادی در سازه فولادی گردد .از آنجا که زوال اعضای سازه ای خیلی کم اتفاق می افتد، بسیاری از زوال های سازه ای ناشی از طراحی ضعیف اتصالات و یا ضعف در جزئیات اجرائی می باشد .در طراحی و اجرای اتصالات ساختمانهای فولادی باید توجه ویژه ای بشود که حتی در ساختمانهای در حال احداث نیز مشکلات متعددی دیده می شود که به هنگام زلزله شکست جوش و گسیختگی اتصال ساده و یا گیردار تیر به ستون ساختمانهای فولادی زیاد تجربه شده است.
امروزه اجزای سازه ای فولادی توسط جوش یا پیچ و یا ترکیبی از این دو به یکدیگر متصل می گردند .تا چند دهه قبل اتصالات توسط جوش و یا پرچ انجام می شد. برای نخستین بار در سال 1947 "کمیته تحقیقاتی اتصالات پیچی و پرچی" آمریکا تشکیل شد. این کمیته اولین دستورالعمل خود را در سال 1951 انتشار داد. در این دستورالعمل ضوابط جایگزین نمودن پیچهای پر مقاومت به جای پرچ ارائه گردید. از آن تاریخ به بعد استفاده از پیچ به خصوص پیچ های با مقاومت زیاد بسیار رایج و مرسوم شد به طوریکه امروزه در سازه های فولادی دیگر از پرچ استفاده نمی شود.

دلایلی را برای این تغییر (یعنی استفاده از پیچ به جای پرچ) می توان برشمرد، ازجمله آنکه:
•برای نصب یک پیچ به دو کارگر معمولی نیاز است درصورتیکه یک پرچ توسط چهار کارگر ماهر اجرای می شد.
•اجرای پرچ یک عملیات به علت حمل پرچ گداخته از محل کوره تا محل نصب نسبتا خطرناک و پر سروصدا است.
•اجرای اتصالات پیچی بسیار سریع انجام میگیرد و زمان نصب را به طور چشمگیری کاهش می دهد.

با این وجود ضوابط مربوط به ساخت و اجرای اتصالات پرچی کنار گذاشته نشده است و هنوز توسط آئین نامه AICS ارائه می شود. زیرا بسیاری از سازه های فولادی موجود در گوشه و کنار جهان دارای اتصالات پرچی می باشند و شناخت رفتار آنها برای ارزشیابی مقاومت این سازه ها و ترمیم سازه های قدیمی الزامی می باشد. به طورکلی، اصول آنالیز و طراحی اتصالات پرچی نظیر اتصالات پیچی می باشد با این تفاوت که خصوصیات مصالح آنها متفاوت می باشد.
نوع دیگر عامل اتصال، جوش است که بسیار مرسوم بوده و دارای چندین مزیت نسبت به پیچ می باشد. یک اتصال جوشی از نظر طراحی، براساس مفاهیمی نسبتا ساده استوار می باشد. بعضی از اتصالات پیچی که طراحی و اجرای آنها پیچیده باشد با سهولت بیشتر توسط جوش طراحی و اجرا می شوند. به عنوان مثال برای ساخت یک تیر ورق با مقطع I شکل باید با استفاده از نبشی، پرچ و یا پیچ، مهره و واشر بال ها را به جان متصل کرد، در صورتیکه توسط جوش این تیر ورق به سادگی قابل ساخت می باشد.
از طرف دیگر جوش نیز مشکلات خاص خود را دارد و یکی از مهمترین موضوعات درهر ساختمان فولادی، کنترل جوشکاری آن است. جوشکاری باید توسط استادکاران ماهر انجام شده و جوش اجرا شده مورد بازرسی های لازم براساس نوع جوش قرار گیرد. بازرسی جوش عملیاتی دقیق، زمان گیر و پرهزینه است. جوشها درهمه بخشها بایستی منطبق بر اطلاعات نقشه بوده و از لحاظ بعد و طول جوش و کنترل کیفیت لازم بررسی گردد. امروزه استفاده از پیچ به عنوان یک وسیله مناسب و قابل اطمینان در ساخت و اجرای سازه های فولادی بسیار رایج و متداول گردیده است. چون عموما در ساخت و تولید پیچ ها از فولادهای مخصوص با عملیات ویژه استفاده می کنند، مصالح پیچ ها دارای مقاومت گسیختگی به مراتب بالاتر از فولادهای ساختمانی معمولی می باشند، دست یابی به پیچ های پرمقاومت و با

کیفیت مناسب موجب فراهم شدن افق های جدیدی در زمینه اتصالات انواع سازه های فولادی اعم از ساختمان، پل و تاسیسات صنعتی گردیده است.

در سالهای اخیر استفاده از پیچ به عنوان یک وسیله مناسب و قابل اطمینان در ساخت و اجرای سازه های فولادی 10تا 40 طبقه در کشور متداول گردیده است.

جدول مقایسه ای اسکلت پیش ساخته پیچ و مهره ای با روش ساخت و نصب بصورت جوشی و در محل اجرای ساختمان به شرح ذیل آمده است:

