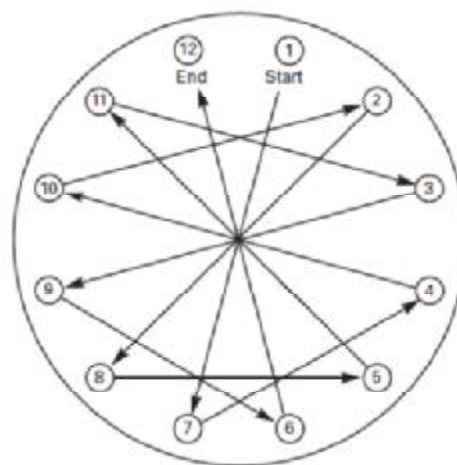
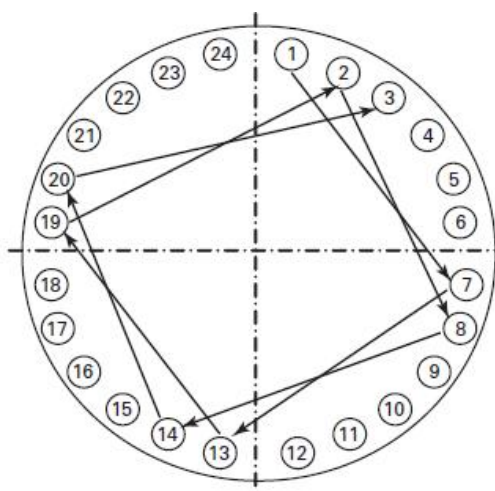


رسم‌های دوباره مجموعه مونتاژی اتصالات فلنجی پیچی تحت فشار

برگردان فارسی ASME PCC1- 2010

مترجم: احمد شاکری، کارشناس ارشد مکانیک (شرکت نفت و گاز پارس)



فهرست

1- گستره	6
2- مقدمه	6
3- آموزش، تایید شایستگی و صدور گواهینامه برای پرسنل مونتاژ کننده {اتصال}	6
4- تمیزکاری و آزمایش سطوح تماس فلنج و پیچها	6
5- همراستایی اتصالات فلنجی	8
6- نصب گسکت	8
7- روانکاری سطوح کاری	9
8- نصب پیچها	12
1-8. ویژگیهای پیچ و مهره	12
2-8. طول پیچها	12
1-2-8	12
9- شماره گذاری پیچها، برای سفت کردن با تک ابزار	13
1-9. شماره گذاری پیچها، هنگامی که از چند ابزار استفاده میشود.	13
10- سفت نمودن پیچها	13
1-10. شیوه سفت نمودن پیچ یا تکنیک کنترل بار	15
2-10. محاسبه اندازه افزایش طول پیچ	18
3-10. برگزیدن روش سفت کردن و تکنیک کنترل بار	18
11- ترتیب سفت کردن با یک تک ابزار	18
1-11. ترتیب سفت نمودن در صورت استفاده همزمان از چند ابزار	18
2-11. اندازه گیری فاصله (Gap)	18
12- برآورد گشتاور نهایی	19
1-12. پیش-تنش نهایی (هدف)	20
13- تست فشار و نشت ناپذیری اتصال	20
14- سوابق و مستندات	20
15- باز کردن اتصال	20
1-15. کنترل بار در هنگام باز نمودن اتصال	25
16- مراجع	25

25	2-16. انتشارات API
25	3-16. انتشارات ASME
26	5-16. انتشارات ASTM
26	6-16. انتشارات AWS
26	7-16. انتشارات ISO
26	8-16. انتشارات وزارت کار آمریکا/مدیریت ایمنی و سلامت شغلی
26	9-16. انجمن {کاربردهای} پرفشار ژاپن
26	10-16. انتشارات MSS
26	11-16. انتشارات PIP
26	12-16. انتشارات WRC
26	13-16. انتشارات دیگر
27	پیوست A: نکاتی در زمینه تایید شایستگی مونتاژکاران اتصال فلنچی
27	1-A. هدف
27	2-A. بکارگیری مدرس شایسته
27	3-A. کنترل افزایش طول پیچ
27	4-A. گستره اندازه پیچ ها جهت تایید شایستگی
28	پیوست C: اندازه پیشنهادی پرداخت سطوح تماس گسکت برای گسکت های گوناگون
29	پیوست D: رهنمود ها در باره اندازه یکنواختی (Flatness) پذیرفته شده، رویه گسکت و گودی پذیرفته شده عیوب
29	1-D. تolerانس یکنواختی (Flatness) سطح فلنچ
29	2-D. تolerانس عیوب قرار گرفته بر رویه فلنچ
35	پیوست E: رهنمودهایی در باره همراهی اتصال فلنچی
35	1-E. کلیات
35	2-E. رهنمودها در باره همراهسازی فلنچ ها
35	1-2-E. لوله های {با اندازه} بزرگ متصل به تجهیزات حساس
35	2-2-E. سیستم Piping با سختی بحرانی
36	4-2-E. اصطلاحات و تعاریف
38	پیوست F: روشهای جایگزین برای الگو یا ترتیب سفت کردن روش بازمانده
39	1-F. رویه های موجود
38	1-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 1

39.....	2-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 2
41.....	3-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 3
41.....	4-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 4: الگوی سفت کردن همزمان چندین پیچ (سیستم شماره گذاری گروهی)
43.....	5-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 5
43.....	6-1-F. الگوهای بازمانده بهینه سازی شده
43.....	2-F. تهیه رویه های نو:
54.....	پیوست G: استفاده از پیمانکاران متخصص در خدمات سفت کردن پیچ
54.....	1-G. استخدام پیمانکاران
54.....	2-G. اختیارات و وظایف پیمانکار
55.....	پیوست H: سطح ناحیه ریشه و ناحیه تحت تنش پیچ
56.....	پیوست I: {اثر} برهم کنش در زمان سفت کردن {پیچ ها}
56.....	1-I. برهم کنش کشسان
56.....	2-I. در نظر گرفتن اثرات ناشی از برهم کنش کشسان
57.....	پیوست J: محاسبه گشتاور نهایی (هدف)
58.....	پیوست K: محاسبه گشتاور نهایی با استفاده از ضریب مهره
59.....	پیوست L: داده های مربوط به پیچ های مورد نیاز در فلنچهای ASME B16.5
60.....	پیوست M: راهنمای استفاده از واشر و ویژگیهای خرید برای واشرهای کامل سخت شده
60.....	1-M. راهنمای استفاده از واشر
60.....	2-1-M. ابعاد و اندازه ها
60.....	3-1-M. دمای کاری (دمای واشر)
60.....	4-1-M. استانداردهای موجود
60.....	5-1-M. آلیاژهای پیشین {بکار رفته در ساخت واشرها}
61.....	6-1-M. کاربرد واشرها
61.....	7-1-M. نصب
61.....	2-M. مشخصات خرید برای واشرهای کامل سخت شده
61.....	1-2-M. گستره
61.....	2-2-M. اطلاعات سفارش گذاری
61.....	3-2-M. مواد و نحوه ساخت
61.....	5-2-M. ویژگیهای مکانیکی

61	6-2-M. اندازه ها و رواداری ها
62	7-2-M. کیفیت ساخت، پرداخت و نمود ظاهری
62	8-2-M. نمونه گیری و شمار آزمایشها
62	9-2-M. روشهای تست: سختی سنجی
66	پیوست N: تعریف ها، نظرات اصلاحی و رهنمودها درباره بازکاربرد پیچها
66	1-N. واژگان و تعاریف
66	2-N. تفسیر عمومی
68	3-N. رهنمودها
69	پیوست O: محاسبه تنش مونتاژی پیچ
69	1-O. مقدمه
69	1-1-O. گستره
69	2-1-O. احتیاط
69	3-1-O. تعاریف
69	2-O. انتخاب تنش مونتاژی پیچ
70	3-O. روش ساده
70	1-3-O. اطلاعات مورد نیاز
70	2-3-O. محاسبه تنش مناسب پیچ
70	4-O. روش اجزای اتصال
71	2-4-O. محاسبه تنش مناسب برای پیچ
72	3-4-O. نمونه محاسبات
73	5-O. تعیین کرانه ها (محدوده ها)ی فلنج
73	1-5-O. تحلیل الاستیک
73	2-5-O. تحلیل اجزای محدود
83	پیوست P: رهنمودهایی درباره عیب یابی موارد نشی اتصالهای فلنجی
83	2-P. گستره
83	3-P. راهنمای ارزیابی بازجویانه و تشخیصی
83	1-3-P. پیشینه بهره برداری
83	2-3-P. شرایط عملیاتی
83	3-3-P. تلاشها برای بهسازی

84	4-3-P. ویژگیهای فیزیکی، بازرسی و بازسازی
84	5-3-P. شیوه های مونتاژی پیشین
84	6-3-P. همנוایی و تطابق با ویژگیها
84	4-P. فهرست یادآور طراحی فلنچ و ملاحظات کاربردی قابل قبول
86	1-4-P. اثرات بارگذاری
86	2-4-P. موارد مربوط به انعطاف پذیری اتصال
86	3-4-P. ملاحظات مربوط به آلیاژ پیچ ها
86	4-4-P. ملاحظات مربوط به فاصله بین پیچ ها
87	5-4-P. ملاحظات مربوط به گسکت
87	6-4-P. ملاحظات برگزیدن گونه فلنچ
89	5-P. مشکلات ناشی و راه حل های احتمالی
89	6-P. مراجع

رهنمودهایی درباره {مجموعه} مونتاژی اتصالات فلنچی پیچی تحت فشار¹

1 Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly

پیشنهاد می‌شود که کارفرما یا نماینده رسمی وی آموزشهای ضروری و آزمون‌های تایید کیفی برای مونتاژکنندگان اتصال را فراهم نماید و یا هماهنگی‌های لازم در این خصوص را انجام دهد. و از مونتاژکنندگان انتظار می‌رود رویه‌های گسترش یافته بر اساس این رهنمود را تبعیت کنند. نکاتی در رابطه با تایید شایستگی مونتاژکنندگان اتصالات فلنچی در پیوست A گنجانده شده است.

برای توضیحات تکمیلی درباره پذیرش رویه‌های مونتاژ اتصال فلنچی که در این رهنمود ذکر نگردیده‌اند به بند 2-F از پیوست F بازگردید.

4- تمیزکاری و آزمایش سطوح تماس فلنج و پیچ‌ها

پیش از شروع کار مونتاژ، سطوح تماس پیچ‌ها و فلنج‌ها را مطابق آنچه در این بخش ذکر شده است تمیز نموده و آنها را بیازمایید.

به جز یک مورد استثنا² ذکر شده در بند بعد³، کلیه نشانه‌های {باقیمانده} از نصب گسکت پیشین را از سطوح تماس گسکت تمیز نمایید. به منظور جلوگیری از آلوده شدن یا آسیب رسیدن به زبری سطح موجود، در صورت لزوم از حلال‌های مورد تایید و یا یا برسهای سیمی نرم استفاده نمایید. از به کاربردن برس‌های فولاد-کربنی بر روی سطوح فلنج از جنس فولاد زنگ نزن خودداری کنید.

بر پایه تجربه، مورد استثنا درباره گرافیت انعطاف‌پذیر برای مواردی می‌باشد که روکشهای گرافیتی انعطاف‌پذیر یا گسکت-های Spiral-Wound با ماده پرکننده گرافیت انعطاف‌پذیر به عنوان گسکت جایگزین نصب می‌گردند در این حالت {گرافیت} می‌تواند در شیارهای سطح تماس باقی بمانند.

a) سطوح تماس گسکت بر روی هر دو فلنج جفت شونده را به منظور اطمینان از تطابق با پرداخت سطح پیشنهادی (پیوست C) و همچنین آسیب‌های وارد بر پرداخت سطح از قبیل خراشیدگی‌ها، لب پریدگی‌ها، شیارها و پلیسه‌ها بیازمایید. هرگونه نشانه {خرابی} در راستای شعاعی بر روی سطح نیاز به رسیدگی ویژه دارد. برای مطالعه دستورالعمل‌ها درباره محدوده‌های پیشنهادی برای عیوب سطح تماس و محل قرارگیری آنها به پیوست D، بازگردید.

1- گستره

رهنمودهایی که درباره مونتاژ اتصال فلنچی- پیچی (BFJA)² در این نوشتار شرح داده شده است برای اتصالات فلنچی تحت فشار با گسکت‌های رینگ³ کاربرد دارد که تماماً در دایره احاطه شده توسط سوراخ پیچ‌ها قرار می‌گیرند و هیچ گونه تماسی {بین دو لبه فلنج} در ناحیه بیرونی این دایره وجود ندارد. با گزینش ویژگیهای مناسب بر حسب نیاز یا برای سرویس خاص می‌توان از این رهنمودها به منظور توسعه رویه‌های مونتاژ مناسب اتصال استفاده نمود که برای گستره پهناوری از اندازه‌ها و شرایط سرویس که در بسیاری از مسایل روزمره صنعتی اتفاق می‌افتند.

همچنین رهنمودهایی درباره عیب‌یابی اتصالهایی که عملکرد نشت بندی مناسبی ندارند در این مدرک ارایه شده است. (پیوست P)

2- مقدمه

اتصال فلنچی پیچی یک دستگاه پیچیده مکانیکی است بنابراین فراهم کردن یک سرویس بدون نشتی توسط این مجموعه نتیجه بسیاری از انتخابها و فعالیتهایی است که در گستره نسبتاً محدودی از حدود مجاز صورت گرفته است. یکی از فعالیتهای ضروری برای عملکرد بدون نشتی، فرآیند مونتاژ-کردن اتصال می‌باشد. رهنمودهای ذکر شده در این مدرک، عناصر مونتاژی لازم برای دستیابی به درجه بالایی از نشت-ناپذیری بدون نقص BFJAهای با طراحی یا ساخت مناسب را در برمی‌گیرد. پیشنهاد می‌شود رویه‌های مکتوب که دربرگیرنده جنبه‌های مفید برای کاربرد ویژه مد نظر می‌باشد جهت استفاده مونتاژکنندگان اتصال تولید شود. به شرط تایید توسط کارفرما یا نماینده رسمی وی، می‌توان از روشها یا جنبه‌های جایگزین برای کاربردهای ویژه استفاده نمود.

3- آموزش، تایید شایستگی و صدور گواهینامه برای پرسنل مونتاژکننده {اتصال}

² Bolted Flange Joint Assembly
³ Ring Type Gasket

(1) پیشنهاد می‌گردد سنج‌های مقایسه‌ای پرداخت سطح¹ در اختیار مونتاژ کنندگان اتصال قرار گیرد.

(2) هرگونه عیب مشکوک را به منظور رسیدگی، گزارش نمایید. در صورتی که بازسازی به روش جوشکاری ضروری به نظر برسد، برای ملاحظات بازسازی به مقوله 3-5 استاندارد ASME PCC-2 بازگردید. پرداخت‌های پیشنهادی سطوح در پیوست C گنجانده شده‌اند.

(b) در هنگام رویارویی با فلنج‌های مشکل‌دار یا فلنج‌های واقع در سرویس‌های بحرانی که دارای قطر بالا بوده و پیشینه نشتی یا Fabrication مشکوک دارند پیشنهاد می‌گردد صافی سطوح تماس گسکت بر روی هر دو فلنج جفت شونده در هر دو راستای شعاعی و محیطی بررسی شود. در بسیاری از موارد می‌توان از شمش مهندسی و فیلرها برای این امر استفاده نمود؛ البته در صورتیکه تolerانس‌ها بسته باشند ممکن است استفاده از Run-out Gage یا دستگاه‌های ماشینکاری در سایت که به صورت محکم و ایمن نصب شده‌اند و قابلیت فراهم نمودن مقادیر اندازه‌گیری کلی² دقیق را دارند ضروری باشد. اندازه پیشنهادی تolerانس صافی در پیوست D گنجانده شده است. در صورت نیاز به بازسازی به روش جوشکاری جهت دستیابی به صافی مطلوب ملاحظات مربوط به بازسازی را از مقوله 3-5 استاندارد ASME PCC-2 بیابید. اندازه پیشنهادی زبری نهایی سطح در پیوست C فراهم شده است.

(c) رزوه‌های پیچ³ و مهره و سطوح واشر را از نظر آسیب‌هایی مانند زنگار، خوردگی و پلیسه، بیازمایید. اجزای آسیب دیده را بازسازی یا تعویض نمایید. همچنین بهتر است مجموعه پیچ و مهره‌هایی که نمی‌توان مهره را به راحتی با دست تا طولی از پیچ که قرار است مهره پس از سفت کردن اتصال در آن قرار گیرد چرخاند را بازسازی یا جایگزین کنید.

¹ Surface-finish comparator gages

² Total Indicator Reading

3 واژه "پیچ" که در این جا بکار می‌رود، یک واژه کلی دربرگیرنده همگی گونه‌های اتصالات رزوه‌ای مانند پیچ، میل - رزوه (Stud)، دو سر رزوه (Stud-Bolt)، Cap Screw و دیگر موارد به کار رفته در BFJA تحت فشار می‌باشد

این مورد شامل رزوه سوراخ‌های قلاویزکاری شده نیز می‌باشد. (به مقوله 3-3 از ASME PCC-2 که دربرگیرنده بازسازی رزوه‌ها در سوراخ‌های قلاویزکاری شده است بازگردید.) اگر واشرها در اثر کاربرد پیشین دچار خراشیدگی یا بادکردگی شده‌اند آنها را با واشرهای کاملاً - سخت - شده⁴ نو جایگزین نمایید (واشرهای با سخت - شدگی - سطحی⁵ مناسب نیست). وضعیت پیچ و مهره‌هایی که از پیش مورد استفاده بوده‌اند اثر زیادی بر کارکرد مونتاژ اتصال پیچی خواهد داشت. در ادامه رهنمودهایی درباره کاربرد دوباره پیچ و مهره‌ها جهت ملاحظه ارایه می‌گردد.

(1) در صورتیکه از پیچ و مهره‌های با گرید معمولی استفاده می‌شود، هنگامی که کاربرد روش‌های کنترل نیرو در پیچ از قبیل {سنجش} گشتاور یا کشش ضروری باشند، استفاده از پیچ و مهره‌های نو تا اندازه 1 1/8 in. پیشنهاد می‌گردد. (به پیوست N بازگردید). برای پیچ‌های با قطر بزرگتر پیشنهاد می‌گردد هزینه تمیزکاری، پلیسه‌زدایی و بازسازی با هزینه جایگزینی مقایسه شود و در ملاحظات مربوط به نتایج بحرانی مونتاژ مد نظر قرار گیرد. در هنگام ارزیابی هزینه در نظر داشته باشید که ممکن است هزینه کاربرد و همچنین بازسازی اتصال پیچ و مهره‌ای در سایت بسیار بالاتر بوده و نتایج حاصل از تعمیر (بازسازی) اتصال غیر قابل پیش‌بینی باشد. هنگامی که پیچ‌های روکش شده مورد استفاده قرار می‌گیرند لایه باقیمانده محافظ خوردگی و ویژگی‌های خود - روانکاری ملاحظات دیگری هستند که بایستی در صورت بازکاربرد یا جایگزینی {پیچ و مهره} مد نظر قرار گیرند. به یادداشت‌های (2) و (3) جدول 1 یا جدول 1M و همچنین بندهای (e) 7 و (f) 7 بازگردید.

(2) در صورتی که روشن گردد که پیچ و مهره‌ها در مونتاژهای پیشین به صورت نادرست و یا بدون

4 کاربرد واشرها اختیاری می‌باشد. اما به صورت عمومی مشخص گردیده است که استفاده از واشرهای فولادی کاملاً سخت شده، انتقال گشتاور به کشش پسماند در پیچ (Residual Bolt Stretch) را تسهیل می‌کند. برای رهنمودهای بیشتر در مورد ویژگی‌های مناسب واشرهای کاملاً سخت شده به ضمیمه 1M، مراجعه کنید.

روانکاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند بهتر است درباره جایگزینی پیچ و مهره‌ها با هر اندازه ملاحظات ویژه‌ای انجام گیرد.

(3) استفاده از حدیده عموماً باعث ایجاد رزوه‌های هموار و بازسازی سطوح {رزوه‌ها} نمی‌گردد. بنابراین، چرخاندن پیچ در ماشین گردتراش روش پسندیده برای بازسازی اتصالات گرانقیمت می‌باشد. این فرآیند با برداشت بخشی از گوشت رزوه همراه خواهد بود، بنابراین به کاربر هشدار داده می‌شود اطمینان حاصل نماید که از کرانه‌های تلرانس کلاس انطباق اولیه ASME B1.1 فراتر نمی‌رود. بهتر است هر گونه اتصال پیچی که اندازه رزوه آن از کمترین قطر نوک رزوه¹ یا کمترین قطر گام² کمتر می‌باشد، {با پیچ نو} جایگزین گردد.

(4) کاربرد مهره‌های نو به جای بازسازی مهره‌ها معمول می‌باشد.

اطلاعات بیشتر در باره کاربرد دوباره پیچ در پیوست N فراهم گردیده است.

d) سطوح نشیمنگاه مهره بر روی فلنج را از نظر هرگونه خراشیدگی³، پوشش⁴، پلیسه⁵ و هرگونه نشانه دیداری از ناگونیایی بودن⁶ (که خوردگی ناهمسان نشان ویژه آن است) و دیگر موارد بازرسی کنید. بهتر است پوشش‌های با ضخامت نزدیک به بیش از 0,13 mm (0,005 in.) زدوده شده و یا ضخامت آنان کاهش یابد. بایستی تمامی پوشش واقع بر اتصالات بحرانی زدوده شود. بهتر است هر گونه ناهمواری، شیار یا بیرون زدگی از این سطوح برداشته شود. ممکن است برای بازسازی این سطوح بر روی فلنج‌های به شدت آسیب دیده به ماشینکاری نیاز باشد. در این صورت بایستی کمترین ضخامت باقیمانده قابل پذیرش فلنج⁷ مد نظر قرار گیرد. بکارگیری واشرهای تخت کامل سخت شده می‌تواند روش

خوبی جهت فراهم نمودن سطوح نشیمن گونیایی و هموار⁸، برای مهره باشد.

5- همراستایی اتصالات فلنجی

همراستایی مناسب کلیه اجزای اتصال یک عامل ضروری در مونتاژ اتصال فلنجی می‌باشد. همراستایی باعث ایجاد بیشترین سطح تماس نشست‌بندی، بیشترین شانس بارگذاری یکنواخت گسکت مطابق با شرایط طراحی و کاهش اصطکاک بین مهره و فلنج می‌گردد. رهنمودها درباره همراستاسازی اتصالات فلنجی در پیوست E آورده شده است.

6- نصب گسکت

پس از اطمینان از نبود (یا بازسازی) عیوب در سطح آب-بندی گسکت و عدم انحراف از تلرانس‌های یکنواختی سطح⁹ و همینطور ملاحظات مربوط به همراستایی اتصال (پیوست‌های D و E) گسکت نو را در محل قرار دهید.

غالباً کاربرد دوباره گسکت‌ها پیشنهاد نمی‌شود. یک استثنا در این مورد گسکت‌های بزرگ فلزی شیاردار¹⁰ با Facing Layer (پیوست C) می‌باشد که گاهی پس از بازسازی و Reface به گونه‌ای که مطابق با ویژگیهای کالای اولیه شوند می‌توان آنها را دوباره به کار گرفت. استفاده از این گسکت‌های بازسازی شده، نمونه بازکاربرد گسکت برپایه متن جمله نخست نمی‌باشد. برای دیگر انواع گسکت‌ها تجربه به روشنی نشان داده است که تنها یک گسکت نو به صورت قابل اطمینان، ویژگیهای تغییر شکل پلاستیک¹¹ و ویژگیهای بازیافت کشسان¹² لازم به منظور دستیابی به آب‌بندی مناسب را دارا می‌باشد. بازرسی چشمی یا فیزیکی گسکت استفاده شده برای یافتن آسیب‌های ظاهری روش مناسبی جهت یافتن عوامل آب‌بندی سطح مانند

8 واشرهای تخت، سطح تماس مهره با فلنج را در برابر آسیب‌ها محافظت می‌کنند و یک سطح هموار با اصطکاک پیچشی کم برای مهره فراهم می‌نمایند. هنگامی که از روش‌های اعمال گشتاور (دستی یا هیدرولیکی) برای سفت کردن پیچ استفاده می‌گردد این ملاحظات بسیار مهم می‌باشند. همچنین واشرهای تخت باعث توزیع بهتر نیرو می‌گردد. برای رهنمود در مورد ویژگیهای سفارش مناسب واشرهای کامل سخت شده به پیوست M، بازگردید.

9 Flatness

10 Large Grooved Metal Gasket

11 Plastic Deformation Characteristic

12 Elastic Recovery characteristics

1 Minimum Major Diameter

2 Minimum Pitch Diameter

3 Score

4 Coating

5 Burrs

6 Out-of-Squareness

7 Minimum Acceptable Residual Flange Thickness

کار سختی¹، ترد شدگی²، اثرات گرما یا برهم کنش با سیال فرآیندی نمی‌باشد.

(a) گسکت را به منظور تطابق با ویژگیهای ابعادی (ضخامت، قطر بیرونی و قطر درونی) و ویژگیهای مواد بررسی نمایید.

(b) گسکت را به صورت هم-مرکز با قطر درونی فلنچ جایگذاری کنید. در مرحله جایگذاری گسکت، تدابیر مناسبی جهت اطمینان از ساپورت شدن گسکت، ببینید. بهتر است هیچ بخشی از گسکت در مسیر جریان قرار نگیرد.

(c) مطمئن شوید که گسکت در هنگام مونتاژ اتصال، در جای خود باقی خواهد ماند؛ بدین منظور می‌توان از چندین پاف اسپری چسب بر روی گسکت (نه بر روی فلنچ) استفاده نمود. بهتر است درباره عدم استفاده از چسب یا ترکیبات شیمیایی ناسازگار با سیال فرآیندی یا چسب هایی که می-توانند موجب ترکهای ناشی از خوردگی تحت تنش یا خوردگی حفره‌ای بر روی سطوح فلنچ گردند ملاحظات ویژه‌ای صورت پذیرد. از کاربرد نوار چسب هایی که به منظور نگهداری گسکت به صورت شعاعی بر روی گسکت نصب می‌شوند، خودداری کنید. از گریس استفاده نکنید.

7- روانکاری سطوح کاری³

روانکاری، ضریب اصطکاک و مقدار گشتاور مورد نیاز برای رسیدن به تنش مورد نظر را کاهش می‌دهد و باعث می‌شود نیروی ایجاد شده در کلیه پیچ‌های اتصال {فلنجی} با یکدیگر همسان باشند و در آینده، فرآیند باز کردن پیچ را تسهیل می‌کند. اندازه گشتاور پایه، برای پیچ و مهره‌های روکش دار نو که در جدول 1M یا جدول 1 نشان داده شده‌اند، بدون در نظر گرفتن هر گونه روانکاری دیگر به جز آنچه توسط روکش فراهم می-شود، بدست آمده‌اند [یادداشت (2) جدول 1M یا جدول 1 را ببینید]. در صورت بازکاربرد پیچ‌های روکش شده یا در صورت کاربرد روانکار برای بازکاربرد پیچ‌های روکش شده و یا کاربرد روانکار برای پیچ‌های روکش شده نو، "ضریب مهره" تغییر می‌کند و بهتر است اندازه گشتاور نیز به صورت متناسب

تغییر داده شود (به پیوست K بازگردید). از کاربرد روانکارهای تایید شده یا ترکیبات تایید نشده بر گسکت و سطوح نشیمن گسکت {در سطح فلنچ} خودداری کنید؛ سطوح یادشده را در برابر کاربرد نادانسته روانکارها، محافظت کنید.

(a) از سازگار بودن ویژگیهای شیمیایی روانکار با آلیاژ پیچ یا مهره یا واشر و سیال فرآیندی اطمینان حاصل کنید. بهتر است درباره به کاربردن روانکار با ترکیبات شیمیایی که ممکن است موجب ایجاد خوردگی گالوانیک، خود احتراقی در حضور اکسیژن، ترک‌های ناشی از خوردگی تحت تنش و غیره می‌گردند توجه ویژه‌ای مبذول داشت.

(b) از مناسب بودن روانکار برای کار در گستره دمایی سرویس و همچنین الزامات Anti seize، اطمینان حاصل نمایید.

(c) پیش از کاربرد روانکار برای پیچ، مهره و رزوه‌ها، مهره بایستی تا طولی از پیچ که پس از سفت کردن نهایی به آن می‌رسند، به راحتی با دست پیچانده شوند. هنگامی که نتوان مهره را به راحتی با دست پیچاند، علت را بیابید و بازسازی یا جایگزینی لازم را انجام دهید.

(d) برای پیچ‌های بدون روکش (یادداشت‌های جدول 1M یا جدول 1 را ملاحظه نمایید) سطوح تماس مهره و واشرها در دو انتهای پیچ که پس از سفت شدن مهره‌ها خارج از سطح فلنچ قرار می‌گیرند را به میزان کافی و وافر روانکاری کنید؛ بهتر است اعمال روانکار پس از عبور دادن پیچ به داخل سوراخهای فلنچ انجام گیرد تا از آلوده شدن پیچ به ذرات جامد که ممکن است باعث ایجاد گشتاورهای واکنشی ناخواسته گردد، جلوگیری کند.

(e) برای پیچ و مهره‌های روکش دار نو (یادداشت‌های جدول 1M یا جدول 1 را ببینید)، برپایه نکته‌های بیان شده در بند (C)، چرخش آزاد مهره را واریسی کنید. با توجه به فراهم شدن روانکاری لازم بوسیله روکش، برپایه بند (d) بهتر است تنها برای بار دوم و عملیات‌های بعدی سفت کردن، روانکار به کار رود.

1 Work-hardening

2 Brittleness

3 واژه "سطوح کاری" به نواحی در تماس بین پیچ‌ها یا اجزای اتصال

پیچی با فلنچ اطلاق می‌شود که در زمان سفت کردن یا باز کردن پیچ‌ها بر روی همدیگر می‌لغزند.

جدول 1. مقادیر مرجع برای محاسبه اندازه گشتاور نهایی پیچ های فولادی کم آلیاژ بر پایه پیش تنش نهایی 345 MPa
(سطح ناحیه ریشه) (سیستم SI)
(برای روشنگری درباره چگونگی کاربرد این جدول، بخش 12 را ببینید.)

ویژگیهای رزوه پیچ	گشتاور نهایی، N.m	
	پیچ های بدون روکش [یادداشت 1]	پیچ های روکش شده [یادداشت 1، 2 و 3]
M14-2	110	85
M16-2	160	130
M20-2.5	350	250
M24-3	550	450
M27-3	800	650
M30-3	1 150	900
M33-3	1 550	1 200
M36-3	2 050	1 600
M39-3	2 650	2 050
M42-3	3 350	2 550
M45-3	4 200	3 200
M48-3	5 100	3 900
M52-3	6 600	5 000
M56-3	8 200	6 300
M64-3	12 400	9 400
M70-3	16 100	12 200
M76-3	20 900	15 800
M82-3	26 400	20 000
M90-3	35 100	26 500
M95-3	41 600	31 500
M100-3	48 500	36 700

یادداشت عمومی: اندازه های نشان داده شده بر پایه پیش تنش نهایی 345 MPa (در سطح ناحیه ریشه) می باشد. بخش 12 را ببینید (محاسبه گشتاور نهایی). نواحی سطح ریشه برای پیچ های M27 و کوچکتر با رزوه های درشت و برای پیچ های M30 و بزرگتر با گام رزوه 3mm در جدول آمده است
یادداشت ها:

- اندازه محاسبه شده برای سطوح "کاری" که مطابق با بخش 4 (تمیزکاری و بازرسی سطوح تماس پیچ و فلنج) و بخش 7 (روانکاری سطوح "کاری") هستند با استفاده از ضرایب اصطکاک 0.16 برای سطوح بدون روکش و 0.12 برای سطوح با روکش نو بدست آمده اند. این ضرایب به گونه ای برگزیده شده اند که گشتاور نهایی مطابق با پیش تنش نهایی 345 MPa را که به صورت جداگانه با اندازه گیری دقیق افزایش طول پیچ توسط کاربران مختلف تایید شده است، فراهم نمایند. ("ضرایب مهره" همسان را از پیوست K برگزینید.)
- روکش پیچ های روکش شده از جنس Polyimide یا Amide می باشد. و فرض می شود که این روکش ها، عامل اصلی روانکاری سطح "کاری" باشد. کاربرد روانکار برای سطوح روکش شده می تواند موجب کاهش چشمگیر ضریب اصطکاک فرض شده 0.12 گردد. ("ضرایب مهره" معادل را از پیوست K گزینش کنید.)
- اندازه گشتاور برای پیچ های روکش شده، فقط برای نخستین بار سفت شدن پیچ های روکش شده نو، با استفاده از اندازه افزایشی گشتاور در چندین دور مطابق آنچه در جدول 2 نشان داده شده است، کاربرد دارد. برای سفت کردن پیچ با استفاده از روش گشتاور در کاربردهای بعدی استفاده از روانکار و اندازه گشتاور تعیین شده برای پیچ های بدون روکش پیشنهاد می شود.

جدول 1. مقادیر مرجع برای محاسبه اندازه گشتاور نهایی پیچ های فولادی کم آلیاژ بر پایه پیش تنش نهایی 50 ksi (سطح ناحیه ریشه) (سیستم سستی آمریکایی)
(برای توضیحاتی درباره چگونگی کاربرد این جدول به بخش 12 بازگردید.)

اندازه نامی پیچ، in.	گشتاور نهایی، ft-lb	
	پیچ های بدون روکش [یادداشت 1]	پیچ های روکش شده [یادداشت 1، 2 و 3]
1/2	60	45
5/8	120	90
3/4	210	160
7/8	350	250
1	500	400
1 1/8	750	550
1 1/4	1,050	800
1 3/8	1,400	1,050
1 1/2	1,800	1,400
1 5/8	2,350	1,800
1 3/4	2,950	2,300
1 7/8	3,650	2,800
2	4,500	3,400
2 1/4	6,500	4,900
2 1/2	9,000	6,800
2 3/4	12,000	9,100
3	15,700	11,900
3 1/4	20,100	15,300
3 1/2	25,300	19,100
3 3/4	31,200	23,600
4	38,000	28,800

یادداشت عمومی: مقادیر نشان داده شده بر پایه پیش تنش نهایی 50 ksi (در سطح ناحیه ریشه) می باشد. به بخش 12 بازگردید (محاسبه گشتاور نهایی). نواحی

سطح ریشه برای پیچ های با اندازه 1in. و کوچکتر با رزوه های درشت و برای پیچ های 1 1/8 in. و بزرگتر با تعداد 8 رزوه در هر اینچ، در جدول آمده است
یادداشت ها:

- مقادیر محاسبه شده برای سطوح "کاری" که مطابق با بخش 4 (تمیزکاری و بازرسی سطوح تماس پیچ و فلنچ) و بخش 7 (روانکاری سطوح "کاری") هستند با استفاده از ضرایب اصطکاک 0.16 برای سطوح بدون روکش و 0.12 برای سطوح با روکش نو بدست آمده اند. این ضرایب به گونه ای گزینش شده اند که گشتاور نهایی مطابق با پیش تنش نهایی 50 ksi را که به صورت جداگانه با اندازه گیری دقیق افزایش طول پیچ توسط کاربران مختلف تایید شده است، فراهم نمایند. ("ضرایب مهره" معادل را از پیوست K گزینش کنید.)
- روکش پیچ های روکش شده از جنس Polyimide یا Amide می باشد. و فرض می شود که این روکش ها عامل اصلی روانکاری سطح "کاری" باشد. کاربرد روانکار برای سطوح روکش شده می تواند موجب کاهش چشمگیر ضریب اصطکاک فرض شده 0.12 گردد. ("ضرایب مهره" معادل را از پیوست K گزینش کنید.)
- اندازه گشتاور برای پیچ های روکش شده، فقط برای نخستین بار سفت شدن پیچ های روکش شده نو، با استفاده از اندازه افزایشی گشتاور در چندین دور مطابق آنچه در جدول 2 نشان داده شده است، کاربرد دارد. برای سفت کردن پیچ با استفاده از روش گشتاور در کاربردهای بعدی استفاده از روانکار و اندازه گشتاور تعیین شده برای پیچ های بدون روکش پیشنهاد می شود.

(1) اندازه گشتاورهای پایه برای پیچ و مهره‌های روکش‌دار نو که در جدول 1M یا جدول 1 نشان داده شده‌اند، بدون در نظر گرفتن هرگونه روانکاری اضافی به جز آنچه توسط روکش فراهم شده، بدست آمده‌اند. [به یادداشت 2 جدول 1M یا جدول 1 بازگردید]. در صورت بازکاربرد پیچ‌های روکش شده یا در صورت کاربرد روانکار برای بازکاربرد پیچ‌های روکش شده و یا به کارگیری روانکار برای پیچ‌های روکش شده نو، "ضرب مهره" تغییر می‌کند و بهتر است اندازه گشتاور نیز به تناسب تغییر داده شود (پیوست K را ببینید).

(f) اگرچه مشخص شده است که ویژگیهای روانکاری ذاتی پیچ‌های روکش شده نو، گشتاور مورد نیاز برای سفت کردن پیچ‌ها و دستیابی به سطوح تنش تعیین شده را در نخستین بار سفت کردن، کاهش می‌دهد (جدول 1M یا جدول 1 را ببینید) ولی مهمترین برتری پیچ‌های روکش شده نو در دراز مدت محافظت از رزوه‌های خارج از مهره¹ در برابر خوردگی و کاهش گشتاور لازم برای بازکردن مهره و کاهش شکست پیچ می‌باشد. [به بخش 15 و یادداشت (3) جدول 1M یا جدول 1 بازگردید].

(g) از اعمال روانکارهای تایید شده یا ترکیبات تایید نشده بر روی گسکت و جایگاه نشیمن گسکت {در سطح فلنج} خودداری کنید؛ سطوح یادشده را در برابر کاربرد ناخواسته روانکارها، محافظت کنید.

8- نصب پیچ‌ها

پیچ و مهره را جایگذاری نموده و با دست سفت کنید. سمت نشان‌دار (مارک شده) پیچ و مهره را در سمت بیرونی اتصال قرار دهید تا واریسی آنها آسان باشد. سپس پیچ‌ها را با گشتاور 15 N.m (10 ft-lb) تا 30 N.m (20 ft-lb) به آرامی سفت کنید. گشتاور سفت کردن نبایستی از 20% گشتاور نهایی فراتر رود (بخش 12 را ببینید). در صورتی که پیچانندن مهره با دست امکان‌پذیر نباشد علت را بیابید و بازسازی‌های لازم را انجام دهید.

8-1. ویژگیهای پیچ و مهره

تطابق پیچ و مهره‌ها با ویژگیهای پیچ و مهره‌های مطلوب [آلایز، قطر، بلندی پیچ، گام رزوه و برابر بودن ضخامت مهره با قطر نامی پیچ (مهره‌های شش گوشه نوع پر دوام²) را بررسی کنید.

8-2. طول پیچ‌ها

بسنده بودن طول پیچ را بررسی کنید. برپایه الزامات Div1 بخش VIII کد بویلر و مخازن تحت فشار ASME، بایستی کلیه رزوه‌های مهره با پیچ درگیر باشند (بند UG-13 را ببینید). کد ASME B31.3, Process Piping خواسته مشابهی دارد، اما اتصال مهره به شرط اینکه شمار رزوه‌های درگیر نشده بیشتر از یک رزوه نباشد، پذیرفته شده می‌باشد (بند 2-3-335 را ببینید). در صورت کاربرد ابزارهای هیدرولیکی {سفت کردن با استفاده از ایجاد} کشش پیچ³، به بند 1-10 (C) بازگردید.

1-2-8

خوردگی در رزوه‌های بیرون مهره‌ها می‌تواند موجب دشواری در زمان بازکردن اتصال گردد (بخش 15 را ببینید). یک روش سودبخش برای آسان‌سازی باز شدن پیچ و مهره‌ها در زمان باز کردن اتصال، درگیر نمودن کامل رزوه‌های مهره در یک سوی پیچ می‌باشد (به گونه‌ای که هیچ یک از رزوه‌های پیچ در بیرون مهره قرار نگیرد) به نحوی که رزوه‌های اضافی در سوی دیگر پیچ باشد. بهتر است درازای ناحیه رزوه اضافی پیچ⁴ از 13 mm (1/2 in.) بیشتر نگردد. مگر اینکه برای بکارگیری ابزارهای هیدرولیکی کشش پیچ⁵، الزامات دیگری مشخص شده باشد. [به بند 1-10 (c) سر بزنید].

2-2-8

هنگامی که L_{eff} طول موثر بخش تحت کشش، کوتاه⁶ باشد. اندازه کلی افزایش طول اولیه (ΔL) بند 2-10 را ببینید) ناشی از تنش نهایی پیچ (بخش 12) مقدار نسبتاً کوچکی خواهد بود، و در نتیجه در اثر خزش طبیعی گسکت، افت‌های ناشی از درهم تنیدگی⁷ و بالارفتن دمای اتصال، درصد چشمگیری از تنش پیچ پس از مونتاژ کاهش خواهد یافت. بهتر است در هنگام

2 Heavy Hex-Type
3 Hydraulic Bolt Tensioner
4 Excess threads
5 Hydraulic Bolt Tensioners

6 هنگامی که طول موثر پیچ کمتر از 5 برابر قطر نامی پیچ باشد، پیچ

"کوتاه" نامیده می‌شود.