آیتم	اتصال جوشی	اتصال پیچ و مهره
امکان پذیری شروع ساخت اسکلت	بعد از تخریب و اجرای فونداسیون	در هر زمان و حتی قبل از تخریب
مدت ساخت اسکلت	حداقل دو ماه بعد از فونداسیون	یک ماه بدون تلاقی با امور اجرایی
عملیات نصب	یک ماه بعد از ساخت اسکلت	بلافاصله بهد از اجرای فونداسیون در 10 روز
کیفیت ساخت	جوشکاری و مونتاژ در محل مطابق آیین نامه ها صورت نمی گیرد	با متد صنعتی و جوشکاری اتوماتیک زیر پودری
نظارت بر ساخت	امکان کنترل روزانه توسط مهندس ناظر عملا وجود ندارد	به خاطر ماهیت ساخت کارخانه ای به صورت روزانه است
نظارت بر نصب	کنترل اتصالات در طبقات مقدور نیست	به آسانی امکان دارد
مشکلات محلی	اشغال سایت در تمام مدت ساخت ، انسداد معبر ، سر و صدا و اصطحکاک با همسایگان و شهرداری و	هیچکدام از مشکلات روش جوشی را ندارد
مقاومت در برابر زلزله	به خاطر نرسیدن به حد استاندارد های لازم هیچگاه تامین نمی گردد	کاملا مقاوم و منطبق با جزئیات محاسباتی و اجرایی نقشه
محدودیت های طراحی در تهیه نقشه	دارد	ندارد
رنگ آمیزی	عدم امکان زنگ زدایی رنگ آمیزی درست	در کارخانه با متد صنعتی
عملکرد پیمانکار	تیم های آموزش دیده ، نفرات ثابت و مطا بق با الگو های مهندسی در این گروه کاری در دسترس نیستند	پیمانکار دارای کارخانه ، تیم مهندسی و پرسنل فنی و دائمی است

مزایا و معایب اتصالات پیچی:

مزایای اتصالات پیچی به شرح زیر است:

۱) *سرعت اجرا :* سرعت اجرای سازه های با اتصالات پیچ و مهره ای نسبت به اتصالات جوشی بالاتر و کاملا قابل لمس می باشد و زمان

ساخت سازه های پیچ و مهره ای کمتر از سازه های با اتصالات جوشی است و با توجه به مدت زمان بالای اجرای پروژه های کشورمان این نوع از سازه ها جهت کاهش زمان ساخت پیشنهاد می گردد .

۲) *سرعت نصب :* در این گونه از سازه ها بدلیل حذف کامل جوشکاری در محل نصب سازه ، فقط با جای گذاری قطعات و بستن تعدادی پیچ و مهره محدود می شود که این عامل باعث افزایش چشمگیر سرعت نصب می شود و خطاهای نصب به حداقل خود می رسد.

۳) *امکان بازنمودن سازه و استفاده مجدد:* اعضای سازه های فولادی را که با پیچ به یکدیگر متصل شده اند، می توان از هم جدا نمود و در محل دیگری مجددا آنها را به یکدیگر متصل و سازه جدیدی را احداث نمود. این موضوع در اجرای سازه های موقت نظیر پل ها و داربست های غیردائم اهمیت ویژه ای دارد.

۴) *کیفیت ساخت :* کیفیت ساخت سازه با امکانات موجود در کارخانه و طبق نقشه های طراحی شده و تحت نظارت واحد کنترل کیفی قابل مقایسه با سازه های جوشی که در محل نصب سازه ساخته می شوند نمی باشد و دارای کیفیت بسیار بالایی می باشد .

۵) *پرت مصالح :* معمولا دست محاسب در انتخاب مقاطع خاص مانند IPE بسته می باشد و مجبور است با اضافه کردن ورق و جوشکاری اضافی به مقطع مورد نظر خود برسد .حال آنکه در ساختمان پیچ و مهره ای امکان اجرا و تولید مقاطع سبک تر و با مقاومت بیشتر وجود دارد استفاده از ورق در ساخت مقاطع و پرت آهن آلات به حداقل می رسد .

۶) *ایمنی و پایداری سازه :* چه به لحاظ تئوری و چه به لحاظ عملی ثابت شده است که ساختمان های پیچ و مهره ای به دلیل کیفیت بهتر، پایداری و مقاومت بیشتری در برابر زلزله و نیروهای جانبی دارند.

۷) *هزینه کمتر :* اجرای ساختمان پیچ و مهره ای به لحاظ اقتصادی می تواند هزینه کمتری را به مالک تحمیل کند ولی این بدان معنی نیست که در دو سازه که کاملا مقاطع آن یکسان می باشد سازه پیچ و مهر ه ای کم هزینه تر باشد . ولی به دلیل باز بودن دست طراح در بهینه سازی و ساخت مقاطع با وزن کمتر، امکان کاهش وزن سازه توسط طراح به راحتی امکان پذیر است.

۸) *مقاومت در برابر آتش سوزی :* در دماهای بالا معمولا اتصالات پیچ و مهره ای مقاومت بیشتری در برابر حرارت دارند و احتمال تخریب سازه بسیار کمتر از اتصالات جوشی است .

۹) *عدم نیاز به فضای کار* : معمولا در شهر ها به دلیل عدم وجود موقعیت و مکان مناسب جهت ساخت ، اغلب پیمانکاران دچار زحمت فراوان شده که با استفاده از این نوع سازه ها ، قابلیت اجرا در شلوغ ترین و کم حجم ترین موقعیت ها را فراهم کرده است.

۱۰) *رواج جهانی :* در کلیه کشورهای آمریکایی و اروپایی تمامی سازه ها به صورت پیچ و مهره ای اجرا می شود مگر در سازه های بسیارکم اهمیت که اتصالات آن جوشی اجرا میشود که از دلایل مهم استفاده از این نوع سازه ها در این کشور ها ، عملکرد بهتر آن و تجربه بیشتر آن کشور ها در ساخت سازه های فولادی می باشد.

۱۱) *خوردگی سازه :* در سازه های پیچ و مهره ای قبل از رنگ آمیزی ، قطعات داخل دستگاههای سندبلاست و وایربرس تحت نظر واحد کنترل کیفی زنگ زدایی می شوند که در سازه های جوشی این عملیات انجام نمی گردد و همچنین در سازه های جوشی بجای رنگ غنی شده با روی ، که در سازه های پیچ و مهره ای استفاده می شود ، ضد زنگ بکار می رود که این امر باعث خوردگی سریع سازه می شود.

۱۲) *امکان استفاده در مدیریت حوادث :* با توجه به امکان جابجایی این گونه سازه ها امکان جابجایی و نصب آن در مناطق بحران زده مانند سیل و زلزله امکان پذیر می باشد

.

۱۳) شرایط محیطی کار: برای اجرای مناسب اتصالات جوشی لازم است درجه حرارت محیط، تهویه هوا، محل استقرار و نیز فضای دسترسی به اتصال در شرایط مناسب و قابل قبولی باشد؛ در حالی که محدودیت های ذکر شده در اجرای سازه های فولادی به کمک اتصالات پیچی به مراتب کمتر است.

مشکل عمده در اجرای سازه های فولادی با اتصالات پیچی در اثر اجرای غلط و نامناسب سوراخ ها و عدم رعایت میزان پیش تنیدگی در پیچ ها و عدم انطباق آنها هنگام اجرا و نصب پدید می آید. بنابراین در تعبیه سوراخ های اعضا در کارگاه های صنایع فلزی باید به دقت محل سوراخ ها تعیین و با وسایل و تجهیزات مناسب عمل سوراخ نمودن اعضا صورت گیرد.

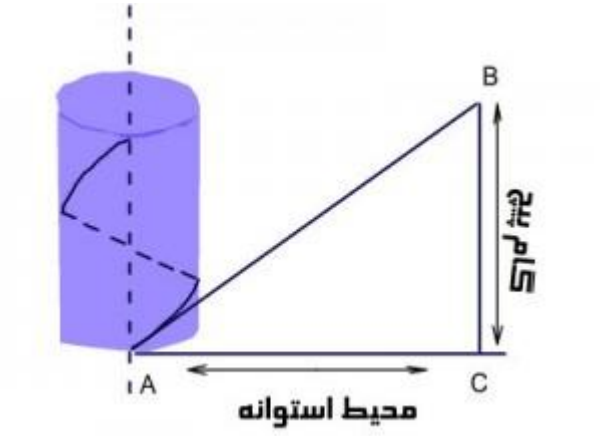
جلوگیری از خوردگی:

دوام اتصالات به درجه خوردگی محیط در دوران سرویس بستگی دارد. خرابی های ناشی از زنگ زدگی باعث گسیختگی پیش از موقع می شود، بنابراین محافظت در برابر خوردگی به منظور حفظ تمامیت و یکپارچگی سازه در طول عمر خود باید مورد توجه قرار گیرد. پیچ ها و مهره ها در سازه های فولادی یکی از اجزای مهم بوده که تمامیت کل سازه به آنها بستگی دارد.

برای محافظت در برابر خوردگی می توان از فلزهای مقاوم و یا پوشش های محافظ قبل و بعد از نصب استفاده نمود. استفاده از اتصالاتی که از آلیاژهای مقاوم ساخته شده اند بهترین راهکار در محیط های بسیار خورنده می باشد. پوشش های محافظ شامل روی، کادمیوم و فلزات گران قیمتی مانند نیکل و قلع می باشد که باید پیش از نصب مورد استفاده قرار گیرند. در مورد فلزات فعال تر مانند روی و کادمیوم ضخامت پوشش اهمیت زیادی دارد اما پوشش های نازک نیکل و قلع می تواند در درازمدت به خوبی از سازه محافظت نماید.

تعریف پیچ:

یک میله ی استوانه ای فلزی یا غیر فلزی است که روی محیط آن دندانه ایجاد شده است .



تعریف گام پیچ:

به فاصله ی دو نقطه ی مشابه ازدو دندانه مجاور گام پیچ گویند.

انواع پیچ ها:

تقسیم بندی پیچ های معمولی و پیچ های پرمقاومت با توجه به مقاومت نهایی کششی آنها و نوع مصالحی که در ساخت و تولید آنها به کار می رود، انجام می گیرد. هر دو نوع پیچ معمولی و پرمقاومت دارای شکل ظاهری مشابه یکدیگر هستند.

پیچ های معمولی: مصالح پیچ های معمولی از نوع فولاد نرمه با کربن کم می باشند. پیچ های معمولی در استاندارد ASTM 307 با علامت A مشخص می شوند. قیمت پیچ های معمولی از پیچ های پرمقاومت کمتر بوده و با قطرهای

محدود ساخته می شوند. مورد مصرف آنها در سازه های سبک مانند خرپاهای کوچک، سازه های موقتی و اعضای

درجه دوم سازه ها مانند مهاربندها و لاپه ها می باشد. از پیچ های معمولی به عنوان وسیله کمکی مونتاژ نیز در اتصالاتی که اعضای اصلی آن توسط جوش و یا پیچ های پرمقاومت متصل می شوند استفاده می شود.

پیچ های پرمقاومت: عرضه پیچ های پرمقاومت تحول زیادی در صنعت سازه های فولادی و اتصالات آنها به وجود آورد. مصالح پیچ های پرمقاومت از فولاد با کربن متوسط است که خود و مهره آنها به وسیله عملیات مرغوب سازی (حرارت دهی و کاهش حرارت) تولید می شوند و قبل از شروع عملیات مرغوب سازی حدود 16 تا 25 ساعت گداخته می شوند.

انواع عملکرد اتصالات پیچی:

انواع اتصال‌های پیچی: به طور کلی دو فلسفه در عملکرد اتصالات پیچی وجود دارد که عبارتند از: اتصال اتکایی و اتصال اصطکاکی.