7 Embedment Loss

1 Exposed

انتخاب میزان تنش نهایی پیچ، حساسیت ویژه‌ای درباره بروز چنین مواردی اعمال کرد.

9- شماره‌گذاری پیچ‌ها، برای سفت کردن با تک ابزار

دو سیستم انتخابی شماره‌گذاری پیچ‌ها که در این رهنمود کاربرد دارند در زیر بیان شده‌اند:

a) سیستم نامگذاری برپایه موقعیت قرارگیری پیچ‌ها، از شماره 1 تا N، که به ترتیب قرارگیری بر روی فلنج به صورت ساعتگرد شماره‌گذاری می‌شود (N شمار کل پیچ‌ها در اتصال فلنجی می‌باشد). این سیستم در ASME PCC-1-2000 معرفی گردید و کاربرد آن همچنان ادامه دارد (بنابراین به نام سیستم بازمانده¹ شناخته می‌شود) و مبنای جدول 4، "سیستم بازمانده الگوی سفت نمودن ضربدری و شماره‌گذاری پیچ‌ها"² می‌باشد. برای نمونه در یک فلنج دارای 40 پیچ به آسانی می‌توان پیچ شماره 20 را یافت. اما ترتیب سفت کردن پیچ‌ها بایستی برپایه یک جدول مرجع مانند جدول 4 انجام گیرد.

b) سیستم دیگر شماره‌گذاری (جدول 4-1) بر پایه ترتیب سفت کردن پیچ‌ها می‌باشد. بنابراین به جدول مرجع نیاز نخواهد بود.

برای الگوهای مونتاژ اتصال و نمو‌های افزایش گشتاور به پیوست F بازگردید. مونتاژ اتصال با استفاده از این الگوها در مقایسه با روش "بازمانده" جدول 4 یا روش "بازمانده بهینه شده"³ جدول 4-1 به سعی و تلاش کمتری نیاز دارد.

9-1. شماره‌گذاری پیچ‌ها، هنگامی که از چند ابزار

استفاده می‌شود.

پیوست F را ببینید (الگوهای جایگزین شماره 4 و 5)

10- سفت نمودن پیچ‌ها

با بکارگیری شیوه انتخابی سفت کردن یا تکنیک کنترل بار (به بند 10-1 بازگردید) و نمو‌های افزایش گشتاور نشان داده شده در جدول 2 و ترتیب سفت کردن ضربدری پیچ‌ها با استفاده از تک ابزار جدول‌های 4 و 4-1 مانند آنچه در بخش 11 بیان گردید یا مانند یکی از روشهای جایگزین سفت کردن یا سیستم شماره‌گذاری جایگزین شماره 1، 2 و 3 از پیوست F، پیچ‌ها را سفت کنید.

روشهای جایگزین شماره 4 و 5، سیستم شماره‌گذاری و ترتیب سفت کردن گروهی پیچ‌ها با کاربرد همزمان چندین ابزار می‌باشد.

یادداشت: در صورت کاربرد ابزارهای هیدرولیکی ایجاد کشش در پیچ⁴، از رویه‌های پیشنهادی پرسنل باتجربه و دارای صلاحیت در خدمات سفت کردن کنترل شده پیچ⁵، بهره‌گیری. رهنمودها درباره استفاده از پیمانکاران کارآزموده در خدمات سفت کردن پیچ در پیوست G آورده شده‌است.

برپایه پیوست S از کد بویلر و مخازن تحت فشار، بخش VIII، Div 1، در اتصالات فلنجی طراحی شده براساس پیوست 2 از همان کد، سفت نمودن اولیه پیچ‌ها یک فرایند پیش تنش-کاری می‌باشد و اندازه پیش تنش نهایی لازم به میزان چشمگیری بیشتر از اندازه مشخص شده در جدول طراحی تنش است. این شیوه یک رویه پذیرفته شده و در بسیاری از اوقات یک رویه الزامی می‌باشد. پیوست S می‌گوید: "می‌توان و در مواردی لازم است در هنگام سفت کردن پیچ، تنش اولیه بزرگتری از میزان طراحی در پیچ ایجاد شود. برپایه این Division، به شرط در نظر گرفتن پیش‌بینی‌های لازم برای اطمینان از عدم اعوجاج بیش از اندازه فلنج و مچاله شدن گسترده گسکت، کاربرد این رویه پذیرفتنی خواهد بود." برای فلنج‌های دست ساز ساخته شده برپایه پیوست 2 از ASME BPVC Sec. VII, Div. 1، غالباً گستره پیش تنش نهایی پیچ بین 40 تا 70 درصد کمترین استحکام مشخصه کششی⁶ آلیاژ پیچ می‌باشد (برای در نظر گرفتن اثر پیچ‌های کوتاه در برآورد اندازه گشتاور نهایی به بند 8-2-2 بازگردید). در برخی موارد تنها با ارزیابی توسط یک مهندس کارآزموده می‌توان از گستره یادشده در بالا، فراتر رفت. در هر صورت به منظور اطمینان از اینکه تنش ایجاد شده در هر سه جزء اتصال: پیچ، فلنج و گسکت در محدوده پذیرفته شده باشند، بهتر است بیشترین پیش تنش نهایی را برگزید.

رهنمودهایی درباره برآورد اندازه گشتاور نهایی اتصال در بخش 12 آورده شده است.

روش برآورد تنش مونتاژی پیچ⁷، برای اتصال فلنجی (مجموعه مونتاژی پیچ، فلنج و گسکت) در پیوست O گنجانده

4 Hydraulic Bolt Tensioners
5 Controlled Bolting Services
6 Specified Minimum Yield Strength
7 Assembly Bolt Stress

1 Legacy
2 Legacy Cross Pattern Tightening Sequence and Bolt Numbering System
3 Modified Legacy

شده است. این روش برپایه یک معادله و گستره تنش‌های بدست‌آمده از تحلیل اجزای محدود فلنچ، بنا شده‌است. یک مثال محاسباتی با کاربرد بیشترین اندازه تنش مشخصه مجاز گسکت در این پیوست فراهم گردیده‌است. اگر چه این داده‌ها بایستی توسط کاربر تعیین گردند، بیشترین اندازه گستره نیروی

مجاز برای فلنچ‌های ASME B16.5 و فلنچ‌های سری A استاندارد ASME B16.47 و همچنین روش برآورد نیروی مونتاژی پیچ برای دیگر استانداردها و فلنچ‌های غیراستاندارد در این پیوست فراهم گردیده‌اند.

جدول 2. نمونه‌های افزایشی گشتاور برای سفت کردن با الگوی ضربداری با کاربرد تک ابزار

گام	بارگذاری
نصب	پیچ‌ها را با دست سفت کنید، سپس پیچ‌ها را با گشتاور 15 N.m (10 ft-lb) تا 30 N.m (20 ft-lb) سفت کنید (از 20 درصد گشتاور نهایی فراتر نروید). یکنواخت بودن اندازه فاصله (Gap) بین دو فلنچ را در سرتاسر محیط بیرونی دو فلنچ واریسی کنید. اگر این فاصله‌ها یکنواخت نبود، پیش از انجام گام بعدی، با سفت کردن گزینشی پیچ‌ها، فاصله را تنظیم کنید.
دور نخست	پیچ‌ها را با گشتاور 20 تا 30 درصد گشتاور نهایی سفت کنید (بخش 12 را ببینید). یکنواخت بودن اندازه فاصله (Gap) بین دو فلنچ را در سرتاسر محیط بیرونی دو فلنچ واریسی کنید. اگر این فاصله‌ها یکنواخت نبود پیش از انجام گام بعدی با سفت کردن یا شل کردن گزینشی پیچ‌ها فاصله را تنظیم کنید.
دور دوم	پیچ‌ها را با گشتاور 50 تا 70 درصد گشتاور نهایی سفت کنید (بخش 12 را ببینید). یکنواخت بودن اندازه فاصله (Gap) بین دو فلنچ را در سرتاسر محیط بیرونی دو فلنچ را واریسی کنید. اگر این فاصله‌ها یکنواخت نبود پیش از انجام گام بعدی با سفت کردن یا شل کردن گزینشی پیچ‌ها فاصله را تنظیم کنید.
دور سوم	پیچ‌ها را با گشتاور 100 درصد گشتاور نهایی سفت کنید (بخش 12 را ببینید). یکنواخت بودن اندازه فاصله (Gap) بین دو فلنچ را در سرتاسر محیط بیرونی دو فلنچ را واریسی کنید. اگر این فاصله‌ها یکنواخت نبود پیش از انجام گام بعدی با سفت کردن یا شل کردن گزینشی پیچ‌ها فاصله را تنظیم کنید.
دور چهارم	با گشتاور نهایی به سفت کردن پیچ‌ها با الگوی چرخشی ساعت گرد ادامه دهید تا هنگامی که هیچ گونه چرخشی در مهره‌ها نداشته باشید. برای پیچ‌های دارای شاخص، سفت کردن پیچ‌ها را تا هنگامی ادامه دهید که خوانش‌های میزان درون روی میله‌های شاخص ¹ برای همه پیچ‌ها در گستره مشخص شده قرار گیرند.
دور پنجم	مدتی صبر کنید. دست کم پس از 4 ساعت دور چهارم را تکرار کنید. این کار افت‌های ناشی از درهم تنیدگی ² یا رهاسازی خیزشی در کوتاه زمان ³ را بازیابی می‌کند. اگر فشار تست فلنچ بیش از کلاس فشاری فلنچ باشد تکرار کردن این گام پس از به پایان رسیدن تست، سودمند خواهد بود.

1 Indicator rod retraction reading

2 Embedment Losses

3 Short Term Creep Relaxation

10-1. شیوه سفت نمودن پیچ یا تکنیک کنترل بار

(a) چندین روش گوناگون برای سفت کردن پیچ‌ها وجود دارد. این روش‌ها عبارتند از: استفاده از آچار معمولی¹، استفاده از آچار و چکش² {معمولاً برنزی}، آچار ضربه‌ای³، ابزارهای گشتاوری⁴ و همچنین ابزارهای ایجاد کشش در پیچ⁵. همچنین چندین تکنیک گوناگون کنترل بار در دسترس هستند و بنابراین ترکیب‌های گوناگونی از روشهای ویژه مونتاژ اتصال یا تکنیک‌ها در دسترس هستند.

(b) چهار ترکیب که بیشترین کاربرد را دارند به ترتیب افزایش دقت کنترل بار مرتب شده‌اند؛ البته دقت کنترل بار پیچ به روش مونتاژ، ویژگیهای مواد، آموزش کاربران و مهارت آنان بستگی دارد.

(1) سفت نمودن با استفاده از آچار معمولی یا آچارهای ضربه‌ای. بیشترین کاربرد آچارهای معمولی دستی برای پیچ‌ها با قطر تقریبی 25mm (1in.) و کوچکتر می‌باشد.

(2) سفت نمودن با استفاده از آچارهای دستی یا ابزارهای کمکی قدرتی، با اندازه‌گیری گشتاور. آچارهای گشتاورسنج دستی برای گشتاورهای مونتاژی کمتر از 700 N.m (500 ft-lb) مناسب هستند.

(3) سفت کردن با استفاده از ابزارهای ایجاد کشش در پیچ که نیروی محوری به پیچ اعمال می‌کنند و اندازه‌گیری نیروی پیچ.

(4) هرگونه روش سفت کردن به همراه اندازه‌گیری اندازه افزایش طول پیچ یا اندازه‌گیری بار. آلیاژ پیچ و ویژگیهای آن بر حسب نوع پیچ متفاوت است و بایستی در هنگام کاربرد این روشها در نظر گرفته شوند.

(c) بهتر است روش سفت کردن یا تکنیک کنترل بار برای اتصال فلنچی مورد نظر برپایه تجربه‌های گذشته با اتصالات مشابه و در نظر داشتن همه مخاطرات (ایمنی، زیست بوم و اقتصادی) همراه با احتمال نشی در شرایط سرویس کاری، برگزیده شود. برای نمونه اندازه‌گیری افزایش طول پسماند

(کشیدگی طول) پس از سفت کردن پیچ (بند 10-2 را ببینید) دقیقترین روش کنترل پیش بار در پیچ (با خطای $\pm 10\%$ یا کمتر) می‌باشد. در صورت بکارنبردن روش‌های تایید اندازه افزایش طول یا بار پس از هر روش سفت کردن، اندازه تغییرات احتمالی در بار پیچ، چشمگیر خواهد بود. کاربرد ابزارهای کشش هیدرولیکی باعث اعمال دقیق بار محوری به پیچ می‌گردد. اگرچه هنگامی که نیروی ابزار هیدرولیکی کشش پیچ در سوی تحت کشش اتصال به مهره انتقال پیدا می‌کند، در اثر افت ناشی از انتقال بار، اندازه بار اولیه کاهش می‌یابد. بنابراین در صورت کاربرد ابزارهای کشش پیچ، از روش‌های پیشنهادی کاربران کارآزموده و صلاحیت‌دار در خدمات {سفت کردن} کنترل شده پیچ، بهره‌گیری. برای استفاده از بیشتر ابزارهای کشش پیچ، بایستی طول پیچ بزرگتر {از اندازه معمولی در دیگر روشها} باشد.

(d) در صورت کاربرد میکرومتر یا روش آلتراسونیک برای کنترل "افزایش طول پیچ"، بایستی اندازه طول اولیه هر پیچی که قرار است افزایش طول آن اندازه‌گیری شود، اندازه‌گیری و ثبت شود. همچنین بایستی تغییر طول ناشی از اثر دما پس از اندازه‌گیری طول اولیه، در محاسبه اندازه افزایش طول تصحیح گردد. با هدف افزایش دقت در خوانش درست طول پیچ‌ها، بهتر است ابزارها کالیبره باشند. ممکن است داده‌های ذخیره شده در ابزار یا اندازه‌های داده‌شده در جدول برای دستیابی به دقت مورد نیاز، بسیار کلی باشند. برای پیچ‌های شاخص‌دار ({با شاخص} درون پیچ در راستای خط مرکز) مانند شکل‌های 1 و 2 نیازی به اندازه‌گیری طول اولیه پیچ و همچنین تصحیح اندازه‌های خوانش شده برای جبران اثر دما نخواهد بود. بنابراین محاسبه اندازه واقعی افزایش طول پیچ (و در نتیجه تنش پیچ) در هنگام نخستین مونتاژ و همچنین عیب-یابی در زمان بهره‌برداری، امکان‌پذیر می‌باشد.

(e) دستگاههای ویژه سنجش نیرو با توانایی خوانش دقیق و بلادرنگ⁶ (کاهش یا افزایش) تنش پیچ/چاپ داده‌ها، در دسترس هستند

1 Hand Wrench
2 Slug/Hand Wrench
3 Impact Wrench
4 Torque Tools
5 Tension Tools

شکل 1. میل رزوه دارای میله شاخص برای اتصال Trough Bolted

جدول A			
قطر سوراخ، in.	قطر میله شاخص، in. [یادآور 2]	قطر نامی پیچ in.،	
0	1/8	7/8- 1 1/4	
0	3/16	1 3/8- 1 7/8	
0	1/4	بیشتر از 2	
جدول B			
آلیاژ	L	قطر نامی	
		پیچ، in.	تعداد مورد نیاز
مهره <td>پیچ <td></td> <td></td> </td>	پیچ <td></td> <td></td>		

علامت پیچ به صورت خارج از مرکز در انتهای جوش - شونده پیچ (مارک پیچ را مخدوش نکنید).

L (جدول B را ببینید)

کل طول پیچ را رزوه کنید. (جدول B را ببینید)

میله شاخص، جدول A و از این سو، سوراخی هم بادی داشت های 1 و 2 را ببینید مرکز با محور پیچ، ایجاد کنید

مهره های شش - گوش پر دوام، برای هر پیچ دو مهره نیاز است. جدول B را ببینید. و اشتر، (بادی داشت 3 و پیوست M را ببینید

انتهای این سمت میله شاخص را به پیچ، جوشکاری کنید. پس از جوشکاری، جوش را سنگ نزدیک

ها:

برای پیچ های فولادی کم آلیاژ (برای نمونه SA-193 Gr B7)، میله شاخص باید سیم جوش بدون روکش استاندارد AWS A5.14، از آلیاژ نیکل UNS N 10276 (C-276) باشد. برای دیگر پیچ ها بایستی از جنسی انتخاب گردد که دارای ضریب انبساط یکسان با پیچ بوده و ترکیب شیمیایی آن برای جوشکاری مناسب باشد.

در صورت لزوم، به منظور آسان سازی عبور میله شاخص از درون پیچ، پیش از جوشکاری، با فرآیند سنگ زنی Centerless، قطر میله شاخص را کاهش دهید.

تنها هنگامی که از روشهای گشتاوری (برخلاف استفاده از ابزارهای هیدرولیکی ایجاد کشش) برای سفت کردن پیچ ها می شود، و اشتر بکار ببرید.

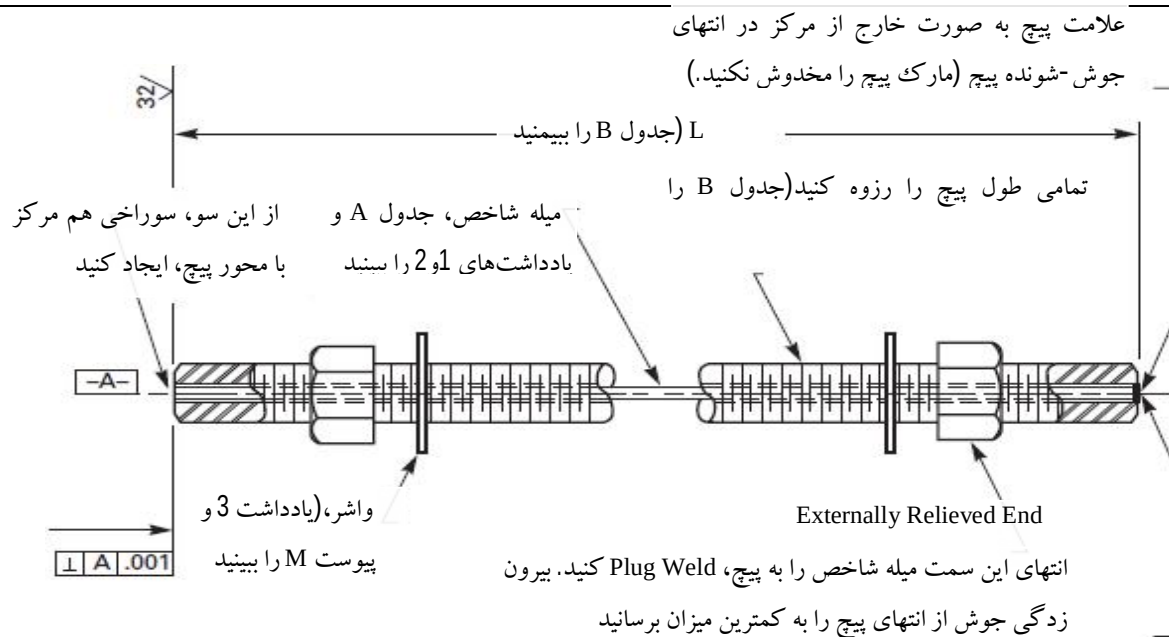
برای آیتم شماره ----- نقشه شماره ----- را ببینید.

ی میله شاخص برای اتصالات Through-Bolted			
تاریخ	تایید کننده	کنترل کننده	تهیه کننده نقشه

شکل 2. میل رزوه دارای میله شاخص برای اتصال Studed

جدول A		
قطر سوراخ، in.	قطر میله شاخص، in. [یادآور 2]	قطر نامی پیچ in.،
0	1/8	7/8- 1 1/4
0	3/16	1 3/8- 1 7/8
0	1/4	بیشتر از 2
جدول B		
آلیاژ مهره	L	قطر نامی
		پیچ، in.
		تعداد مورد نیاز

پس از جوشکاری میله شاخص، تنها این سمت از انتهای سنگ کاری شده پیچ و میله شاخص را با ماشین کاری هم تراز کنید.



ها.

برای پیچ های فولادی کم آلیاژ (برای نمونه SA-193 Gr B7)، میله شاخص باید سیم جوش بدون روکش استاندارد AWS A5.14، از آلیاژ نیکل UNS N 10276(C-276) باشد. برای دیگر پیچ ها بایستی از جنسی انتخاب گردد که دارای ضریب انبساط یکسان با پیچ بوده و ترکیب شیمیایی آن برای جوشکاری مناسب باشد. در صورت لزوم، به منظور آسان سازی عبور میله شاخص از درون پیچ، پیش از جوشکاری، با فرآیند سنگ زنی Centerless قطر میله شاخص را کاهش دهید. تنها هنگامی که از روشهای گشتاوری (برخلاف استفاده از ابزارهای هیدرولیکی ایجاد کشش) برای سفت کردن پیچ ها می شود، واشر بکار ببرید. برای آیتم شماره ----- نقشه شماره ----- را ببینید.

ی میله شاخص برای اتصالات Studed Joints

تاریخ	تایید کننده	کنترل کننده	تهیه کننده نقشه

2-10. محاسبه اندازه افزایش طول پیچ

هنگامی که اندازه گیری افزایش طول پیچ به عنوان تکنیک کنترل نیرو برگزیده می شود، اندازه مطلوب افزایش طول با معادله زیر محاسبه می گردد (با فرض اینکه همه طول پیچ رزوه شده باشد):

$$\Delta L = \left(\frac{S_b \times L_{eff}}{E} \right) \left(\frac{A_r}{A_{ts}} \right)$$

که:

A_r = سطح ناحیه ریشه ($in.^2$)، پیوست H را ببینید.

A_{ts} = سطح ناحیه تحت کشش ($in.^2$)، پیوست H را ببینید.

E = ثابت کشسانی، MPa (ksi)

L_{eff} = طول موثر ناحیه تحت کشش (in.)، به صورت متداول برای اتصال پیچی، اندازه L_{eff} فاصله بین خط وسط ضخامت دو مهره می باشد به شیوه ای که ضخامت مهره شش گوش پردوام برابر نصف قطر پیچ باشد. بر همین پایه، طول موثر بخشی از پیچ که درون سوراخ قلاویز شده نصب می گردد برابر با نصف قطر پیچ خواهد بود.

S_b = تنش نهایی در پیچ (در ناحیه ریشه)، MPa (ksi). اندازه های تنش پیچ که بر پایه پیوست اجباری 2 از ASME Sec. VIII-Div.1 براساس سطح ناحیه ریشه، محاسبه گردیده اند. در صورت استفاده از تنش نهایی پیچ (در سطح ناحیه تحت کشش) از ضریب $\frac{A_r}{A_{ts}}$ در معادله ΔL چشم پوشی کنید.

ΔL = اندازه افزایش طول پیچ، mm (in.). تolerانس این اندازه را مشخص نمایید و در رویه مونتاژ اتصال منظور کنید.

3-10. برگزیدن روش سفت کردن و تکنیک کنترل بار

نمونه ای از چگونگی گزینش ابزارها، شیوه سفت نمودن و تکنیک کنترل نیرو بر اساس نیاز در جدول 3 نشان داده شده است. یادآوری: جدول 3 به عنوان نمونه نشان داده شده است. بهتر است در هنگام برگزیدن ترکیب شیوه مناسب سفت کردن و تکنیک کنترل بار پیچ برای کاربرد پیش رو، ملاحظات ویژه ای درباره شرایط ویژه و فاکتورهای قابل اعمال برای اتصال، در نظر گرفته شود.

11- ترتیب سفت کردن با یک تک ابزار

یکی از گزینه های زیر را انتخاب کنید:

- (a) سیستم شماره گذاری و الگوی بازمانده جدول 4
(b) سیستم شماره گذاری و الگوی بازمانده بهینه سازی شده جدول 4-1.

(c) الگوهای جایگزین ترتیب سفت کردن که در روش های شماره 1، 2 و 3 پیوست F نشان داده شده اند. سازگاری با محدودیتهای اجباری در کاربرد این روشها ضروری می باشد. داده های مربوط به نموهای افزایشی گشتاور در هر گام سفت نمودن، بر پایه الگوی بازمانده جدول 4 در جدول 2 آمده است. (نمایش تصویری ترتیب سفت نمودن ضربدری به روش بازمانده برای فلنچ های 12 و 48 پیچی به ترتیب در شکل های 3 و 4 نشان داده شده است، مفهوم سفت کردن گروهی پیچها در شکل 4 آمده است). شکل های مشابه برای الگوی ترتیبی سفت کردن پیچها در پیوست F گنجانده شده اند.) یادآوری: با هدف جبران برهم کنش کشسان در هنگام سفت نمودن پیچها، لازم است از الگوی ترتیب ضربدری سفت کردن پیچها و گامهای سفت نمودن استفاده نمود. اطلاعات بیشتر درباره برهم کنش کشسان (یا Bolt Cross talk) در پیوست I آورده شده است.

11-1. ترتیب سفت نمودن در صورت استفاده همزمان

از چند ابزار

از رویه های مشخص شده در روشهای جایگزین شماره 4 و 5 پیوست F، پیروی کنید.

11-2. اندازه گیری فاصله (Gap)

برای اطمینان یافتن از یکنواختی فاصله بین دو فلنچ بر روی محیط آنها، میزان فاصله ها را به جز در دو گام نهایی سفت کردن، اندازه گیری کنید. با استفاده از کولیس ورنیه یا کولیس عقربه ای فاصله بین دو فلنچ را در 8 نقطه با فاصله های مساوی بر روی محیط بیرونی فلنچها اندازه گیری کنید. پیچهای قرار گرفته در نزدیکی کمترین خوانش (محلی که کمترین اندازه بین دو فلنچ اندازه گیری شده است) را تا رسیدن به فاصله یکنواخت با تolerانس $0.25mm (0.010 in.)$ شل کنید. در صورت لزوم می توان با سفت نمودن پیچهای قرار گرفته در نزدیکی بیشترین خوانشها (محلی که بیشترین مقدار فاصله، بین دو فلنچ اندازه گیری شده است) فاصله را تنظیم کنید. در صورتی که میزان اختلاف گشتاور لازم برای ایجاد فاصله یکنواخت بیشتر از 50% باشد، اتصال را باز کرده و مشکل را ریشه یابی کنید.

12- برآورد گشتاور نهایی

مگر اینکه گسکت Stop-ring باشد یا جزییات سطح گسکت به گونه‌ای باشد که اثری مانند Stop-ring را ایجاد نماید. قبل از برگزیدن گشتاور نهایی، بخش 10، سفت کردن پیچ‌ها و پیوست O، محاسبه تنش مونتاژی پیچ را ببینید.

با در نظر گرفتن اینکه هر جزء اتصال، تحت تاثیر پیش تنش قرار خواهد گرفت، میزان پیش تنش نهایی هر پیچ را به صورت جداگانه محاسبه کنید. به یاد داشته باشید که بار اولیه ناشی از این پیش تنش بر روی تمام سطح نشیمن گسکت وارد می‌شود،

جدول 3. پیشنهادهایی درباره گزینش ابزارها، روش سفت کردن و تکنیک کنترل نیرو بر پایه سرویس کاری

سرویس کاربردی [یادداشت (1)]	ابزارها [یادداشت (2)]	روش سفت کردن	تکنیک کنترل نیرو
سرویس کم خطر ¹	ابزارهای دستی یا ابزار قدرتی (یا نیروی محرکه) کمکی	از رویه سفت کردن با الگوی تک ابزار یا الگوی گروهی استفاده کنید.	رویه سازگار برپایه بهترین تجربه - های صنعتی یا کنترل گشتاور
سرویس با خطر متوسط ²	ابزارهای دستی یا ابزار قدرتی کمکی یا ابزارهای اندازه گیری گشتاور یا میزان کشش	از رویه سفت کردن با الگوی تک ابزار یا الگوی گروهی استفاده کنید.	[یادداشت (3)]
سرویس پرخطر ³	ابزارهای اندازه گیری کشش یا گشتاور	از رویه‌های سفت کردن تک یا چند پیچی استفاده کنید.	کنترل گشتاور یا تنش با گزینش تایید بار یا افزایش طول نهایی [یادداشت (4)].

یادداشت‌ها:

- 1) بهتر است سرویس کاربردی توسط کارفرما تعیین شده و دربرگیرنده شرایط حاکم بر طراحی (فشار، دما و دیگر موارد) معیارهای مکانیکی (قطر پیچ، قطر فلنج، نوع گسکت و دیگر موارد)، پیشینه نشی اتصال و دسته‌بندی سرویس سیال، باشد.
 - a) برای نمونه، سرویس کم خطر می‌تواند دربرگیرنده سرویس سیال مقوله D، در استاندارد ASME B31.3 باشد.
 - b) برای نمونه، سرویس با خطر متوسط می‌تواند دربرگیرنده سرویس سیال نرمال، در استاندارد ASME B31.3 باشد.
 - c) مثال‌هایی از سرویس پرخطر، می‌تواند دربرگیرنده الزامات سرویس تعیین شده توسط قوانین محلی [برای نمونه CFR 1910.119 (قوانین OSHA PSM) در ایالات متحده]، سرویس مواد کشنده⁴ مطابق تعریف Division 1 بخش VIII از کد ASME یا سرویس سیال مقوله M در استاندارد ASME B31.3، باشد.
- 2) همه ابزارها بایستی به شیوه درست نگهداری شده و به صورت دوره‌ای کالیبره گردند.
- 3) تجربه نشان داده‌است که بسیاری از اتصال‌ها به صورت منظم با استفاده از آچارهای ضربه‌ای⁵ یا ابزارهای دستی بدون هیچ گونه کنترل دقیق بار، سفت می‌شوند. برپایه تجربه‌های پیشین ممکن است این روش برای بعضی از کاربردها پذیرفتنی باشد، اما برای کاربردهای با خطر متوسط، بدون در نظر گرفتن دقیق مخاطرات، کاربرد روشهای سفت کردن بدون اندازه گیری [بار یا گشتاور]، پیشنهاد نمی‌شود.
- 4) هنگامی که تجربه‌های پیشین با تجهیز ویژه یا تجهیزات مشابه، توانایی روش سفت کردن را تضمین کند یا آزمایش‌ها و پژوهش‌ها این موضوع را تایید کنند می‌توان از رویه‌های تایید اندازه کشیدگی طول و تایید بار⁶، چشم‌پوشی نمود.

1 Mild Service
2 Intermediate Service
3 Critical Service
4 Lethal Services
5 Impact Wrench
6 Load and Elongation Verification

12-1. پیش-تنش نهایی (هدف)

اندازه گشتاور پایه برای پیش تنش نهایی (در سطح ناحیه ریشه پیچ) (ksi.) 50 یا 345MPa در جدول 1 یا جدول 1M، فراهم شده‌اند. برای بدست آوردن گشتاور نهایی با پیش تنش به جز 345 MPa، مقدار بدست آمده از جدول 1M یا جدول 1 را در ضریب افزایشده (کاهنده) زیر ضرب کنید.

پیش تنش نهایی (MPa.)

345(MPa.)

یا

پیش تنش نهایی (ksi.)

50(ksi.)

برای محاسبه گشتاور نهایی برای ضرایب اصطکاک متفاوت با ضرایب ذکر شده در یادداشت 1 جدول 1M یا جدول 1 به پیوست J بازگردید. استفاده از ضرایب مهره در پیوست K، روش دیگر برای محاسبه گشتاور نهایی می‌باشد.

13- تست فشار و نشت‌ناپذیری اتصال¹

بهتر است اتصالات فلنچی به منظور اطمینان یافتن از نشت-ناپذیر بودن، تست گردند. بهتر است کارفرما موارد زیر را براساس الزامات کد یا الزامات قانونی، مشخص نماید.

(a) نوع تست نشتی سنجی (برای مثال، بازرسی چشمی، استفاده از ترکیبات حباب‌زا، روشهای تشخیص بو)

(b) سیال تست (برای نمونه، هوا، گاز خنثی، آب، سیال فرآیندی)

(c) فشار تست (برای نمونه فشار پایین یا فشاری تا حد فشار کد برای بازرسی چشمی)

(d) معیار پذیرش (غالباً عدم وجود نشتی)

همچنین درباره کاربرد گسکت‌های موقتی برای تست فشار یا تست نشتی سیستمهای اتصال فلنچی، به کاربر هشدار داده می-شود. ترکیدن این گونه گسکت‌ها در زیر فشار، منجر به آسیب-های نزدیک به صدمات جانی مونتاژگران گردیده‌است. در هنگام تست، کاربرد گسکت‌های موقتی به جای گسکت اصلی توصیه نمی‌شود.

تجربه‌های ارزشمند مهندسی درباره تست فشار و تست نشتی تجهیزات در مقوله 1-5 از ASME PCC2 گنجانده شده‌است.

14- سوابق و مستندات

بهتر است برای هر اتصال مونتاژ شده بویژه اتصالاتی که در سرویس خطرناک قراردارند، اطلاعات مونتاژ اتصال، مستند گردد. می‌توان این مستندات را به صورت دفترچه تهیه نمود و از آن برای مونتاژهای آینده، عیب‌یابی، و دیگر موارد، استفاده نمود.

گزارش مستندات می‌تواند دربرگیرنده موارد زیر اما نه لزوماً محدود به آنها باشد.

(a) تاریخ مونتاژ

(b) نام مونتاژگران

(c) نام بازرس کارفرما یا نفر مسوول (پیوست G را ببینید).

(d) ویژگیها و محل قرارگیری اتصال

(e) اندازه و کلاس فشاری اتصال

(f) شیوه بازنمودن اتصال

(g) شرایط نامطلوب پیش رو در زمان بازنمودن اتصال، از قبیل قفل شدگی مهره‌ها {دراثر ذرات خوردگی} یا کچلی رزوه‌های پیچ²

(h) پیشینه نشتی

(i) ویژگیها و شرایط فلنچ‌ها، پیچ‌ها و واشرهای بکارگرفته-شده

(j) مقادیر اندازه‌گیری شده زبری سطح³ در صورتی که چنین اندازه‌گیری‌هایی انجام گرفته باشد (پیوست D را ببینید).

(k) رویه مونتاژ و روش مورد استفاده برای سفت کردن، از قبیل اندازه پیش تنش اولیه اعمالی برای روش سفت کردن بکارگرفته شده

(l) اطلاعات ابزار بکارگرفته شده برای سفت کردن، مانند نوع، مدل، اندازه، کالیبراسیون و شرایط

(m) مشکلات موجود و روش حل آنها

(n) پیشنهادهایی برای رویه‌های مونتاژی آینده

15- باز کردن اتصال

پیش از بازنمودن اتصال، ضروری است از سوی مسوولین مدیریت سیستم، اطمینان یافت که فشار سیستم و هرگونه فشار ناشی از ارتفاع سیال، از سیستم زدوده شده و از رویه‌های مناسب برای اطمینان از ایمن بودن فرآیند بازنمودن اتصال، استفاده می-شود.

2 Bolt Galling
3 Flatness

جدول 4. ترتیب سفت کردن با الگوی بازمانده ضربدری و سیستم شماره گذاری با کاربرد تک ابزار

شمار پیچ‌ها	توالی ساعت گردا یادداشت (1)
4	1-3-2-4
8	1-5-3-7 → 2-6-4-8
12	1-7-4-10 → 2-8-5-11 → 3-9-6-12
16	1-9-5-13 → 3-11-7-15 → 2-10-6-14 → 4-12-8-16
20	1-11-6-16 → 3-13-8-18 → 5-15-10-20 → 2-12-7-17 → 4-14-9-19
24	1-13-7-19 → 4-16-10-22 → 2-14-8-20 → 5-17-11-23 → 3-15-9-21 → 6-18-12-24
28	1-15-8-22 → 4-18-11-25 → 6-20-13-27 → 2-16-9-23 → 5-19-12-26 → 7-21-14-28 . 3-17-10-24
32	1-17-9-25 → 5-21-13-29 → 3-19-11-27 → 7-23-15-31 → 2-18-10-26 → 6-22-14-30 . 4-20-12-28 → 8-24-16-32
36	1-2-3 → 19-20-21 → 10-11-12 → 28-29-30 → 4-5-6 → 22-23-24 → 13-14-15 . 31-32-33 → 7-8-9 → 25-26-27 → 16-17-18 → 34-35-36
40	1-2-3-4 → 21-22-23-24 → 13-14-15-16 → 33-34-35-36 → 5-6-7-8 → 25-26-27-28 . 17-18-19-20 → 37-38-39-40 → 9-10-11-12 → 29-30-31-32
44	1-2-3-4 → 25-26-27-28 → 13-14-15-16 → 37-38-39-40 → 5-6-7-8 → 29-30-31-32 . 17-18-19-20 → 41-42-43-44 → 9-10-11-12 → 33-34-35-36 → 21-22-23-24
48	1-2-3-4 → 25-26-27-28 → 13-14-15-16 → 37-38-39-40 → 5-6-7-8 → 29-30-31-32 . 17-18-19-20 → 41-42-43-44 → 9-10-11-12 → 33-34-35-36 → 21-22-23-24 → 45-46-47-48
52	1-2-3-4 → 29-30-31-32 → 13-14-15-16 → 41-42-43-44 → 5-6-7-8 → 33-34-35-36 . 17-18-19-20 → 45-46-47-48 → 21-22-23-24 → 49-50-51-52 → 25-26-27-28 . 9-10-11-12 → 37-38-39-40
56	1-2-3-4 → 29-30-31-32 → 13-14-15-16 → 41-42-43-44 → 21-22-23-24 → 49-50-51-52 . 9-10-11-12 → 37-38-39-40 → 25-26-27-28 → 53-54-55-56 → 17-18-19-20 . 45-46-47-48 → 5-6-7-8 → 33-34-35-36
60	1-2-3-4 → 29-30-31-32 → 45-46-47-48 → 13-14-15-16 → 5-6-7-8 → 37-38-39-40 . 21-22-23-24 → 53-54-55-56 → 9-10-11-12 → 33-34-35-36 → 49-50-51-52 → 17-18-19-20 . 41-42-43-44 → 57-58-59-60 → 25-26-27-28
64	1-2-3-4 → 33-34-35-36 → 17-18-19-20 → 49-50-51-52 → 9-10-11-12 → 41-42-43-44 . 25-26-27-28 → 57-58-59-60 → 5-6-7-8 → 37-38-39-40 → 21-22-23-24 → 53-54-55-56 . 13-14-15-16 → 45-46-47-48 → 29-30-31-32 → 61-62-63-64
68	1-2-3-4 → 37-38-39-40 → 21-22-23-24 → 53-54-55-56 → 9-10-11-12 → 45-46-47-48 . 29-30-31-32 → 61-62-63-64 → 17-18-19-20 → 57-58-59-60 → 33-34-35-36 → 5-6-7-8 . 41-42-43-44 → 13-14-15-16 → 49-50-51-52 → 25-26-27-28 → 65-66-67-68

یادداشت عمومی:

- (a) برای دیدن سیستم شماره گذاری پیچ‌ها برپایه الگوی بازمانده بهینه‌سازی شده، به جدول 1-4 پروید.
- (b) برای الگوهای جایگزین شماره 1، 2 و 3 با نموهای افزایشی گشتاور جدول 2 و الگوی بازمانده جدول 4، شماره گذاری و ترتیب سفت کردن با تک ابزار، پیوست F را ببینید. سازگاری و تطابق با محدودیتهای کاربردی این رویه‌های جایگزین، ضروری است.
- (c) برای الگوهای جایگزین شماره گذاری گروهی و سفت کردن همزمان با چندین ابزار، شماره های 4 و 5، پیوست F را ببینید.

یادداشت:

- (1) نمایش تصویری الگوی بازمانده توالی سفت کردن ضربدری و سیستم شماره گذاری پیچ‌ها برای کاربرد تک ابزار، در شکل‌های 3 و 4 نشان داده شده‌اند.