عملکرد اتصال اتکایی: در عملکـرد اتکایی، پیـچ درون سوراخ صفحـات اتصـال قرار می‌گیرد و مهره بسته می‌شود. هنگامی که بار خارجی به پیچ وارد می‌شود، قطعات اتصال لغزش پیدا می‌کنند که در اثر آن، یک نیروی فشاری به لبه‌های اتصال وارد می‌شود که تبدیل به نیروی برشی در پیچ می‌گردد. این اتصال تنها برای حالت بارگذاری ثقلی می‌باشد و در طرح لرزه‌ای نباید از این نوع عملکرد در اتصال استفاده نمود. در این نوع اتصـال هیچ نیروی پیش‌تنیـدگی در پیچ ایجاد نمی‌شود و برای اجرای این اتصال، تنها سفت کردن پیچ به وسیله‌ی کارگر کفایت می‌کند.

عملکرد اتصال اصطکاکی: هنگامی که پیچ درون سوراخ صفحات اتصال قرار می‌گیرد، علاوه بر مهره باید از واشر نیز استفاده نمود .باید توجه شود که واشر مصرفی در اتصال اصطکاکی نباید از نوع واشر فنری باشد. بر اساس بند 3-5-3-10مبحث دهم ویرایش 1387، در طراحی لرزه‌ای تنها باید از این فلسفه‌ی طراحی در اتصال استفاده شود. به عبارتی دیگر، در طراحی همه‌ی اتصالات قاب‌های خمشی و قاب‌های دوگانه و نیز اتصالات بادبندی و وصله‌ی ستون‌های باربر جانبی در قاب‌های ساده باید از این نوع عملکرد استفاده نمود. در این نوع اتصال، علاوه بر سفت کردن نخستین پیچ، باید به مقداری که در طراحی مشخص شده است، نیروی پیش‌تنیدگی نیز در پیچ ایجاد شود .با اعمال نیروی پیش-تنیدگی، در پیچ تحت کشش قرار گرفته و با اعمال بار، بین صفحات اتصال اصطکاک به وجود می‌آید که باعث عدم لقی و کارکرد کامل اتصال می‌شود. باید در نظر داشت که شکل پیچ در اتصال اصطکاکی با شکل پیـچ در اتصـال اتکایی متفاوت است؛ به طوری که پیـچ‌های اتصال اصطکاکی دارای سرپیچ بزرگتر هستند.
زمانی‌که یک پیچ پرمقاومت بدون کشش اولیه، تحت اثر نیروی کششی خارجی قرار می‌گیرد، نیروی کششی درون پیچ با نیروی اعمال شده برابر می-گردد. در صورتی‌که پیچ پیش‌تنیده(پیش‌کشیده) شده باشد، درصد بسیار زیادی از نیروی کششی خارجی صرف ایجاد نیروهای فشاری و یا گیره‌ای اعمال شده به اجزای اتصال می‌شود. به دلیل آن‌که به‌طور معمول کشش به وجود آمده در پیچ‌های پرمقاومت ناشی از نیروی کششی خارجی در لحظه‌ی جداشدن قطعات از یکدیگر نزدیک به ده درصد بیش از کشش در آغاز بارگذاری می‌باشد، لذا باید همه‌ی پیچ‌هایی که تحت اثر کشش مستقیم قرار دارند، پیش‌کشیده شوند.
الزامات ضریب اصطکاک سطوح فولادی در اتصالات اصطکاکی: به طور کلی اصطکاک حاصل دو عامل می‌باشد، یکی زبری سطح و دیگری نیروی پیش‌تنیدگی. در طراحی فرض بر رنگ نشدن و وجود زبری مناسب سطوح اتصال می‌باشد، در نتیجه هنگامی که قطعات نصب می‌شوند، باید همه‌ی سطوح اتصال(شامل سطوح مجاور سرپیچ‌ها و مهره‌ها) از قسمت‌های پوسته شده و دیگر مواد زاید عاری بوده و به‌ویژه سطوح تماس اتصالات اصطکاکی باید به طور کامل تمیز باشد و اثری از پوسته‌ی زنگ، رنگ، لاک، انواع روغن و مصالح دیگر در آن‌ها وجود نداشته باشد. بنابراین پس از این‌که اتصال به وجود آمد، محل همه‌ی پیچ‌های بسته شده رنگ‌آمیزی می‌شود.

محدودیت‌های اتصالات پیچی: بر اساس فصل 10.1.10 مبحث دهم، برای اتصالات زیر باید از اتصال اصطکاکی با پیچ پرمقاومت یا اتصال جوشکاری شده استفاده شود:

وصله‌ی ستون‌ها در سازه‌های با ارتفاع 60متر و بیشتر.

وصله‌ی ستون‌ها در سازه‌های با ارتفاع بین 30تا60 متر در صورتی‌که نسبت بُعد کوچک پلان به ارتفاع در آن‌ها از 40٪ کمتر باشد.

وصله‌ی ستون‌ها در سازه‌های با ارتفاع کمتر از 30 متر در صورتی‌که نسبت بُعد کوچک پلان به ارتفاع در آن‌ها از 25٪ کمتر باشد.

در سازه‌های با ارتفاع بیش از 40متر، برای اتصال همه‌ی تیرها و شاه‌تیرها به ستون‌ها و یا اتصالات هر نوع تیر یا شاه‌تیری که مهار ستون‌ها با آن‌ها مرتبط باشد.
همه‌ی سازه‌هایی که جراثقال‌های با ظرفیت بیش از 5تن تحمل می‌کنند. وصله‌ی خرپاها یا تیرهای شیب‌دار سقف، اتصال خرپاها به ستون‌ها، وصله‌ی ستون‌ها، مهار ستون‌ها، مهار زانویی بین خرپای تیر سقف و ستون و تکیه‌گاه‌های جرثقیل مشمول این امر می‌باشند.
در اتصالات تکیه‌گاه‌های اعضایی که ماشین‌های متحرک یا بارهای زنده از نوعی را تحمل می‌کنند که تولید ضربه و یا معکوس شدن تنش‌ها را به همراه داشته باشد.
هر اتصال دیگری که در نقشه‌های طرح و محاسبه قید شده باشد.