جدول 4-1. روش جایگزین ترتیب سفت کردن با الگوی بازمانده ضربدری و سیستم شماره گذاری با کاربرد تک ابزار
(ادامه در صفحه بعد)
(بخش 9 را ببینید)

شمار پیچ ها	توالی شماره گذاری پیچ، بایستی به صورت ساعت گرد بر روی فلنج نشان گذاری گردد. یادداشت (1)
4	1,3,2,4
8	1,5,3,7,2,6,4,8
12	1, 9, 5, 3, 11, 7, 2, 10, 6, 4, 12, 8
16	1, 9, 5, 13, 3, 11, 7, 15, 2, 10, 6, 14, 4, 12, 8, 16
20	1, 17, 9, 5, 13, 3, 19, 11, 7, 15, 2, 18, 10, 6, 14, 4, 20, 12, 8, 16
24	1, 17, 9, 5, 13, 21, 3, 19, 11, 7, 15, 23, 2, 18, 10, 6, 14, 22, 4, 20, 12, 8, 16, 24
28	1, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 3, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 2, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 4, 28, 20, 12, 8, 16, 24
32	1, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 3, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 2, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 4, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32
36	1, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 3, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 2, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 4, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32
40	1, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 3, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 2, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 4, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40
44	1, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 3, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 2, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 4, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40
48	1, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 3, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 2, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 4, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48
52	1, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 3, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 2, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 4, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48
56	1, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 3, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 2, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 4, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56
60	1, 57, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 3, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 2, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 4, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56
64	1, 57, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 3, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 2, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 4, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64
68	1, 65, 57, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 3, 67, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 2, 66, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 4, 68, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64
72	1, 65, 57, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 3, 67, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 2, 66, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 70, 4, 68, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72
76	1, 73, 65, 57, 49, 41, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 3, 75, 67, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 2, 74, 66, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 70, 4, 76, 68, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72
80	1, 73, 65, 57, 49, 44, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 77, 3, 75, 67, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 79, 2, 74, 66, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 70, 78, 4, 76, 68, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80

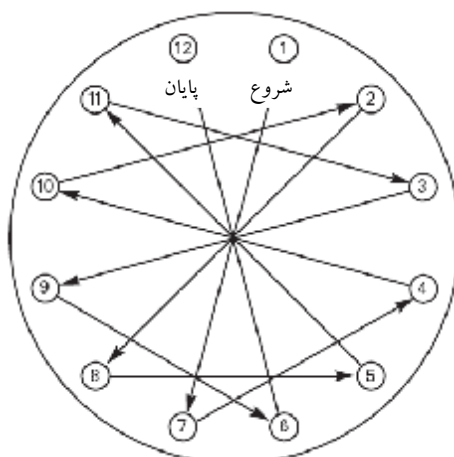
جدول 4-1. روش جایگزین ترتیب سفت کردن با الگوی بازمانده ضربدری و سیستم شماره گذاری با کاربرد تک ابزار
(ادامه از صفحه پیش)
(بخش 9 را ببینید)

1, 81, 73, 65, 57, 49, 44, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 77, 3, 83, 75, 67, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 79, 2, 82, 74, 66, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 70, 78, 4, 84, 76, 68, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80	84
1, 81, 73, 65, 57, 49, 44, 33, 25, 17, 9, 5, 13, 21, 29, 37, 45, 53, 61, 69, 77, 85, 3, 83, 75, 67, 59, 51, 43, 35, 27, 19, 11, 7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 79, 87, 2, 82, 74, 66, 58, 50, 42, 34, 26, 18, 10, 6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62, 70, 78, 86, 4, 84, 76, 68, 60, 52, 44, 36, 28, 20, 12, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88	88

یادداشت عمومی:

(1) شماره اختصاص یافته برای هر سوراخ پیچ {بر روی فلنج}، نشانگر ترتیب سفت کردن می باشد.

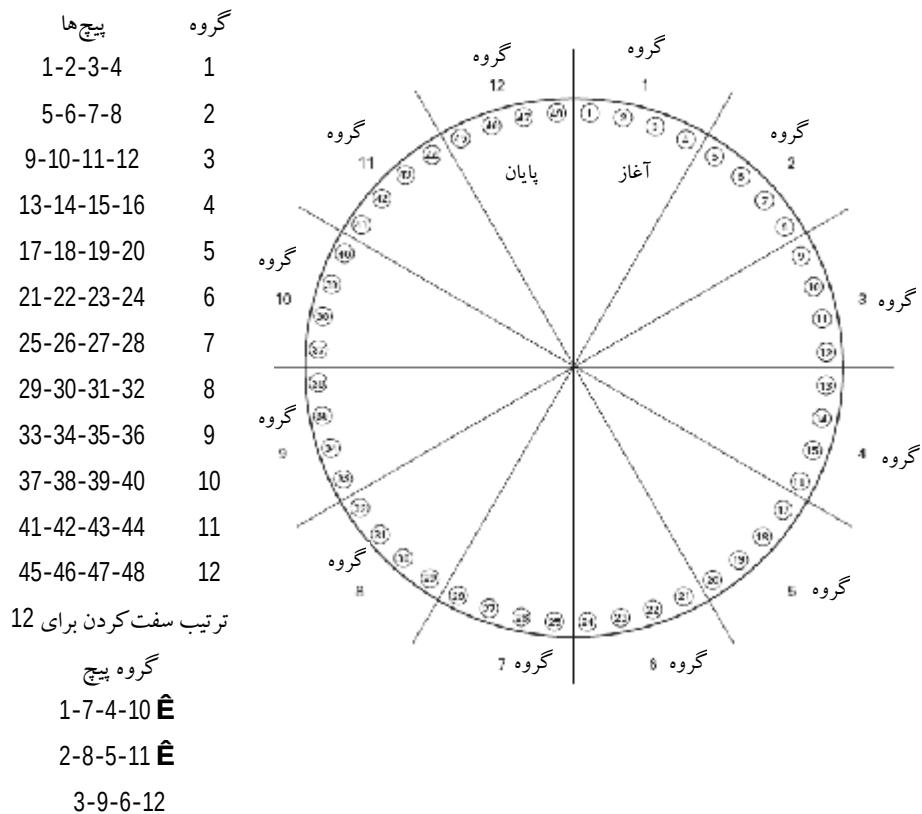
شکل 3. نمونه ای از الگوی بازمانده برای توالی سفت کردن یک فلنج 12-پیچی



ترتیب سفت کردن برای فلنج 12 پیچی (دور 1 تا دور 3)

1-7-4-10 → 2-8-5-11 → 3-9-6-12

شکل 4. نمونه‌ای از شماره‌گذاری گروهی فلنچ 48 پیچی



ترتیب سفت کردن 12 گروه

پیچ مانند ترتیب سفت

کردن 12 پیچ می‌باشد،

شکل 3 را ببینید)

یادداشت عمومی:

این شکل، چگونگی گروه‌بندی پیچ‌ها برای سفت کردن را نمایش می‌دهد. می‌توان پیچ‌ها را گروه بندی و سفت نمود و ترتیب سفت-کردن گروه‌ها را مانند ترتیب سفت کردن تک پیچ‌ها در نظر گرفت. تعداد تخمینی پیچ‌ها در هر گروه، شمار پیچ‌های قرار گرفته در یک کمان 30 درجه می‌باشد. با این حال بهتر است احتمال آسیب دیدن گسکت یا ناهمراستایی فلنچ را در هنگام گروه بندی پیچ‌ها در نظر داشت.

3-1-15

دوباره از برداشته شدن فشار سیستم {بی فشار بودن سیستم} اطمینان پیدا کنید. به شل کردن و باز نمودن پیچ‌ها پردازید و مهره را به صورت کامل باز کنید.

1-3-1-15

برای جداسازی اجزای اتصال از یکدیگر، ممکن است به ابزارهای دستی یا هیدرولیکی بازکننده اتصال² نیاز داشته باشید.

16- مراجع

1-16

در ادامه، نشریات مرجع مورد استفاده در این رهنمود، فهرست می‌شوند.

2-16. انتشارات API

ANSI/API Standard 660, Shell-and-tube Heat Exchangers, Eighth Edition, August 2007

API Recommended Practice 686, Recommended Practices for Machinery Installation and Installation Design, Second Edition, December 2009

Publisher: American Petroleum Institute (API), 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005-4070

3-16. انتشارات ASME

ASME B1.1-2003, Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form)

ASME B1.7-2006, Screw Threads: Nomenclature, Definitions, and Letter Symbols

ASME B1.13M-2005, Metric Screw Threads: M Profile

ASME B16.5-2009, Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric/Inch Standard

ASME B16.20-2007, Metallic Gaskets for Pipe

Flanges: Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed

ASME B16.47-2006, Large Diameter Steel Flanges

NPS 26 Through NPS 60 Metric/Inch Standard

ASME B31.3-2008, Process Piping

ASME B46.1-2002, Surface Texture (Surface

Roughness, Waviness, and Lay)

ASME PCC-2-2008, Repair of Pressure Equipment and Piping

Publisher: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990; Order Department: 22 Law Drive, P.O. Box 2300, Fairfield, NJ 07007-2300 16.4

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, 2007 Edition (Including Addenda Through 2009) Section II, Part A

— Ferrous Material Specifications:

SA-105/SA-105M, Specification for Carbon Steel

Forgings for Piping Applications

SA-182/SA-182M, Specification for Forged or Rolled

Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Flanges, and Valves and Parts for High-Temperature Service

هنگامی که شمار بسیاری از پیچ‌ها به ترتیب چرخشی، شل می‌گردند، در اثر بازیابی کشسان اجزای به هم فشرده شده، نیروی بزرگی به پیچ‌های باقیمانده وارد می‌گردد و باز کردن اتصال را دشوار خواهد نمود و گاهی موجب کجلی رزوه‌ها¹ در پیچ و مهره می‌شود به گونه‌ای که می‌تواند موجب شکست پیش‌پیش پیچ در هنگام شل نمودن پیچ‌ها گردد. موارد بیشماری از دشواریها و مشکلات باز نمودن اتصال برای کاربردهای زیر گزارش شده- است.

(a) فلنج‌های با اندازه بزرگتر از DN600 (NPS 24)

(b) فلنج با ضخامت بزرگتر از 125mm(5 in.)

(c) پیچ‌های با قطر M45 (1 3/4 in.) و بزرگتر

کاربرد رویه‌های باز نمودن اتصال که دربرگیرنده همگی موارد یاد شده در بندهای 1-1-15 تا 3-1-15 باشند، سودمند خواهد بود. همچنین برای اجزای تشکیل دهنده اتصال که کرنش‌های موضعی موجب آسیب دیدگی آنها می‌گردد (مانند تجهیزات دارای پوشش آستری شیشه‌ای، Lens Ring Joint) کاربرد رویه‌های باز نمودن اتصال، کاری هوشمندانه خواهد بود.

1-15. کنترل بار در هنگام باز نمودن اتصال

1-1-15

در صورت مناسب تشخیص داده شدن کاربرد رویه کنترل بار برای باز نمودن اتصال، بایستی پیچ‌ها را به صورت ضربدری شل نمود تا هنگامی که برپایه قضاوت کاربر، اندازه پیش بار برای هر پیچ برابر با نصف پیش بار اولیه پیچ گردد. در صورتی که اثرات ناشی از گشتاور باعث آزاد سازی کامل پیش بار پیچ گردد، دوباره پیچ را به صورت تقریبی تا نصف گشتاور نهایی سفت کنید.

2-1-15

پس از پایان یافتن اولین گام شل کردن پیچ‌ها، فاصله (Gap) بین دو فلنج را بر روی محیط بیرونی فلنج‌ها واریسی کنید. با هدف دستیابی به فاصله یکسان، برخی از پیچ‌ها را به صورت گزینشی شل کنید.

¹ تجربه نشان داده است که در صورت بکارگیری مهره‌های با استحکام

بالای SA-194 Gr.4 به جای کاربردهای SA-194 Gr2 یا Gr. 2H برای

پیچ‌های SA-193 Gr. B7، می‌تواند از کجلی رزوه‌ها جلوگیری کند.

Publisher: U.S. Department of Labor/Occupational Safety & Health Administration, 200 Constitution Avenue, NW, Washington, DC 20210

9-16. انجمن {کاربردهای} پر فشار ژاپن

HPIS Z103 TR 2004, Bolt Tightening Guidelines for Pressure Boundary Flanged Joint Assembly (in Japanese)

Publisher: High Pressure Institute of Japan 17

10-16. انتشارات MSS

MSS SP-9-2008, Spot Facing for Bronze, Iron and Steel Flanges

Publisher: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry (MSS), 127 Park Avenue, NE, Vienna, VA 22180-4602

11-16. انتشارات PIP

PIP VESV1002, Vessel Fabrication Specification ASME Code Section VIII, Divisions 1 and 2, May 2009

PIP VESST001, Shell and Tube Heat Exchanger Specification, May 2009

Publisher: Process Industry Practices

(PIP), Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin, 3925 West Braker Lane (R4500), Austin, TX 78759

12-16. انتشارات WRC

WRC Bulletin 449, Guidelines for the Design and Installation of Pump Piping Systems

WRC Bulletin 528, Determination of Pressure Boundary Joint Assembly Bolt Load

Publisher: Welding Research Council (WRC), P.O. Box 201547, Shaker Heights, OH 44120

13-16. انتشارات دیگر

Bickford, John H., "An Introduction to the Design and Behavior of Bolted Joints," New York, Marcel Dekker, Inc., 1995

Bickford, John H. and Nassar, Sayed, eds., "Handbook of Bolts and Bolted Joints," 1998, New York, Marcel Dekker, Inc.

Koves, W. J., 2005, "Design for Leakage in Flange Joints Under External Loads," Paper no. PVP2005-71254, 2005 Proceedings of the ASME Pressure Vessels and Piping Conference: Volume 2 — Computer Technology, ASME, New York, pp. 53–58

Payne, J. R. and Schneider, R. W., 2008, "On the Operating Tightness of B16.5 Flanged Joints," Paper no. PVP2008-61561, Proceedings of the ASME 2008 Pressure Vessels and Piping Conference, ASME, New York

SA-193/SA-193M, Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications

SA-194/SA-194M, Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High-Pressure or High-Temperature Service, or Both

SA-240/SA-240M, Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications

SA-453/SA-453M, Specification for High-Temperature Bolting Materials With Expansion Coefficients Comparable to Austenitic Steels

SA-540/SA-540M, Specification for Alloy-Steel Bolting Materials for Special Applications

SA-693, Specification for Precipitation-Hardening Stainless and Heat-Resisting Steel Plate, Sheet, and Strip

Section II, Part B — Nondestructive Examination: SB-637, Specification for Precipitation-Hardening Nickel Alloy Bars, Forgings, and Forging Stock for High-Temperature Service

Section VIII, Division 1 — Rules for Construction of Pressure Vessels

Publisher: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990; Order Department: 22 Law Drive, P.O. Box 2300, Fairfield, NJ 07007-2300

5-16. انتشارات ASTM

ASTM A 829/A 829M-06, Standard Specification for Alloy Structural Steel Plates

ASTM F 436-09, Standard Specification for Hardened Steel Washers

ASTM F 606-09, Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, Direct Tension Indicators, and Rivets

ASTM F 606M-07, Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, and Rivets (Metric)

Publisher: American Society for Testing and Materials (ASTM International), 100 Barr Harbor Road, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959

6-16. انتشارات AWS

AWS A5.14/A5.14M:2009, Specification for Nickel and Nickel-Alloy Bare Welding Electrodes and Rods — 9th Edition

Publisher: American Welding Society (AWS), 550 NW LeJeune Road, Miami, FL 33126

7-16. انتشارات ISO

ISO 7005-1:1992, Metallic Flanges — Part 1: Steel Flanges, First Edition

Publisher: International Organization for Standardization (ISO), 1, ch. de la Voie-Creuse, Case postale 56, CH-1211, Genève 20, Switzerland/Suisse

8-16. انتشارات وزارت کار آمریکا/مدیریت ایمنی و

سلامت شغلی

29 CFR 1910.119, Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals

پیوست A

تکاتی در زمینه تایید شایستگی مونتاژکاران اتصال فلنجی¹

1 Notes Regarding Qualifying Flanged Joint Assemblers

A-4. گستره اندازه پیچ ها جهت تایید شایستگی

به منظور تایید شایستگی مونتاژکاران برای گستره کامل اتصالات، گسکت ها و اندازه پیچ های مورد استفاده، بهتر است ارزیابی شایستگی آنان برای تعداد کافی از پیچ ها با اندازه مختلف انجام گیرد.

مثال: آزمون مونتاژکاران با استفاده از پیچ M27 (قطر 1 اینچ)، می تواند به عنوان تایید شایستگی آنان برای کلیه پیچ های M27 (قطر 1 اینچ) و پیچ های با قطر کوچکتر در نظر گرفته شود. آزمون مونتاژکاران با استفاده از پیچ M52 (قطر 2 اینچ)، می تواند به عنوان تایید شایستگی آنان برای کلیه پیچ های بزرگتر از M27 (قطر 1 اینچ) تا پیچ های با قطر M52 (قطر 2 اینچ) در نظر گرفته شود. آزمون مونتاژکاران با استفاده از پیچ های M56 (قطر 2 ¼ اینچ) می تواند به معنی تایید شایستگی مونتاژکاران برای پیچ های M56 (قطر 2 ¼ اینچ) و بزرگتر باشد.

توجه: یک نسخه پیشنهادی از این پیوست که در برگرنده گواهینامه {تایید شایستگی} مونتاژکاران اتصال فلنجی است، توسط کمیته پس از ساخت، تکنولوژی تحت فشار ASME تحت بررسی می باشد. برای اطلاعات بیشتر با دبیر کمیته به آدرس زیر تماس بگیرید:

<http://cstools.asme.org/cscontent/committee.cfm?committee=N10010000>

A-1. هدف

هدف از تایید شایستگی مونتاژکاران اتصال فلنجی، اطمینان از این موضوع است که مونتاژکاران به میزان کافی با ابزارهای ویژه و رویه های مونتاژ اتصال، آشنا هستند و گستره اندازه پیچ ها برای دستیابی به مقدار پیش تنش مشخص در گستره تفرانس تعیین شده برای ابزارها و رویه های مونتاژ مورد استفاده را می شناسند.

A-2. بکارگیری مدرس شایسته

بهتر است مونتاژکاران برای هر رویه مونتاژ اتصال و برای گستره اندازه پیچ مورد استفاده، توسط یک مدرس شایسته آموزش ببینند و از آنان آزمون گرفته شود.

A-3. کنترل افزایش طول پیچ²

بهتر است در نخستین دو اتصال مونتاژ شده توسط مونتاژگران، افزایش طول پیچ ها کنترل شود. بهتر است میزان تنش برآیند پیچ، نزدیک به 345 MPa (50 ksi) یا دیگر اندازه های مشخصه پیش تنش نهایی با در نظر گرفتن تفرانس ویژه ابزار و رویه مونتاژ مورد استفاده باشد.

پیوست C

اندازه پیشنهادی پرداخت سطوح تماس گسکت برای گسکت های گوناگون¹

1 RECOMMENDED GASKET CONTACT SURFACE FINISH FOR VARIOUS GASKET TYPES

جدول C-1. اندازه پیشنهادی پرداخت سطوح تماس گسکت برای گسکت های مختلف			
ویژگیهای گسکت ها		پرداخت سطح گسکت] یادداشت (1)]	
		μm	μin
Spiral Wound		3.2-6.4	125-250
Corrugated metal jacket with corrugated metal core; full width and circumference of both sides to be covered with adhesive-backed flexible graphite tape	غلاف فلزی موجدار با هسته فلزی موجدار، سرتاسر عرض و محیط دو سمت گسکت با برچسب گرافیتی نرم پوشانده شود.	3.2-6.4	125-250
Grooved metal gasket with facing layers such as flexible graphite, PTFE, or other conformable materials	گسکت فلزی شیاردار با لایه های سطحی مانند گرافیت انعطاف پذیر، PTFE یا دیگر مواد سازگار	3.2-6.4	125-250
Flexible graphite reinforced with a metal interlayer insert	گرافیت انعطاف پذیر تقویت شده با لایه های میانی فلزی	3.2-6.4	125-250
Grooved metal	فلزی شیار دار	1.6 max.	63 max.
Flat solid metal	فلزی تخت	1.6 max.	63 max.
Flat metal jacketed	فلزی تخت غلاف دار	2.5 max.	100 max
Soft cut sheet, thickness ≤ 1.6 mm (1/16 in.)		3.2-6.4	125-250
Soft cut sheet, thickness > 1.6 mm (1/16 in.)		3.2-13	125-500
یادداشت (1):			
پرداخت های آورده شده، مقادیر میانگین پرداخت های سطحی هستند و برای سطوح پرداخت شده مخروطی هم مرکز و سطوح پرداخت شده مارپیچ در محل تماس گسکت با فلنچ به کار می روند			

پیوست D

رهنمود ها در باره اندازه یکنواختی (Flatness) پذیرفته شده، رویه گسکت و گودی پذیرفته شده عیوب

1-D. تیرانس یکنواختی (Flatness) سطح فلنج

گستره تیرانس های یکنواختی¹ که امروزه در صنعت به کار می روند، هیچ گونه برآوردی درباره توانایی گسکت برای برتابیدن عیوب را دربر نمی گیرند. تیرانس های ارایه شده در زیر به گونه (نوع) گسکت بکاررفته بستگی دارد و بر حسب میزان فشردگی اولیه گسکت، دسته بندی می شود. گسکت های نرم مانند PTFE, Spiral Wound, Fibre و ... در هنگام نصب به میزان بیشتر از 1.0 mm (0.04 in.) فشرده می گردند. اندازه فشردگی نخستین در گسکت های سخت، کمتر از این اندازه می باشد. فشردگی کمتر، از سویی با کاهش اندازه شل شدگی پیچ ها در اثر برهم کشش کیشان پیچ، اتصال را بهبود می بخشد و از سوی دیگر بدان معنی است که اتصال فلنج، به مقدار خارج از تیرانس بودن یکنواختی سطح، بسیار حساس خواهد بود. برای تعیین گستره تیرانس های کاربردی، پیشنهاد می گردد داده های آزمایش فشردگی گسکت تحت بار، از سازنده گسکت درخواست گردد. بهتر است به یاد داشت که گستره فشردگی گسکت، عمود بر سطح گسکت اندازه گیری می شود و بنابراین بایستی گسکت های رینگی (RTJ) به عنوان گسکت های سخت، دسته بندی شوند.

It is acceptable to gauge mating flanges that have only one possible alignment configuration and determine that any waviness of the flange faces is complementary, such that the seating surfaces follow the same pattern.

این نمونه بیشتر در مبدل های گرمایی چند پاسی² بدلیل واپیچش گرمایی به وجود می آید. در این حالت، سنجش فاصله بین دو فلنج در نقطه های قرار گرفته بر پیرامون فلنج و بکارگیری تیرانس های نشان داده شده در جدول 1M -D و جدول 1-D به عنوان چارچوب پذیرش فاصله، یک رویه محافظه کارانه می باشد.

2-D. تیرانس عیوب قرار گرفته بر رویه فلنج

1 برای نمونه PIP VESV1002، "ویژگیهای ساخت مخازن Vessel Fabrication Specification"؛ بند 7-3-9 از Division 1 و 2 بخش VIII کد ASME Boiler & Pressure Vessel؛ بند 7-3-8 از PIP VESST001 و ویژگیهای مبدل های گرمایی شل و تیوب - Shell and Tube Heat Exchanger؛ Specification ویرایش ماه می 2009 و جدول 3 از ویرایش هشتم API 660 2 Multi-Pass Exchanger

تیرانس های نشان داده شده در جدول 2-D و جدول 2-D بسته به گونه گسکت بکاررفته، به دو بخش دسته بندی می گردند. گسکت های با رویه نرم، دارای اندازه کافی از مواد پرکننده نرم (مانند گرافیت، لاستیک یا PTFE) می باشند به نحوی که دو رویه گسکت و فرورفتگی های سطح فلنج پر می شوند و افزوده (اضافه) ماده پرکن که بر روی گسکت می ماند با فشرده شدن گسکت بین دو فلنج، هر گونه فرورفتگی کوچک را نیز پر خواهد کرد. بهتر است هنگام سوار نمودن گسکت از بکارگیری تیرانس های درست یقین حاصل شود. ممکن است دسته بندی گسکت ها بر پایه گونه گسکت ناپذیرفتنی باشد، مانند گسکت های نازک یا گسکت های با ماده پرکننده کم، که نخواهند توانست فرورفتگی ها را پر نمایند و بنابراین بهتر است این گونه گسکت ها در گروه گسکت های سخت، دسته بندی شوند. گسکت های با رویه فلزی³ مانند RTJ یا گسکت های دوغلافی⁴ در دسته گسکت های سخت⁵، دسته بندی می شوند. بایستی در نظر داشت که تیرانس ها بر روی نشیمنگاه گسکت، کاربرد دارد (نشیمنگاه گسکت در هنگام مونتاژ اولیه و پس از مونتاژ نهایی).

3 Metal Faced Gaskets
4 Double Jacketed Gasket
5 Hard Gaskets

جدول 1-M - D. تیرانس یکنواختی رویه نشیمنگاه فلنج (سیستم متریک)

اندازه	گسکت سخت	گسکت نرم
اندازه اختلاف پذیرفته شده یکنواختی پیرامونی رویه نشیمن گسکت	$T_1 < 0.15 \text{ mm}$	$T_1 < 0.25 \text{ mm}$
اندازه اختلاف پذیرفته شده یکنواختی شعاعی (در سرتاسر رویه) نشیمنگاه گسکت	$T_2 < 0.15 \text{ mm}$	$T_2 < 0.25 \text{ mm}$
بیشترین اندازه بلندی سطح صفحه جداکننده (Pass Partition) در برابر سطح فلنج	$-0.25 < P < 0.0 \text{ mm}$	$-0.5 < P < 0.0 \text{ mm}$

یادداشت کلی:

برای روشننگری بیشتر درباره روشهای اندازه گیری T_1 و T_2 ، شکل های 1-D و 2-D را ببینید.

جدول 1-D. تیرانس یکنواختی رویه نشیمنگاه فلنج (سیستم ستی آمریکایی)

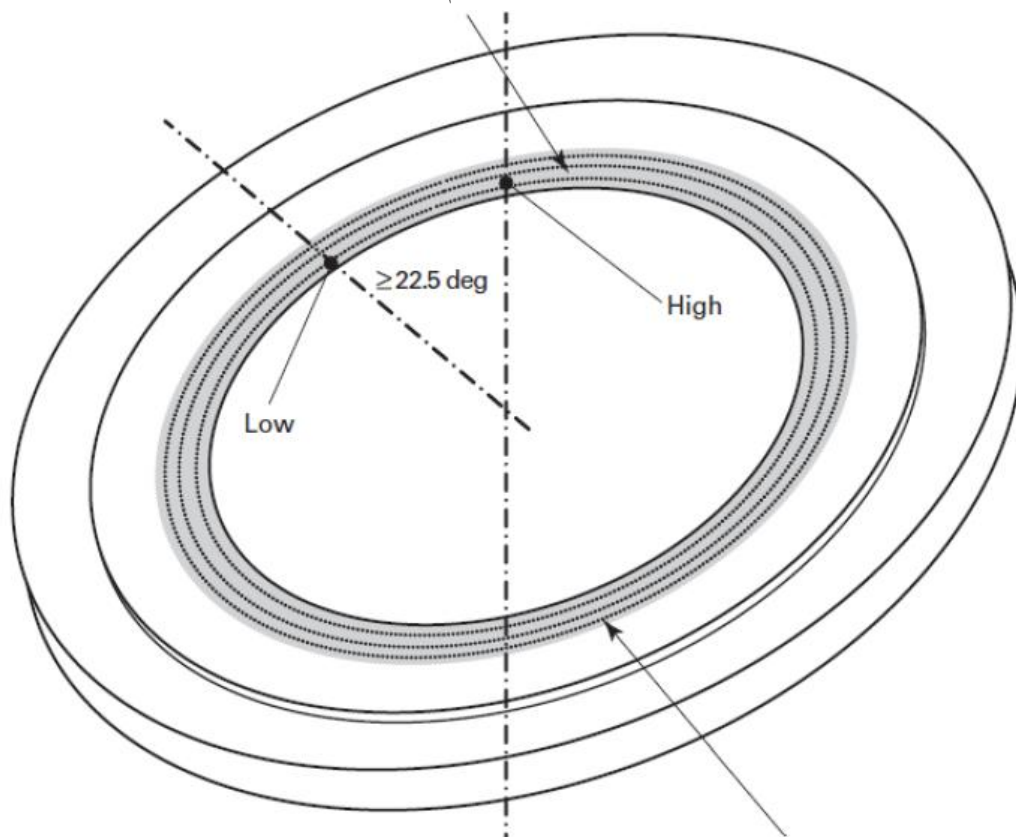
اندازه	گسکت سخت	گسکت نرم
اندازه اختلاف پذیرفته شده یکنواختی پیرامونی رویه نشیمن گسکت	$T_1 < 0.006 \text{ in.}$	$T_1 < 0.01 \text{ in.}$
اندازه اختلاف پذیرفته شده یکنواختی شعاعی (در سرتاسر رویه) نشیمنگاه گسکت	$T_2 < 0.006 \text{ in.}$	$T_2 < 0.01 \text{ in.}$
بیشترین اندازه بلندی سطح صفحه جداکننده (Pass Partition) در برابر سطح فلنج	$-0.020 \text{ in.} < P < 0.0 \text{ in.}$	$-0.010 \text{ in.} < P < 0.0 \text{ in.}$

یادداشت کلی:

برای روشننگری بیشتر درباره روشهای اندازه گیری T_1 و T_2 ، شکل های 1-D و 2-D را ببینید.

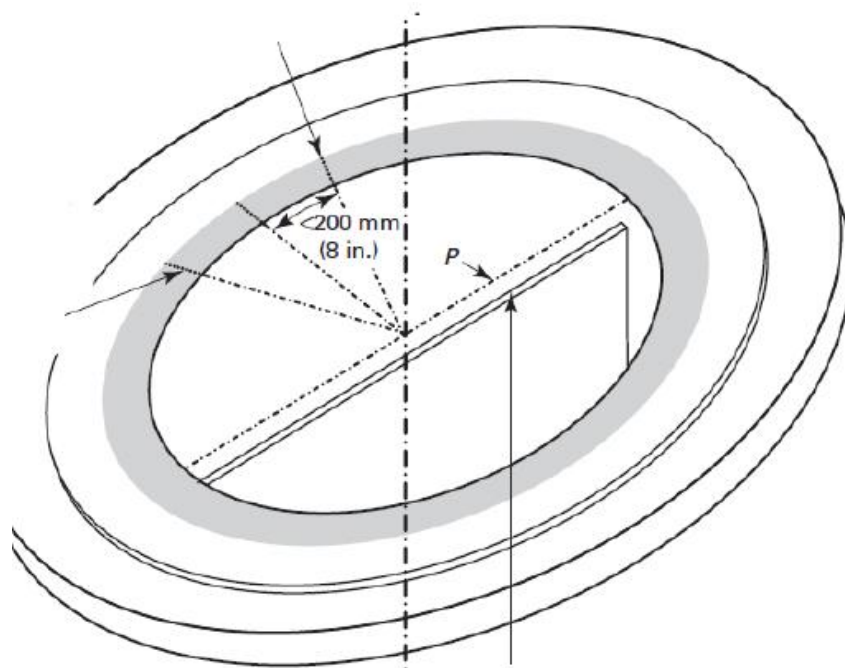
شکل D-1. تفرانس تغییرات {یکنواختی} در راستای پیرامونی فلنج، T_1

ابزار اندازه گیری را تراز کنید و چهار نقطه پایه را بر پیرامون فلنج، نشان گذاری کنید. اندازه ها را در دور تا دور تمامی پیرامون فلنج، برداشت کنید و با تفرانس T_1 بسنجید. این کار را بر روی دایره ها با نمونه های 6mm تکرار کنید. این کار را تا اندازه گیری کل رویه نشیمنگاه گسکت (بخش خاکستری) بازانجام کنید.



$T_1 =$ بیشترین اندازه اختلاف پذیرفته شده بین بیشترین و کمترین اندازه های خوانش شده بر روی هر دایره پیرامونی. بیشترین اختلاف بایستی بر روی کمانی بزرگتر از 22.5° قرار گیرد.

شکل 2-D. تیرانس گوناگونی {یکنواختی سطح} در راستای شعاعی، T_2



ابزار اندازه گیری را تراز کنید و
چهار نقطه پایه را بر محیط دایره
لبه درونی نشیمنگاه گسکت،
نشان گذاری کنید. اندازه گیری
را بر روی خط های شعاعی بر
نشیمنگاه گسکت (بخش
خاکستری) با فاصله 200mm (8
in.) یا کمتر، انجام دهید تا
جایی که همه سطح نشیمنگاه
اندازه گیری شود.

فاصله لبه میانی سطح نشیمنگاه فلنج تا سطح نشیمنگاه صفحه جدا کننده P

جدول 2M-D. گودی پذیرفته شده عیب بر پایه پهنای آن (سیستم متریک)

اندازه	گسکت با رویه سخت	گسکت با رویه نرم
$r_d < W4$	$< 0.76 \text{ mm}$	$< 1.27 \text{ mm}$
$W4 < r_d < W2$	$< 0.25 \text{ mm}$	$< 0.76 \text{ mm}$
$W2 < r_d < W4$	نامجاز	$< 0.13 \text{ mm}$
$r_d > W4$	نامجاز	نامجاز

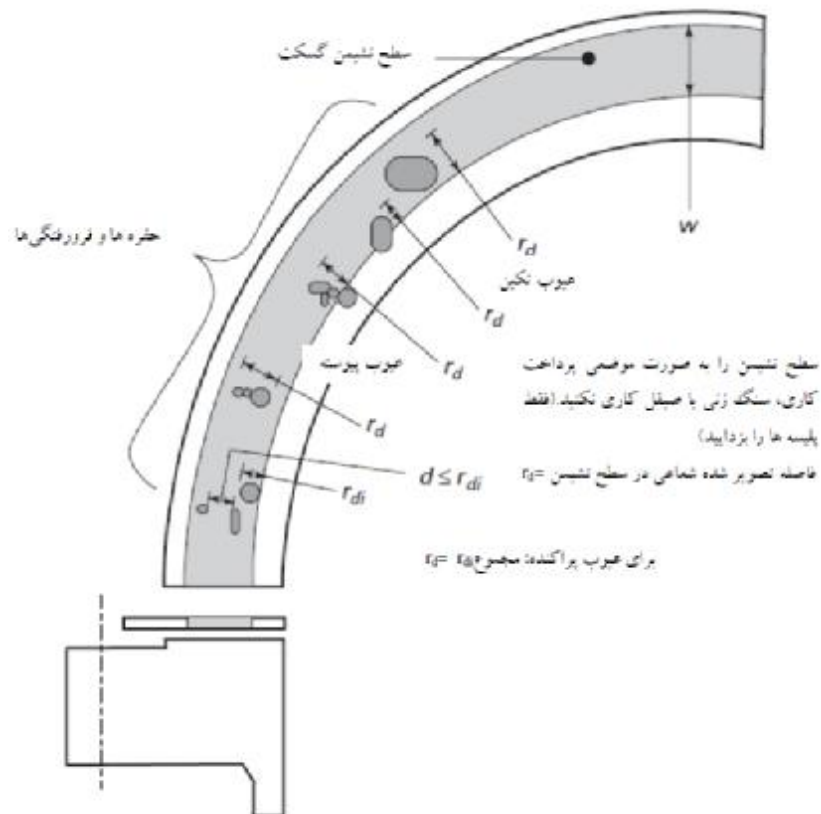
یادداشت کلی: برای روشننگری درباره اندازه گیری عیب ها، شکل های 3-D و 4-D را ببینید.

جدول 2-D. گودی پذیرفته شده عیب بر پایه پهنای آن (سیستم سستی آمریکایی)

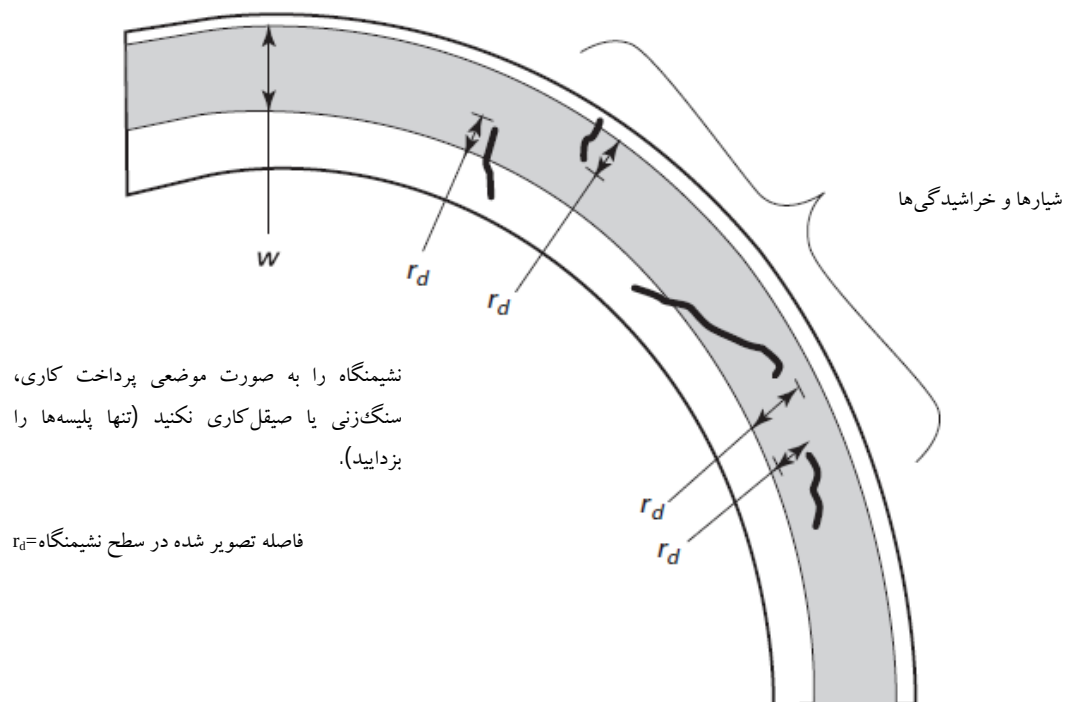
اندازه	گسکت با رویه سخت	گسکت با رویه نرم
$r_d < W4$	$< 0.030 \text{ in.}$	$< 0.050 \text{ in.}$
$W4 < r_d < W2$	$< 0.010 \text{ in.}$	$< 0.030 \text{ in.}$
$W2 < r_d < W4$	نامجاز	$< 0.005 \text{ in.}$
$r_d > W4$	نامجاز	نامجاز

یادداشت کلی: برای روشننگری درباره اندازه گیری عیب ها، شکل های 3-D و 4-D را ببینید.

شکل 3-D. ارزیابی آسیب‌های سطح فلنج: حفره‌ها و فرورفتگی‌ها



شکل 4-D. ارزیابی آسیب‌های سطح فلنچ: شیارها و خراشیدگی‌ها



پیوست E

رهنمودهایی در باره همراستایی اتصال فلنچ

E-1. کلیات

g) هنگامی که یک یا چند فلنچ به Piping یا مخزن متصل نمی‌شوند، مانند Cover Plate یا Tube-Bundle ها، از نیروی کافی به منظور دستیابی به بهترین شرایط همراستایی استفاده کنید.

h) پس از همراستا شدن فلنچ ها، گسکت را نصب نموده و پیچ ها را کاملاً سفت کنید سپس ابزارهای همراستا سازی را آزاد نمایید. مراحل ذکر شده را تا حد امکان به صورت دقیق انجام دهید. نیروهای بیرونی تاثیر ناچیزی بر "اتصالات بارگذاری شده به صورت مناسب"² دارند.

E-2-1. لوله های {با اندازه} بزرگ متصل به تجهیزات

حساس

برای لوله های با اندازه بزرگ که به تجهیزات حساس مانند ماشین آلات دوار متصل می‌گردند، ممکن است تیرانس های بسیار سخت گیرانه، ضروری باشد. برای ماشین آلات دوار به بندهای 4-6 الی 4-9 و شکل B-4 از فصل 6، API 686 بازگردید.

E-2-2. سیستم Piping با سختی بحرانی³

درباره تیرانس سخت گیرانه همراستاسازی برای سیستم Piping با سختی بحرانی مانند لوله هایی که به نازل پمپ یا سایر تجهیزات دوار متصل می‌گردند در بند 1-2-2 از WRC Bulletin 449 (دستورالعمل هایی درباره طراحی و نصب سیستم Piping متصل به پمپ

Guidelines for the Design and Installation of Pump Piping Systems)

رهنمودهایی گنجانده شده است. در این دستورکار، سفتی سیستم مد نظر قرار گرفته و بر پایه ناهمراستایی می‌باشد که نیرویی کمتر از 20% نیروی مجاز نازل پمپ را ایجاد می‌کند. در صورتیکه با موردی به جز تجهیزات دوار روبرو باشید می‌توان از تیرانس 4 برابر اندازه ذکر شده استفاده نمود.

E-2-3. سیستم Piping در دسر آفرین یا با سفتی بالا⁴

برای سیستم Piping با سفتی (Stiffness) بالا یا در دسر-آفرین⁵، با قطر بزرگتر از DN450 (NPS18)، استفاده از رهنمودهای بند 1-2-3 از WRC 449 که دربرگیرنده بهینه-سازی یا بازسازی قسمتی از سیستم به منظور اطمینان از

همراستایی مناسب همه اجزای اتصال، یک عنصر ضروری در مونتاژ اتصال فلنچی می‌باشد. همراستایی، باعث ایجاد بیشترین سطح تماس {در ناحیه} نشت بندی و بیشترین احتمال بارگذاری یکنواخت گسکت می‌گردد و اثربخشی روشهای سفت کردن پیچ را بهبود می‌بخشد. در ادامه رهنمودهایی در باره همراستاسازی فلنچ‌های جفت شونده، آورده شده است.

E-2. رهنمودها در باره همراستاسازی فلنچ ها

a) به منظور جلوگیری از صدمه دیدن گسکت‌ها، بهتر است پیش از جایگذاری گسکت، عیوب خارج از گستره تیرانس {پذیرش} تصحیح گردند.

b) در صورتیکه برای همراستاسازی به نیرویی بیشتر از نیروی دست یا ابزارهای معمول همراستاسازی دستی مانند Spud Wrench یا Alignment Pins، نیاز باشد از یک مهندس مشاوره بگیرید.

c) همراستاسازی مناسب موجب می‌شود، که پیچها با بدنه فلنچ زاویه قائمه بسازند و سطح نشیمن مهره به صورت موازی با بدنه فلنچ قرار گیرد.

d) پیش از استفاده از جک ها یا هر گونه ابزار {به منظور همراستا سازی}، مخصوصاً وقتی که لوله کهنه است یا مشکوک به نازک شدگی دیواره در اثر سرویس می‌باشد، تحلیل تنش لوله می‌تواند مناسب باشد.

e) در صورتی که همراستا سازی بر روی فلنچ های متصل شونده به پمپها یا تجهیزات دوار انجام می‌گردد بایستی بسیار دقت نمود تا بلبرینگ ها و Housing تحت کرنش قرار نگیرند. اندازه گیری میزان جابجایی تجهیز، روش معمول و ضروری به منظور اطمینان از عدم تاثیر همراستاسازی بر روی تجهیز می‌باشد. (به تعاریف مربوط به Parallelism و Rotational-two Hole در بند E-2-4، بازگردید)

f) بهترین شیوه برای بازسازی جزء ناهمراستا¹ جایگذاری صحیح، خارج نمودن و نصب مجدد آن در موقعیت با همراستایی مناسب یا اعمال حرارت یکنواخت به منظور آزاد سازی تنش‌ها می‌باشد.

2 Properly Loaded Joints
3 Critically Stiff Piping System
4 Stiff or Troublesome Piping
5 Troublesome

1 Misaligned component

همراستایی قابل قبول است، می‌تواند سودمند و از لحاظ اقتصادی به صرفه تر باشد.

4-2-E. اصطلاحات و تعاریف

Centerline High-Low (بالا- پایین بودن خط مرکزها):

همراستایی فلنچ Piping و مخازن به گونه‌ای که سطوح نشیمن، قطر درونی (دهانه) و قطر بیرونی فلنچ‌ها به گونه‌ای با یکدیگر جفت می‌شوند که بیشترین سطح تماس حاصل شود.

تولرانس {برای این حالت} با قرار دادن یک خط‌کش بر قطر بیرونی یکی از فلنچ‌ها و امتداد دادن آن بر روی دیگر فلنچ جفت شونده، اندازه‌گیری می‌شود. این اندازه‌گیری برای 4 نقطه که تقریباً با همدیگر زاویه 90 درجه می‌سازند، تکرار می‌شود. مقدار تولرانس برای کلیه نقاط 1.5mm ($1/16$ in.) می‌باشد (به شکل 1-E باز گردید).

موازی‌نگی Parallelism: همراستایی فلنچ Piping و مخازن به

گونه‌ای که کلیه نقاط پیرامونی متناظر واقع بر روی سطوح هر فلنچ دارای فاصله مساوی از یکدیگر باشند در نتیجه سطوح هر دو فلنچ با یکدیگر موازی خواهند بود.

مقدار تولرانس معمولاً با مقایسه بیشترین و کمترین فاصله اندازه‌گیری شده بین سطوح دو فلنچ، تعیین می‌شود. در صورتیکه اختلاف {بین بیشترین و کمترین مقدار اندازه‌گیری شده} در قطر بیرونی سطح آب‌بند، با میزان {سفت‌شدگی پیچ با استفاده از} حداکثر 10% گشتاور بیشینه یا نیروی پیچ برای کلیه پیچ‌ها، از 0.8 mm ($1/8$ in.) فراتر نرود، همراستایی Parallelism انجام شده، قابل قبول خواهد بود.

Rotational two-hole: همراستایی فلنچ‌های Piping و

مخازن، به گونه‌ای که سوراخ پیچ‌ها بر روی دو فلنچ با یکدیگر همراستا باشند، به گونه‌ای که پیچ به راحتی از درون آنها، به صورت عمودی {بر بدنه فلنچ‌ها} عبور کند.

تولرانس در این حالت با مشاهده عمود بودن پیچ بر بدنه فلنچ‌ها یا اختلاف همراستایی حداکثر 3mm ($1/8$ in.) بین سوراخ‌های روبرو، تعیین می‌گردد (به شکل 3-E باز گردید).

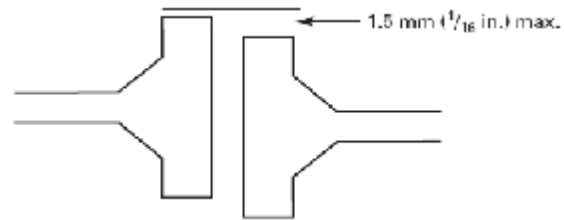
Gap یا فاصله بیش از حد: حالتی است که فاصله بین دو فلنچ در شرایط بی‌باری، بیشتر از دوبرابر ضخامت گسکت باشد. و با اعمال نیروی مناسب نتوان دو فلنچ را به یکدیگر نزدیک نمود (شکل 4-E).

در صورتیکه از هیچ گونه ابزار بیرونی همراستاسازی استفاده نمی‌شود، بهتر است با سفت کردن پیچ با نیروی معادل کمتر از 10% نیروی نهایی مونتاژ پیچ‌ها، سطوح فلنچ را به صورت یکنواخت در تماس با گسکت قرار داد. در هنگام همراستاسازی فلنچ، بهتر است هیچ کدام از پیچ‌ها بیشتر از 20% ماکزیمم گشتاور یا بار نهایی پیچ، سفت نگردند.

در صورت استفاده از وسایل خارجی همراستاسازی، بهتر است فاصله بین دو فلنچ را با استفاده از نیروی بیرونی معادل کمتر از 20% بار نهایی مونتاژ کلیه پیچ‌های اتصال، به ضخامت گسکت فشرده شده، کاهش داد.

در صورتیکه برای کاهش فاصله بین دو فلنچ به نیروی بیشتر از آنچه ذکر شد نیاز باشد، با یک مهندس مشاوره کنید.

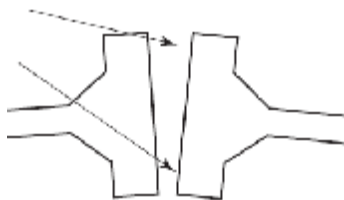
شکل 1-E. High-low بین دو خط مرکز



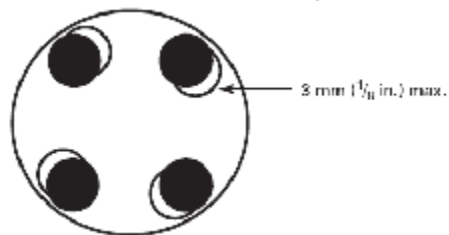
شکل 2-E. Parallelism

حداکثر اختلاف مجاز بین بیشترین و کمترین فاصله دو

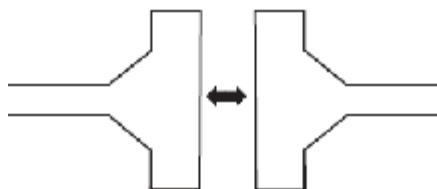
لبه 0.8 mm (1/32 in.)



شکل 3-E. Rotational-Two Hole



شکل 4-E. Gap بیش از اندازه



1 Alternatives to legacy Tightening Sequence/Pattern

"گشتاور نهایی" به معنای آن نیست که الگوهای مونتاژی

فهرست شده در این پیوست تنها برای روشهای مونتاژی کنترل گشتاور، کاربرد داشته باشد. این الگوها برای دیگر روشهای مونتاژی اتصال، مانند روشهای ایجاد کشش و روشهای بدون کنترل نیرو نیز کاربرد دارند.

با هدف مقایسه روشهای جایگزین مونتاژ اتصال با تک ابزار، الگو یا سیستم شماره گذاری بازمانده برای اتصال 24 پیچی در شکل F-1 نشان داده شده است. بسته به شمار پیچ‌های فلنچ، می‌توان پیچ‌ها را گروه‌بندی نمود و هر گروه را مانند یک پیچ در نظر گرفت.

الگوهای مونتاژی جایگزین شماره 1، 2 و 3 برای سفت کردن پیچ‌ها به شیوه تک به تک و الگوهای مونتاژی شماره 4 و 5 به ترتیب برای سفت کردن همزمان دو و چهار پیچ، ارائه شده‌اند.

F-1-1. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 1

الگوی به کار گرفته شده در این روش مانند الگوی روش بازمانده است اما سطح تنش به سرعت افزایش داده می‌شود و در پی آن، شمار گامها کمتر بوده و به تلاش کمتری نیاز خواهد بود. این روش به شیوه موفقیت آمیزی برای کاربردهای محدود برای همه اتصالات و گسکت‌ها به کار گرفته شده است.

ترتیب سفت کردن {پیچ‌ها} در بندهای a تا d در زیر، شرح داده شده است. نمونه این روش در شکل F-2 نشان داده شده است. مثال گام به گام در شکل F-7 فراهم شده است.

(a) گام 1a: برپایه الگوی نشان داده شده در شکل F-2 عمل کنید و چهار پیچ اول را به اندازه 20 تا 30 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(b) گام 1b: چهار پیچ بعدی را تا 50 الی 70 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(c) گامهای 1c و 2: همه پیچ‌های بعدی را با 100 درصد گشتاور نهایی، تا کامل شدن گام-الگوها، سفت کنید.

(d) گام 3 پیشرو: پیچ‌ها را به ترتیب قرارگیری سفت کنید تا هنگامی که هیچ چرخشی در هیچکدام از پیچ‌ها نداشته باشیم برای گسکت‌های نرم، حداقل دو گام-الگو نیاز است.

برای گسکت‌های سخت، حداقل یک گام-الگو نیاز است.

F-1. رویه های موجود

در سالیان اخیر، الگوهای مونتاژ اتصال و ترکیب‌های نوین نموهای افزایش گشتاور که کاربرد آنان نسبت به روش بازمانده از PCC-1 آسانتر است، به صورت موفقیت آمیز به کار گرفته شده‌اند. برای برخی از گسکت‌های خاص، این روش‌ها می‌توانند توزیع تنش و فشردگی یکنواخت تری نسبت به روش بازمانده ایجاد کنند. بازدهی خوب این روشها موجب پذیرش گسترده آنها شده است و برای معرفی به عنوان جایگزینهای پیشنهادی روش بازمانده (به همراه محدودیت‌های کاربرد) به کاربر نهایی ارائه می‌گردند. پیشنهاد می‌شود کاربران پیش از به کارگیری هر رویه جایگزین برای {مونتاژ اتصال} تجهیز تحت فشار، آن را به دقت ارزیابی کنند و از بازدهی و کاربردی بودن روش اطمینان حاصل کنند. بهتر است کاربران در هنگام کاربرد هر رویه جایگزین مونتاژ اتصال، موارد زیر را به دقت بازبینی کنند.

(a) فشردگی موضعی بیش از اندازه در گسکت

(b) سفت کردن نایکنواخت و در پی آن تاب برداشتن فلنچ

(c) بارگذاری نایکنواخت بر سطح نشیمنگاه گسکت

(d) بارگذاری یا باربرداری بیش از اندازه بر یا از روی گسکت در هنگام مونتاژ

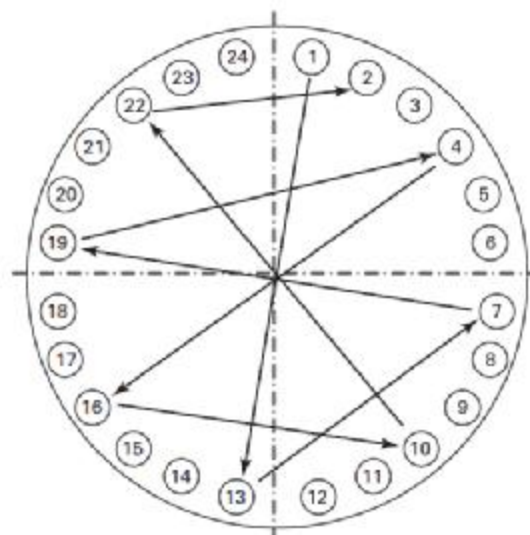
(e) ناموازی بودن فلنچ‌ها

یادداشت: همه الگوهای مونتاژی گنجانده شده در این پیوست، دربرگیرنده سفت کردن گام به گام با نموهای افزایشی گشتاور می‌باشند. این نموها به صورت درصدی از گشتاور نهایی (گشتاور محاسبه شده که نیروی نهایی با اندازه مناسب یا نیروی گیرش مطلوب را در اتصال ایجاد می‌کند) بیان می‌گردند. درصدهای مشخص شده برای گامهای میانی، تقریبی هستند زیرا هدف از این گامها، وارد نمودن تدریجی و یکنواخت گشتاور و جلوگیری از ایجاد شرایطی است که می‌تواند موجب آسیب‌های جبران‌ناپذیر در گسکت گردند. حتی بهتر است به جای در نظر گرفتن یک مقدار مطلق، اندازه گشتاور نهایی به عنوان میانگین گستره پذیرفته شده گشتاور در نظر گرفته شود (بخش 12). هدف از هر گام در مراحل میانی یا پایان، وارد کردن نیروی یکنواخت و هماهنگ بر پیرامون اتصال است. بهتر است در نظر داشت که واژه

پیشنهاد می‌گردد برای اتصالات مشکل دار یک گام - الگوی

بیشتر، افزون بر تعداد مورد نیاز انجام گردد.

شکل 1-F. سیستم نامگذاری الگوی بازمانده



یادداشت کلی:

(e) گام 1- 20 تا 30% گشتاور نهایی

" 2-14-8-20 " 4-16-10-22 " 1-13-7-19 "

6-18-12-24 " 3-15-9-21 " 5-17-11-23 "

(f) گام 2- 50 تا 70% گشتاور نهایی

مشابه الگوی گام 1

(g) گام 3- 100% گشتاور نهایی

مشابه الگوی گام 1

(h) گام 4- 100% گشتاور نهایی با الگوی دایره‌ای تا هنگامی که مهره نچرخد.

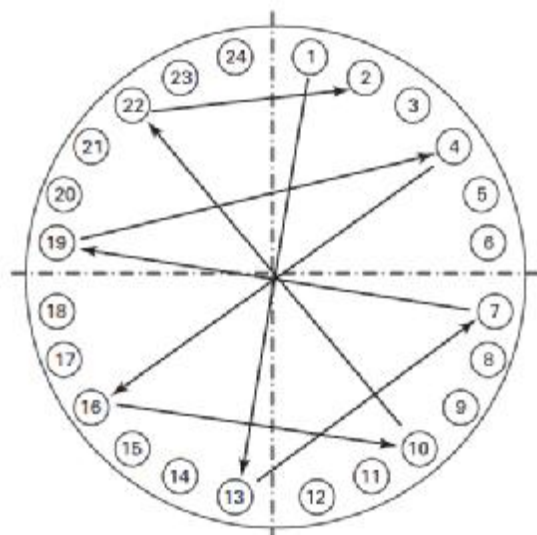
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18

19-20-21-22-23-24_1-2-3...

گام 5 (اختیاری)- 100% گشتاور نهایی با الگوی دایره‌ای تا

هنگامی که مهره نچرخد. (4 ساعت پس از گام 4 انجام دهید)

شکل 2-F. الگوی مونتاژی شماره 1



یادداشت کلی:

(a) گام 1a- 20 تا 30% گشتاور نهایی

1-13-7-19

(b) گام 1b- 50 تا 70% گشتاور نهایی

4-16-10-22

(c) گام 1c- 100% گشتاور نهایی

" 2-14-8-20 " 5-17-11-23 " 3-15-9-21 "

6-18-12-24

(d) گام 2 (در صورتی که گام الگوی دوم در نظر گرفته شده باشد)- 100% گشتاور نهایی

" 2-14-8-20 " 4-16-10-22 " 1-13-7-19 "

6-18-12-24 " 3-15-9-21 " 5-17-11-23 "

(e) گام 3 (پیشرو)- 100% گشتاور نهایی با الگوی دایره‌ای تا هنگامی که مهره نچرخد.

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18

19-20-21-22-23-24_1-2-3...

سفت شود. الگوی 2A در شکل 3-F، یک الگوی ستاره‌ای است در حالیکه در الگوی 2B، ترتیب سفت کردن به صورت دایره‌ای است.

نمونه گام به گام الگوی 2A در شکل 8-F نشان داده شده است. این روش به شیوه موفقیت آمیزی برای کاربردهای محدود

2-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 2

این الگو نسبت به الگوی بازمانده، بهینه‌سازی شده و کاربرد آن آسانتر است. در این روش به شماره گذاری پیچ‌ها توسط مونتاژ کننده نیازی نیست زیرا پیچ کناری نزدیک به پیچ سفت شده پیشین در هر یک چهارم دایره، پیچی است که بایستی

برای همه اتصالات و گسکت‌های مورد استفاده در پالایشگاهها به کار گرفته شده است.

(a) گام 1a: برپایه الگوی نشان داده شده در شکل 3-F عمل کنید و چهار پیچ اول را به اندازه 20 تا 30 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(b) گام 1b: چهار پیچ بعدی را تا 50 الی 70 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(c) گامهای 1c و 2: تا کامل شدن هر گام - الگو، همه پیچ - های باقیمانده را با 100 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید.

(d) گام 3 پیشرو: پیچ‌ها را به ترتیب قرارگیری سفت کنید تا هنگامی که هیچ چرخشی در هیچکدام از پیچ‌ها نداشته باشیم. برای گسکت‌های نرم، حداقل دو گام - الگو نیاز است. برای گسکت‌های سخت، حداقل یک گام - الگو نیاز است. پیشنهاد می‌گردد برای اتصالات مشکل دار یک گام - الگوی بیشتر، افزون بر تعداد مورد نیاز انجام گردد.

شکل 3-F. الگوی مونتاژی شماره 2

یادداشت عمومی:

(1) مثال 24 پیچی - الگوی ستاره‌ای

a. گام 1a: 20% تا 30% گشتاور نهایی: 1-13-7-19

b. گام 1b: 50% تا 70% گشتاور نهایی: 2-14-8-20

c. گام 1c: 100% گشتاور نهایی:

3-15-9-21 " 4-16-10-22 " 5-17-11-23 " 6-18-12-24

d. گام 2 (در صورتی که گام الگو تعیین شده باشد) - 100% گشتاور نهایی:

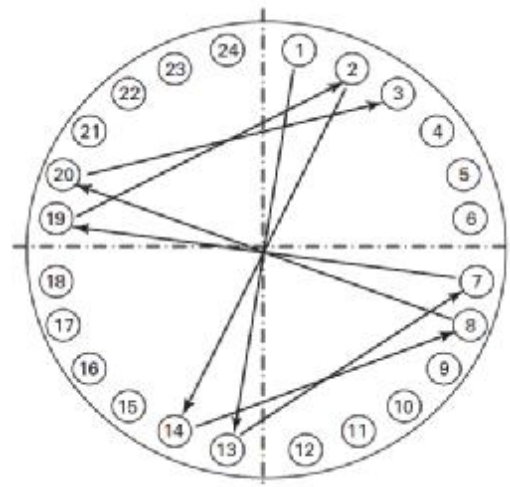
1-13-7-19 " 2-14-8-20 " 3-15-9-21 "

4-16-10-22 " 5-17-11-23 " 6-18-12-24

e. گام 3 پیشرو - 100% گشتاور نهایی (تا هنگامی که مهره‌ها نچرخند)

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18

19-20-21-22-23-24-1-2-3...



2A: توالی ستاره‌ای

یادداشت عمومی:

(2) مثال 24 پیچی - الگوی دایره‌ای

a. گام 1a: 20% تا 30% گشتاور نهایی: 1-7-13-19

b. گام 1b: 50% تا 70% گشتاور نهایی: 2-8-14-20

c. گام 1c: 100% گشتاور نهایی:

3-9-15-21 " 4-10-16-22 " 5-11-17-23 " 6-12-18-24

d. گام 2 (در صورتی که گام الگو تعیین شده باشد) - 100% گشتاور نهایی:

1-7-13-19 " 2-8-14-20 " 3-9-15-21 " 4-10-16-22 "

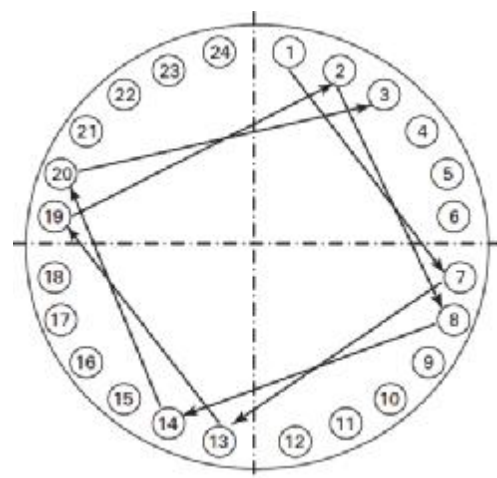
5-11-17-23 " 6-12-18-24

e. گام 3 پیشرو - 100% گشتاور نهایی (تا هنگامی که مهره‌ها

نچرخند)

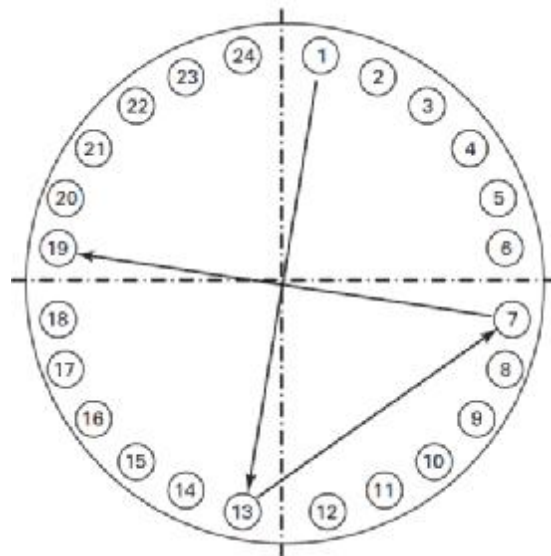
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18

19-20-21-22-23-24-1-2-3...



2B: توالی دایره‌ای

شکل 4-F. الگوی جایگزین شماره 3



یادداشت عمومی:

(a) گام 1a: 20% تا 30% گشتاور نهایی: 1-13-7-19

(b) گام 1b: 50% تا 70% گشتاور نهایی: 1-13-7-19

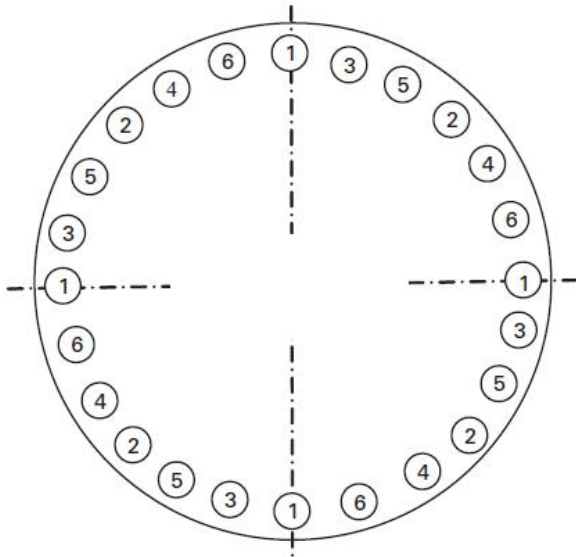
(c) گام 1c: 100% گشتاور نهایی: 1-13-7-19

(d) گام 3 پیشرو - 100% گشتاور نهایی الگوی دایره‌ای تا هنگامی که مهره‌ها نچرخند.

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18

19-20-21-22-23-24-1-2-3..

شکل 5-F. الگوی جایگزین شماره 4



فلنج 24 پیچی - کاربرد همزمان 4 ابزار

شکل 4-F نشان داده شده است. مثال گام به گام آنرا در شکل F-9 ببینید.

(a) گام 1a: برپایه الگوی نشان داده شده در شکل 4-F عمل کنید و چهار پیچ اول را به اندازه 20 تا 30 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(b) گام 1b: چهار پیچ پیشین را تا 50 الی 70 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(c) گامهای 1c: چهار پیچ پیشین را با 100 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید.

(d) گام 1d پیشرو: پیچ‌ها را با الگوی دایره‌ای با 100 درصد گشتاور نهایی سفت کنید تا هنگامی که هیچ چرخشی در هیچکدام از پیچ‌ها نداشته باشید.

4-1-F الگوی مونتاژی جایگزین شماره 4: الگوی سفت-کردن همزمان چندین پیچ (سیستم شماره گذاری گروهی) مشخص شده که استفاده همزمان از چندین ابزار با فواصل

3-1-F الگوی مونتاژی جایگزین شماره 3

در این الگو به منظور همراستاسازی اتصال و فشردگی گسکت، در ابتدا تنها چهار پیچ به طور کامل سفت می‌شوند. این روش بسیار ساده بوده و نیازی به شماره گذاری پیچ‌ها توسط مونتاژکننده ندارد. میزان تلاش لازم برای سفت کردن پیچ‌ها کمتر است و جابجایی مونتاژگران از یک سوی فلنج به سوی دیگر را کاهش می‌دهد. این روش به شیوه موفقیت آمیزی برای کاربردهای محدود برای بیشتر اتصال‌ها با گسکت‌های نسبتاً سخت¹ مورد استفاده در پالایشگاه‌ها به کار گرفته شده‌اند و توسط ارزیابی‌های تجربی برای ePTFE (پلی‌اورتان-فلوئوراتیلن منبسط شده)² و دیگر گسکت‌های نرم به عنوان روش مناسب، تایید شده است.

ترتیب سفت کردن {پیچ‌ها} برای الگوی شماره 3 در بندهای a تا d در زیر، شرح داده شده است. نمونه این روش در

حتی سفت شدن فوق العاده یکنواخت و موازی بسته شدن فلنچ، در زمانی کمتر نسبت به روش سفت کردن ضربدری با یک تک ابزار، می گردد (شکل F-5 را ببینید). این روش به شیوه موفقیت آمیز برای کاربردهای محدود برای انواع گسکت ها و اتصالات که غالباً در پالایشگاهها و صنایع پتروشیمی یافت می شوند، به کار گرفته شده است.

به عنوان یک موضوع عملی، شیوه سفت کردن همزمان چندین پیچ، برای فلنچ های بزرگ [پیچ های با قطر (M20 (3/4 in.) و بیشتر]، با استفاده از ابزارهای هیدرولیکی که به یک منبع مشترک تامین فشار متصل هستند، مناسب می باشد. بهتر است به ازای هر 4 الی 8 پیچ یک ابزار فراهم شود و تعداد ابزارها زوج انتخاب گردند و ابزارها با فواصل مساوی بر روی محیط فلنچ بکار گرفته شوند. برای اتصالات بسیار خطرناک یا هنگامی که زمان بسیار مهم است بهتر است تعداد ابزارها برابر 50 و یا حتی 100 درصد شمار پیچ ها باشند.

F-1-4-1. شماره گذاری گروه - پیچ ها

شماره گذاری گروهها را با توجه به تعداد پیچ های فلنچ و ابزارهای مورد استفاده برای سفت کردن، انجام دهید (برای این مثال، مطابق آنچه در شکل F-5 نشان داده شده است، فرض کنید که از چهار ابزار برای سفت کردن پیچ ها، استفاده می گردد).

(a) پیچ های قرار گرفته در موقعیت ساعت 3، 6، 9 و 12 را با شماره 1، شماره گذاری کنید.

(b) در جهت ساعتگرد، زاویه بین پیچ های شماره گذاری شده را به دو نیم تقسیم کنید و پیچ های قرار گرفته بر روی نیمساز زاویه ها را با عدد 2 شماره گذاری کنید.

(c) با دو نیم کردن زاویه های بزرگ باقیمانده، گروههای بعدی را تا اتمام همگی پیچ ها شماره گذاری کنید. در پایان همه پیچ های با شماره برابر بایستی با همدیگر با ضربی از 90 درجه، نسبت به همدیگر قرار داشته باشند.

F-2-4-1. سفت کردن

سفت کردن پیچ ها در سه گام انجام می گردد.

(a) گام 1a و 1b: شمار نزدیک به یک چهارم از پیچ ها را با 50 درصد گشتاور نهایی سفت کنید. در این مثال همه پیچ های با شماره 1 و سپس پیچ های با شماره 2 را تا 50 درصد گشتاور

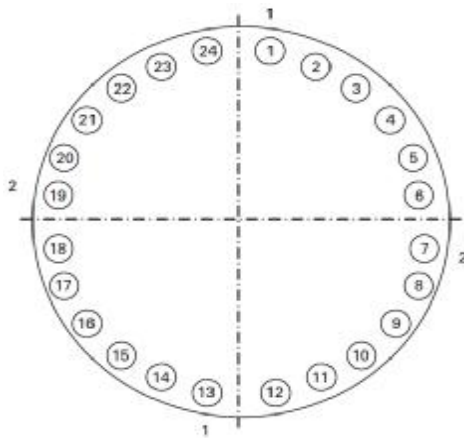
نهایی سفت کنید. با توجه به اینکه هدف از این گام نشست {فشردگی نخستین} گسکت و عمودی قرارگرفتن فلنچ ها است، به سفت کردن دیگر پیچ ها نیازی نمی باشد.

(b) گام 1c: با شروع از پیچ های شماره 3 سپس 4 پس از آن 5 و سپس 6 و بازگشت به پیچ های شماره 1 و 2، همه پیچ ها را با 100 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید.

(c) گام 2: (مرحله چک کردن) با شروع از آخرین پیچ سفت شده در گام پیش و با 100 درصد گشتاور نهایی، در جهت پادساعتگرد پیچ ها را تک تک سفت کنید تا اینکه هیچیک از مهره ها تحت گشتاور نچرخد. هدف از انجام این گام چک کردن شل شدگی پیچ ها به منظور جبران برهم کنش کشسان و همچنین گسترش یکنواخت {نیرو} می باشد.

فارغ از تعداد ابزارهای بکارگرفته شده برای سفت کردن، همواره رویه سفت کردن دربرگیرنده هر سه گام یادشده در بالا می باشد. تنها مورد استثنا هنگامی است که شمار ابزارها با شمار پیچ ها برابر باشند در این حالت سفت کردن در یک گام انجام خواهد شد. الگوی بازمانده بهینه سازی شده برای گامهای یادشده بالا در شکل F-10، نشان داده شده است.

شکل F-6. الگوی مونتاژی شماره 5



یادداشت عمومی:

- (a) گام 1a: به صورت همزمان، 30% گشتاور نهایی: 1 و 13 سپس 7 و 19
- (b) گام 1b: به صورت همزمان، 60% گشتاور نهایی: 1 و 13 سپس 7 و 19
- (c) گام 1c: به صورت همزمان، 100% گشتاور نهایی: 1 و 13 سپس 7 و 19
- (d) گام 1d پیشرو - الگوی دایره ای، دو ابزار با فاصله 180 درجه، 100% گشتاور نهایی تا هنگامی که مهره ها نچرخند.

5-1-F. الگوی مونتاژی جایگزین شماره 5

در دنباله، الگوی سفت کردن همزمان چندین پیچ به همراه الگوی چرخشی برای سفت کردن نهایی با بکارگیری دوبار بیان می گردد (به شکل F-6 بازگردید).

(a) گام 1a: دو پیچ را که در دو سوی اتصال با زاویه 180 درجه نسبت به یکدیگر قرار دارند تا 30 درصد گشتاور نهایی سفت کنید. سپس دو پیچ دیگر را که با پیچ‌های پیشین زاویه 90 درجه می‌سازند تا 30 درصد گشتاور نهایی سفت کنید.

(b) گام 1b: دو پیچ نخست را تا 60 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید و سپس دو پیچ دیگر قرار گرفته با زاویه 90 درجه نسبت به این پیچ‌ها را تا 60 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید.

(c) گام 1c: دو پیچ نخست را تا 100 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید و سپس دو پیچ دیگر قرار گرفته با زاویه 90 درجه نسبت به این پیچ‌ها را تا 100 درصد گشتاور نهایی، سفت کنید.

(d) گام پیشرو 1d: به صورت چرخشی با 100 درصد گشتاور نهایی همه پیچ‌ها را به صورت گروه‌های دوتایی که زاویه بین پیچ‌های هر گروه 180 درجه است سفت کنید تا اینکه هیچ چرخشی در مهره‌ها دیده نشود.

مثال گام به گام الگوی بازمانده بهینه‌سازی شده برای گام‌های یادشده بالا در شکل F-11 نشان داده شده است.

یادداشت: برای فلنچ با پیچ‌های زیاد مونتاژ با استفاده از گروه پیچ‌ها (سفت کردن همزمان 3 یا چهار پیچ در یک گروه) سودمند می‌باشد. جدول 4 را ببینید.

6-1-F. الگوهای بازمانده بهینه‌سازی شده

چکیده‌ای از رویه‌های بیان شده در این پیوست در جدول 1-F گنجانده شده است. الگوهای مونتاژی جایگزین مورد اشاره در بندهای 1-1-F تا 5-1-F به ترتیب در شکل‌های F-7 تا F-11 نشان داده شده‌اند.

2-F. تهیه رویه‌های نو:

رویه‌های گنجانده شده در بند 1-F از این پیوست دربرگیرنده همه روشها نیست و همچنین عامل محدود کننده برای گسترش رویه‌های جایگزین برای کاربردهای ویژه نمی‌باشد. به منظور عملکرد آب‌بندی خوب و کاستن از کار و تلاش لازم برای مونتاژ یک اتصال ویژه، می‌توان رویه‌های جایگزین نو را گسترش داد. هرچند بهتر است در هنگام پذیرش رویه‌های مونتاژی نو بسیار محتاط بود. عموماً برای پذیرش رویه‌های

مونتاژی اتصال‌های فلنچی که در این رهنمود آورده نشده‌اند دو گزینه عملی وجود دارد:

(a) گزینه 1، کاربرد رویه و اطمینان یافتن از مناسب بودن روش با تجربه کردن آن

(b) گزینه 2، آزمایش نمودن رویه پیشنهادی با ابزارهای آزمایشگاهی و اندازه‌گیری شاخص‌های ویژه (مانند یکنواختی پیش‌بار پیچ‌ها، فشردگی یکسان در گسکت، آسیب‌های فیزیکی گسکت، فلنچ‌ها، پیچ‌ها و ...) و سنجش این اندازه‌ها با معیارهای پذیرش. بهتر است تنگنای کاربردی نتایج آزمایشگاهی در کاربردهای سایت و همچنین سنجش آنها با داده‌های بدست‌آمده از رویه‌های کنونی (پیوست F) مد نظر قرار گیرد. با توجه به اینکه بکارگیری گزینه 1 در صنعت نیازمند کارکنانی است که بایستی از نزدیک میزان موفقیت-آمیز بودن فرآیند سفت نمودن پیچ‌ها را بررسی نمایند و بتوانند خرابی‌های ناشی از رویه مونتاژی را از دیگر خرابی‌ها بازشناسند (طراحی نادرست فلنچ، اندازه نادرست بار پیچ، گزینش نادرست گسکت، مونتاژ نادرست گسکت و ...) به کار بستن این گزینه بسیار دشوار خواهد بود. پایان موفقیت‌آمیز هیدروتست را نمی‌توان به عنوان دلیلی برای پذیرفته بودن رویه مونتاژی در نظر گرفت. پیمانکاران خدمات پیچ¹ ممکن است دانش کافی درباره موفقیت‌آمیز بودن رویه بکاررفته برای شرایط درازمدت کاری نداشته باشند و نتوانند درباره کاربردی بودن رویه برای کاربرد پیش‌رو، نظری ارائه کنند.

بهتر است استفاده از رویه نو با دیدگاه "بینم آیا درست کار خواهد کرد؟" با موشکافی انجام گردد. در این حالت نمی‌توان این دیدگاه را به عنوان یک گزینه به‌شمار آورد زیرا پیامدهای ناشی از خرابی‌های احتمالی، بر مزایای احتمالی خواهد چربید. به منظور بکارگیری این دیدگاه، می‌توان از تجربه پیمانکاران خدمات پیچ یا تجربه پالایشگاههای دیگر² برای اثبات کارایی رویه نو استفاده کرد. (این به معنی اعتماد کردن به داده‌های دست دوم می‌باشد) البته برای تعیین این مطلب که آیا تجربه بکارگرفته‌شده در تاسیسات دیگر را می‌توان در تاسیسات موجود به کار بست به فردی با آگاهی و دانش کافی نیاز خواهید داشت. کارفرما یا نماینده رسمی وی بایستی تعیین نماید که

1 Bolt Service Contractors
2 Other Facilities

کاربرد ویژه پیش رو در محدوده رویه قرارداد. در بسیاری از تاسیسات، رویه‌های گسترش‌یافته در طول سالیان، به شیوه موفقیت‌آمیزی برای گستره محدودی از گسکت‌ها، فلنچ‌ها و شرایط کاری، بکارگرفته می‌شوند و درپایام آن بارکاری را به اندازه چشمگیری کاهش می‌دهند. این تجربه‌ها و کاربردی بودن آنها ممکن است برای کاربردها یا تاسیسات دیگر پذیرفتنی یا ناپذیرفتنی باشند. بهتر است برای تعیین کاربردی بودن یک رویه ویژه یا بخشی از آن برای شرایط پیش‌رو، تجربه و داوری روش‌بینانه مهندسی به کارگرفته‌شود.

جدول F-1. چکیده رهنمودها برای استفاده از روش‌های مونتاژی جایگزین

روش	کاربرد	اقدام نخست	اقدام دوم	اقدام سوم	اقدام چهارم	اقدام پنجم	یادداشت‌ها
بازمانده	برای تمامی اتصالات فلنجی پیچی	همه پیچ‌ها، الگوی	همه پیچ‌ها، الگوی	همه پیچ‌ها، الگوی	همه پیچ‌ها، الگوی	همه پیچ‌ها، الگوی	این رویه مونتاژی به صورت موفقیت
الگوی ستاره‌ای	ستاره‌ای	ستاره‌ای	ستاره‌ای	ستاره‌ای	دایره‌ای	دایره‌ای، تا هنگامی	آمیز در کاربردهای صنعتی برای همه
						که هیچ چرخشی	انواع گسکت و فلنج به کار گرفته
						در پیچ‌ها مشاهده	شده است. این روش بهترین شیوه ¹
						نشود.	استاندارد مونتاژی برای اتصالات‌های
درصد گشتاور نهایی	30%	70%	100%	100%	100%	100%	فلنجی پیچی است.
الگوی جایگزین شماره	مشابه الگوی بازمانده، اما سطوح تنش	اولین چهار یا	چهار یا شش	پیچ‌های	تمامی پیچ‌ها،	همه پیچ‌ها،	برای گسکت‌های نرم [یادداشت
1	به سرعت افزایش می‌یابد که موجب	شش پیچ،	پیچ بعدی،	باقیمانده، الگوی	الگوی ستاره‌ای	الگوی دایره‌ای،	1)، حداقل دو گام-الگو ² نیاز
الگوی بازمانده بهبود	کاهش تعداد گام‌های سفت کردن و	الگوی ستاره‌ای	الگوی ستاره‌ای	ستاره‌ای		تا هنگامی که	است.
یافته	در نتیجه کاهش میزان تلاش نهایی					هیچ چرخشی در	برای گسکت‌های سخت [یادداشت
	می‌گردد. این روش به صورت					پیچ‌ها مشاهده	2)، حداقل یک گام-الگو نیاز
	موفقیت آمیز برای کاربردهای محدود					نشود.	است.
	برای تمامی گسکت‌ها و پیکره-						برای اتصالات مساله دار، پیشنهاد
	بندیهای اتصال کاربرد دارد.						می‌گردد یک گام-الگو بیشتر از
درصد گشتاور نهایی	30%	70%	100%	100%	100%	100%	حداقل تعداد مورد نیاز انجام گردد.