آشنایی با روش‌های تولید پیچ:

روش‌های نورد و ساخت پیچ: پیچ‌ها به طور کلی به دو روش «فورج سرد» و «فورج گرم» تولید می‌شوند. روش فورج سرد دارای عیوب کمتر و کیفیت بهتری نسبت به فورج گرم می‌باشد. همچنین باید دانست که در حال حاضر در کشور ما، تنها تا سایز M24 به روش فورج سرد تولید می‌شود که به این نکته در طراحی باید توجه نمود.

روش‌های پوشش‌دهی پیچ بر اساس ASTM : ممکن است پس از ساخت، پیچ‌ها برای جلوگیری از خوردگی پوشش‌دهی شوند. روش‌های پوشش‌دهی عبارتند از: الف- پوشش گالوانیزه‌ی سرد یا الکترولیز، ب- پوشش گالوانیزه‌ی مکانیکی(که در ایران کمتر تکنولوژی آن وجود دارد)، پ- پوشش گالوانیزه‌ی گرم یا غوطه‌وری گرم، ت- پوشش غیرگالوانیزه یا رنگی.

آیین‌نامه‌ی ASTMبه طور اکید توصیه می‌کند که برای پیچ‌های رده‌ی 10.9 از هیچ پوشش فلزی استفاده نشود، چراکه امکان به وجود آمدن ترک‌های هیدروژنی در پیچ وجود خواهد داشت. درنتیجه باید توجه داشت که در محیط-های خورنده از پوشش‌های غیرگالوانیزه یا رنگی استفاده نمود. تفاوت روش غیرگالوانیزه با گالوانیزه در مرحله‌ی اسیدشویی‌ست که باعث فعال شدن یون هیدروژن در فولاد پیچ می‌شود؛ در حالی‌که در روش غیرگالوانیزه، از روش شات‌بلاست یا پاشش ریزدانه‌ی فولادی به جای اسیدشویی استفاده می‌شود.

آزمایش‌های پیچ، مهره و واشر:

به طور کلی آزمایش‌های زیر برای ست پیچ و مهره و واشر انجام می‌شود:
آزمایش‌های ابعادی
آزمایش‌های متالورژیکی
آزمایش‌های مکانیکی
آزمایش‌های پوشش مقاوم خوردگی
آزمایش‌های ابعادی و نیز متالورژیکی در هنگام تولید پیچ و مهره و واشر، در کارخانه‌ی سازنده انجام می‌شود. آزمایش‌های مکانیکی پس از تولید پیچ و مهره و واشر، در کارخانه‌ی سازنده یا آزمایشگاه‌های مقاومت مصالح انجام می‌گیرند .آزمایش‌های مکانیکی برای مهندسان طراح و بازرسان سازه دارای اهمیت می-باشد .به‌طورکلی آزمایش‌های مکانیکی شامل آزمایش‌های کشش، سختی‌سنجی و ضربه می‌شود. آزمایش کشش خود شامل سه نوع آزمایش می‌شود که عبارتند از: آزمایش بار گواه، آزمایش کشش گوه‌ای بر روی نمونه‌ی کامل و آزمایش کشش بر روی نمونه‌ی ماشین‌کاری شده.

آزمایش ضربه: در آزمایش ضربه که به آن «تاب نمونه‌ی زخم‌دار» نیز می-گویند، یک نمونه از مصالح مورد استفاده را برداشته، به کمک دستگاه پاندول‌دار و سقوط آزاد پاندول، قطعه شکسته شده و میزان انرژی جذب شده‌ی آن را اندازه‌گیری می‌کنند. آزمایش ضربه برای پیچ اجباری نیست اما در صورت امکان باید آن را انجام داد.

آزمایش کشش: این آزمایش از آزمایش‌های بسیار معمول برای پیچ می-باشد. در آزمایش کشش، پس از بستن کامل پیچ با یک مهره از رده‌ی مقاومتی بالاتر بر روی دستگاه کشش، با سرعتی مناسب پیچ تا حد تنش تسلیم زیر کشش قرار گرفته و سپس به مدت ده ثانیه در همین حالت باقی می‌ماند؛ سپس بار کششی از روی پیچ برداشته می‌شود. در این آزمایش هیچ‌گونه شکست یا افزایش طول همیشگی در پیچ نباید وجود داشته باشد.

آزمایش کشش گوه‌ای: پس از آزمون کشش این آزمایش بر روی پیچ انجام می‌شود .الزام آیین‌نامه برای انجام آزمایش کشش بر روی نمونه‌ی کامل و واقعی پیچ و مهره‌ی استفاده شده در پروژه است، مگر در مواردی که محدودیت ظرفیت دستگاه آزمایش وجود دارد و یا طول پیچ خیلی کوتاه است که در این حالت از نمونه‌ی ماشین‌کاری شده استفاده می‌شود. در این آزمایش باید دست-کم به مقدار چهار رزوه‌ی کامل از پیچ بین فک‌های دستگاه قرار بگیرد. حداکثر سرعت دستگاه نباید از 25 mm/min بیشتر باشد. شکست به‌وجود آمده تنها باید در بدنه‌ی پیچ باشد و در صورت بروز شکست در محل اتصال سرپیچ به بدنه، حتا اگر به مقاومت مورد نیاز نیز رسیده باشد، نمونه مورد پذیرش نیست. این شکست در پیچ‌های ساخته شده به روش فورج گرم بیشتر مشاهده می‌شود و بر همین اساس تا حد امکان باید از پیچ‌های ساخته شده به روش فورج سرد استفاده شود. از آن‌جایی که در ایران و در حال حاضر تنها تا قطر M24 به روش فورج سرد تولید می‌شود، در طراحی باید تلاش نمود تا از قطرهای بالاتر استفاده نشود.