¹ Best Practice

² Pattern Pass

جدول 1-F. چکیده رهنمودها برای استفاده از روش‌های مونتاژی جایگزین (ادامه از صفحه پیش)

روش	کاربرد	اقدام نخست	اقدام دوم	اقدام سوم	اقدام چهارم	اقدام پنجم	یادداشت‌ها
الگوی جایگزین شماره 2 الگوی ربع دایره	یک الگوی بهبود یافته که کاربرد آن آسانتر از الگوی بازمانده است و به شماره گذاری پیچ‌ها بر روی فلنچ نیازی نیست زیرا نزدیکترین پیچ شل در هر ربع دایره، پیچی است که باید سفت گردد. برای کاربردهای محدود برای تمامی گسکت‌ها و هندسه فلنچ‌ها که معمولاً در صنایع پالایشگاهی به کار می‌روند به صورت موفقیت آمیز استفاده شده است.	اولین چهار پیچ، الگوی ستاره‌ای یا	با شاخص قرار دادن چهار پیچ اولیه، چهار پیچ بعدی را با الگوی ستاره‌ای یا دایره‌ای سفت کنید.	پیچ‌های سری دوم را شاخص قرار دهید و نزدیکترین پیچ‌ها را سفت کنید با شاخص قرار دادن پیچ‌های سفت شده در هر مرحله، نزدیکترین پیچ‌های باقیمانده را در مرحله بعد سفت کنید.	تمامی پیچ‌ها، الگوی ستاره-ای یا دایره‌ای	تمامی پیچ-ها، الگوی دایره‌ای تا هنگامی که مهره نچرخد.	برای گسکت‌های نرم [یادداشت (1)]، حداقل دو گام-الگو (Pattern Pass) نیاز است. برای اتصالات مساله دار، پیشنهاد می‌گردد یک گام-الگو بیشتر از حداقل تعداد مورد نیاز انجام گردد.
درصد گشتاور نهایی	20 تا 30%	50 تا 70%	100%	100%	100%	100%	
الگوی جایگزین شماره 3 الگوی ربع دایره	در این الگو به منظور هم راستا کردن اتصال، در ابتدا تنها چهار پیچ به صورت کامل سفت می‌گردند، سپس سایر پیچ‌ها با الگوی دایره‌ای سفت می‌شوند. این روش ساده بوده و به شماره گذاری پیچ‌ها توسط مونتاژکار احتیاج ندارد و برای فرآیند سفت کردن به سعی و تلاش و کار کمتری نیاز دارد. برای کاربردهای محدود برای گسکت‌های نسبتاً سخت [یادداشت (2)] و هندسه فلنچ‌ها که معمولاً در صنایع پالایشگاهی به کار می‌روند به صورت موفقیت آمیز استفاده شده است.	پیچ‌های قرار گرفته در موقعیت ساعت 6:00، 12:00، 9:00، 3:00	پیچ‌های قرار گرفته در موقعیت ساعت 6:00، 12:00، 9:00، 3:00	موقعیت ساعت 6:00، 12:00، 9:00، 3:00 الگوی ستاره‌ای	تمامی پیچ‌ها، الگوی دایره-ای تا هنگامی که مهره نچرخد.		برای گسکت‌های سخت [یادداشت (2)]، حداقل یک گام-الگو نیاز است. برای اتصالات مشکل آفرین، پیشنهاد می‌گردد که یک گام-الگوی اضافی افزون بر حداقل تعداد لازم انجام شود. این رویه به تازگی توسط موسسه {کاربردهای} با فشار بالای ژاپن تایید شده است. تحلیل‌های اخیر نشان می‌دهد که این روش همچنین برای گسکت‌های نرم مانند PTFE مناسب است.
درصد گشتاور نهایی	20 تا 30%	50 تا 70%	100%	100%	100%	100%	

جدول F-1. چکیده رهنمودها برای استفاده از روش‌های مونتاژی جایگزین (ادامه از صفحه پیش)

روش	کاربرد	اقدام نخست	اقدام دوم	اقدام سوم	اقدام چهارم	اقدام پنجم	یادداشت‌ها
الگوی سفت کردن همزمان چند پیچ (4 ابزار)	این روش نیازی به گام - الگو ندارد. حداقل چهار پیچ به صورت همزمان سفت می‌شوند. بدون احتیاج به الگوی سفت کردن می‌توان از همراستا بودن فلنچ‌ها اطمینان حاصل نمود. این روش ساده است و نیازی به شماره گذاری پیچ‌ها توسط مونتاژکار ندارد و به سعی و تلاش کمتری نیاز دارد. لازم است از فرآیند سفت کردن اتوماتیک مانند گشتاوردهی هیدرولیکی یا ایجاد کشش استفاده نمود. این روش برای کاربردهای دربرگیرنده تمام گسکت‌ها و پیکره‌بندی اتصالات که غالباً در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی استفاده می‌شوند به صورت موفقیت آمیز به کار گرفته شده است.	پیچ‌های قرار گرفته در موقعیت ساعت 12:00 3:00 6:00 9:00	زاویه بین پیچ‌های سفت شده را نصف کنید تا هنگامی که به صورت تقریبی یک چهارم پیچ‌ها گشتاور نهایی سفت شده باشند.	به نقطه شروع برگردید، تمامی پیچ‌ها را در گروه‌های چهار تایی با زاویه 90 درجه نسبت به یکدیگر با 100% گشتاور نهایی سفت کنید.	با حرکت دادن همزمان چهار ابزار به پیچ مجاور یک "گام-کنترلی" ¹ دایره‌ای با گشتاور 100 درصد را انجام دهید تا هنگامی که هیچ حرکتی در مهره نداشته باشید.	هر چهار پیچ را به صورت همزمان سفت کنید.	پیشنهاد سفت کردن اولیه یک چهارم از پیچ‌ها با 50% گشتاور نهایی، به منظور اطمینان از موازینگی فلنچ‌ها، نشست گسکت و جلوگیری از خطاهای بدون بازگشت است. پیشنهاد نصف کردن زاویه {بین پیچ-ها} به منظور جلوگیری از چروکیدگی شدن گسکت یا فلنچ می‌باشد. برای کاربردهای حساس ممکن است نیاز باشد تا به تعداد پیچ‌ها، ابزار مورد نیاز باشد. در این حالت بهتر است تمامی پیچ‌ها به صورت همزمان با 100% گشتاور تهاپی سفت گردند. در این صورت به "گام کنترلی" نیازی نیست.
		50%	50%	100%	100%		

¹ Check Pass

جدول 1-F. چکیده رهنمودها برای استفاده از روش‌های مونتاژی جایگزین (ادامه از صفحه پیش)

روش	کاربرد	اقدام نخست	اقدام دوم	اقدام سوم	اقدام چهارم	اقدام پنجم	یادداشت‌ها
الگوی جایگزین		دو پیچ با اختلاف	دو پیچ پیشین با	دو پیچ پیشین با	سفت کردن		این رویه مونتاژی برای فلنچ‌های
شماره 5		زاویه 180 درجه	اختلاف زاویه 180	اختلاف زاویه 180	دایره‌ای با 2		نازک با گسکت‌های نرم بویژه فلنچ
سفت کردن همزمان		(جهت شمال و	درجه (جهت شمال	درجه (جهت شمال و	ابزار با 100%		های برجها (column) توسط صنایع
چندین پیچ با الگوی		جنوب)، به صورت	و جنوب)، به	جنوب)، به صورت	گشتاور نهایی تا		شیمیایی توسعه یافته و کارایی آن در
دایره‌ای (2 ابزار)		همزمان تا 30%	صورت همزمان تا	همزمان تا 100%	هنگامی که		کاربردهای میدانی تایید شده است.
		گشتاور نهایی سفت	60% گشتاور نهایی	گشتاور نهایی سفت	مهره‌ها نچرخند.		
		کنید سپس دو پیچ	سفت کنید سپس	کنید سپس دو پیچ			
		دیگر که با این دو	دو پیچ دیگر که با	دیگر که با این دو پیچ			
		پیچ 90 درجه	این دو پیچ 90	90 درجه اختلاف			
		اختلاف زاویه دارند	درجه اختلاف	زاویه دارند (شرق و			
		(شرق و غرب) را	زاویه دارند (شرق و	غرب) را تا 100%			
		تا 30% گشتاور	غرب) را تا 60%	گشتاور نهایی سفت			
		نهایی سفت کنید.	گشتاور نهایی سفت	کنید.			
		20% تا 30%	50% تا 70%	100%			

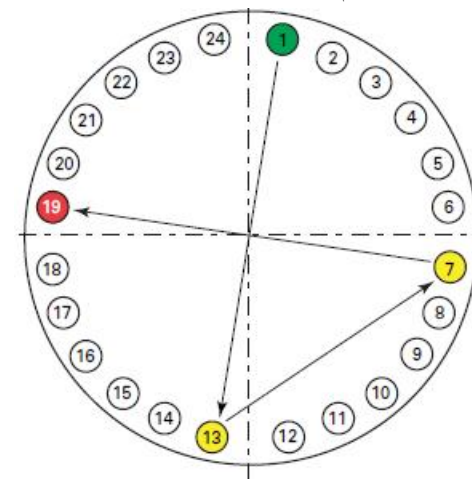
یادداشت‌ها:

(3) گسکت‌های نرم گسکت‌هایی هستند که در هنگام مونتاژ اتصال، حرکت نسبی بین سطوح فلنچ‌ها نسبتاً زیاد است. مانند PTFE، Spiral Wound، گسکت رینگ RTJ و گسکت‌های فیبر فشرده یا گسکت‌های گرافیتی انعطاف پذیر

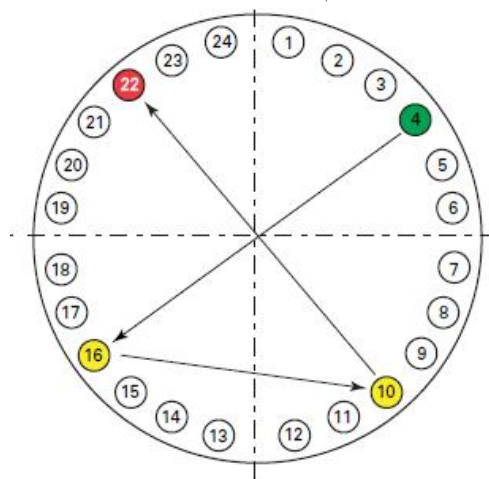
(4) گسکت‌های سخت دربرگیرنده گسکت‌های فلزی شیاردار (Grooved Metal Gasket) (پیوست C)، گسکت‌های فلزی موج‌دار (Corrugated Metal Gasket) و گسکت‌های تخت فلزی مستحکم (Flat Solid-Metal Gasket)

شکل F-7. الگوی جایگزین شماره 1: الگوی بازمانده بهینه‌سازی شده (تک-ابزار)

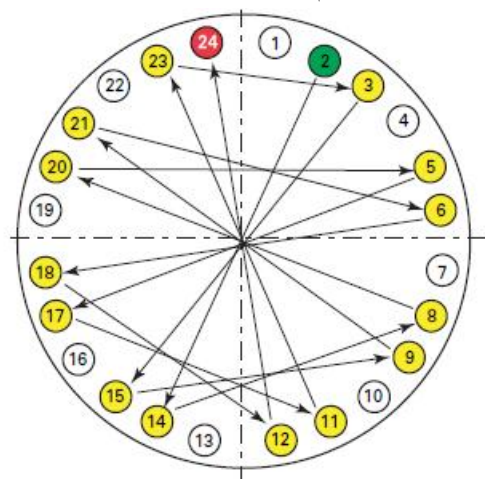
گام 1a: 30٪ گشتاور نهایی



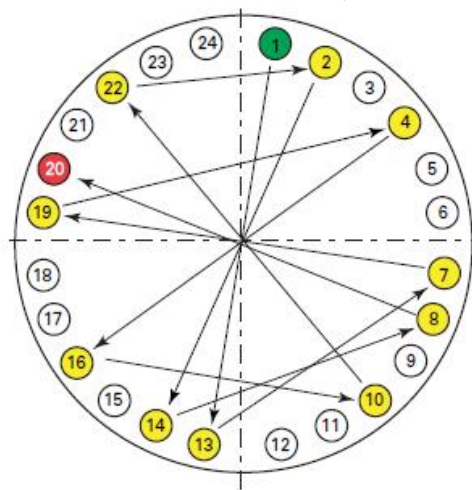
گام 1b: 70٪ گشتاور نهایی



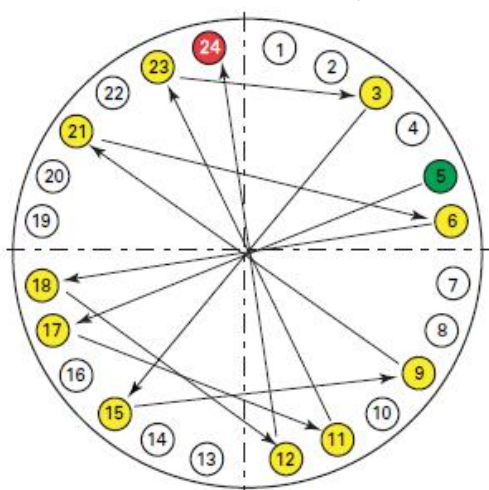
گام 1c: 100٪ گشتاور نهایی



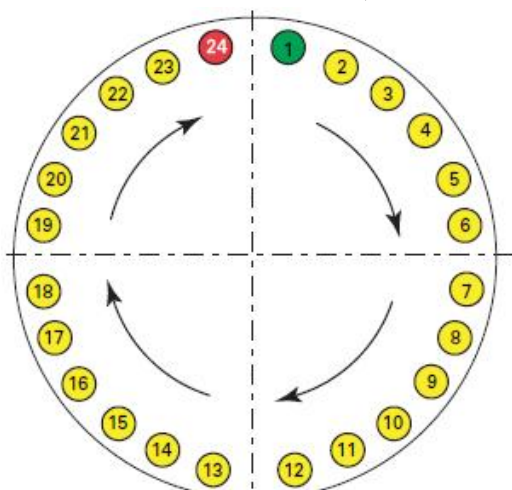
گام 2: 100٪ گشتاور نهایی



گام 2 (ادامه): 100٪ گشتاور نهایی

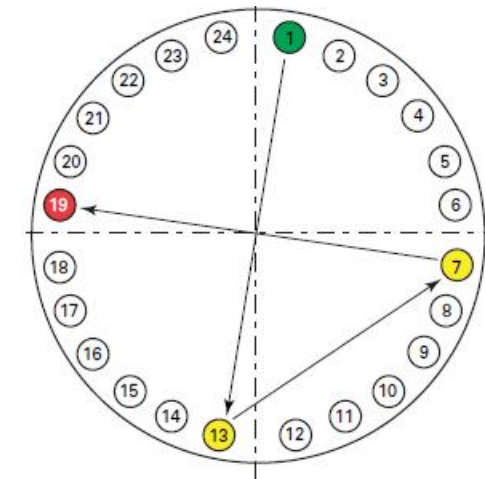


گام 3 پیشرو: 100٪ گشتاور نهایی

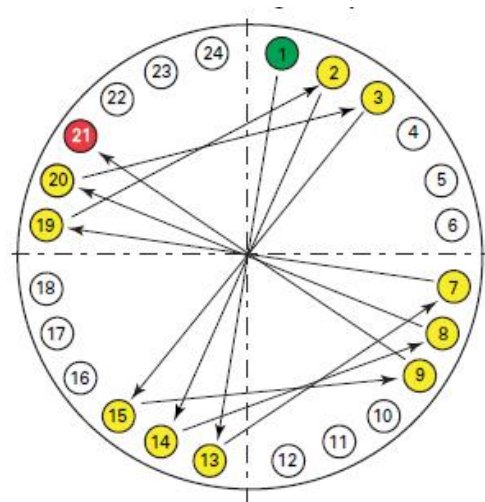


شکل F-8. الگوی جایگزین شماره 2A: الگوی ربع دایره: توالی ستاره‌ای (تک-ابزار)

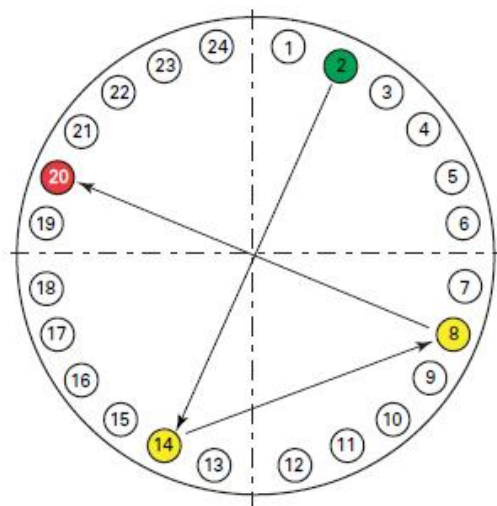
گام 1a: 30% گشتاور نهایی



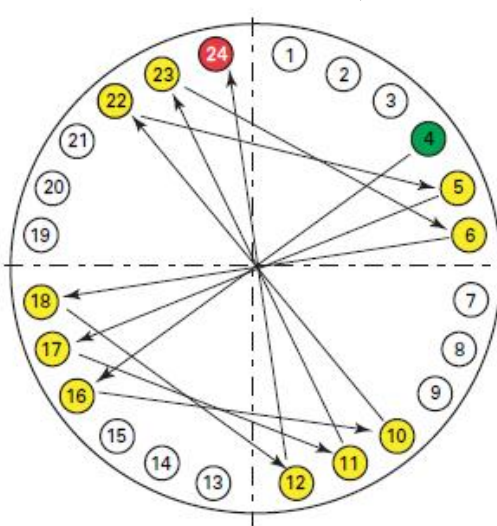
گام 2: 100% گشتاور نهایی



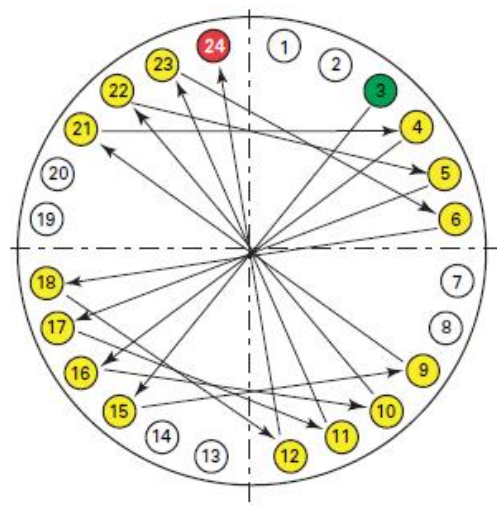
گام 1b: 70% گشتاور نهایی



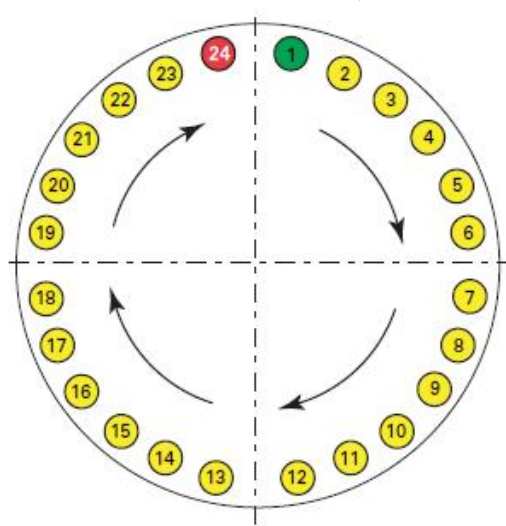
گام 2 (ادامہ): 100% گشتاور نہایی



گام 1c: 100% گشتاور نهایی

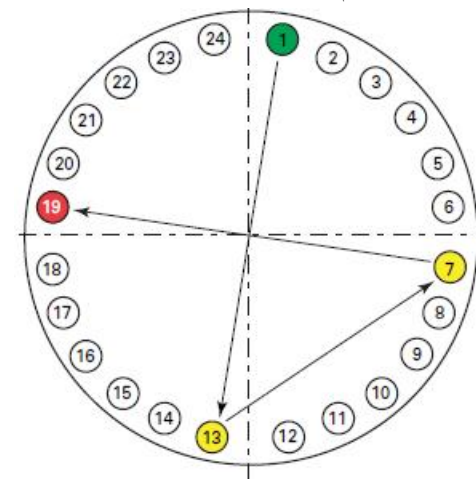


گام 3 پیشرو: 100% گشتاور نهایی

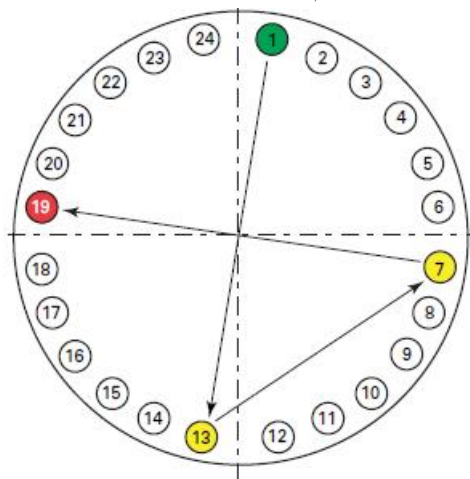


شکل F-9. الگوی جایگزین شماره 3: الگوی دایره‌ای (تک-ابزار)

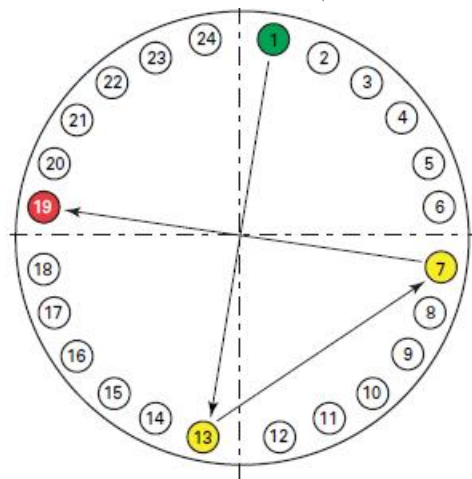
گام 1a: 30٪ گشتاور نهایی



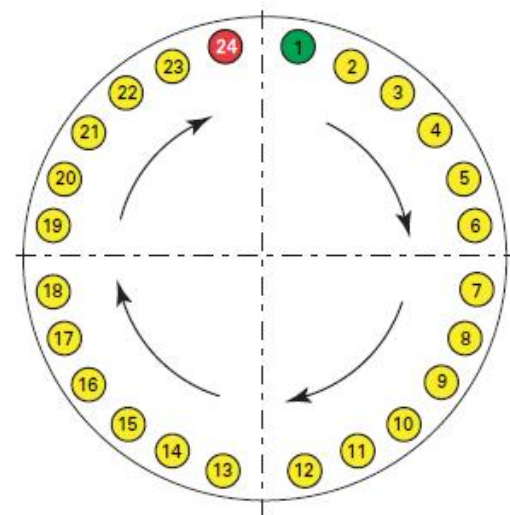
گام 1b: 70٪ گشتاور نهایی



گام 1c: 100٪ گشتاور نهایی



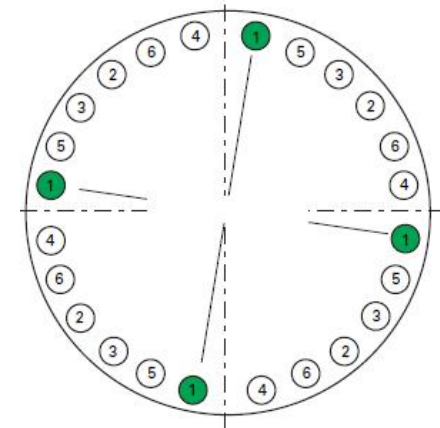
گام 1d پیشرو: 100٪ گشتاور نهایی



شکل F-10. الگوی جایگزین شماره 4: الگوی سفت کردن همزمان چندین پیچ (چهار ابزار)

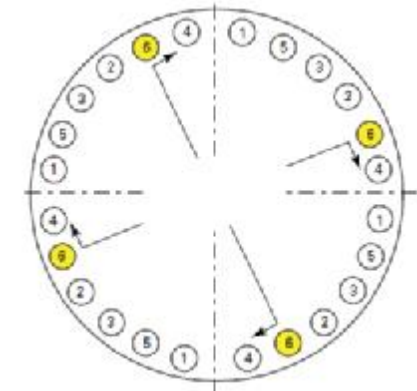
گام 1a: 50% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)

پیچ‌های شماره 1 را با 50% گشتاور نهایی سفت کنید



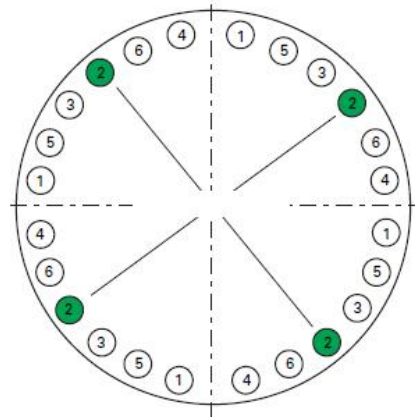
گام 2 پیشرو: 100% گشتاور نهایی

گام دایره‌ای تا آنکه هیچ چرخشی در مهره نداشته باشید.



گام 1b: 50% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)

پیچ‌های شماره 2 را با 50% گشتاور نهایی سفت کنید



شماره گذاری گروه پیچ‌ها به صورتی است که ابزارها روبروی یکدیگر باشند و به صورت تقریبی زاویه‌های بین پیچ‌های سفت شده پیشین را نصف نمایند.

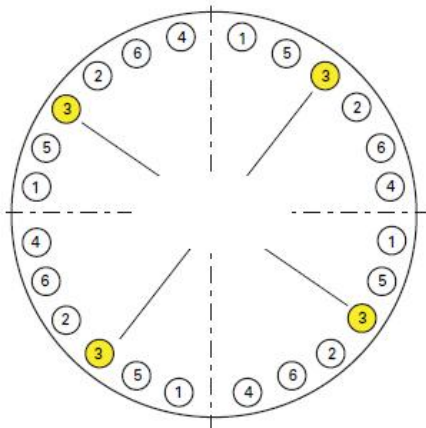
گام با گشتاور 50% گشتاور نهایی، موازینگی و بسته شدن تدریجی کنترل شده را تضمین می‌کند.

در مقایسه با الگوی دایروی، نصف کردن زاویه‌ها چروکیده شدن گسکت‌ها و فلنچ‌های نازک را کاهش می‌دهد

گام 1c: 100% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)

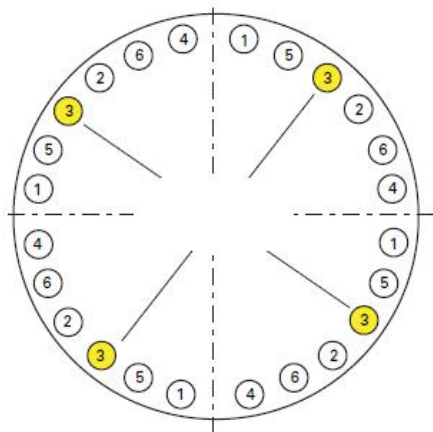
با شروع از پیچ‌های شماره 3، تمامی پیچ‌ها را با 100% گشتاور

نهایی سفت کنید

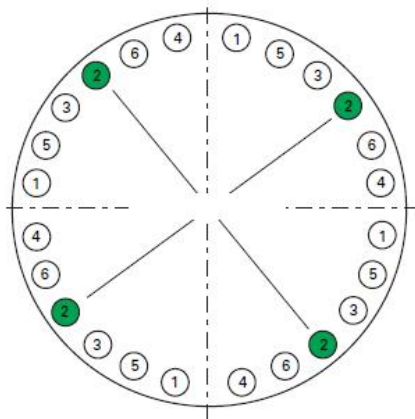


شکل F-11. الگوی جایگزین شماره 5: الگوی سفت کردن همزمان چندین پیچ (دو ابزار)

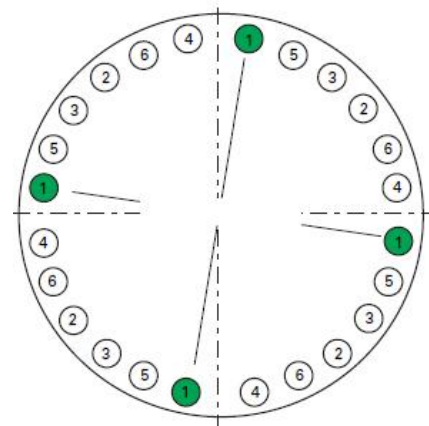
گام 1c: 100% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)
4 پیچ را با 100% گشتاور نهایی سفت کنید



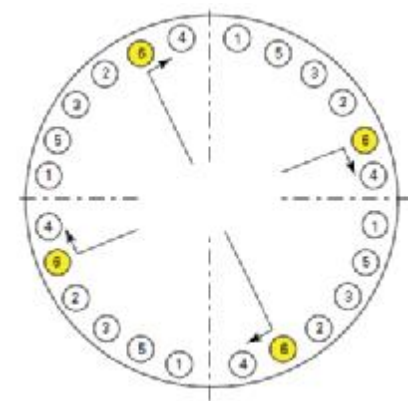
گام 1b: 60% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)
4 پیچ را با 60% گشتاور نهایی سفت کنید



گام 1a: 30% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)
4 پیچ را با 30% گشتاور نهایی سفت کنید



گام 1d پیشرو: 100% گشتاور نهایی (به صورت همزمان)
رار دادن ابزارها در دو جهت روبروی یکدیگر، گام دایره‌ای با 100%
تاوور نهایی را برای کنترل پیچ‌ها انجام دهید تا آنکه هیچ چرخشی در
مهره نداشته باشید.



پیوست G

استفاده از پیمانکاران متخصص در خدمات سفت کردن پیچ¹

¹ Use of Contractors Specializing in Bolting Services

(b) هماهنگی با بازرس کارفرما (یا دیگر نمایندگان تعیین شده توسط کارفرما) برای پذیرش و تایید انحراف‌ها و ناهمخوانی‌های موجود با رویه پیش-پذیرفته شده

(c) فراهم نمودن ابزارهای لازم برای رویه‌های سفت نمودن (برای نمونه دستگاههای گشتاور دهی یا کشش هیدرولیکی)

(d) تامین نفرات مونتاژکار برای مونتاژ اتصال‌های فلنجی و نظارت بر آنان.

(e) نظارت بر کارکنان تعمیرات کارفرما که در مونتاژ اتصال دخیل هستند و راهنمایی کردن آنان در صورت به کارگیری این نفرات

(f) ایجاد افزایش طول مورد نیاز در پیچ و نظارت بر آن (کنترل میزان افزایش طول) به میزان تعیین شده.

(g) ارایه گزارش مونتاژی برای هر اتصال به کارفرما. این گزارش بایستی حداقل دربرگیرنده اطلاعات یاد شده در بخش 14 این رهنمود باشد.

1-G. استخدام پیمانکاران

بهتر است پیمانکاران خدمات سفت کردن پیچ ترجیحاً به صورت مستقیم توسط کارفرما استخدام شوند. در صورتی که پیمانکاران سفت کردن پیچ مستقیماً توسط کارفرما استخدام نشده‌اند، لازم است صلاحیت پیمانکار جزء توسط کارفرما تایید گردد.

2-G. اختیارات و وظایف پیمانکار

بهتر است به پیمانکاران ارایه کننده خدمات سفت کردن پیچ اختیار اجرا و واریسی همه جنبه‌های فرآیند مونتاژ واگذار گردد با احتساب این موضوع که بهتر است پیمانکار گزارش روزانه با جزییات کافی، و گزارش بازبینی را به کارفرما ارایه دهد تا کارفرما بتواند تطابق کارهای انجام شده برای مونتاژ اتصال را با مدارک فنی واریسی کند. وظایف پیمانکار شامل موارد زیر اما نه محدود به آنها می‌باشد:

(a) تهیه رویه(های) مکتوب مونتاژ اتصال (یا پذیرش رویه-هایی که توسط دیگران تهیه شده است) که با المانهای اصلی این رهنمود سازگار باشد.

پیوست H
سطح ناحیه ریشه و ناحیه تحت تنش پیچ

جدول H-1. سطح ناحیه ریشه و ناحیه تحت تنش پیچ

سیستم SI		سیستم متداول آمریکایی			
اندازه پیچ، گام رزوه [یادداشت‌های (1) و (2)]	سطح ریشه mm^2	سطح ناحیه تحت تنش mm^2 [یادداشت (3)]	اندازه پیچ، In	تعداد رزوه در یک اینچ طول	سطح ناحیه تحت تنش in^2 [یادداشت (3)]
M14-2	102.1	115.4	$\frac{1}{8}$	13	0.1257
M16-2	141.0	156.7	$\frac{3}{16}$	11	0.2017
M20-2.5	220.4	244.8	$\frac{1}{4}$	10	0.3019
M24-3	317.3	352.5	$\frac{5}{16}$	9	0.4192
M27-3	419.1	459.4	1	8	0.5509
M30-3	535.0	580.4	$1\frac{1}{8}$	8	0.7276
M33-3	665.1	715.6	$1\frac{1}{4}$	8	0.9289
M36-3	809.3	864.9	$1\frac{3}{8}$	8	1.155
M39-3	976.6	1028	$1\frac{1}{2}$	8	1.405
M42-3	1140	1206	$1\frac{5}{8}$	8	1.680
M45-3	1327	1398	$1\frac{3}{4}$	8	1.979
M48-3	1527	1604	$1\frac{7}{8}$	8	2.303
M52-3	1817	1900	2	8	2.652
M56-3	2132	2222	$2\frac{1}{4}$	8	3.422
M64-3	2837	2940	$2\frac{1}{2}$	8	4.291
M70-3	3432	3545	$2\frac{3}{4}$	8	5.258
M76-3	4083	4207	3	8	6.324
M82-3	4791	4925	$3\frac{1}{4}$	8	7.487
M90-3	5822	5970	$3\frac{1}{2}$	8	8.748
M95-3	6518	6674	$3\frac{3}{4}$	8	10.11
M100-3	7253	7418	4	8	11.57

یادداشت‌ها:

- (1) نامگذاری رزوه در سیستم متریک، با اندازه پیچ (mm) و گام رزوه (mm) انجام می‌شود (به عنوان نمونه M14-2، پیچی با قطر 14mm و گام رزوه 2mm را مشخص می‌کند)
- (2) جانمایی دو جدول در کنار یکدیگر به معنی تبدیل بین اندازه نشان داده شده در دو سیستم سنتی آمریکایی و SI نمی‌باشد.
- (3) ناحیه سطح ریشه و ناحیه تحت تنش کششی برای پیچ‌های M27 و کوچکتر با رزوه‌های درشت و برای پیچ‌های M30 و بزرگتر با گام رزوه 3mm در جدول آمده است (رزوه‌های درشت برای اندازه 1in. و کوچکتر، و سری 8 رزوه‌ای در هر اینچ طول برای پیچ‌های با قطر بیشتر از $1\frac{1}{8}$ in.)

الگوهای گوناگون مونتاژ اتصال در این مدرک به منظور وارد کردن نیروی یکنواخت به گسکت در فرآیند سفت کردن پیچ‌ها² و همچنین در نظر گرفتن اثرات برهم کنش کشسان ناشی از فرآیند سفت کردن، توسعه داده شده‌اند. پیچ‌های سفت شده در دور نخست، بیشترین برهم کنش را خواهند داشت (کاهش پیش بار)؛ آخرین پیچ‌های سفت شده هیچ گونه برهم کنش نخواهد داشت و پیچ‌های سفت شده در دورهای میانی، مقدار میانگینی از برهم کنش را تحمل خواهند نمود. هدف از دورهای نهایی {سفت کردن پیچ‌ها} که در آنها گشتاور نهایی به ترتیب قرار گرفتن پیچ‌ها اعمال می‌شود، کاهش اثر برهم کنش پسماند، تا اندازه ممکن می‌باشد.

2 اگر به جای بکارگیری روشهای یاد شده در این نوشتار، پیچ‌ها به ترتیب قرار گرفتن سفت شوند، گسکت به گونه نایکنواختی فشرده گردیده و در نتیجه احتمال کج شدن (Cocked) فلنج‌ها وجود دارد (یعنی فاصله بین لبه بیرونی در پیرامون دو فلنج نامتقارن خواهد بود) که نشانه ای از بارگذاری نایکنواخت گسکت و احتمال نشتی، می‌باشد. سفت کردن بیشتر پیچ‌ها، نمی‌تواند فلنج‌ها را به حالت موازی با یکدیگر بازگرداند و احتمال آسیب دیدن گسکت وجود دارد.

1-I. برهم کنش کشسان

برهم کنش کشسان که گاهی اوقات با نام Bolt Cross-Talk خوانده می‌شود را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد: هنگامی که اتصال در حال سفت شدن می‌باشد، اتصال فشرده می‌گردد. بیشتر فشردگی در گسکت اتفاق می‌افتد، اما فشردگی در فلنج نیز بوجود می‌آید. همچنین واپیچش موضعی فلنج تحت نیرو نیز دارای اهمیت می‌باشد. سفت نمودن تدریجی هر یک از پیچ‌ها موجب فشردگی بیشتر گسکت می‌شود و در پی آن، پیش بار هر یک از پیچ‌های سفت شده پیشین، کاهش می‌یابد.

2-I. در نظر گرفتن اثرات ناشی از برهم کنش کشسان

پیوست K

محاسبه گشتاور نهایی با استفاده از ضریب مهره¹

1 Nut Factor Calculation of Target Torque

بهتر است این مطلب مد نظر قرار گیرد که برپایه پژوهشهای نوین، ضریب مهره به جنس پیچ، قطر پیچ و دمای {زمان} مونتاژ بستگی دارد. ممکن است این عوامل، چشمگیر باشند⁴ و بهتر است در هنگام گزینش ضریب مهره یا ترکیبات روانساز، از این عوامل چشم‌پوشی نشود. به کاربر نهایی پیشنهاد می‌شود که نتایج آزمایش‌های انجام گرفته بر روی پیچ و روانساز با ویژگیهای همانند را پیگیری نماید یا با استفاده از سعی و خطا ضریب مهره مربوط به شرایط کاری خودش، را بیابد. شیوه سعی و خطا را می‌توان به روشی نسبتاً آسان با سفت کردن پیچ، تحت گشتاور و اندازه‌گیری نیروی ایجاد شده در پیچ با اندازه‌گیریهای التراسونیک کالیبره‌شده، با استفاده از Load-Cell کالیبره شده یا اندازه‌گیری افزایش فشار در دستگاه کشش هیدرولیک⁵، انجام داد. علاوه بر این آشکار گردیده است که بیشترین دمای کاری تعیین شده توسط سازنده برای روانساز، شاخص خوبی برای تایید اثر روان کننده در سهولت دمونتاژ کردن اتصال پس از قرار گرفتن در سرویس با دمای بالا، نخواهد بود. یکبار دیگر پیشنهاد می‌گردد که به منظور راهنمایی کاربر نهایی جهت گزینش فرآورده مناسب، جهت کاربرد در شرایط مورد نظر، بایستی نتایج آزمونهای انجام گرفته بر روی مواد همانند با ویژگیهای کاری همسان، مد نظر قرار گیرد.

4 نتایج آزمایش برای یک فرآورده روانساز، نشان می‌دهد که اثر دما باعث نصف شدن ضریب مهره در دمای غالب محیط سایت، معمولاً در کرانه دمایی 0 °C تا 40 °C (32 °F تا 100 °F) می‌گردد.

5 Hydraulic Tensioner

روش معمول برای محاسبه گشتاور نهایی، استفاده از رابطه زیر می‌باشد:

واحد SI:

$$T = KDF/1000 \quad (K-1M)$$

سیستم سنتی آمریکایی²

$$T = KDF/12 \quad (K-1)$$

که:

D = قطر نامی پیچ، mm(in.)

F = بار نهایی پیچ، N(lb)

K = ضریب مهره (به ادامه نوشتار باز گردید)

T = گشتاور نهایی، N.m (ft-lb)

"K" یک ثابت تجربی بدون بعد مربوط به ضریب اصطکاک می‌باشد. در بیشتر کاربردهای با دمای معمولی، اندازه K به صورت تقریبی برابر با ضریب اصطکاک به اضافه 0.04 در نظر گرفته می‌شود³. بر این پایه، برای ضرایب اصطکاک 0.12 و 0.16 (جدول 1M/جدول 1 از این رهنمود را ببینید) ضریب مهره برای پیچهای بدون روکش و پیچهای روکش شده به ترتیب برابر 0.16 و 0.20 خواهد بود.

جداول منتشر شده ضرایب تجربی مهره از منابع گوناگون در دسترس هستند، به هر حال بایستی مواظب بود که این ضرایب برای کاربرد مورد نظر، قابل اعمال باشد. ضرایب معمول مهره برای پیچهای فولادی کم آلیاژ SA-193 در دمای محیط در کرانه 0.16 تا 0.23 قرار دارند. توجه به حساسیت نیروی بدست آمده در اثر گشتاور اعمالی برای تغییرات به نسبت کوچک در ضریب مهره، ارزشمند خواهد بود. برای نمونه، تغییر ضریب مهره از 0.1 به 0.3، منجر به تغییر 20% در گشتاور نخواهد گردید بلکه موجب تغییر 200 درصدی گشتاور خواهد گردید. کاربرد اندازه ناکافی از روانکار بر سطوح کاری، باعث افزایش تغییرات چشمگیر در نیروی بوجود آمده در پیچ خواهد شد.

2 U.S. Customary Units

3 "An Introduction to the Design and Behavior of Bolted Joints," Bickford, p. 233.

پیوست L

داده‌های مربوط به پیچ‌های مورد نیاز در فلنج‌های ASME B16.5

جدول L-1، داده‌های مربوط به پیچ‌های مورد نیاز در فلنج‌های ASME B16.5

اندازه فلنج	150 کلاس		300 کلاس		400 کلاس		600 کلاس		900 کلاس		1500 کلاس		2500 کلاس	
(NPS)	تعداد پیچ	اندازه پیچ	تعداد پیچ	اندازه پیچ	تعداد پیچ	اندازه پیچ	تعداد پیچ	اندازه پیچ	تعداد پیچ	اندازه پیچ	تعداد پیچ	اندازه پیچ	شمار پیچ	اندازه پیچ
1/2	4	1/2	4	1/2	4	1/2	4	1/2	4	3/4	4	3/4	4	3/4
3/4	4	1/2	4	5/8	4	5/8	4	5/8	4	3/4	4	3/4	4	3/4
1	4	1/2	4	5/8	4	5/8	4	5/8	4	7/8	4	7/8	4	7/8
1 1/4	4	1/2	4	5/8	4	5/8	4	5/8	4	7/8	4	7/8	4	1
1 1/2	4	1/2	4	3/4	4	3/4	4	3/4	4	1	4	1	4	1 1/8
2	4	5/8	8	5/8	8	5/8	8	5/8	8	7/8	8	7/8	8	1
2 1/2	4	5/8	8	5/8	8	3/4	8	3/4	8	1	8	1	8	1 1/8
3	4	5/8	8	3/4	8	3/4	8	3/4	8	7/8	8	1 1/8	8	1 1/4
3 1/2	8	5/8	8	3/4	8	7/8	8	7/8	...	...	...	...	...	...
4	8	5/8	8	3/4	8	7/8	8	7/8	8	1 1/8	8	1 1/4	8	1 1/2
5	8	3/4	8	3/4	8	7/8	8	1	8	1 1/4	8	1 1/2	8	1 3/4
6	8	3/4	12	3/4	12	7/8	12	1	12	1 1/8	12	1 3/8	8	2
8	8	3/4	12	7/8	12	1	12	1 1/8	12	1 3/8	12	1 5/8	12	2
10	12	7/8	16	1	16	1 1/8	16	1 1/4	16	1 3/8	12	1 7/8	12	2 1/2
12	12	7/8	16	1 1/8	16	1 1/4	16	1 1/4	20	1 3/8	16	2	12	2 3/4
14	12	1	20	1 1/8	20	1 1/4	20	1 3/8	20	1 1/2	16	2 1/4	...	...
16	16	1	20	1 1/4	20	1 3/8	20	1 1/2	20	1 5/8	16	2 1/2	...	...
18	16	1 1/8	24	1 1/4	24	1 3/8	24	1 5/8	20	1 7/8	16	2 3/4	...	...
20	20	1 1/8	24	1 1/4	24	1 1/2	24	1 5/8	20	2	16	3	...	...
24	20	1 1/4	24	1 1/2	24	1 3/4	24	1 7/8	20	2 1/2	16	3 1/2	...	...

پیوست M

راهنمای استفاده از واشر و ویژگیهای خرید برای واشرهای کامل سخت شده¹

1 Washer Usage Guidance And Purchase Specification For Through-Hardened Washers

M-1. راهنمای استفاده از واشر

M-1-1

استفاده از واشر برای اتصالات فلنچی پیچی تحت فشار، اختیاری است. با این حال به طور کلی مشخص شده که استفاده از واشرهای فولادی کامل سخت شده، با فراهم نمودن یک سطح نشیمن هموار با اصطکاک کم برای مهره، انتقال گشتاور به پیش بار در پیچ را آسانتر می کند.

واشرها، سطوح تماس فلنچ {با مهره} را در برابر آسیبهای ناشی از چرخش مهره محافظت می کنند. این ملاحظات بویژه هنگامی که سفت کردن پیچ با استفاده از روشهای گشتاوری (به صورت دستی یا هیدرولیکی) انجام می گردد، اهمیت به سزایی دارد.

این پیوست، شیوه سفارش و خرید واشرهای کامل سخت شده برای اتصالات فلنچی پیچی زیر پوشش گستره این رهنمود را روشن می کند. کاربرد واشرهای با سخت شدگی سطحی² پیشنهاد نمی گردد، زیرا بخش نرم درونی واشر³ تحت فشار مستقیم دچار تسلیم و لهیدگی شده و بادکردگی و نازک شدن⁴ شدگی {واشر} و همچنین کاهش اندازه پیش بار، اتفاق می افتد.

M-2. ابعاد و اندازه ها

قطر بیرونی واشرهای شرح داده شده در این پیوست، به گونه ای گزینش شده است که برای فلنچ ها با رویه پیشانی تراشی شده موضعی⁴ یا Back Facing بر اساس الزامات استاندارد ISO 7005-1 (فلنچ های فلزی - بخش 1: فلنچ های فولادی،

Metallic Flanges — Part 1: Steel Flanges)

برای فلنچ های متریک و MSS-SP-9 (پیشانی تراشی موضعی

برای فلنچ های برنزی، آهنی و فولادی،

Spot Facing for Bronze, Iron and Steel Flanges)

برای فلنچ های اینچی، سازگار باشد.

قطر درونی این واشرها به گونه ای انتخاب شده که امکان استفاده از آنها در زیر مهره را فراهم کند. کاربرد این واشرها در ناحیه کله پیچ، می تواند منجر به تداخل با {ناحیه بدون رزوه} بدنه پیچ⁵ یا فیلت کله پیچ⁶ گردد.

2 Surface-Hardened

3 Soft Interior Material

4 Spot-Facing

5 Bolt Shank

6 Underhead Fillet

M-3.1-3. دمای کاری (دمای واشر)

گستره های دمای کاری در جدول M-1 نشان داده شده است. توجه داشته باشید که در شرایط کاری، ممکن است دمای پیچ و مهره ها کمتر از دمای سیال فرآیندی باشد. کد ASME B31.3 (Process Piping)، میزان دمای پیچ و مهره برای اتصالات های عایقکاری نشده را 80 درصد دمای سیال در نظر می گیرد.

M-4.1-4. استانداردهای موجود

پیش از این، واشرهای ساخته شده برپایه استاندارد ASTM F436 در فلنچ های Piping به کار می رفتند. اما کاربرد واشرهای ASTM F436 ممکن است موجب تداخل با Spot Face/Back Face فلنچ ها گردد. همچنین برای برخی از سایزهای فلنچ Piping و مخازن، استاندارد ASTM F436، هیچ واشری فراهم نمی نماید. واشرهای تیپ 1 که در این پیوست معرفی می گردند دارای آلیاژ همسان با ASTM F436 هستند اما اندازه آنها به منظور سازگاری با فلنچ های Piping و مخازن، تغییر داده شده است.

جدول M-1. گستره دمای کاری

تیپ واشر	کاربرد برای یکبار I(1) یادداشت	چندبار کاربرد I(2) یادداشت
1	425 °C (800 °F)	205 °C (400 °F)
4	540 °C (1000 °F)	400 °C (750 °F)
5	650 °C (1200 °F)	425 °C (800 °F)
6	815 °C (1500 °F)	550 °C (1025 °F)

یادداشت ها:

(1) دمای کاری برای واشرهای با کاربرد یکبار بر این اساس

استوارند که هرگاه واشر در معرض دماهایی بالاتر از دمای

کاربرد چند باره قرار گرفت بایستی جایگزین شود.

(2) کاربرد چندین باره واشر برپایه نگرانی های متالورژیکی (نرم

شوندگی) آلیاژ واشر می باشد.

M-5.1-5. آلیاژهای پیشین {بکار رفته در ساخت واشرها}

شکل های 1 و 2 از نخستین ویرایش PCC-1، آلیاژ ASME

SA-540 را برای ساخت واشرهای با دمای کاری بالا، برگزیده

است. با توجه به هزینه بالا و دشواری های ساخت، این پیوست

استفاده از این آلیاژ را متوقف می‌نماید. توقف کاربرد آلیاژ SA-450 به معنای ناکارایی فنی این آلیاژ نیست.

M-6-1. کاربرد واشرها

واشرهای تیپ 1 و 4 برای مهره‌های فولادی-ASME SA 194 گرید 2H، 4 و 7 مناسب‌اند. واشر تیپ 4 از جنس فولاد آلیاژی با دمای کاری بالا می‌باشد. واشرهای تیپ 5 و 6 برای مهره‌های فولادی آستنیتی ASME SA-194 گرید 8 مناسب هستند. واشرهای تیپ 6 از جنس فولادهای ضدزنگ رسوب سخت شده¹ بوده و در مقایسه با واشرهای تیپ 5 مقاومت خوردگی بالاتری دارند.

M-7-1. نصب

به منظور پرهیز از هرگونه نگرانی درباره تاثیر {برجستگی ناشی} مارک واشر بر روی عملکرد واشر بر سطح تماس مهره، پیشنهاد می‌گردد این واشرها به گونه‌ای نصب گردند که رویه نشان‌دار واشر به طرف سطح فلنج باشد.

M-2. مشخصات خرید برای واشرهای کامل سخت‌شده

M-1-2. گستره

این پیوست الزامات مکانیکی، اندازه و ترکیبات شیمیایی واشرهای کامل سخت شده برای پیچ و مهره‌ها با اندازه نامی 14mm تا 100 mm و 1/2in. تا 4in. را پوشش می‌دهد. این واشرها برای فلنج‌های پیچی/میل رزوه‌ای تحت فشار کاربرد دارند و برای پیچ و مهره‌های فولادی کم آلیاژ و فولادهای آستنیتی استانداردهای SA-193 و SA-194 مناسب می‌باشند.

M-2-1-2

واشرهای زیر پوشش این پیوست به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

(a) تیپ 1- فولادکربن

(b) تیپ 4- فولادی کم آلیاژ

(c) تیپ 5- فولادی مارتنزیتی

(d) تیپ 6- فولادهای رسوب سخت شده

M-2-2. اطلاعات سفارش گذاری

درخواست سفارش دهی واشرها بر اساس این پیوست بایستی دربرگیرنده داده‌های زیر باشد.

(a) اندازه نامی

(b) تیپ (بند 1-2-1 را ببینید)

(c) شمارگان

M-3-2. مواد و نحوه ساخت

فولاد مورد استفاده در ساخت واشرها بایستی با استفاده از کوره فولاد سازی دهان باز²، کوره آهن‌سازی با دمش اکسیژن³ یا کوره الکتریکی⁴، تولید شود.

M-2-3-2

واشرهای با اندازه نامی کوچکتر یا مساوی 100mm (4 in.) بایستی کامل سخت شده باشند.

M-3-3-2

کمترین دمای بازپخت (رسوب سختی) واشرها بایستی مطابق زیر باشد:

(a) برای تیپ 1، 205 °C (400 °F)

(b) برای تیپ 4، 370 °C (700 °F)

(c) برای تیپ 5، 425 °C (800 °F)

(d) برای تیپ 6، 550 °C (1025 °F)

M-4-2

ترکیب شیمیایی واشرها بایستی مطابق ویژگیهای جدول M-2 باشد.

M-5-2. ویژگیهای مکانیکی

به جز واشرهای تیپ 6 که سختی آنها بایستی در گستره 33HRC تا 42 HRC باشد سختی واشرها بایستی در گستره 38HRC تا 45 HRC باشد.

M-6-2. اندازه‌ها و رواداری‌ها

M-1-6-2

اندازه واشرها بایستی از اندازه‌های نشان داده شده در جدول M-2 یا M-3 پیروی کنند و تolerانس واشرها در گستره اندازه‌های نشان داده شده در جدول M-5 یا M-6 باشد.

M-2-6-2

واشرها بایستی دارای Lay های چند جهتی با زبری ارتفاعی کمتر یا مساوی با 3,2 μm (125 μin.) باشند. هرگونه عیب در یا بر روی سطح بایستی در گستره زبری باشد. زبری سطح واشر بایستی مطابق ASME B46.1 باشد.

² Open Hearth Furnace

³ Basic-Oxygen Furnace

⁴ Electric Furnace

¹ Precipitation Hardening Stainless Steel

M-2-7. کیفیت ساخت، پرداخت و نمود ظاهری¹

واشرها باید عاری از هرگونه MillScale اضافی، پوشش اضافی و هرگونه ماده اضافی بر روی سطوح نشیمن باشند. واشرهای برشکاری شده با برشکاری قوس الکتریکی یا برشکاری با شعله گاز، بایستی عاری از هرگونه ترشحات فلزی باشد.

M-2-8. نمونه‌گیری و شمار آزمایش‌ها

یک گروه واشرها بایستی دربرگیرنده همه نمونه‌های لازم برای بازرسی همزمان با ویژگیهای عمومی زیر باشد:

(a) اندازه نامی همسان

(b) آلیاژ و کلاس همسان

(c) عملیات حرارتی همسان

M-2-8-2.

از هر گروه واشر توضیح داده شده در بند 8-1، شمار نمونه‌های آزمایش برای هر ویژگی بایستی مطابق جدول M-7 باشد.

M-2-9. روشهای تست: سختی سنجی

M-2-9-1.

خوانش‌ها بایستی حداقل در دو نقطه با اختلاف 180 درجه، و حداقل در یک سوی {واشر} با عمق حداقل

¹ Workmanship, Finish and Appearance

0.38 mm (0.015 in.) انجام گردد.

M-2-9-2.

سنجش سختی بایستی برپایه روش سختی سنجی راکول در ASTM F606 یا ASTM F606M انجام گیرد.

M-2-10-1.

به منظور شناسایی سازندگان یا توزیع کنندگان یک نشان خصوصی²، بایستی واشرها به صورت مناسب با یک نماد یا هرگونه نشان متمایز، نشان‌گذاری گردند.

M-2-10-2.

بر حسب مورد، واشرها بایستی با نمادهای "1"، "4"، "5" یا "6" نشان‌گذاری گردند.

M-2-10-3.

همه نشان‌گذاری‌ها بایستی به صورت فرورفته³ بوده و در یک سوی واشر حک گردند.

² Private Label Distributer

³ Depressed

M-2. الزامات شیمیایی

درصد ترکیب یادداشت (1)				
عنصر	تیپ 1	تیپ 4 یادداشت (2)	تیپ 5 یادداشت (3)	تیپ 6 یادداشت (4)
فسفر (بیشترین مقدار)	0.050	0.040	0.040	0.040
گوگرد (بیشترین مقدار)	0.060	0.050	0.030	0.030

یادداشت‌ها:

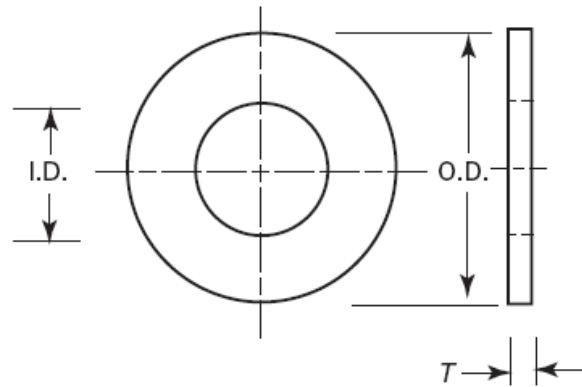
(1) بیشترین مقدار

(2) واشرهای فولادی کم آلیاژ تیپ 4 بایستی از فولادهای SAE 4130 و SAE 4140 یاد شده در ASTM A 829 ساخته شوند.

(3) واشرهای فولادی مارتزیتی تیپ 5 بایستی از فولادهای UNS S41000 یاد شده در ASME SA-240 ساخته شوند.

(4) واشرهای فولادی رسوب سخت شده تیپ 6 بایستی از فولاد UNS S17400 یاد شده در ASME SA-693 ساخته شوند.

جدول 3-M. الزامات ابعادی برای واشرهای متریک

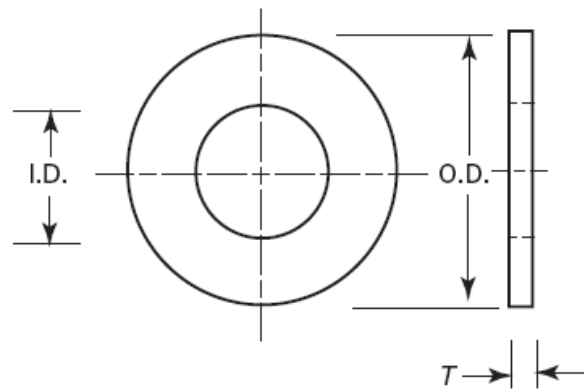


اندازه نامی Mm	قطر بیرونی O.D., mm	قطر درونی I.D., mm	ضخامت T, mm
14	28	15	3
16	30	17	4
20	37	21	5
24	44	25	6
27	50	28	6
30	56	31	6
33	60	34	6
36	66	37	6
39	72	42	6
42	78	45	6
45	85	48	6
48	92	52	6
52	98	56	6
56	105	62	6
64	115	70	6
70	125	76	6
76	135	82	6
82	145	88	6
90	160	96	6
95	165	101	6
100	175	107	6

یادداشت عمومی:

تولرانس ها مطابق جدول 5-M می باشند.

جدول 4-M. الزامات ابعادی برای واشرهای سیستم متداول آمریکایی



ضخامت T		قطر درونی I.D.		قطر بیرونی O.D.		اندازه نامی
in.	Mm	in.	Mm	in.	mm	in.
0,125	3,2	0,563	14,3	1,063	27,0	$\frac{1}{2}$
0,156	4,0	0,688	17,5	1,313	33,4	$\frac{5}{8}$
0,188	4,8	0,813	20,7	1,500	38,1	$\frac{3}{4}$
0,219	5,6	0,938	23,8	1,718	43,6	$\frac{7}{8}$
0,250	6,4	1,063	27,0	1,968	50,0	1
0,250	6,4	1,188	30,2	2,156	54,8	$1\frac{1}{8}$
0,250	6,4	1,313	33,4	2,375	60,3	$1\frac{1}{4}$
0,250	6,4	1,438	36,5	2,593	65,9	$1\frac{3}{8}$
0,250	6,4	1,563	39,7	2,812	71,4	$1\frac{1}{2}$
0,250	6,4	1,688	42,9	3,062	77,8	$1\frac{5}{8}$
0,250	6,4	1,813	46,1	3,250	82,6	$1\frac{3}{4}$
0,250	6,4	1,938	49,2	3,438	87,3	$1\frac{7}{8}$
0,250	6,4	2,125	54,0	3,688	93,7	2
0,250	6,4	2,375	60,3	4,125	104,8	$2\frac{1}{4}$
0,250	6,4	2,625	66,7	4,563	115,9	$2\frac{1}{2}$
0,250	6,4	2,875	73,0	5,000	127	$2\frac{3}{4}$
0,250	6,4	3,125	79,4	5,438	138,1	3
0,250	6,4	3,375	85,7	5,875	149,2	$3\frac{1}{4}$
0,250	6,4	3,625	92,1	6,313	160,4	$3\frac{1}{2}$
0,250	6,4	3,875	98,4	6,813	173,1	$3\frac{3}{4}$
0,250	6,4	4,125	104,8	7,188	182,6	4

یادداشت عمومی:

تولرانس ها مطابق جدول 6-M می باشند.

جدول 5-M. تolerانس‌های ابعادی برای واشرهای متریک

اندازه نامی	اندازه نامی	اندازه نامی	اندازه نامی	اندازه نامی	ویژگیهای ابعادی
82-100mm	45-76mm	30-42mm	20-27mm	14-16mm	
-0,9+0	-0,7+0	-0,6+0	-0,5+0	-0,4+0	I.D., mm قطر درونی،
-2,5+0	-2,2+0	-1,9+0	-1,6+0	-1,3+0	O.D., mm قطر بیرونی،
±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	±0,15	T,mm ضخامت،
0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	یکنواختی، mm (بیشترین فاصله از لبه خط - کش قرار گرفته بر روی لبه برش خورده)
0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	هم‌مرکزی، FIM [یادداشت (1)]، mm (فاصله قطر درونی تا قطر بیرونی)
0,65	0,5	0,4	0,4	0,3	ارتفاع پلیسه، mm (بیشترین برآمدگی نسبت به سطح واشر همسایه)

یادداشت

(1) جابجایی کلی ساعت شاخص (Full Indicator Movement)

جدول 6-M. تolerانس‌های ابعادی برای واشرهای سیستم متداول آمریکایی

اندازه نامی		اندازه نامی		اندازه نامی		اندازه نامی		ویژگیهای ابعادی
بزرگتر از 3in.		بزرگتر از 1 1/2 in. تا 3in.		1 1/2 in. تا 1in.		< 1in.		
in.	mm	in.	Mm	in.	mm	in.	Mm	
-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	قطر درونی، I.D.
+0,063	+1,60	+0,063	+1,60	+0,032	+0,81	+0,032	+0,81	قطر بیرونی، O.D.
+0,063	+1,60	+0,063	+1,60	+0,032	+0,81	+0,032	+0,81	ضخامت، T
±0,005	±0,13	±0,005	±0,13	±0,005	±0,13	±0,005	±0,13	یکنواختی، (بیشترین فاصله از لبه
0,032	0,81	0,020	0,051	0,015	0,38	0,010	0,25	خط کش قرار گرفته بر روی لبه
								برش خورده)
								هم-مرکزی، FIM
+0,063	+1,60	+0,063	+1,60	+0,032	+0,81	+0,032	+0,81	[یادداشت(1)]، (فاصله قطر درونی
								تا قطر بیرونی)
0,032	0,81	0,020	0,051	0,015	0,38	0,010	0,25	ارتفاع پلیسه، (بیشترین برآمدگی
								نسبت به سطح واشر همسایه)

یادداشت:

(1) جابجایی کلی ساعت شاخص (Full Indicator Movement)

جدول 7-M. نمونه‌های آزمایش

تعداد قطعات در یک گروه واشر	تعداد نمونه آزمایش‌ها
800 و کمتر	1
801 تا 8000	2
8001 تا 22000	3
بیش از 22000	5

1-N. واژگان و تعاریف	Defenitions, Commentary, and Guidelines on the Reuse of Bolts
استفاده نادرست	Abused:
هر گونه رفتار ضمنی یا صریح مانند سفت کردن کنترل نشده، سفت کردن بیش از اندازه، سفت کردن با روانکاری ناکافی، افزایش یا کاهش شدید متغیرهای عملیاتی فرآیندی، که موجب آسیب دیدن پیچ و مهره می گردد.	
پیچ با کلگی یکپارچه	Bolt with Integral Head
اتصال رزوه‌ای با کلگی ثابت یا آهنگری شده در یک سمت آن که سمت دیگر آن در داخل مهره یا درون یک سوراخ رزوه-کاری شده سفت می گردد.	
پیچ بدون کلگی یکپارچه	Bolt without Integral Head
پیچ‌هایی که تمامی طول آن رزوه شده است و برای سفت کردن آن دو مهره یا یک مهره و یک سوراخ رزوه دار مورد استفاده قرار می گیرد.	
گریدهای معمولی	Common Grades
مواد معمولی مورد کاربرد در تاسیسات یا صنعت که به تعداد بسیار و بهای رضایت بخش استفاده می شوند و می توان آنها را به عنوان مواد روزمره مورد کاربرد در نظر گرفت. برای نمونه در صنایع پالایشگاهی گریدهای معمولی اتصالات رزوه‌ای دربرگیرنده پیچ‌های SA-193 B7 و مهره‌های SA-194 2H یا پیچ‌های SA-193 B16 و مهره‌های SA-194 4 یا SA-194 7 می باشند.	
کاربرد مجدد کنترل شده	Controlled Reuse
استفاده برای نخستین بار و کاربردهای پس از آن که تحت درگیری ویژه رزوه‌ها، موقعیت ویژه، گشتاور ویژه، روانکاری ویژه، بازرسی ویژه، جابجایی ویژه، تمیزکاری ویژه، و رهنمودهای نصب ویژه، انجام گرفته اند و مستند شده اند.	
موارد حیاتی (بحرانی)	Critical Issues
هر موردی که به صورت مستقیم موجب انجام مونتاژ درست یا نادرست اتصال می گردد و یا نتیجه مستقیم مونتاژ درست یا نادرست اتصال است. موارد بحرانی با افزایش میزان بحرانی بودن اتصال افزایش می یابند و در نتیجه ضریب بهای پیچ و مهره معمولاً ثابت باقی می ماند.	

2-N. تفسیر عمومی

مباحث زیر محدود به کاربردهای سایت و Field می باشد.

(a) مونتاژ موفقیت آمیز اتصال فلنچی به متغیرهای بسیار زیادی در طراحی فلنچ و شرایط محیط اجرا وابسته است. جنس پیچ و مهره‌ها، کیفیت و شرایط تاثیر شگرفی بر نتیجه کار دارد.

(b) اگرچه مشخص شده است که میزان تغییر بار حتی برای پیچ و مهره‌های نو که تحت گشتاور قرار می گیرند در محدوده $\pm 30\%$ می باشد، در صورت نصب صحیح و روانکاری مناسب، میزان تغییر نیرو در بسیاری از پیچ و مهره‌ها در محدوده $\pm 15\%$ خواهد بود و بیشتر آنها تغییری در محدوده $\pm 10\%$ خواهند داشت. به همین دلیل {کنترل} گشتاور برای بسیاری از کاربردها جوابگو می باشد. نگهداری سقف تغییرات بار پیچ‌ها در محدوده 10 تا 15% بسیار مهم است.

(c) در هنگام درگیری رزوه‌ها در پیچ و مهره‌های نو، رزوه‌ها در نتیجه اعمال بار موجب سایش یکدیگر می گردند. سطوح {درگیری} و اصطکاک تغییر می کند و بازدهی رزوه-ها برای همیشه دچار تغییر می شود. پیچ و مهره‌های بدون روانکاری یا درست روانکاری نشده، اصطکاک بیشتری نسبت

به رزوه‌های خوب روانکاری شده ایجاد می‌کنند. درگیری رزوه‌های مشابه در {مونتازهای} آینده، نتایج مشابهی را ایجاد خواهد نمود تا زمانی که شرایط کمینه یا بهینه اتفاق بیفتد. بسته به اندازه پیچ و مهره، میزان تغییر بار از چند صد پوند تا چند هزار پوند متغیر خواهد بود.

(d) فشردگی محوری مهره و کشیدگی پیچ در درون مهره بایستی با انواع دیگر تغییر شکل جبران شود، با توجه به اینکه لازم است میزان تغییر شکل در سطح درگیری رزوه‌ها در هر دو سیستم رزوه، یکسان باشد، اثرات جبرانی این دو نیروی محوری ناسازگار به صورت زیر مشخص شده‌است:

(1) خمش رزوه‌ها (رزوه‌ها مانند تیر یک سر گیردار عمل می‌کنند)

(2) فرونشینی رزوه‌ها (انبساط جانبی مهره ناشی از تنش فشاری محوری به اضافه انبساط جانبی ناشی از مولفه شعاعی نیروی رزوه)

(3) خمش دیواره مهره (در اثر نیروهای محوری بیش از حد در اولین رزوه‌های درگیر، مهره به شکل تقریباً مخروطی درمی‌آید و در نتیجه بخشی از بار را به رزوه‌های مجاور انتقال می‌دهد).

نتیجه نهایی فرایند انتقال بار از پیچ به مهره آنست که نخستین رزوه‌های درگیرشونده در معرض نیروی واحد بسیار زیادی قرار دارند زیرا بخش عمده نیرو از طریق این رزوه‌ها انتقال می‌یابد.

(e) از بندهای پیشین می‌توان نتیجه گرفت که درگیر نمودن رزوه‌های مشابه در کاربردهای مجدد پیچ و مهره برای دستیابی به نصب صحیح، مفید خواهد بود.

(1) در مورد پیچ‌های با کلگی یکپارچه با بکارگیری مهره مربوط به هر پیچ بر روی همان پیچ، درگیر نمودن رزوه‌های مشابه برای هر تعداد مونتاز به سادگی امکان‌پذیر است. با توجه به اینکه ضخامت فلنج عامل تعیین کننده طول گیرش (طول موثر ناحیه تحت کشش) است رزوه‌های مشابه همواره با همدیگر درگیر خواهند بود.

(2) برای پیچ‌های بدون کلگی یکپارچه¹ با تکنیک‌های موجود درگیر نمودن رزوه‌های مشابه امکان ناپذیر می‌باشد. هنگامی که ناچار به استفاده مجدد از پیچ‌های بدون کلگی هستید، پیشنهاد می‌شود کنترل‌های سخت‌گیرانه برای اطمینان از نصب صحیح پیچ و مهره‌ها انجام گردد و راهکارهایی برای اطمینان از درگیر شدن رزوه‌های مشابه در نظر گرفته شود همچنین جایگزینی مهره‌های {نو} می‌تواند موجب ایجاد یکنواختی بیشتر گردد.

(f) تعیین مقدار دقیق ضریب اصطکاک بین پیچ و مهره ناممکن است اما می‌توان شرایط مشابه و تخمین‌پذیر را ایجاد نمود. استفاده از پیچ و مهره‌های نو بهترین شیوه برای کاستن از تغییرات نیرو بین پیچ‌های مختلف می‌باشد.

(g) در صورت رعایت موارد یادشده تا اینجا، باز کاربرد پیاپی پیچ و مهره‌ها به عنوان یک گزینه مطرح خواهد بود.

(h) در صورت استفاده از یک سیستم باز کاربرد مناسب، پیشنهاد می‌گردد پیچ و مهره‌ها به صورت گاه به گاه براساس بندهای زیر جایگزین گردند.

(1) خستگی عملیاتی یا کاربرد نادرست، بازرسی سطوح و یا بازرسی‌های پیوسته²، بازرسی‌های استحکام مکانیکی³، کچلی رزوه‌ها، عدم چرخش آزادانه مهره، باز شدن دشوار⁴ یا ناشی اتصال

(2) در صورت جایگزینی یک پیچ، پیشنهاد می‌گردد همگی پیچ و مهره‌ها جایگزین گردند. در صورتی که نتوان همگی پیچ‌ها را جایگزین نمود و بیشتر از یک پیچ بایستی جایگزین گردد، پیچ‌های نو را به صورت متقارن بر روی دایره پیچ‌ها تقسیم کنید به گونه‌ای که هر پیچ نو توسط چندین پیچ قدیمی احاطه شود.

(i) روشهای سفت کردن مانند روشهای کشش مکانیکی یا هیدرولیکی پیچ که هیچ نیروی اصطکاکی بر روی رزوه‌ها وارد نمی‌کنند معمولاً هیچ گونه اثر مخربی بر روی رزوه‌ها

¹ Bolts Without Integral Head

² Integral Inspection

³ Mechanical Integrity Inspections

⁴ Nut not running freely

ایجاد نمی‌کنند زیرا در هنگام بارگذاری بر روی رزوه‌ها نیروی اصطکاک وجود ندارد.

(j) اگرچه عواملی مانند جابجایی، حمل و نقل و انبارش بسیار مهم هستند، اما شایان یادآوری است که این عوامل بایستی به شیوه‌ای انجام گردند که کیفیت و استحکام پیچ و مهره و رزوه‌های آنان حفظ گردد.

(k) درگیر نمودن رزوه‌های مشابه و بازسازی پیچ و مهره‌ها در کاربردهای Field غیرقابل پیش‌بینی بوده و در مقایسه با خرید پیچ و مهره‌های نو، پرهزینه است. ملاحظات مربوط به بازسازی یا جایگزینی می‌تواند دربرگیرنده موارد زیر باشد.

(1) تعداد پیچ‌هایی که می‌باید بازسازی گردند.

(2) در دسترس بودن پیچ‌های نو

(3) هزینه کارگر

(4) حیاتی بودن اتصال فلنچی

(5) پوشش‌های اعمال شده قبلی مانند پلی‌آمید

یا آمید [یادداشت‌های (2) و (3) جدول 1M یا جدول 1 را

بینید]

3-N. رهنمودها

(a) در صورت کاربرد پیچ و مهره گرید معمولی با قطرهای کوچکتر یا مساوی $1\frac{1}{8}$ in، پیشنهاد می‌شود هنگامی که

روشهای کنترل بار مانند روش گشتاور و کشش ضروری هستند از پیچ و مهره‌های نو استفاده گردد. برای قطرهای بزرگتر، پیشنهاد می‌شود هزینه تمیزکاری، پلیسه زدایی و بازسازی با هزینه جایگزینی پیچ مقایسه شده و در ارزیابی موارد حیاتی اتصال در نظر گرفته شود.

(b) در صورتی که مشخص گردد که در جریان مونتاژهای پیشین، پیچ‌ها به صورت نادرست سفت شده‌اند یا روانکاری نشده‌اند به طور اکید توصیه می‌گردد فارغ از اندازه پیچ، آنرا جایگزین کنید.

(c) عموماً قالب‌های رزوه سطح بازسازی شده بسیار تمیزی را ایجاد نمی‌کنند بنابراین چرخاندن پیچ‌ها در یک ماشین تراش روش مناسب‌تری برای بازسازی پیچ‌های گرانقیمت است. اگرچه این روش مناسب است اما این فرآیند همراه با زدودن قسمتی از گوشت رزوه بوده و بایستی دقت نمود که در محدوده تolerانس مشخص شده در ASME B1.1 باشد.

(d) عموماً مهره‌ها را بازسازی نمی‌کنند.

پیوست O

محاسبه تنش مونتاژی پیچ¹

¹ Assembly Bolt Stress Determination

در آنها وجود دارند ممکن است لازم باشد تا این حالت‌های خرابی را در نظر گرفت و به منظور جلوگیری از شکست اجزای اتصال ممکن است لازم باشد تنش مونتاژی پیچ را کمتر نمود.

O-1-3. تعاریف

$$\begin{aligned} A_b &= \text{سطح ناحیه ریشه پیچ, } \text{mm}^2 (\text{in.}^2) \\ A_g &= [\pi/4 (G_{O.D.}^2 - G_{I.D.}^2)], \text{ سطح گسکت, } \text{mm}^2 (\text{in.}^2) \\ G_{I.D.}, G_{O.D.} &= \text{قطر درونی, بیرونی ناحیه آب‌بند گسکت} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= \text{ضریب مهره (برای آلایژ پیچ و دما)} \\ n_b &= \text{تعداد پیچ‌ها} \\ P_{max} &= \text{بیشترین فشار طراحی, MPa (psi)} \\ S_{ya} &= \text{تنش تسلیم فلنج در هنگام مونتاژ, MPa (psi)} \\ S_{yo} &= \text{تنش تسلیم فلنج در زمان بهره‌برداری, MPa (psi)} \\ S_{b_{max}} &= \text{بیشترین تنش مجاز پیچ, MPa (psi)} \\ S_{b_{min}} &= \text{کمترین تنش مجاز پیچ, MPa (psi)} \\ S_{b_{sel}} &= \text{تنش برگزیده مونتاژی پیچ, MPa (psi)} \\ S_{f_{max}} &= \text{بیشترین تنش مجاز پیچ پیش از آسیب دیدن فلنج, MPa (psi)} \\ S_{g_T} &= \text{تنش مونتاژی نهایی گسکت, MPa (psi)} \\ S_{g_{max}} &= \text{بیشترین تنش مجاز گسکت, MPa (psi)} \\ S_{g_{min-s}} &= \text{کمترین تنش نشیمن گسکت, MPa (psi)} \\ S_{g_{min-o}} &= \text{کمترین تنش عملیاتی گسکت, MPa (psi)} \\ T_b &= \text{گشتاور مونتاژی پیچ, N.m (ft-lb)} \\ \Phi_b &= \text{قطر پیچ, mm (in.)} \\ \theta f_{max} &= \text{مجموع چرخش فلنج در } S_{f_{max}}, \text{ درجه} \\ \theta g_{max} &= \text{بیشترین مقدار چرخش مجاز فلنج برای گسکت در بیشترین دمای کاری, درجه} \\ \varphi_g &= \text{کسری از بار گسکت که پس از Relaxation گسکت, باقی می‌ماند.} \end{aligned}$$

O-2. انتخاب تنش مونتاژی پیچ

O-1. مقدمه

O-1-1. گستره

هدف این پیوست فراهم نمودن رهنمودهایی برای محاسبه تنش مونتاژی مناسب پیچ با توجه ویژه به استحکام اتصال است. رویه‌های مبسوط شرح داده شده در این پیوست برای اتصالات فلنجی که نیاز به روش‌های مونتاژی کنترل‌شده دارند، مناسب است. جزئیات برای هر دو روش ساده و روش مبتنی بر اجزای اتصال فراهم گردیده است.

O-1-2. احتیاط

مطالب گفته شده در این پیوست با این فرض است که رهنمودهای PCC-1 درباره شرایط اجزای اتصال (پرداخت سطح فلنج، فاصله بین پیچ‌ها، صلیبت فلنج، شرایط پیچ و غیره) در محدوده قابل پذیرش باشند.

روش تحلیل بکارگرفته شده در زیر فرض می‌کند که گسکت‌های مورد استفاده، در مراحل اولیه کار به میزان قابل قبولی (بیشتر از 15%) دچار رهاش² می‌گردند به گونه‌ای که احتیاجی به در نظر گرفتن بارهای عملیاتی که موجب افزایش تنش پیچ می‌گردند نباشد (به عبارت دیگر میزان رهاش گسکت بیشتر از مقدار افزایش نیروی پیچ در شرایط عملیاتی خواهد بود). در برخی از موارد نادر ممکن است این امر اتفاق نیفتد و بهتر است محدودیت‌ها برای تنش پیچ و دما در هر دو شرایط محیطی و عملیاتی چک شوند. این مورد در بیشتر کاربردهای استاندارد لازم نخواهد بود.

افزون بر این، این روش تحلیل برای مواد شکل‌پذیر³ مناسب است (موادی که کرنش آنها در تنش شکست بیشتر از 15% است). برای مواد ترد، ممکن است فاصله میان تنش مشخصه مونتاژی پیچ⁴ و نقطه شکست به میزان چشمگیری کمتر باشد و بنابراین به منظور پیشگیری از شکست بهتر است از ضریب اطمینان بزرگتر استفاده نمود.

روش ارائه شده اثر خستگی، خزش یا مکانیزمهای خرابی ناشی از شرایط زیست محیطی بر روی پیچ یا فلنج را در نظر نمی‌گیرد. برای بعضی از کاربردها که چنین حالت‌های خرابی

² Relaxation

³ Ductile

⁴ Specified Assembly Bolt Stress

پیشنهاد می‌شود تنش مونتاژی پیچ با توجه ویژه به موارد دربرگیرنده استحکام اتصال که در زیر آمده، انتخاب شود.

(a) میزان کافی تنش برای آب‌بندی اتصال، بهتر است تنش مونتاژی پیچ مقدار تنش مناسبی برای نشیمن گسکت فراهم کند و همچنین میزان تنش مناسب برای آب‌بند ماندن اتصال در زمان بهره‌برداری ایجاد کند.

(b) آسیب دیدن گسکت: بهتر است میزان تنش مونتاژی پیچ آنقدر زیاد نباشد که باعث فشردگی بیش از اندازه (آسیب دیدن) گسکت گردد یا موجب چرخش بیش از اندازه فلنج گردد که خود این موضوع باعث فشردگی موضعی بیش از اندازه گسکت خواهد بود.

(c) آسیب دیدن پیچ‌ها: بهتر است تنش مشخصه پیچ کمتر از تنش تسلیم آن باشد به نحوی که شکست پیچ اتفاق نیفتد. افزون بر این با انتخاب تنش کمتر عمر پیچ افزایش خواهد یافت.

(d) آسیب فلنج: بهتر است تنش مونتاژی پیچ به میزانی باشد که تغییر شکل دائمی در فلنج‌ها اتفاق نیفتد. در صورتی که در هنگام مونتاژ، فلنج تغییر شکل یابد ممکن است در هنگام بهره‌برداری دچار نشتی شود و یا به دلیل چرخش بوجود آمده در فلنج، نشت‌بندی فلنج در مونتاژهای بعدی دست نیافتنی باشد. نشتی ناشی از چرخش فلنج ممکن است بدلیل تنش‌های موضعی بر روی قطر بیرونی گسکت بوده و موجب خرابی و یا Relaxation بیشتر گسکت گردد. مورد احتمالی دیگر تماس سطوح فلنج در قطر بیرونی فلنج‌ها است که تنش موثر گسکت را کاهش می‌دهد.

به هر حال، مهم است که دیگر موارد اجرایی وابسته به تنش مشخصه پیچ که ممکن است در هنگام اجرا در سایت اتفاق بیفتد، در نظر گرفته شود. در صورتی که در یک سایت برای هر فلنج یک تنش مونتاژی متفاوت تعیین شود، با در نظر گرفتن تنوع فلنج‌های استاندارد Piping، بدون داشتن یک برنامه QA مونتاژی موثر، مونتاژ موفقیت آمیز اتصال در سایت در مقایسه با روش‌های ساده‌تر، نامحتمل خواهد بود. بسته به پیچیدگی و بازرسی بودن اتصالات در یک پالایشگاه، ممکن است به کارگیری یک روش ساده (برای نمونه یک تنش استاندارد برای یک سایز پیچ برای تمامی فلنج‌ها) در مقایسه با یک روش

پیچیده‌تر که دربرگیرنده جزییات مرتبط با استحکام تمامی اجزای اتصال است، در پیشگیری از نشتی موثرتر باشد.

در این پیوست، دو روش به صورت مختصر بیان می‌شود. (a) روش ساده‌تر استفاده از تنش مونتاژی یکسان برای پیچ‌ها (این روش ساده تر بوده ولی ممکن است موجب آسیب دیدن اجزای اتصال گردد)

(b) روش پیچیده‌تر برپایه اجزای اتصال که در آن استحکام تک تک اجزای اتصال در نظر گرفته می‌شود.

3-0. روش ساده

1-3-0. اطلاعات مورد نیاز

به منظور محاسبه تنش مونتاژی استاندارد پیچ برای تمامی فلنج‌ها، پیشنهاد می‌گردد که به عنوان حداقل، میزان تنش نهایی گسکت Sg_T برای نوع گسکت مورد نظر، مشخص باشد. بر حسب نیاز می‌توان موارد بیشتر مربوط به استحکام، مانند آنچه در بخش زیر در روش اجزای اتصال آمده است را نیز در نظر داشت.