آزمایش سختی‌سنجی: این آزمایش در رده‌ی آزمایش‌های غیرمخرب پیچ بوده و برای آگاهی از میزان سختی قطعه و برابری آن با مقدار استاندارد انجام می‌شود. سختی‌سنجی برای بخش انتهایی، سطح صاف بدنه و سطح صاف سرپیچ انجام می‌شود. به‌طورکلی از سه روش برای آزمون سختی‌سنجی استفاده می‌شود که عبارتند از : روش برینل، روش راکول و روش ویکرز.
برای مهره از آزمایش کشش استفاده نمی‌شود و تنها آزمایش‌های بار گواه و سختی‌سنجی بر روی مهره‌ها انجام می‌گیرد. برای واشر نیز تنها آزمایش سختی‌سنجی انجام می‌شود.
جهت انجام آزمایش‌های لازم برای پیچ و مهره و واشر، باید تعداد نمونه‌ی لازم بر اساس جدول موجود در نشریه‌ی 264 (آیین‌نامه‌ی اتصالات) استفاده شود. باید دانست که از این جدول تنها می‌توان تعداد نمونه را برای پیچ با پوشش غیرگالوانیزه به‌دست آورد.

مشخصات پیچ‌های تولیدی در ایران:

تنش گسیختگی FU در پیچ که با توجه به نحوه‌ی تولید پیچ‌های پرمقاومت در ایران، طراحان باید به مورد مهمی در طراحی سازه توجه کنند. در تولید پیچ، به دلیل استفاده‌ی تولیدکنندگان از فن‌آوری و تجهیزات آلمانی، آیین‌نامه‌ی مرجع DIN آلمان می‌باشد، اما آیین‌نامه‌ی طراحی بر اساس مبحث دهم، برگرفته از علایم استانداردهای امریکایی می‌باشد. در آیین‌نامه‌های امریکایی، رده‌ی پیچ بر اساس مقاومت طبقه‌بندی شده است در حالی که در آیین‌نامه‌های آلمانی بر اساس شکل و عملکرد پیچ دسته‌بندی صورت گرفته است. طراح باید به این نکته توجه داشته باشد که در محاسبات و نیز نقشه‌ها از علامت‌های آلمانی استفاده کنند چرا که پیچ موجود در بازار ایران بر این اساس می‌باشد.

تعریف رده‌ی مقاومتی پیچ:

رده‌ی مقاومتی در پیچ‌ها بر اساس DIN با سه عدد 8.8، 10.9 و 12.9 تعریف شده است که در ایران رده‌ی 12.9 تولید نمی‌شود. البته این آیین‌نامه رده‌های مقاومتی 4.6 و 5.6 را نیز برای پیچ‌های معمولی تعریف نموده است. از آن‌جا که با توجه به بند 10-3-5-3 مبحث دهم ویرایش 1387، در اتصالات لرزه‌ای تنها باید از پیچ‌های پرمقاومت استفاده شود، این نوع پیچ‌ها در طراحی اتصالات اصطکاکی کاربردی ندارد؛ ضمن آن‌که تولید این نوع پیچ نیز در کشور ما بسیار محدود می‌باشد. این عدد معرف مقدار تنش جاری‌شدن و تنش گسیختگی پیچ می‌باشد. به عنوان مثال، در رده‌ی مقاومتی 8.8، منظور از 8 اول حداقل مقاومت نهایی پیچ برابر Kg/cm^2

8000، و منظور از .8 مقدار تنش جاری‌شدن پیچ برابر با $0.8\times8000=6400\ Kg/cm^2$ می‌باشد.
به همین ترتیب برای رده‌ی 10.9 داریم:
$F_U=10000\ Kg/cm^2$ و $F_y=0.9\times10000=9000\ Kg/cm^2$

آشنایی با وسایل بستن و پیش‌تنیدگی در اتصالات:

وسایل دستی: این ابزار شامل آچار رینگی، بست (Spanner)و ابزاری از این دست بوده که بیشتر برای بستن پیچ‌ها در اتصالات اتکایی کاربرد دارد. این ابزار برای پیش‌تنیدگی اتصالات اصطکاکی کاربردی ندارد.

وسایل ماشینی :چون یک کارگر توانایی لازم برای پیش‌تنیدگی پیچ‌های اتصالات اصطکاکی را ندارد، به ناچار باید از وسایل ماشینی برای این مقصود استفاده نمود. این وسایل شامل ابزار مختلفی‌ست که پرکاربردترین آن‌ها عبارتند از:
آچار هیدرولیک: این وسیله با فشار روغن کار کرده و در سازه‌های فولادی کاربرد زیادی نداشته و بیشتر در مخازن تحت فشار استفاده می‌شود.

آچار بادی: در کشور ما، برای سازه‌های فولادی بیشتر از این وسیله استفاده می‌شود. این وسیله دارای انواع و اندازه‌های گوناگون بوده و کارکرد آن با فشار باد می‌باشد. به همین دلیل باید از کمپرسور باد برای تامین نیروی آن استفاده نمود. در این روش با استفاده از باد پرفشار و ضربه زدن، پیچ‌ها سفت می‌شود.

آچار برقی: این وسایل همان‌گونه که از نامشان پیداست با برق کار می‌کند .این ابزار در کشور ما رایج نیست که شاید به دلیل گرانی ابزار و هزینه‌ی تامین و نگهداری بالا باشد.