2-3-0. محاسبه تنش مناسب پیچ

می‌توان تنش مناسب پیچ برای محدوده‌ای از انواع فلنج‌های معمولی را با استفاده از معادله (O-1) محاسبه کرد.

$$Sb_{sel} = Sg_T \frac{A_g}{n_b A_b} \quad (O-1)$$

پس از آن می‌توان تنش میانگین پیچ برای اتصالات مورد نظر را انتخاب نموده و این مقدار را با استفاده از معادله (O-2M) برای سیستم متریک و معادله (O-2) برای سیستم متداول آمریکایی به جدول گشتاور تبدیل نمود.

$$T_b = \frac{Sb_{sel} K A_b \phi_b}{1000} \quad (O-2M)$$

$$T_b = \frac{Sb_{sel} K A_b \phi_b}{12} \quad (O-2)$$

نمونه‌ای از جدول گشتاور ایجاد شده با استفاده از این روش در جدول 1 داده شده است. در این جدول مقدار تنش پیچ 50 ksi و ضریب مهره $K=0,20$ در نظر گرفته شده است. در صورتی که تنش مونتاژی یا ضریب مهره متفاوتی مورد نظر باشد با استفاده از معادله (O-3) می‌توان مقادیر جدید را بر اساس جدول موجود محاسبه نمود در این معادله Sb'_{sel}, T'_b و K' مقادیر اولیه {موجود در جدول 1} هستند.

$$T_b = \frac{K}{K'} \frac{Sb_{sel}}{Sb'_{sel} T'_b} \quad (O-3)$$

4-0. روش اجزای اتصال

برای محاسبه تنش مناسب مونتاژی پیچ با استفاده از روش اجزای اتصال بایستی چندین متغیر از پیش مشخص باشند.

(a) بیشترین میزان چرخش مجاز فلنچ ($\theta_{g_{max}}$) در تنش مونتاژی گسکت و دمای عملیاتی گسکت بایستی از داده‌های تست‌های صنعتی یا سازنده گسکت فراهم شود. هم اکنون هیچ تست استاندارد برای بدست آوردن $\theta_{g_{max}}$ وجود ندارد اما معمولاً این میزان از 0,3 درجه برای گسکت‌های منبسط شده PTFE تا 1,0 درجه برای گسکت‌های معمولی فلزی پر شده با گرافیت متغیر است. برای سایت موجود می‌توان محدوده مناسب را با محاسبه میزان چرخش موجود در فلنچ‌های تحت سرویس مشابه با گسکت مشابه بدست آورد.

(b) بیشترین تنش مجاز پیچ (Sb_{max}) بایستی توسط کاربر نهایی انتخاب شود. هدف از مشخص بودن این مقدار، اطمینان از صدمه ندیدن پیچ و یا ابزار مونتاژی در طول مونتاژ است و مقدار آن بسته به سایت متفاوت می‌باشد. این مقدار معمولاً در محدوده 40% تا 70% تنش تسلیم پیچ در دمای محیط قرار دارد. (بخش 10 ببینید)

(c) کمترین مقدار تنش مجاز پیچ (Sb_{min}) بایستی توسط کاربر نهایی مشخص گردد. این میزان برای تعیین محدوده پایین تنش پیچ که خطاهای پیچ و مهره بخش قابل توجهی از تنش مشخصه مونتاژی پیچ Sb_{sel} نخواهند بود، کاربرد دارد. این مقدار به صورت معمول در محدوده 20% تا 40% تنش تسلیم پیچ در دمای محیط، قرار دارد.

(d) بیشترین تنش مجاز پیچ برای فلنچ، Sf_{max} بایستی برحسب هندسه هر فلنچ محاسبه گردد. می‌توان از حل الاستیک فرم بسته یا تحلیل اجزای محدود الاستیک-پلاستیک که در بخش 5-0 آمده، برای یافتن این تنش استفاده نمود. افزون بر این در هنگام محاسبه بارهای حدی، بهتر است میزان چرخش فلنچ تحت نیروی وارده محاسبه شود. نمونه‌ای از بارهای حدی فلنچ برای تحلیل الاستیک فرم بسته و تحلیل اجزای محدود الاستیک-پلاستیک در جدول‌های 1-0 تا 7-0 گنجانده شده‌اند.

(e) بهتر است تنش نهایی مونتاژی گسکت (Sg_T) توسط کاربر نهایی و با مشورت با سازنده گسکت تعیین گردد. بهتر است میزان انتخابی تنش نهایی گسکت در گستره بالایی

محدوده تنش گسکت باشد زیرا در این حالت گسکت بیشترین کارایی را در برابر نشی اتصال خواهد داشت.

(f) بیشترین تنش مونتاژی گسکت (Sg_{max}) بایستی از داده‌های صنعتی یا از سازنده گسکت بدست آید. این مقدار، بیشترین تنش فشاری در دمای مونتاژی بر مبنای تمام سطح گسکت است که بدون تغییر شکل دائمی المان نشی بندی (نشی بیش از اندازه یا کاهش بازیابی الاستیک)، توسط گسکت قابل تحمل است. بهتر است مقدار تعیین شده فوق اثرات چرخش فلنچ مورد نظر در افزایش تنش موضعی گسکت بر روی قطر پیرونی را در بر گیرد.

(g) کمترین تنش نشیمن گسکت (Sg_{min-s}) بایستی از داده‌های صنعتی یا از سازنده گسکت فراهم شود. این مقدار، کمترین مقدار پیشنهادی تنش فشاری گسکت در دمای مونتاژی بر مبنای تمام سطح گسکت می‌باشد. این مقدار، تنش است که گسکت باید تحت آن قرار گیرد تا باعث توزیع مناسب مواد پرکننده شده و آب بندی اولیه میان گسکت و سطوح فلنچ را تضمین کند.

(h) کمترین تنش عملیاتی گسکت (Sg_{min-o}) بایستی از داده‌های صنعتی یا از سازنده گسکت فراهم شود. این مقدار، کمترین مقدار پیشنهادی تنش عملیاتی گسکت بر مبنای تمام سطح گسکت می‌باشد. بهتر است به منظور اطمینان از عدم وقوع نشی در هنگام بهره‌برداری این تنش در گسکت حفظ شود.

(i) کسر Relaxation گسکت (ϕ_g) نیز بایستی از داده‌های صنعتی یا سازندگان گسکت برای گسکت در فلنچ‌های مونتاژ شده با هندسه مشابه استخراج شود. در صورت در دسترس نبودن اطلاعات می‌توان از مقدار 0,7 استفاده نمود.

2-4-0. محاسبه تنش مناسب برای پیچ

پس از تعیین شدن محدوده‌ها (کرانها)، می‌توان از رویه زیر برای هر هندسه اتصال استفاده نمود. بدین منظور می‌توان از یک برنامه نرم‌افزاری یا نرم‌افزار صفحه گسترده که قابلیت محاسبه همزمان تعداد زیادی از مقدارها را دارند استفاده نمود.

گام 1: با استفاده از معادله (0-1) تنش نهایی پیچ را محاسبه کنید.

گام 2: بررسی کنید که تنش پیچ، کمتر از کران بالایی محدوده تنش باشد.

3-4-0. نمونه محاسبات

فلنج 3 NPS کلاس 300 که در دمای محیط کار می کند (محدوددهای همسان با آنچه در جدول O-8 آمده) با ضریب مهره مطابق جدول O-9.

$$A_b = 0,3019$$

$$n_b = 8$$

$$A_b * n_b = 2,42 \text{ in}^2$$

$$A_g = 5,17 \text{ in}^2$$

$$0,75 \text{ in}$$

$$P_{\max} = 750 \text{ psig (0,75 ksi)}$$

$$0,7$$

$$G_{I.D.} = 4,19 \text{ in}$$

محاسبه تنش پیچ:

معادله (O-1):

$$Sb_{sel} = 30 (5,17 / 2,42) = 64 \text{ ksi}$$

معادله (O-4):

$$Sb_{sel} = \min. (64, 75) = 64 \text{ ksi}$$

معادله (O-5):

$$Sb_{sel} = \max. (64, 35) = 64 \text{ ksi}$$

جدول O-2:

$$Sf_{\max} = 63 \text{ ksi}$$

(با توجه به اینکه $S_{yo} = S_{ya}$)

معادله (O-6):

$$Sb_{sel} = \min. (64, 63) = 63 \text{ ksi}$$

کنترل های اضافی:

معادله (O-7):

$$Sb_{sel} \geq 12,5 (5,17 / 2,42) \geq 26,7 \text{ ksi } \ddot{u}$$

معادله (O-8):

$$Sb_{sel} \geq (6,0 \sqrt{5,17} + \pi/4 \sqrt{0,75 \sqrt{4,19^2}}) / (0,7 \sqrt{2,42}) \geq 24 \text{ ksi } \ddot{u}$$

معادله (O-9):

$$Sb_{sel} \leq 40 (5,17 / 2,42) \leq 85 \text{ ksi } \ddot{u}$$

جدول O-4:

$$\theta f_{\max} = 0,32 \text{ درجه}$$

معادله (O-10):

$$Sb_{sel} \leq 63 (1,0 / 0,32) \leq 197 \text{ ksi } \ddot{u}$$

معادله (O-2):

$$T_b = 63,000 \sqrt{0,2 \sqrt{0,3019 \sqrt{0,75 / 12}}}$$

$$T_b \approx 240 \text{ ft-lb}$$

به یاد داشته باشید که برای برخی از فلنچ ها (برای نمونه

8 NPS، کلاس 150) کنترل های اضافی [از معادله (O-7) به

بعد] برآورده نمی شوند. در این موارد بهتر است به منظور تعیین

$$Sb_{sel} = \min. (Sb_{sel}, Sb_{\max}) \quad (O-4)$$

گام 3: کنترل کنید که مقدار تنش بیشتر از کران پایینی گستره تنش باشد.

$$Sb_{sel} = \max. (Sb_{sel}, Sb_{\min}) \quad (O-5)$$

گام 4: کنترل کنید که تنش پیچ کمتر از ماکزیمم تنش فلنج باشد.¹

$$Sb_{sel} = \min. (Sb_{sel}, Sf_{\max}) \quad (O-6)$$

گام 5: کنترل کنید که آیا تنش نشیمن مونتاژی گسکت تامین می شود.

$$Sb_{sel} \geq Sg_{\min-s} \left[\frac{A_g}{A_b n_b} \right] \quad (O-7)$$

گام 6: کنترل کنید که آیا تنش عملیاتی گسکت تامین می شود.²

$$Sb_{sel} \geq \frac{Sg_{\min-s} A_g + \pi / 4 P_{\max} G_{I.D.}^2}{\phi_g A_b n_b} \quad (O-8)$$

گام 7: کنترل کنید که آیا تنش گسکت از بیشترین تنش مجاز گسکت فراتر می رود.

$$Sb_{sel} \geq Sg_{\max} \left[\frac{A_g}{A_b n_b} \right] \quad (O-9)$$

گام 8: کنترل کنید که آیا میزان چرخش فلنج از محدوده مجاز فراتر است.

$$Sb_{sel} \leq Sf_{\max} \left(\frac{\theta g_{\max}}{\theta f_{\max}} \right) \quad (O-10)$$

در صورتی که یکی از کنترل های نهایی (گامهای 5 تا 8) از محدوده مجاز فراتر رود، بهتر است برای تعیین اینکه کدامیک از محدوده های کنترل کننده برای استحکام اتصال حیاتی تر هستند و همچنین اینکه بارانتخابی پیچ بایستی چه مقداری باشد، قضاوت نمود. سپس با استفاده از معادله های (O-2) و (O-2M) جدول مقادیر گشتاور مونتاژی را محاسبه کرد. جدول نمونه تنش های مونتاژی پیچ و مقادیر گشتاور با استفاده از این روش به ترتیب در جدول های O-8 و O-9 آمده است.

¹ در برخی موارد (برای نمونه فلنچ های فولادی ضد زنگ با کاربرد در دماهای بالا) ممکن است در هنگام بهره برداری تنش تسلیم به میزان چشمگیری کاهش یابد. در این موارد بهتر است محدوده {تنش} با ضرب کردن در نسبت تنش های تسلیم ($Sf_{\max} S_{yo}/S_{ya}$) کوچکتر شود.

² به یاد داشته باشید که این گام، تغییرات بار پیچ ناشی از برهم کنش الاستیک در زمان بهره برداری را در نظر نمی گیرد. به جای استفاده از این معادله برای تنش عملیاتی گسکت می توان از روابط پیچیده تر که دربرگیرنده اثرات برهم کنش الاستیک تغییر دهنده تنش پیچ هستند استفاده نمود.

اینکه کدام محدوده ها نقش مهمتری در استحکام اتصال دارند، از قضاوت مهندسی استفاده کرد و به تناسب آن مقدار Sb_{sel} بهینه سازی شود. بهتر است توجه داشت که محدوده های داده شده انعطاف پذیرند (برای مثال با کم شدن تنش گسکت به میزان 0,1 psi پایین تر از کمترین مقدار محدوده، فلنچ دچار نشی نخواهد شد) و بنابراین مقداری انحراف از مقادیر بایستی طبیعی در نظر گرفته شود.

5-O. تعیین کرانه ها (محدوده ها) ی فلنچ

1-5-O. تحلیل الاستیک

مجموعه ای از محدوده ها برای محاسبه تقریبی تنش مونتاژی پیچ که موجب تغییر شکل دایمی در فلنچ می گردند با تحلیل الاستیک تعیین شده اند. با توجه به اینکه تنش پیچ تقریبی است و همچنین تنش تسلیم آلیاژ فلنچ در محدوده پایینی گستره تنش قرار می گیرد استفاده از این مقادیر بدون در نظر گرفتن ضریب

اطمینان اضافی یا بهینه سازی، مناسب در نظر گرفته می شود. توضیح بیشتر درباره محدوده ها و معادله های مورد استفاده در محاسبه تنش پیچ در بولتن شماره WRC 528 آمده است.

2-5-O. تحلیل اجزای محدود

یک روش دقیقتر برای محاسبه محدوده مناسب نیروی مونتاژی پیچ، استفاده از تحلیل غیر خطی اجزای محدود الاستیک - پلاستیک است. توضیحاتی درباره الزامات انجام چنین تحلیلی در بولتن شماره WRC 528 آورده شده است. برای تغییرات جزئی در هندسه اتصال (مانند گسکت ها با ابعاد متفاوت یا تغییر در استحکام تسلیم آلیاژ فلنچ) نیازی به انجام تحلیل دوباره نمی باشد زیرا با میانمایی خطی با استفاده از نسبت تغییر بازوی گشتاور گسکت یا نسبت تنش های تسلیم می توان محدوده تنش مونتاژی پیچ برای وضعیت جدید را تخمین زد.

جدول O-1. ضخامت دیواره لوله مورد استفاده در جدول های بعد (in.)						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
0.344	0.218	0.109	0.154	0.065	0.065	2
0.552	0.276	0.203	0.120	0.083	0.083	2,5
0.600	0.300	0.216	0.120	0.083	0.083	3
0.674	0.438	0.237	0.237	0.083	0.083	4
0.750	0.500	0.375	0.258	0.109	0.109	5
0.910	0.562	0.432	0.280	0.109	0.109	6
1.185	0.812	0.500	0.322	0.148	0.109	8
1.476	1.000	0.594	0.500	0.307	0.134	10
1.751	1.125	0.688	0.500	0.330	0.156	12
...	1.250	0.750	0.500	0.250	0.156	14
...	1.375	0.938	0.562	0.312	0.165	16
...	1.750	1.031	0.812	0.375	0.188	18
...	1.750	1.281	0.812	0.375	0.188	20
...	2.062	1.531	0.969	0.562	0.218	24
...	...	1.382	0.934	0.500	0.312	26
...	...	1.488	1.006	0.500	0.312	28
...	...	1.594	1.078	0.625	0.250	30
...	...	1.700	1.150	0.625	0.312	32
...	...	1.807	1.222	0.625	0.312	34
...	...	1.913	1.294	0.750	0.312	36
...	...	2.019	1.366	0.693	0.375	38
...	...	2.126	1.437	0.729	0.375	40
...	...	2.232	1.509	0.766	0.375	42
...	...	2.338	1.581	0.802	0.375	44
...	...	2.444	1.653	0.839	0.375	46
...	...	2.551	1.725	0.875	0.375	48

جدول 1M-O. ضخامت دیواره لوله مورد استفاده در جدول های بعد (mm)						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
8.74	5.54	2.77	3.91	1.65	1.65	2
14.02	7.01	5.16	3.05	2.11	2.11	2,5
15.24	7.62	5.49	3.05	2.11	2.11	3
17.12	11.13	6.02	6.02	2.11	2.11	4
19.05	12.70	9.52	6.55	2.77	2.77	5
23.12	14.27	10.97	7.11	2.77	2.77	6
30.10	20.62	12.70	8.18	3.76	2.77	8
37.49	25.40	15.09	12.70	7.80	3.40	10
44.47	28.58	17.48	12.70	8.38	3.96	12
...	31.75	19.05	12.70	6.35	3.96	14
...	34.93	23.83	14.27	7.92	4.19	16
...	44.45	26.19	20.62	9.53	4.78	18
...	44.45	32.54	20.62	9.53	4.78	20
...	52.37	38.89	24.61	14.27	5.54	24
...	...	35.09	23.73	12.70	7.92	26
...	...	37.79	25.56	12.70	7.92	28
...	...	40.49	27.38	15.88	6.35	30
...	...	43.19	29.21	15.88	7.92	32
...	...	45.89	31.03	15.88	7.92	34
...	...	48.59	32.86	19.05	7.92	36
...	...	51.29	34.69	17.60	9.53	38
...	...	53.99	36.51	18.52	9.53	40
...	...	56.69	38.34	19.45	9.53	42
...	...	59.39	40.16	20.37	9.53	44
...	...	62.09	41.99	21.30	9.53	46
...	...	64.79	43.81	22.23	9.53	48

جدول 2-O. محدوده تنش پیچ برای فلنج‌های فولادی SA-105 با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (ksi.)						
فلنج گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
68	68	63	84	58	84	2
79	68	58	63	47	100	2,5
84	68	84	89	63	105	3
74	74	63	100	89	79	4
79	79	74	95	105	79	5
84	89	84	84	84	105	6
84	84	74	89	84	105	8
84	89	74	79	79	84	10
89	84	79	74	79	105	12
...	79	79	68	63	84	14
...	74	84	68	63	79	16
...	79	79	84	68	105	18
...	74	84	74	74	89	20
...	74	79	74	68	89	24
...	...	63	53	37	37	26
...	...	58	47	37	32	28
...	...	63	63	42	37	30
...	...	63	58	37	32	32
...	...	58	63	42	28	34
...	...	63	58	37	32	36
...	...	79	84	84	37	38
...	...	79	89	79	32	40
...	...	84	89	79	37	42
...	...	79	89	84	33	44
...	...	79	95	89	37	46
...	...	84	84	74	37	48

جدول 2M-O. محدوده تنش پیچ برای فلنج‌های فولادی SA-105 با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (MPa)						
فلنج گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
471	471	434	579	398	579	2
543	471	398	434	326	688	2,5
579	471	579	615	434	724	3
507	507	434	688	615	543	4
543	543	507	652	724	543	5
579	615	579	579	579	724	6
579	579	507	615	579	724	8
579	615	507	543	543	579	10
615	579	543	507	543	724	12
...	543	543	471	434	579	14
...	507	579	471	434	543	16
...	543	543	579	471	724	18
...	507	579	507	507	615	20
...	507	543	507	471	615	24
...	...	434	362	253	253	26
...	...	398	326	253	217	28
...	...	434	434	290	253	30
...	...	434	398	253	217	32
...	...	398	434	290	190	34
...	...	434	398	253	217	36
...	...	543	579	579	253	38
...	...	543	615	543	217	40
...	...	579	615	543	253	42
...	...	543	615	579	226	44
...	...	543	652	615	253	46
...	...	579	579	507	253	48

جدول 4M-O. محدوده تنش پیچ برای فلنچ‌های فولادی SA-105 با استفاده از تحلیل فرم بسته (MPa) (ادامه در صفحه بعد)						
فلنچ گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
459	413	332	603	381	724	2
499	441	377	500	356	702	2,5
558	472	574	701	511	724	3
491	507	468	705	711	534	4
549	583	494	701	724	482	5
588	669	543	639	724	650	6
624	632	463	724	724	724	8
610	638	444	566	705	604	10
680	554	494	563	657	724	12
...	485	526	519	454	665	14
...	487	532	508	398	563	16
...	521	534	594	472	667	18
...	550	545	482	451	572	20
...	524	546	450	365	479	24
...	...	499	359	242	247	26
...	...	435	354	264	221	28
...	...	492	447	290	257	30
...	...	497	396	272	197	32
...	...	441	463	296	183	34
...	...	448	404	261	233	36
...	...	615	687	601	212	38
...	...	593	701	572	210	40
...	...	652	695	625	238	42
...	...	632	703	724	221	44
...	...	627	724	724	244	46
...	...	693	667	562	222	48

جدول 3-O. چرخش فلنچ برای فلنچ‌های فولادی SA-105 که مطابق با تنش پیچ در جدول‌های 2-O با 2M-O بارگذاری شده‌اند با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (درجه)						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
0.16	0.20	0.21	0.23	0.34	0.37	2
0.17	0.21	0.20	0.24	0.31	0.36	2,5
0.16	0.22	0.26	0.26	0.32	0.23	3
0.17	0.21	0.26	0.29	0.37	0.50	4
0.17	0.20	0.28	0.29	0.33	0.56	5
0.16	0.21	0.27	0.30	0.41	0.61	6
0.17	0.21	0.28	0.31	0.45	0.46	8
0.17	0.21	0.30	0.34	0.43	0.70	10
0.16	0.22	0.34	0.35	0.48	0.74	12
...	0.24	0.33	0.39	0.48	0.68	14
...	0.23	0.34	0.39	0.48	0.83	16
...	0.24	0.33	0.41	0.51	0.88	18
...	0.24	0.32	0.40	0.58	0.87	20
...	0.26	0.31	0.41	0.59	0.95	24
...	...	0.35	0.43	0.59	0.87	26
...	...	0.37	0.40	0.50	0.84	28
...	...	0.35	0.43	0.60	0.97	30
...	...	0.37	0.48	0.49	0.98	32
...	...	0.35	0.41	0.52	0.87	34
...	...	0.38	0.44	0.51	0.85	36
...	...	0.34	0.39	0.51	1.09	38
...	...	0.37	0.43	0.52	0.93	40
...	...	0.35	0.43	0.60	1.04	42
...	...	0.35	0.43	0.54	0.91	44
...	...	0.37	0.43	0.52	1.00	46
...	...	0.35	0.42	0.63	1.04	48

جدول 4-O. محدوده تنش پیچ برای فلنج‌های فولادی SA-105 با استفاده از تحلیل فرم بسته (ksi) (ادامه در صفحه بعد)						
فلنج گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
67	60	48	87	55	105	2
72	64	55	73	52	102	2,5
81	68	83	102	74	105	3
71	74	68	102	103	77	4
80	84	72	102	105	70	5
85	97	79	93	105	94	6
90	92	67	105	105	105	8
88	93	64	82	102	88	10
99	80	72	82	95	105	12
...	70	76	75	66	96	14
...	71	77	74	58	82	16
...	76	77	86	69	97	18
...	80	79	70	65	83	20
...	76	79	65	53	69	24
...	...	72	52	35	36	26
...	...	63	51	38	32	28
...	...	71	65	42	37	30
...	...	72	58	40	29	32
...	...	64	67	43	27	34
...	...	65	59	38	34	36
...	...	89	100	87	31	38
...	...	86	102	83	31	40
...	...	95	101	91	35	42
...	...	92	102	105	32	44
...	...	91	105	105	35	46
...	...	100	97	81	32	48

جدول 4M-O. محدوده تنش پیچ برای فلنج‌های فولادی SA-105 با استفاده از تحلیل فرم بسته (MPa) (ادامه از صفحه پیش)					
فلنج لغزشی ASME B16.5					
کلاس					
1500	900	600	300	150	NPS
413	423	572	360	724	2
441	377	410	321	534	2,5
...	518	563	446	714	3
...	467	601	594	394	4
...	492	507	678	446	5
...	536	495	458	603	6
...	456	515	538	724	
...	429	430	472	477	10
...	468	421	476	674	12
...	504	344	283	445	14
...	509	370	320	453	16
...	514	546	376	561	18
...	524	499	428	487	20
...	528	500	395	535	24

جدول 5-O. چرخش فلنج برای فلنج‌های فولادی SA-105 که مطابق با تنش پیچ درجدول‌های 4-O با 4M-O بارگذاری شده‌اند با استفاده از تحلیل الاستیک فرم بسته (درجه) (ادامه در صفحه بعد)						
فلنج گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
0.08	0.09	0.13	0.15	0.20	0.20	2
0.07	0.09	0.11	0.17	0.19	0.22	2,5
0.08	0.12	0.15	0.19	0.22	0.20	3
0.10	0.14	0.17	0.19	0.27	0.28	4
0.10	0.14	0.18	0.20	0.26	0.29	5
0.10	0.15	0.16	0.24	0.32	0.33	6
0.11	0.15	0.18	0.28	0.36	0.35	8
0.10	0.16	0.17	0.27	0.40	0.44	10
0.11	0.15	0.21	0.32	0.42	0.46	12
...	0.15	0.24	0.35	0.38	0.46	14
...	0.17	0.23	0.36	0.36	0.54	16
...	0.18	0.26	0.34	0.41	0.54	18
...	0.19	0.24	0.33	0.39	0.60	20
...	0.20	0.26	0.34	0.37	0.59	24
...	...	0.33	0.42	0.55	0.77	26
...	...	0.33	0.43	0.56	0.79	28
...	...	0.34	0.42	0.58	0.88	30
...	...	0.34	0.43	0.58	0.84	32
...	...	0.34	0.43	0.57	0.85	34
...	...	0.34	0.43	0.56	0.90	36
...	...	0.35	0.48	0.71	0.93	38
...	...	0.35	0.48	0.71	0.93	40
...	...	0.36	0.48	0.71	0.94	42
...	...	0.36	0.48	0.71	0.96	44
...	...	0.36	0.48	0.71	0.98	46
...	...	0.36	0.48	0.71	0.95	48

جدول 4-O. محدوده تنش پیچ برای فلنج‌های فولادی SA-105 با استفاده از تحلیل فرم بسته (ksi) (ادامه از صفحه پیش)					
فلنج لغزشی ASME B16.5					
کلاس					
1500	900	600	300	150	NPS
60	61	83	52	105	2
64	55	60	47	77	2,5
...	75	82	65	103	3
...	68	87	86	57	4
...	71	74	98	65	5
...	78	72	66	87	6
...	66	75	78	105	8
...	62	62	68	69	10
...	68	61	69	98	12
...	73	50	41	65	14
...	74	54	46	66	16
...	75	79	55	81	18
...	76	72	62	71	20
...	77	73	57	78	24

جدول M6-O. محدوده تنش پیچ برای فلنچ‌های فولادی SA-182 F304 با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (MPa)						
فلنچ گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
398	362	362	471	326	434	2
434	398	326	362	253	543	2,5
471	362	471	507	362	724	3
434	434	362	543	471	362	4
434	434	398	543	615	398	5
471	471	471	471	471	543	6
471	471	434	507	471	579	8
471	507	434	434	434	434	10
507	471	434	434	434	471	12
...	434	434	362	326	434	14
...	434	471	362	362	362	16
...	434	471	471	398	398	18
...	434	471	398	398	362	20
...	398	434	398	362	362	24
...	...	362	290	181	217	26
...	...	326	290	217	181	28
...	...	362	362	217	217	30
...	...	362	326	217	181	32
...	...	326	362	253	172	34
...	...	362	326	217	181	36
...	...	434	471	471	181	38
...	...	434	507	434	145	40
...	...	471	507	434	217	42
...	...	434	471	471	154	44
...	...	434	507	507	217	46
...	...	471	471	398	217	48

جدول 5-O. چرخش فلنچ برای فلنچ‌های فولادی SA-105 که مطابق با تنش پیچ در جدول-های 4-O یا 4M-O بارگذاری شده‌اند با استفاده از تحلیل الاستیک فرم بسته (درجه) (ادامه از صفحه پیش)						
فلنچ لغزشی ASME B16.5						
کلاس						
1500	900	600	300	150		NPS
0.1	0.14	0.21	0.28	0.34		2
0.1	0.12	0.24	0.29	0.35		2,5
...	0.21	0.27	0.32	0.40		3
...	0.21	0.27	0.38	0.52		4
...	0.20	0.30	0.43	0.64		5
...	0.20	0.33	0.49	0.73		6
...	0.22	0.38	0.57	0.84		8
...	0.27	0.40	0.59	1.02		10
...	0.33	0.47	0.66	1.09		12
...	0.33	0.50	0.70	1.14		14
...	0.33	0.52	0.76	1.26		16
...	0.34	0.52	0.80	1.34		18
...	0.33	0.55	0.86	1.38		20
...	0.33	0.58	0.91	1.52		24

جدول O-7. چرخش فلنج برای فلنج‌های فولادی SA-182 F304 که مطابق با تنش پیچ در جدول‌های O-6 یا O-6M بارگذاری شده‌اند با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (درجه)						
فلنج گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						NPS
2500	1500	900	600	300	150	
0.16	0.15	0.17	0.21	0.34	0.47	2
0.13	0.24	0.20	0.20	0.29	0.40	2,5
0.12	0.16	0.23	0.29	0.27	0.21	3
0.15	0.19	0.21	0.25	0.41	0.55	4
0.18	0.20	0.25	0.27	0.32	0.61	5
0.15	0.17	0.24	0.27	0.38	0.64	6
0.15	0.19	0.25	0.34	0.42	0.46	8
0.15	0.17	0.26	0.26	0.47	0.91	10
0.17	0.20	0.26	0.31	0.37	0.79	12
...	0.19	0.25	0.28	0.41	0.89	14
...	0.20	0.31	0.29	0.41	1.02	16
...	0.18	0.25	0.28	0.54	0.93	18
...	0.20	0.29	0.35	0.53	1.02	20
...	0.23	0.24	0.37	0.44	1.12	24
...	...	0.29	0.33	0.53	0.81	26
...	...	0.25	0.37	0.45	0.52	28
...	...	0.29	0.35	0.41	0.91	30
...	...	0.31	0.31	0.43	0.59	32
...	...	0.24	0.34	0.37	0.68	34
...	...	0.31	0.30	0.44	0.54	36
...	...	0.26	0.35	0.46	1.00	38
...	...	0.28	0.35	0.55	0.91	40
...	...	0.32	0.34	0.64	0.52	42
...	...	0.27	0.34	0.48	0.54	44
...	...	0.28	0.41	0.55	1.00	46
...	...	0.32	0.38	0.55	0.51	48

جدول O-6. محدوده تنش پیچ برای فلنج‌های فولادی SA-182 F304 با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (ksi)						
فلنج گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						NPS
2500	1500	900	600	300	150	
58	53	53	68	47	63	2
63	58	47	53	37	79	2,5
68	53	68	74	53	105	3
63	63	53	79	68	53	4
63	63	58	79	89	58	5
68	68	68	68	68	79	6
68	68	63	74	68	84	8
68	74	63	63	63	63	10
74	68	63	63	63	68	12
...	63	63	53	47	63	14
...	63	68	53	53	53	16
...	63	68	68	58	58	18
...	63	68	58	58	53	20
...	58	63	58	53	53	24
...	...	53	42	26	32	26
...	...	47	42	32	26	28
...	...	53	53	32	32	30
...	...	53	47	32	26	32
...	...	47	53	37	25	34
...	...	53	47	32	26	36
...	...	63	68	68	26	38
...	...	63	74	63	21	40
...	...	68	74	63	32	42
...	...	63	68	68	22	44
...	...	63	74	74	32	46
...	...	68	68	58	32	48

جدول 7-O. محدوده تنش پیچ برای فلنچ‌های فولای SA-182						
F304 با استفاده از تحلیل اجزای محدود الاستیک - پلاستیک (ksi)						
فلنچ گردن جوشی ASME B16.5 و ASME B16.47 سری A						
کلاس						
2500	1500	900	600	300	150	NPS
35	43	43	56	56	75	2
35	40	40	44	44	75	2,5
35	38	60	64	63	75	3
35	42	49	75	75	75	4
35	36	48	75	75	75	5
35	38	56	74	75	75	6
35	35	44	75	75	75	8
35	35	40	62	75	75	10
35	35	49	66	75	75	12
	35	44	54	63	75	14
	35	42	58	63	75	16
	35	45	62	68	75	18
	35	38	57	74	75	20
	35	35	50	68	75	24
		35	41	37	37	26
		35	38	37	35	28
		35	41	42	37	30
		35	35	37	35	32
		35	36	42	35	34
		35	35	37	35	36
		35	39	75	37	38
		35	36	68	35	40
		35	35	71	37	42
		35	35	68	35	44
		35	35	69	37	46
		35	35	63	37	48
محدود شده توسط کمترین تنش پیچ						
محدود شده توسط بیشترین تنش پیچ						
محدود شده توسط بیشترین تنش گسکت						
محدود شده توسط بیشترین تنش فلنچ						
نمونه محدوده‌های بکار رفته در این تحلیل						
$S_{gmax} = 40 \text{ ksi}$	$S_{gmin-S} = 12,5 \text{ ksi}$		S_{fmax} از جدول 3-O		$S_{bmin} = 35 \text{ ksi}$	
درجه 1,0 θ_{gmax}	$S_{gmin-O} = 6 \text{ ksi}$		$S_{gt} = 30 \text{ ksi}$		$S_{bmax} = 75 \text{ ksi}$	

جدول O-9. نمونه گشتاور مونتاژی پیچ برای فلنج‌های
گردن - جوشی فولادی SA-105، با پیچ‌های فولادی SA-
193 B7 و گسکت Spiral-Wound با رینگ داخلی (ft-lb)

NPS	150	300	600	900	1500	2500
2	160	120	120	265	265	325
2,5	160	170	170	370	370	480
3	160	240	245	370	520	680
4	160	285	460	665	810	1,230
5	285	285	690	935	1,275	2,025
6	285	285	680	765	1,015	3,095
8	285	460	1,025	1,175	1,615	3,095
10	460	690	1,210	1,070	2,520	6,260
12	460	1,025	1,270	1,290	3,095	8,435
14	690	860	1,430	1,540	4,495	...
16	690	1,220	2,035	1,915	6,260	...
18	1,025	1,325	2,825	3,210	8,435	...
20	1,025	1,425	2,590	3,380	11,070	...
24	1,455	2,400	3,570	6,260	17,865	...
26	715	1,675	2,950	8,435	...	...
28	680	1,675	3,370	11,070	...	...
30	715	2,425	3,620	11,070	...	...
32	1,230	2,645	4,495	14,195	...	...
34	1,230	3,025	4,610	17,865	...	...
36	1,230	3,250	6,260	17,865	...	...
38	1,295	2,635	5,050	17,865	...	...
40	1,230	3,085	4,670	17,865	...	...
42	1,295	3,230	6,260	17,865	...	...
44	1,230	3,910	6,260	22,120	...	...
46	1,295	4,985	6,260	27,000	...	...
48	1,295	4,570	8,435	27,000	...	...

یادداشت کلی:

(a) ضریب مهره مورد استفاده: $k=0,2$

(b) مقادیر گشتاور به نزدیکترین مضرب 5 ft-lb گرد شده‌اند.

پیوست P

رهنمودهایی درباره عیب‌یابی موارد نشتی اتصال‌های فلنچی

1-P:

(d) سرشت دشواریها و مشکلات پیشین، چکیده ارزیابی‌ها و بازسازی‌ها، برای نمونه: گزارشها و تغییرات (عملیات سیستم و بازسازی) اجرایی

(e) گزارش مونتاژهای پیشین و رویه مونتاژی

(f) نیروی پیشین اعمالی به پیچ‌ها: اندازه نیرو؟ روش اعمال نیرو؟ روش اندازه‌گیری نیرو؟ زمان اعمال نیرو؟

2-3-P. شرایط عملیاتی

(a) اتمسفریک: معمولی⁶، باران شدید، باد شدید، سرمای شدید و دیگر موارد.

(b) دما، فشار، سیال فرآیندی، دبی و یا دیگر بارگذاری‌های عادی

(c) نابسامانی و اختلال⁷ پیش‌بینی شده در دما، فشار، سیال فرآیندی، دبی و یا دیگر بارگذاری‌ها

(d) نابسامانی و اختلال شناخته شده اما پیش‌بینی نشده⁸ در دما، فشار، سیال فرآیندی، دبی و یا دیگر بارگذاری‌ها

(e) هر گونه تغییر نو (در فرآیند، دبی جریان، سیال سرویس و دیگر موارد) با مدیریت و کارکنان بهره‌برداری ملاقات کنید.

(f) دماهای واقعی مخزن، فلنچ و پیچ که بوسیله بهترین روشهای در دسترس مانند دماسنج تماسی، دماسنج مادون قرمز، گچ‌های نشانگر⁹ و دیگر موارد. (به جز گچ‌های بهره-برداری فرآیندی)

(g) زدایش و اعمال عایق بر روی اتصال و پیچ‌ها در هنگام بهره‌برداری.

(h) لغزشهای انسانی، عوامل دیگر، زمان روز یا شیفت، آموزش

3-3-P. تلاشها برای بهسازی

(a) آیا تلاشی برای سفت نمودن پیچ‌ها همزمان با بهره-برداری¹⁰ انجام گرفته است؟ این تلاش بر روی خط زنده انجام گرفته یا خط به صورت گذرا ایزوله شده است؟ شمارگان، شیوه و پیامد هر کدام؟

بازدهی یک اتصال استاندارد فلنچی پیچی گسکت دار زیر فشار یا اتصال طراحی شده براساس کد، براساس توانایی بدون نشتی ماندن در برابر همه شرایط بهره‌برداری، اندازه‌گیری می-شود. در هنگام بروز هر گونه نشتی بزرگ یا کوچک، انجام بازرسی‌های موشکافانه برای ریشه‌یابی و درک چگونگی {بروز عیب} یک اقدام سودمند و دوراندیشانه می‌باشد.

2-P. گستره

این پیوست، با فراهم سازی موارد زیر به یافتن عیوب اتصال فلنچی کمک می‌کند.

(a) راهنمای ارزیابی بازجویانه و تشخیصی با هدف متمایز نمودن اتصال از دیدگاه وضعیت مکانیکی، عملیاتی و پیشینه-

ای1

(b) نمونه "گزارش نشتی اتصال فلنچی"

(c) چک لیست طراحی فلنچ و ملاحظات قابل قبول کاربردی

(d) مجموعه‌ای از جدولهای عیب‌یابی مشکلات و راه‌حل-های تشخیصی

3-P. راهنمای ارزیابی بازجویانه و تشخیصی

فرآیند عیب‌یابی نشتی اتصال فلنچی می‌تواند دربرگیرنده بخشی یا تمام ارزیابی‌های زیر (بدون ترتیب ویژه) باشد.

1-3-P. پیشینه بهره‌برداری

پیشینه کلی یا عمومی زمان سرویس

(a) دوره زمانی بهره‌برداری پس از مشکل پیشین، هنگامی که اتصال نو نباشد.

(b) دوره زمانی نشتی - در چرخه بهره‌برداری (شروع بهره-برداری، Shutdown، نابسامانی و اختلال²، چرخه عادی بهره-برداری، هوای بسیار بد)

(c) سرشت نشتی (یک یا چندین جا در پیرامون اتصال: چکه کردن، بخار، جریان گاه به گاه³، پیوسته، شدید⁴ یا فاجعه‌بار⁵)

6 Unremarkable

7 Upset

8 Known but Unanticipated Upset

9 Indicating Crayon

10 Hot Bolting

1 Historical

2 Upset

3 Flow Intermittent

4 Extreme

5 Catastrophic

(b) آیا تلاشی برای جایگزینی گسکت انجام گرفته است - پیامد آن؟ گسکت همانند یا ناهمانند؟

(c) آیا تلاشی برای تزریق ماده نشت بند انجام گرفته است؟ - شمارگان، شیوه و پیامد هر کدام.

4-3-P. ویژگیهای فیزیکی، بازرسی و بازسازی (فرم 4-3-P، نمونه گزارش نشتی اتصال فلنجی را ببینید)

(a) بازرسی‌های پیشین، گزارش‌های بازسازی.

(b) تغییرات فیزیکی، چیدمانی، تکیه گاهی و زیست محیطی

(c) مشاهدات دمونتاز کردن فیزیکی، آیا پیچ‌های شل یا نیمه شل وجود داشتند؟ شمارگان آنها، وابستگی آن به نشتی؟ فشردگی گسکت و شرایط آن؟ نشانه‌های کل شدگی¹ در رویه مهره یا پیچ‌ها.

(d) جایگاه اتصال: آیا نزدیک به نازل یا هرگونه نقطه مانای دیگر قرار دارد؟ آیا به شیوه درخور ساپورت شده است؟ آیا مهارکننده‌ها و انبساط دمایی مناسب هستند؟

(a) وضعیت سطح (خوردگی، تابیدگی، ترشح جوش، مسیر نشتی، Wire draw)

(b) آیا هرگونه نشتی بر روی اتصال از سرچشمه‌های دیگر که سبب مشکل خوردگی و یا DTE (اختلاف انبساط حرارتی)² شود وجود دارد؟

(c) آیا هرگونه تغییر مانند زدودن Nubbin یا تبدیل گسکت RTJ به Spiral Wound بر روی سطح برآمده³، انجام گرفته است؟

(d) آیا ضخامت فلنج الزامات کمترین ضخامت طراحی را برآورده می‌کند؟ (استاندارد یا کد طراحی اتصال فلنجی را بررسی کنید.)