به طور کلی به ابزار سفت کردن و پیش‌تنیدن پیچ‌ها Impactor گفته می-شود .نکته‌ی مهم هنگام استفاده از این ابزار عدم آگاهی از میزان گشتاور ایجاد شده و میزان پیش‌تنیدگی پیچ می‌باشد که مورد بسیار مهمی در زمینه‌ی ایجاد یک اتصال درست در هنگام اجراست.
ترک‌متر :(Torque Meter) همان‌گونه که اشاره شد، با استفاده از ابزار دستی یا ماشینی برای سفت کردن پیچ‌های اتصال سازه، نمی‌توان میزان گشتاور ایجاد شده و پیش‌تنیدگی حاصل از آن را به‌دست آورد. برای رسیدن به پیش-تنیدگی در پیچ‌های یک مجموعه اتصال، باید میزان گشتاور پیچشی مشخص شود که برای این کار از وسیله‌ای به نام ترک‌متر استفاده می‌شود. این وسیله دارای نشانگری‌ست که به کمک آن می‌توان مقدار گشتاور پیچشی وارد بر پیچ را اندازه‌گیری نمود.

چندکاره *:(Multi Player)* در مورد پیچ‌های تا سایزM20 (سایزهای پایین) می‌توان انتظار داشت که نیروی یک کارگر معمولی توان سفت‌کردن آن‌را داشته باشد؛ اما، برای سایزهای بزرگتر از آن که نیروی کارگری تامین‌کننده‌ی میزان سفت‌شدگی نیست، باید از دستگاه چندکاره که در اصطلاح به آن "مولتی پلایر" گفته می‌شود استفاده نمود .این دستگاه دارای انواع گوناگونی است که براساس شاخصه‌ی نسبی با افزایش نیروی دست کارگر تقسیم‌بندی شده است .به عنوان مثال، مولتی‌پلایر 1:2 میزان نیروی دست کارگر را دو برابر و مولتی-پلایر 1:5 میزان نیروی دست کارگر را پنج برابر می‌کند.

به طور معمول در پروژه‌های ساختمانی، از ترکیب ترک‌متر و مولتی‌پلایر برای سفت‌کردن و پیش‌تنیدن پیچ‌های اتصالات سازه‌های فولادی استفاده می-شود.

انواع سوراخ‌ها:

در اتصالات پیچی بر اساس آیین نامه‌های طراحی AISC و مبحث دهم از مقرارت ملی ساختمانی ایران، انواع سوراخ به شرح زیر طبقه-بندی می‌شود :

الف- سوراخ استاندارد گرد
ب- سوراخ بزرگ شده گرد
پ- سوراخ لوبیایی بلند
ت- سوراخ لوبیایی کوتاه
ث- سوراخ لوبیایی(بلند یا کوتاه) عمود برجهت نیرو

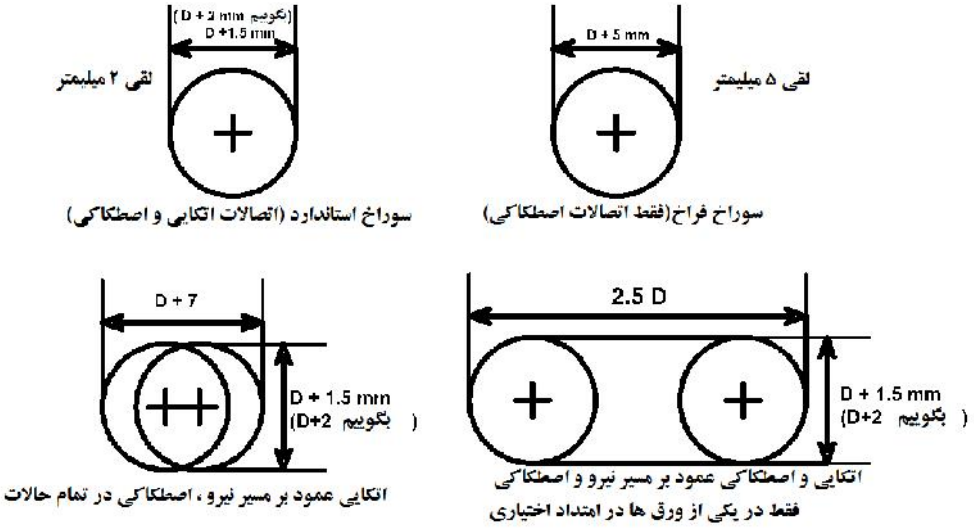
آیین‌نامه‌ی AISC در اتصالات اصطکاکی تنش‌های مجاز برشی برای پیچ-های پر مقاومت را بر اساس وضعیت سطوح ورق‌های در حال تماس و نیز نوع سوراخ بیان می‌کند. آیین‌نامه‌ی مذکور سطوح تماسی که تمیز بوده و لایه‌ای از اکسید حاصل از نورد گرم در روی آن قرار داشته باشد را کلاس A می‌نامد و برای وضعیت‌های مختلف سطوح طی جدولی تنش‌های برشی مجاز را ارائه می-کند.
مبحث دهم از مقررات ملی ساختمانی ایران تنش‌های مجاز برشی پیچ در اتصالات اصطکاکی را بر اساس نوع سوراخ بیان می‌نماید. سوراخ استاندارد طبق تعریف آیین‌نامه‌ی ایران سوراخی است که قطر آن 2میلی متر از قطر پیچ بیشتر است. در حالی که آیین نامه AISC سوراخی را استاندارد می‌نامد که قطر آن به طور دقیق برابر قطر پیچ باشد. از نظر اجرایی تعریف آیین‌نامه‌ی AISC امکان-پذیر نیست، بلکه حتا می‌توان گفت که تعریف آیین‌نامه‌ی ایران برای سوراخ استاندارد نیز بسیار دشوار اجرا می‌گردد. در نتیجه در محاسبات بیشتر محاسبان فرض را بر غیر استاندارد بودن سوراخ ایجاد شده در حالت اصطکاکی(با توجه به بخش «ب» از بند3.10.1.10 و بند 3.5.3.10 ویرایش 1387 مبحث دهم، اتصالاتی که در سیستم لرزه‌بر مشارکت ندارند) گذاشته و کنترل‌ها را بر اساس سوراخ بزرگ در نظر می‌گیرند؛ و در اتصالات اتکایی تاکید بر استاندارد بودن سوراخ دارند، چرا که در هر حال اجرای سوراخ استاندارد در عمل کار آسانی نیست.