(e) اندازه‌گیری‌های کنونی و پیشین همراستایی فلنج؟

(f) وجود تکیه‌گاه (یا نبود آن) برای بارهای بیرونی (وزنی و گرمایی)

(g) آیا فلنج‌ها و یا پیچ‌ها عایقکاری شده‌اند؟ شرایط عایق چگونه است؟ شرایط پدهای قابل حمل (پدهای عایق جداشدنی) چگونه است؟

(h) آیا طول موثر همه پیچ‌ها یکسان است؟ هنگامی که شماری و نه تمامی سوراخها در صفحه اتصال تیوبها⁴ با هدف

نگهداری آب‌بندی اتصال Tubesheet به پوسته در هنگام بیرون آوردن Channel به منظور تمیزکاری و بازرسی، رزوه شده باشند، نمونه ای از پیچ‌ها با طولهای موثر نایکسان را خواهیم داشت. Tubesheet رزوه‌شده مانند یک مهره در نیمه طول پیچ عمل می‌کند و پیچ‌های با طول موثر گوناگون پدید می‌آورد. بند 4-2-P را ببینید.

5-3-P. شیوه‌های مونتاژی پیشین

(a) تایید شایستگی مونتاژگر، آموزش.

(b) رویه‌های مونتاژ و یا پیروی از ASME PCC-1

(c) دسترسی مونتاژگر - برای نمونه فضای دسترسی ناچیز برای ابزار، داربست بندی ناکافی، قفل شدگی مهره و دیگر موارد.

(d) توانایی دسترسی به اتصال برای انجام مونتاژ. ابزارهای بکارگرفته شده در مونتاژ

6-3-P. همنوایی و تطابق با ویژگیها

(a) گسکت

(b) سخت افزار (پیچ‌ها یا میل رزوه‌ها، مهره‌ها، واشرها)، (آیا واشرها کامل سخت شده هستند)، فلنج‌ها.

(c) تطابق چیدمان تکیه‌گاهها (یا کمبود آنها) برای بارهای بیرونی (وزن، دینامیکی و یا گرمایی)، و چیدمان مهارکننده-های انبساط گرمایی Piping.

4-P. فهرست یادآور⁵ طراحی فلنج و ملاحظات کاربردی قابل قبول

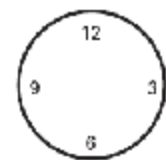
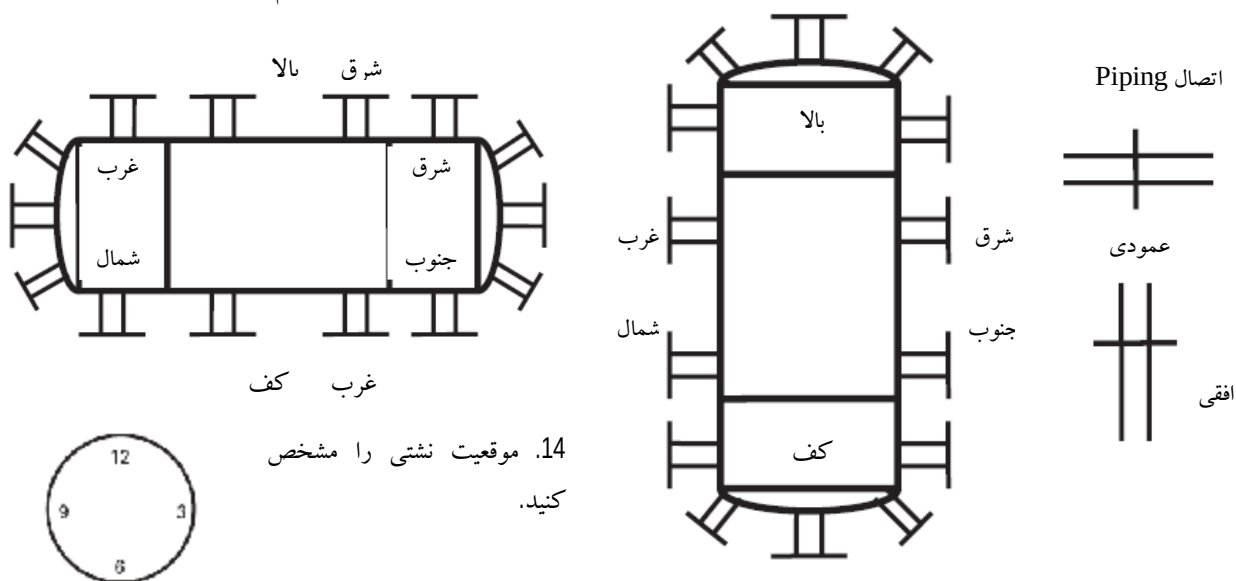
هنگامی که طراحی، ویژگیها یا Fabrication اجزا از جمله گسکت، ایراد داشته باشد، یک اتصال با مونتاژ درست نیز نمی‌تواند کارکرد دلخواه را داشته باشد و نمی‌توان نیروی گیرش مناسب را در اتصال ایجاد نمود. به دلیل برهم کنش‌ها، وابستگی-ها⁶ و درهم‌تنیدگی‌هایی⁷ که از ویژگیهای اساسی و نهادینه⁸ اتصال مونتاژی پیچی هستند، بازدهی و کارایی یک مجموعه مونتاژی اتصال پیچی، پیامد گزینشهای بسیار و فعالیتهای انجام گرفته در گستره‌های قابل قبول می‌باشد.

5 Checklist
6 Inter-dependencies
7 Interrelationship
8 Inherent

1 Galling
2 Differential Thermal Expansion
3 Raised Face
4 Tubesheet

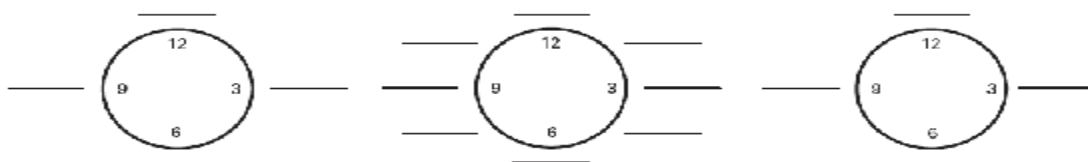
فرم P-3-4. نمونه گزارش نشتی اتصال فلنچی

1. روز: _____
2. واحد: _____
3. تجهیز: _____
4. ویژگیهای اتصال: _____
5. شماره نقشه یا ایزو: _____
6. اندازه فلنچ یا کلاس فشار: _____
7. جنس و گونه گسکت: _____
8. دمای فلنچ یا دمای پیچ: _____
9. گونه نشتی را شرح دهید. (ناچیز، چکه‌ای، جریان پیوسته، پاششی)
10. هنگام بروز نشتی: (در زمان هیدروتست، نخستین شروع به کار، شروع به کارهای دیگر، سرد شدن، _____ ماه عملیات، دیگر موارد _____)
11. شرایط روانکاری پیچ: _____
12. کاربرد اتصال چیست؟ برای نمونه درپوش Channel _____
13. دور بهترین موقعیت و راستای نشان داده شده بر روی شکل‌ها، دایره‌ای رسم کنید.

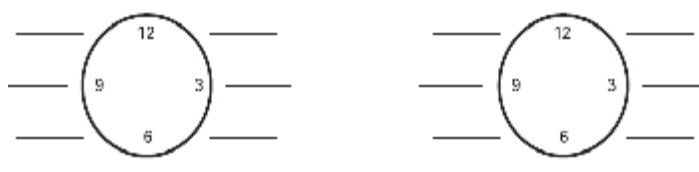


14. موقعیت نشتی را مشخص کنید.

15. فاصله بین دو فلنچ را در چهار نقطه، برای فلنچ با اندازه بزرگتر از 30 اینچ، فاصله Offset را در چهار نقطه اندازه‌گیری کنید. اندازه‌گیری کنید. را در 8 نقطه اندازه بگیرید.



16. اندازه گشتاور مورد نیاز برای پیچاندن مهره‌ها را اندازه‌گیری کنید. اندازه گشتاور مورد نیاز در زمان سفت کردن مهره‌ها را یادداشت کنید.



مهره نمی‌چرخد = 0 مهره به سختی می‌چرخد = X

مهره می‌چرخد = XX مهره به آسانی می‌چرخد = XXX

17. پس از وارد کردن گشتاور، مهره‌ها را با نمادهای زیر نشان‌گذاری کنید.

18. چگونگی نشتی: بدون تغییر _____ کاهش یافته _____ بند آمده _____

19. شرایط نامساعد: _____ 20. توضیحات: _____

21. پیشنهادها: _____

22. نام: _____ 23. امضاء: _____

فهرست یادآور (چک لیست) طراحی و اجرای زیر ابزاری است که با هدف کمک به فرد عیب‌یاب جهت تعیین مشکل‌های همبسته با یک اتصال خاص، طراحی شده است. این فهرست یادآور برای اتصالات استاندارد پایپینگ و اتصالات فلنجی طراحی شده بر اساس کد (همانطور که اشاره گردید) که دارای نشانی دائمی هستند، کاربرد دارد.

1-4-P اثرات بارگذاری

بیشتر اتصالات فلنجی تنها برای بارگذاری های درونی طراحی (یا گزینش) می‌گردند، اگرچه در واقعیت، بارهای بیرونی چشمگیر، تغییرات شدید فشار¹ {ضربه قوچ} و بارهای گرمایی ممکن است روی دهند و بر روی بار گسکت و آب بندی اتصال تاثیر گذارند.

2-4-P موارد مربوط به انعطاف پذیری اتصال

به طور کلی، پیچ‌های بلند و با مقاومت بالا، در اتصالات دو فلنجی، اتصال انعطاف پذیرتری نسبت به اتصال تک فلنجی ایجاد می‌کنند. اتصال انعطاف پذیرتر در برابر بارهای بزرگتر مانند بارهای DTE، ایستادگی بیشتری خواهد داشت. همچنین در صورت استفاده از پیچ‌های قویتر، در هنگام نیاز بار مونتاژی بیشتری مجاز خواهد بود.

1-2-4-P اتصالات تک فلنجی

اتصالات فلنجی تشکیل شده از یک فلنج و پیچ‌های رزوه شونده در درون سوراخ‌های قلاویز کاری شده، به صورت نهاده‌ینه دارای انعطاف‌پذیری کمتر و معمولاً در دسرها فرین تر هستند زیرا بدلیل طول کوچکتر ناحیه موثر زیر کشش پیچ‌ها، تیرانس کمتری در برابر کاهش ضخامت گسکت، آزادسازی تنش، و اثرات DTE دارند. چنین اتصالانی کم و بیش دارای سفتی تقریباً دوبرابر اتصال معمولی دو فلنجی با اندازه و کلاس فشاری یکسان هستند و بنابراین (در شرایط پس از مونتاژ) در برابر هر 0,001 in. افت ضخامت، میزان افت بار در پیچ تقریباً دوبرابر اتصال دو فلنجی خواهد بود.

2-2-4-P افزایش انعطاف‌پذیری پیچ

در هنگام نیاز، با هدف افزایش انعطاف‌پذیری پیچ، طول موثر پیچ را با استفاده از طوقه‌های پیوست افزایش دهید. (طول موثر ناحیه کششی به طور معمول مجموع فاصله بین سطوح تماسی مهره‌ها به اضافه قطر پیچ می‌باشد.)

3-2-4-P صلیبیت فلنج

با هدف دستیابی به بهترین کارایی اتصال، بهتر است صلیبیت فلنج، الزامات کد ASME [بند 2-14(a) بخش VIII، Div1 را ببینید] را برآورده نماید، مگر آنکه تجربه‌های موفقیت آمیز قابل پذیرش، بر موردی غیر از این اشاره داشته باشد. با هدف افزایش صلیبیت فلنج موجود به منظور کاستن از چرخش بیش از اندازه فلنج، کاربرد رینگ‌های پشت بند چند تکه² را بررسی کنید.

3-4-P ملاحظات مربوط به آلیاژ پیچ‌ها

(a) هنگامی که تسلیم پیچ‌های با استحکام پایین آشکار باشد (یا با استفاده از محاسبه قابل پیش بینی باشد)، بهتر است کاربرد پیچ‌های با استحکام بالا به منظور فراهم نمودن پیش-تنش نهایی بزرگتر را در نظر گرفت. برای نمونه، SA-193 B7، SA-193 B16، SB-637 (آلیاژ N07718) و دیگر موارد.

(b) تا جای ممکن ضریب انبساط فلنج و پیچ و مهره نزدیک به هم باشد (بند 2-1-4-P). را ببینید.

(c) با هدف دستیابی به پیش‌تنش نهایی 345 MPa یا بیشتر در پیچ، اتصال را بر پایه کاربرد پیچ‌های با استحکام بالا طراحی کنید. [برای نمونه، SA-193 B7، SA-193 B16، SB-637 (آلیاژ N07718) و دیگر موارد].

(d) در صورت نیاز به پیچ‌های ضدزنگ، SA-453 گرید 660 با دارا بودن ویژگیهای استحکام که پیش‌تنش نهایی 345 MPa (50 ksi) در پیچ را فراهم می‌آورد بهترین گزینه خواهد بود.

(e) از کاربرد پیچ‌های با استحکام پایین فولاد ضدزنگ SA-193B8 کلاس 1، خودداری کنید زیرا به احتمال بسیار، نیروی مونتاژی کم و ناچیزی را موجب خواهد شد. پیچ‌های کرنش سخت شده SA-193 B8 کلاس 2 نتیجه بهتری را فراهم خواهد کرد.

4-4-P ملاحظات مربوط به فاصله بین پیچ‌ها

(a) کمترین فاصله بین پیچ‌ها را بر پایه ملاحظات مربوط به فاصله لازم برای کاربرد آچار، بررسی کنید.

(b) فاصله بیش از اندازه بین پیچ‌ها می‌تواند موجب کاهش تنش‌ها در گسکت گردد. بهتر است فاصله بین پیچ‌ها در فلنج-های غیر استاندارد از دو برابر قطر پیچ به اضافه شش برابر ضخامت فلنج بخش بر اندازه (m+0.5) فراتر نرود. m، ضریب گسکت، از پیوست 2، ASME Sec VIII-Div.1 می‌باشد.

هنگامی که از ضرایب گسکت برپایه نشت ناپذیری استفاده می‌شود، مانند آنچه در مراجع [2] و [3] به کارگرفته شده از فشار $m = \frac{Smo}{m}$ استفاده کنید.

5-4-P. ملاحظات مربوط به گسکت

1-5-4-P. برگزیدن گسکت

(a) گسکت‌های Spiral-Wound با اندازه نامی بزرگتر از 600mm (24 in.) شکننده هستند و بایستی با احتیاط جابجا کردند. کاربرد رینگ‌های درونی را در نظر داشته باشید.

(b) برای اتصال‌هایی مانند اتصال‌های محیطی در مبدل‌های Shell&Tube که در معرض حرکت‌های ناهمسان شعاعی فلنچ‌ها قرار دارند از کاربرد گسکت‌های دو غلافی، فارغ از اینکه ماده پرکننده گسکت چه باشد، خودداری کنید.

(c) به عنوان یک استثنای بند (b) برای فلنچ‌ها با سطح نر و مادگی با اندازه بزرگتر از 24 in.، گسکت‌های تشکیل شده از 3 لایه فلزی آجدار را که نوار ضخیم از گرافیت انبساط یافته در دو طرف آن چسبانده شده، بکار ببرید. لایه میانی با ضخامت (0,8 mm (1/32 in.) ویژگی‌های بازیابی کشسان گسکت را بهبود خواهد بخشید.

(d) بسنده بودن تنش گسکت، تحت پیش‌تنش مورد انتظار یا پیش‌تنش مشخصه پیچ، را بررسی کنید.

(e) برگزیدن پهنای گسکت - معمولاً گسکت‌های با پهنای 16mm یا بیشتر را بکار بگیرید. از گسکت با پهنای 25-38mm (1.0-1.5 in.) استفاده کنید.

2-5-4-P. محل نشیمن گسکت و سطوح تماس

(a) بررسی کنید آیا سطح نشیمن گسکت تا اندازه ممکن به دایره قرارگیری پیچ‌ها نزدیک باشد (برای نمونه، اندازه h_G را کمینه کنید) تا پیامدهای چرخ فلنچ بر روی سطح نشیمن گسکت را کاهش دهد.

(b) بهتر است برای بیشتر کاربردهای غیر Piping، زبری سطح فلنچ در گستره $3.2\mu m$ تا $6.3\mu m$ ($125\mu m$ تا $250\mu m$) باشد. برای زبری سطح فلنچ‌های Piping، از استاندارد ASME B16.5 پیروی کنید.

(c) بهتر است خراش‌های شعاعی با گودی بیشتر از زبری سطح، بازسازی گردند. (پیوست D، را ببینید).

(d) کاربرد Nubbin‌ها، رها از گونه گسکت، معمولاً به عنوان یک رویه مهندسی خوب پذیرفتنی نیست. هنگامی که حرکت‌های ناهمسان شعاعی در فلنچ روی می‌دهند و یا با بازرسی سطوح فلنچ این حرکت‌ها آشکار می‌گردند، بهتر است Nubbin‌ها زدوده شوند.

(e) کاربرد فلنچ‌ها با سطوح نرماده یا فاق و زبانه، برای اطمینان از مرکز‌گرا بودن، مشکلات ناشی از کیفیت ساخت را حذف می‌کند.

6-4-P. ملاحظات برگزیدن گونه فلنچ

1-6-4-P. فلنچ با نافی مخروطی¹ (شکل P-1 را ببینید)

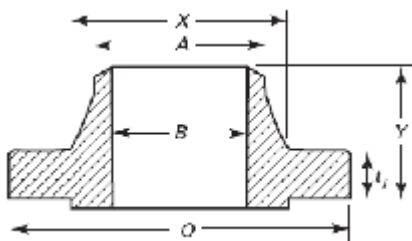
(a) بهترین راه انتقال تنش از بدنه فلنچ به پوسته، بویژه برای کاربردهایی که جلوگیری از شکست خستگی و شکست ترد، الزامات حاکم بر طراحی باشد کاربرد نافی مخروطی است. (b) امکان اتصال با جوش لب به لب به پوسته را فراهم می‌کند. (جوشهای مقوله C {در استاندارد ASME Sec VIII-1 (Div1

(c) آزمون رادیوگرافی برای اتصال مقوله C را امکان‌پذیر می‌کند.

(d) برای یک ضخامت معلوم، بیشترین صلبیت فلنچ را فراهم می‌کند.

(e) برای کاربردهای با سرویس سمی و مرگبار، مناسب می‌باشد.

شکل P-1. فلنچ با نافی مخروطی

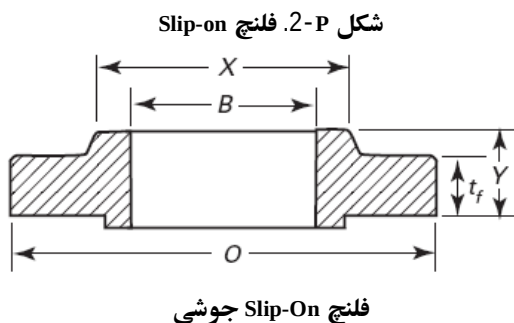


فلنچ گردن جوشی

2-6-4-P. فلنچ‌های Slip-on (شکل P-2 را ببینید)

(a) نیابستی برای کاربردهای با سرویس مرگبار و سمی، استفاده شود. (الزام کد ASME Sec. VIII, Division 1)

(b) با جوش فیلت دو طرفه به پوسته متصل می‌گردد و در نتیجه آزمونهای غیر مخرب آن به یکی از آزمونهای MT و PT محدود می‌شود.



3-6-4-P. اتصال فلنجی Lap-Joint (شکل 3-P را ببینید)

(a) امکان کاربرد فلنج‌های فولادی از جنس کربن، فلنج‌های با استحکام بالا و فلنج‌های کم آلیاژ برای سرویس‌هایی که استفاده از مواد گرانیقیمت فولادی پرآلیاژ در مرز تحت فشار، اجباری است، را فراهم می‌کند.

(b) امکان استفاده از اجزای فلنجی با ضریب‌های انبساطی بسیار نزدیک به یکدیگر مانند آنچه برای پیچ‌های با استحکام بالا برای نمونه SA-193-B7، SA-193-B16 و SB-637 (آلیاژ N07718) و دیگر مواد را فراهم می‌کند.

(c) هنگامی که اتصال دستخوش چرخه‌های تند دمایی سرمایش-گرمایش¹ باشد، بهترین گونه فلنج است. این بدلیل آنست که به خاطر فلنج با اتصال Lap، شرایطی گسستگی و نایکنواختی نیروها و گشتاورهای ایجاد شده تحت اثر سیکل گرمایی در نافی مخروطی فلنج که پیامد آن سیکل ناخواسته چرخش فلنج است، وجود ندارد. افزون بر این، فلنج Lap-joint در تماس با سیال فرآیندی نبوده و بنابراین آهنگ سرمایش یا گرمایش فلنج نسبت به تغییرها در سیال فرآیندی کمتر خواهد بود و در پی آن، ناهمسانی دمایی ناخواسته بین فلنج و پیچ‌ها کمتر خواهد بود.

(d) به شرط آنکه اتصال مقوله C، Stub-end فلنج Lap-joint الزامهای بند UW-2 از کد ASME Sec VIII, Division 1، را برآورده کند، این گونه فلنج برای کاربرد در سرویس‌های سمی و مرگبار، مناسب خواهد بود.

4-6-4-P. کاربرد فلنج‌های Lap-joint

تجربه‌های مفید که در طول سالیان کاربرد این گونه فلنج بدست آمده‌اند عبارتند از:

(c) تغییر ناگهانی تنش از فلنج (یا نافی فلنج) به پوسته از طریق جوش فیلت، کاربرد این گونه فلنج را برای سرویس‌هایی که جلوگیری از شکست خستگی و شکست ترد از الزامهای حاکم بر طراحی هستند، نامناسب می‌کند.

(d) فضای ایجاد شده بین دو جوش فیلت فلنج، می‌تواند باعث انباشت مایع و تنش‌های دمایی ناهمسان و همراه با آن موجب نشتی گذرا در چرخه Heat-up گردد.

(e) تجربه‌های مفید که در طول سالیان کاربرد این گونه فلنج بدست آمده‌اند عبارتند از:

(1) کاربرد این گونه فلنج را به دماهای طراحی کمتر از 343°C (650°F)، محدود کنید.

(2) کاربرد فلنج‌های فولاد کربنی یا فلنج‌های کم آلیاژی بر روی پوسته‌های صلب از جنس فولادهای پرآلیاژ را به دماهای طراحی کمتر از 232°C (450°F) محدود کنید مگر هنگامی که با تحلیل تنش کامل مشخص گردد می‌توان آنرا برای دمای بالاتری به کار برد و به شرط آنکه کارفرما یا نماینده رسمی وی کاربرد را تایید کند.

(3) پیش از مونتاژ، یک Vent کوچک با اندازه DN6(NPS 1/8) بر روی نافی ایجاد کنید.

(4) از کاربرد این گونه فلنج، برای سرویس‌های با خوردگی متوسط، مانند سرویس‌هایی که میزان مجاز خوردگی بیش از 1.5 mm ($1/16\text{ in.}$) است، خودداری کنید. احتمال بروز نشتی در جوش فیلت درونی فلنج و پیامد آن خوردگی پنهان در فضای محبوس قطر درونی فلنج و پوسته را در نظر بگیرید.

(5) از کاربرد این گونه فلنج در سرویس هیدروژن گرم [به عنوان نمونه برای فولادهای کربنی فشار جزیی هیدروژن بیشتر از 100 psia با دمای همزمان بیشتر از 200°C (400°F) یا دیگر محدودیت‌های تعریف شده برای سرویس هیدروژن از طرف کارفرما، API یا PIP.

5-P. مشکلات نشتی و راه حل های احتمالی

در این بخش دنباله ای از جدول های تشخیصی که هر کدام به یک نشتی ویژه منحصر می باشد، فراهم گردیده اند. این جدول ها عبارتند از:

- LHT: Leak during hydro-test
نشتی در زمان هیدروتست (جدول 1-P را ببینید)
- LIO: Leak during heat-up or initial operation
نشتی در دوره زمانی نخستین کارکرد یا چرخه گرمایش (جدول 2-P را ببینید)
- LCU: Leak corresponding to thermal or pressure upset
نشتی وابسته به تغییرات تند در دما و فشار (جدول P-)
3 را ببینید.
- LTO: Leak after several months operation—piping
نشتی پس از چندین ماه بهره برداری سیستم Piping
(جدول 4-P را ببینید)
- LDS: Leak during shut down
نشتی در هنگام Shut-down (جدول 5-P را ببینید)

6-P. مراجع

- [1] Koves, W. J., "Design for Leakage in Flange Joints Under External Loads," ASME PVP Proceedings, Paper PVP2005-71254, July 2005
- [2] Payne, J. R., "On The Operating Tightness Of B16.5 Flanged Joints," ASME PVP Proceedings, Paper PVP2008-61561, July 2008
- [3] Bickford, J. H., "An Introduction to the Design and Behavior of Bolted Joints," Chapter 19, CRC Press, 199

(a) لازم است کمترین ضخامت نهایی Lap-ring به اندازه 5 mm از ضخامت نامی دیواره پوسته بیشتر باشد.

(b) برای فراهم نمودن سطوح موازی و سطوح عمود بر محور پوسته در پایان عملیات ساخت، لازم است رویه جلویی و پشتی Lap، ماشینکاری گردند.

(c) برای قطرهای نامی کوچکتر یا برابر 1000 mm (40 in.) لقی 3 mm ($1/8$ in.) و برای قطرهای بزرگتر لقی 16 mm ($3/16$ in.) 5 mm را فراهم می کند.

(d) گسکت/ فلنج/ Lap را به گونه ای طراحی کنید که نیروی واکنش گسکت بر روی Lap (در پیوست 2 از کد ASME Sec VIII, Division 1 با G نمایش داده شده است) تا جای ممکن نزدیک به نقطه واکنش فلنج بر پشت Lap باشد (نقطه میانی تماس بین فلنج و Lap به عنوان مکان برخورد پذیرفته شده است).

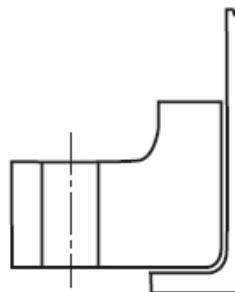
اندازه های پیشنهادی پهنای شعاعی Lap، در جدول زیر داده شده اند.

قطر بیرونی مخزن/نازل mm(in.)	پهنای شعاعی Lap، mm(in.)
O.D. $\leq$ 457(18)	25(1.00)
457(18) < O.D. $\leq$ 914(36)	38(1.50)
914(36) < O.D. $\leq$ 1523(60)	45(1.75)
O.D. > 1523(60)	50(2.00)

یادداشت عمومی:

پهنای شعاعی از پنجه جوش اتصال Lap به پوسته تا لبه بیرونی Lap ring برای هر اتصال Lap حداقل 4 قلاب بر روی پوسته فراهم می آورد، تا در هنگام بیرون آوردن و جایگزینی گسکت، بتوان اتصال را از هم باز نمود. همچنین هنگامی که رینگ فلنج در صفحه افقی قرار می گیرد، قلابهای قرار گرفته بر روی پایین ترین فلنج در زمان دمونتاز کردن اتصال به عنوان تکیه گاه کاربرد خواهد داشت.

شکل 3-P. فلنج با اتصال Lap



اتصال Lap

جدول P-1. نشی در هنگام هیدروتست (LHT)		
نشانه‌های آشکار	سبب‌های احتمالی	راه حل احتمالی
شماری از پیچ‌ها شل یا نیمه شل هستند یا اینکه فاصله بین دو فلنج در بخش‌های مختلف، متفاوت باشد.	مونتاز نامناسب	از رویه‌های مونتازی بهبود یافته و مونتازگران تایید شایستگی شده استفاده کنید. بخش 11 و پیوست A را ببینید.
فاصله متغیر بین فلنج‌ها، گشتاور بیش از اندازه بر روی پیچ‌ها بویژه در یک سمت {فلنج}	ناهمرستایی بیش از اندازه	همرستایی را بر اساس ویژگیهای فنی، بازسازی کنید. بخش 5 و پیوست E را ببینید.
برای {سفت کردن} شماری (یا همگی) پیچ‌ها، شماری از واشرهای شل یا نیمه شل، به گشتاور بیش از اندازه نیاز است.	Some bolts galled or galling Under nuts	(a) تمامی پیچ‌ها را جایگزین کنید. از آلیاژهای ناهمسان برای پیچ و مهره استفاده کنید. (برای نمونه از کاربرد مهره‌های از جنس فولاد ضد زنگ برای پیچ‌های فولادی ضد زنگ، خودداری کنید یا اینکه اختلاف سختی آن دو را بیشتر از 50HBW برگزینید) (b) کاربرد واشرهای کامل سخت شده را در نظر بگیرید. پیوست M را ببینید. (c) گزینش روانکار و رویه‌های روانکاری را بازبینی کنید. بخش 7 را ببینید.
گسکت در راستای محیطی به صورت نایک‌نواخت فشرده شده است یا اینکه بین دو سطح فلنج موجدار شده است.	گسکت از محل نشیمن بر سطح فلنج، جابجا شده است (گسکت با فلنج هم‌مرکز نمی‌باشد)	(a) با تاکید بر موقعیت گسکت، اتصال را دوباره مونتاز کنید. بخش 6 را ببینید. (b) از رویه‌های مونتازی بهبود یافته و مونتازگران تایید شایستگی شده استفاده کنید. بخش 11 و پیوست A را ببینید.
رشته‌های مارپیچ درگسکت Spiral-wound به سمت داخل گسکت دچار کمانش شده‌اند یا تغییرات ضخامت در پیرامون محیط گسکت بیش از اندازه می‌باشد.	گسکت به طور نایک‌نواخت بارگذاری شده‌است.	(a) کاربرد گیج‌های درونی را در نظر داشته‌باشید. (b) کاربرد گسکت‌های مقاوم به کمانش را در نظر داشته‌باشید. (c) شیوه‌های اندازه‌گیری فاصله بین دو فلنج را بهبود دهید. (d) با استفاده از شمار بیشتر گامهای سفت کردن با الگوی غیر دایروی، نیروی پیچ‌ها را با نمونه‌های کوچکتر افزایش دهید. (e) از رویه‌های مونتازی بهبود یافته و مونتازگران تایید شایستگی شده استفاده کنید. بخش 11 و پیوست A را ببینید.
آسیب‌های سطوح نشیمن در اثر ترشحات و پاشش‌های جوش، ضربات ناشی از ابزار، و مانند آن، که با بازرسی تایید شده است.	آسیب‌هایی که احتمالاً در هنگام بازرسی‌های پیشین یا در هنگام مونتاز بدانها توجه نشده‌است.	(a) سطوح فلنج را مطابق با ویژگیهای فنی، دوباره ماشینکاری کنید. پیوست C را ببینید. (b) رویه‌ها و فنون بازرسی را بهبود دهید. بخش 4 را ببینید.
سطوح فلنج در تماس با محیط با خوردگی بالا، در اثر خوردگی زیاد دچار آسیب گردیده‌اند. این آسیب با بازرسی، تایید شده است.	آسیب‌هایی که احتمالاً در هنگام بازرسی‌های پیشین بدانها توجه نشده‌است.	(a) سطوح فلنج را مطابق با ویژگیهای فنی، دوباره ماشینکاری کنید. پیوست C و D و مقوله 3-5 از ASME PCC-2 را ببینید. (b) رویه‌ها و فنون بازرسی را بهبود دهید. بخش 4 را ببینید.

جدول P-2. نشانی در دوره زمانی نخستین کارکرد یا چرخه گرمایش (LIO) (ادامه در صفحه بعد)		
نشانه‌های آشکار	سبب‌های احتمالی	راه‌حل احتمالی
در زمان بازرسی پیچ‌ها شل هستند	کاهش بار پیچ به دلیل خزش اولیه گسکت در زمان گرمایش (Heat-up)	(a) بار اولیه پیچ را افزایش دهید. پیوست 2 از کد ASME Sec VIII-Div.1 را ببینید. (b) (به شرط ایمن بودن) گشتاوردهی به پیچ‌ها را در زمان Warm-up انجام دهید. (c) با کاربرد غلافهای امتداد دهنده یا واشرهای فتری مخروطی که با هدف افزایش طول موثر پیچ (بند 8-2-1 را ببینید) ساخته شده‌اند، انعطاف‌پذیری اتصال را افزایش دهید. (d) گسکت‌های با ویژگیهای Relaxation کمتر، را به کاربرید.
هنگامی که بهره‌برداری به وضعیت ثابت و پایداری برسد، نشانی پایان می‌یابد.	کاهش بار پیچ در اثر اختلاف شدید دمایی گذرا	(a) نیروی مونتاژی پیچ را افزایش دهید. (b) پهنای گسکت را افزایش دهید. (c) با کاربرد غلافهای امتداد دهنده یا واشرهای فتری مخروطی که به هدف افزایش طول موثر پیچ (بند 8-2-1 را ببینید) ساخته شده‌اند، انعطاف‌پذیری اتصال را افزایش دهید. (d) به منظور ارزیابی تغییر شکل‌های گذرای فلنچ یا پیچ و همچنین به عنوان روشی برای یافتن اقدامات اصلاحی، تحلیل گرمایی-ساختاری را انجام دهید. (e) به منظور کاستن از اختلاف انبساطی پیچ‌های فلنچ، فلنچ‌ها را با فلنچ‌های نوع Lap جایگزین کنید.
تغییر فاصله فلنچ‌ها در محیط فلنچ، برخی پیچ‌ها شل یا نیمه شل هستند.	مونتاژ نامناسب	گزینه مشابه در LHT را ببینید.
برای {سفت کردن} شماری (یا همگی) پیچ‌ها، شماری از واشرهای شل یا نیمه شل، فاصله ناهمسان بین فلنچ‌ها، به گشتاور بیش از اندازه نیاز است.	Some bolts galled or galling Under nuts	گزینه مشابه در LHT را ببینید.
آویزهای فتری (Spring Hanger) نامناسب، بلندشدن تکیه‌گاه، چینش نامناسب مهار کننده‌ها	تکیه‌گاه یا مهار کننده‌های نامناسب موجب بروز گشتاور خمشی بیش از اندازه می‌گردد.	(a) تکیه‌گاه و سیستم مهار کننده را با طراحی مقایسه کنید. (b) پاسخ حرارتی و وزن سیستم نصب شده Piping را با تاکید بر گشتاور خمشی بر روی اتصال‌های فلنچی، تحلیل کنید. (c) هر گونه کاستی و نقص را تصحیح کنید.

جدول 2-P. نشتی در دوره زمانی نخستین کارکرد یا چرخه گرمایش (LIO) (ادامه از صفحه پیش)		
نشانه‌های آشکار	سبب‌های احتمالی	راه‌حل احتمالی
بخشی از گسکت فشرده نشده است یا اینکه بین دو سطح فلنچ موجدار شده است.	گسکت از محل نشیمن بر سطح فلنچ، جابجا شده است (گسکت با فلنچ هم‌مرکز نمی‌باشد)	گزینه مشابه در LHT را ببینید.
رشته های مارپیچ درگسکت Spiral-wound به سمت داخل گسکت دچار کمانش شده‌اند یا تغییرات ضخامت در پیرامون محیط گسکت بیش از اندازه می‌باشد.	گسکت به طور نایک‌نواخت بارگذاری شده‌است.	گزینه مشابه در LHT را ببینید.
رشته های مارپیچ درگسکت Spiral-wound دچار کمانش شده‌اند	گزینش گسکت نامناسب یا طراحی نامناسب	(a) کاربرد Gage ring درونی را در نظر بگیرید. (b) از گونه دیگر گسکت با نرمی کمتر استفاده کنید. (c) کاربرد گونه‌های گسکت مقاوم به کمانش را در نظر بگیرید.

جدول 3-P. نشتی وابسته به تغییرات شدید در دما و فشار (LCI)		
نشانه‌های آشکار	سبب‌های احتمالی	راه‌حل احتمالی
هنگامی که بهره‌برداری به وضعیت ثابت و پایداری برسد، نشتی کمتر می‌شود یا پایان می‌یابد.	کاهش بار پیچ در اثر نابرابری شدید دمایی گذرا	(a) پهنای گسکت را افزایش دهید. (b) نیروی مونتاژی پیچ را افزایش دهید. (c) با کاربرد غلافهای امتداد دهنده یا واشرهای فتری مخروطی که با هدف افزایش طول موثر پیچ (بند 1-2-8 را ببینید) ساخته شده‌اند، انعطاف‌پذیری اتصال را افزایش دهید. (d) تغییرات عملیاتی که موجب کاهش نرخ گرمایش یا سرمایش یا نوسان حرارتی می‌گردند را در نظر بگیرید. (e) فلنچ‌ها را با فلنچ‌های گونه Lap جایگزین کنید. (f) به منظور کاستن از اختلاف انبساطی پیچ‌های فلنچ، فلنچ‌ها را با فلنچ‌های گونه Lap جایگزین کنید.
نشتی در اثر رویدادهای بیرونی بوده و عموماً با بازگشت شرایط به وضعیت پایداری، نشتی پایان می‌یابد.	تغییرات محیطی ناگهانی مانند باران‌های سیل‌آسا	(a) نیروی مونتاژی پیچ را افزایش دهید. (b) کاربرد حفاظ‌های بیرونی را در نظر بگیرید.

جدول 4-P. نشنی پس از دوره دراز مدت (چندین ماهه) بهره‌برداری (LTO)		
نشانه‌های آشکار	سبب‌های احتمالی	راه‌حل احتمالی
سازه گسکت یا ماده پرکننده دچار آسیب شده یا اینکه دیگر انعطاف‌پذیر یا سازگار نیستند.	فرسایش شیمیایی گسکت (تجزیه شیمیایی، اکسیداسیون و مانند آن).	گونه دیگری از گسکت را به کار ببرید.
آویزهای فنری (Spring Hanger) نامناسب، بلند شدگی از روی تکیه‌گاه، چیدمان نادرست تکیه‌گاههای مهارکننده	تکیه‌گاه یا مهارکننده نامناسب Piping	مورد همسان در LIO را ببینید.
در زمان بازرسی پیچ‌ها شل هستند	کاهش بار پیچ به دلیل خزش دراز مدت	مورد همسان در LIO را ببینید.
در زمان بازرسی پیچ‌ها شل هستند، فرسایش آشکار گسکت، ساختار ناسالم گسکت	تجزیه فیزیکی گسکت، گسکت برای این دمای کاری مناسب نمی‌باشد.	گسکت کنونی را با گونه دیگر گسکت که برای شرایط عملیاتی مناسب باشد، جایگزین نمایید.
ساختار گسکت ناسالم است (غلاف دولایه، شکسته شده است یا الیاف مارپیچ دچار کم‌انرژی شده‌اند)، نشانه‌ها یا خراش‌هایی از حرکت شعاعی سطح فلنچ بر روی سطح گسکت دیده می‌شود.	تجزیه فیزیکی گسکت در اثر اختلاف حرکت‌های شعاعی فلنچ‌ها	c) تمامی خرده ریزه‌های روی سطح فلنچ را بزدایید. d) گسکت کنونی را با گونه دیگر گسکت مانند سه گونه نخست در پیوست C، که توانایی تحمل برش شعاعی و سایش بیشتری را دارند، جایگزین کنید.

جدول 5-P. نشتی در زمان Shut-Down (LDS)		
نشانه‌های آشکار	سبب‌های احتمالی	راه‌حل احتمالی
در زمان بازرسی، پیچ‌ها شل هستند	کاهش بار پیچ به دلیل خزش دراز مدت گسکت به همراه سرد شدن نایکسان اجزا	(a) بار اولیه پیچ را افزایش دهید. (b) (به شرط ایمن بودن) گشتاوردهی به پیچ‌ها را در زمان Shut-Down انجام دهید. (c) گسکت کنونی را با گونه‌های دیگر گسکت که برای شرایط عملیاتی مناسب هستند، جایگزین نمایید
در زمان بازرسی پیچ‌ها شل هستند، فرسایش آشکار گسکت، ساختار ناسالم گسکت	تجزیه فیزیکی گسکت، گسکت برای این دمای کاری مناسب نمی‌باشد.	گسکت کنونی را با گونه‌های دیگر گسکت، که برای شرایط عملیاتی مناسب هستند، جایگزین نمایید.
در زمان بازرسی، پیچ‌ها شل هستند، فرسایش آشکار گسکت، ساختار گسکت ناسالم است (غلاف دولایه، شکسته شده است یا الیاف مارپیچ دچار کمانش شده‌اند)، نشانه‌ها یا خراش‌هایی از حرکت شعاعی سطح فلنچ بر روی سطح گسکت دیده می‌شود.	تجزیه فیزیکی گسکت و کاهش یافتن نیروی پیچ-ها در اثر نابرابری حرکت‌های شعاعی فلنچ‌ها	(a) تمامی خرده ریزه‌های روی سطح فلنچ را بزدایید. (b) گسکت کنونی را با گونه دیگر گسکت مانند سه گونه گسکت نخست در پیوست C، که توانایی تحمل برش شعاعی و سایش بیشتر را دارند، جایگزین کنید.