فاصله‌ی بین سوراخ‌ها در بازه‌ی مقادیری مشخص می‌باشد. مقدار کمینه برای فاصله‌ی سوراخ‌ها به دو جهت است؛ یکی جلوگیری از گسیختگی و پارگی ورق و دیگری اجرایی بودن کار و فراهم کردن فضای مناسب برای بستن پیچ. مقدار بیشینه‌ی سوراخ‌ها پیروی سه دلیل است. نخست آن که بتوان توزیع به نسبت واقعی‌تری از نیرو در اتصال داشته و همنواختی و یکسانی آن را در پیچ‌ها به‌وجود آورد، تا فرض صلب بودن ورق تامین شود؛ دوم این که با کم کردن فاصله، طول موج کمانشی حاصل از نیروی فشاری را نیز به کمترین مقدار ممکن رساند تا از کمانش موضعی جلوگیری شود؛ و آخرین دلیل هم این که از باز شدن درز بین ورق‌های اتصال و خطر زنگ‌زدگی ورق جلوگیری نمود.
مبحث دهم از مقررات ملی ساختمانی ایران محدودیت‌های زیر را برای سوراخ‌های اتصالات پیچی در نظر می‌گیرد:
الف- سوراخ‌های بزرگ فقط در اتصالات اصطکاکی مجاز است.
ب -سوراخ‌های لوبیایی کوتاه در تمام امتدادها در اتصالات اصطکاکی مجاز هستند و در اتصالات اتکایی امتداد طولی سوراخ باید عمود بر امتداد نیرو باشد.
پ -در اتصالات اتکایی، سوراخ‌های لوبیایی بلند فقط در امتداد عمود بر مسیر نیرو مجاز هستند و در اتصالات اصطکاکی فقط می‌توانند در یکی از ورق‌های اتصال و در هر امتداد اختیاری وجود داشته باشد.

سوراخ‌های لوبیای و بزرگ به دلایل زیر در اتصالات تعبیه می‌شوند:
الف -در اتصالات اتکایی و یا اصطکاکی که در آن‌ها به دلایلی نیروی پیش-تنیدگی کاهش یا حذف می‌شود. هنگامی که اتصال تحت بارهای دینامیکی قرار می گیرد احتمال تماس تنه‌ی پیچ با دیواره‌ی سوراخ در دفعات مکرر وجود دارد. تعبیه‌ی سوراخ‌های بزرگ یا لوبیایی موجب عدم تماس تنه پیچ با دیواره-ی سوراخ به‌ویژه در اثر پدیده‌ی خستگی خواهد شد.
ب- تعبیه‌ی سوراخ‌های بزرگ و لوبیایی شرایط مناسب تری برای مونتاژ، تنظیم و رواداری پیچ‌ها در اتصال فراهم می‌نماید.

پ- تعبیه‌ی سوراخ‌های بزرگ و لوبیایی از وقوع تنش‌های ناشی از دما و نیز تنش‌های مرتبه‌ی دوم جلوگیری می‌کند.

در رابطه با قطر پیچ، باید توجه داشت در ایران قطرهای M18 و M33تولید نمی‌شود. در نتیجه در طراحی هیچ‌گاه از این دو نمره نباید استفاده کرد.



وظایف بازرسان پیچ و مهره:

مطالعه‌ی دقیق مباحث اجرایی مشخصات فنی، نقشه‌های قرارداد، نقشه‌های کارگاهی ساخت و نیز نصبی پروژه.

مطالعه‌ی همه‌ی «گواهی‌نامه‌های مطابقت مواد» که از سوی کارخانه‌ی سازنده صادر شده است و حصول اطمینان از تطابق ویژگی‌های مواد قطعات با الزامات پروژه.

تایید شناسایی مواد پیچ‌ومهره‌ها.

تایید وجود شرایط مناسب و تحت کنترل جهت انبار قطعات.

تایید وجود دستورکارهای مصوب نصب پیچ‌ومهره و استفاده از این دستورکارها در روند عملیات اجرایی.

تایید صلاحیت همه‌ی پرسنل نصاب پیچ‌ومهره.

حصول اطمینان از آگاهی تمام نیروهای کاری از دستورکار نصب پیچ و مهره.

مشاهده‌ی آزمایش پیش از نصب که در آغاز کار و به ازای هر محموله انجام می‌شود.

در روش استفاده از آچار کالیبره، عملیات کالیبراسیون آچار در ابتدای هر شیفت کاری بررسی و بازرسی شود.

کنترل کفایت وضعیت اتصال اعم از وضعیت ابعاد سوراخ‌ها، عدم وجود وضعیت نامناسب در سوراخ‌هایی که گشاد شده و یا برقو زده شده‌اند.

در اتصالات اصطکاکی، کنترل مناسب بودن وضعیت سطوح ورق‌های اتصالی که بر روی هم قرار می‌گیرند.

کنترل سفت‌شدن نخستین همه‌ی پیچ‌ها، پیش از اعمال نیروی پیش‌تنیدگی.

در اتصالاتی که باید پیش‌تنیده شوند، درقالب یک برنامه‌ی زمان‌بندی مناسب عملیات پیش‌تنیدگی کنترل شود تا از درستی انجام آن اطمینان حاصل شود.

هرگونه اختلاف نظر در خصوص دستیابی به میزان پیش‌تنیدگی مورد نظر باید بلافاصله حل‌وفصل شود. گزارش کاملی در خصوص اتصالات مشاهده و بازرسی شده که مورد قبول قرار گرفته‌اند تهیه شود. این گزارش باید طبق برنامه و در زمان‌های مربوطه و از پیش مشخص به دستگاه مربوطه تحویل شود.

عکس هایی از اتصالات پیچ و مهره ای