

دستورالعمل عملیات هات تپ

ویرایش دوم
اردیبهشت 94



پیشگام صنعت ابزار

دفتر مرکزی:

تهران، خیابان امام خمینی،
پاساژ ابزار و یراق، طبقه سوم،
شماره 372

کارخانه:

کرج، کمالشهر، شهرک صنعتی
رضوانیه، خیابان پانزدهم، پلاک
3

Email: info@pishgam.co.ir

Website: pishgamco.ir

Skype: [pishgam.co](https://www.skype.com/name/pishgam.co)

این دستورالعمل بر مبنای تجربیات ارزشمند کاری این شرکت در مطابقت کامل با استانداردها و همچنین تجربیات شرکت‌های مشابه بین‌المللی فعال در این زمینه تدوین شده است. تمامی حقوق مربوط به این کتابت محفوظ است.



فهرست مطالب

مقدمه

استاندارد ها

مسئولیتها

بخش مهندسی

گروه بازرسی

بخش اجرایی عملیات

راستای عملیات

محدودیت نوع سیال داخل خط

طراحی

جوشکاری

دمای لوله

شرایط سیال داخل خط

دستورالعمل تست فشار

انجام عملیات هات تپ

ملاحظات مربوط به دستگاه هات تپ

ایمنی

محدودیتهای فیزیکی

مقدمه

عملیات هات تپ، یک عملیات بسیار دقیق جهت ایجاد سوراخ بر روی لوله‌های حاوی سیال است به نحوی که خط قطع نشده و جریان آن نیز متوقف نگردد. در این عملیات دستیابی به داخل لوله توسط یک مته راهنما^۱ و کاتر دایروی^۲ صورت می‌گیرد. مواردی همچون اتصال یک انشعاب به خط، اتصال یک پروب داخلی برای مونیتور کردن لوله و یا متوقف کردن جریان سیال در داخل لوله به منظور تعمیر آن نیز در زمره کاربردهای این فرایند قرار می‌گیرند. این نوشته نیازهای اساسی برای طراحی فنی، ساخت، تست و گزارش نهایی عملیات هات تپ برای انشعاب با مشخصات زیر را در بر می‌گیرد.

تعداد	اسپیلت تی	لوله اصلی
....		

استاندارد ها

استانداردهای مورد استفاده برای این انشعاب به شرح زیر می باشد

طراحی : ASME B 31.3

جوشکاری: ASME IX, API 1104

لوله : ASME B 36.1

جوشکاری لبه: ASME B 16.25

مسئولیت‌ها

بخش مهندسی

بخش مهندسی وظیفه طراحی دستگاه و پشتیبانی آن، نوع بازرسی دیواره‌های لوله مانند روش بازرسی غیر مخرب، روش جوشکاری و دستورالعمل آن، انتخاب شیرها و مشخصات تست‌های فشار، روش تست محیط تست، تهیه نقشه‌ها و اسناد لازمه دستگاه و عملیات را بر عهده دارد.

¹ Pilot Drill

² Hole saw cutter

باید در نظر داشت که لازم است تا بخش مهندسی، توجه خاصی به محیط و شرایط تست به علت ضخامت جداره و دمای آن مبذول فرماید. مهندس و یا تکنیسین هات تپ باید دیگر افراد مجری را در زمینه‌های ارزیابی، طراحی و اجرا یاری کنند.

فلز پایه - دقیقاً در محل هات تپ - باید قبل از انجام عملیات جوشکاری اتصال بر روی خط به دقت بازرسی شود. نوع، طراحی و دمای فلز پایه، نوع بازرسی جداره را تعیین می‌کند. لازم به ذکر است که حتماً باید ضخامت سنجی بر روی لوله اصلی انجام شود

گروه بازرسی

نماینده گروه بازرسی، تمامی موارد مربوط به ساخت و همچنین محل عملیات هات تپ را کنترل می‌کند.

بخش اجرایی عملیات

این فرد یا افراد، مسئول تمامی فازهای اجرایی عملیات را بر عهده دارد. این بخش در هماهنگی و همکاری با گروه بازرسی، مسئول پایش و مستندسازی تمامی مراحل عملیات است. مهندس اجرایی، وظیفه آغاز و تکمیل لیست اطلاعات عملیات هات تپ را جهت برنامه‌ریزی و گرفتن مجوزهای لازمه بر عهده دارد. وی در انتهای عملیات، یک کپی از برگه اطلاعات عملیات هات تپ را برای مهندس مکانیک مسئول به همراه کوپن جدا شده ارسال می‌کند.

راستای عملیات

الف: یکی از جهات ارجح هات تپ، به صورت عمودی نسبت به خط لوله و دقیقاً در ساعت 6 است به طوری که روی دستگاه به سمت بالاست. در این صورت بیشترین حجم براده‌های برداشته شده به داخل دستگاه ریخته و علاوه بر اینکه خطر افتادن کوپن به داخل لوله کم می‌شود، خطر تخریب ولو توسط پلیسه‌ها نیز کم می‌شود. البته شایان ذکر است که در این شرایط ممکن است چنانچه هدف انسداد خط باشد، برخی از دستگاه‌ها به درستی کار نکنند. بنابراین باید از آن اجتناب کرد.

ب: دومین جهت مناسب برای انجام عملیات هات تپ، راستای افقی است به صورتی که دستگاه هات تپ به موازات زمین قرار می‌گیرد. در این مورد برای کاهش خطر ورود پلیسه‌های ناشی از سوراخ‌کاری، ولو باید به نحوی وصل شود که دسته آن در سمت بالا قرار گیرد. در این روش، خطر افتادن کوپن کم نمی‌شود. چنانچه هدف از عملیات هات تپ، انسداد خط باشد، باید بررسی کرد که آیا دستگاه انسداد می‌تواند در این شرایط عمل کند یا نه زیرا بسیاری از انواع مسدود کننده‌ها در این شرایط به درستی عمل نمی‌کنند.

ج: بهترین و آخرین راستای عملیات هات تپ، حالت عمودی رو به پایین است. در این حالت پلیسه‌ها و تراشه‌ها به داخل خط لوله افتاده و کوپن نیز بیشترین احتمال افتادن به داخل لوله را دارد.

محدودیت نوع سیال داخل خط

انشعاب گیری و جوشکاری بر روی لوله‌ها و تجهیزاتی که حاوی مواد زیر می‌باشند، نبایستی انجام شود (API 2201-3.9):

الف- مخلوط‌های بخار / هوا یا بخار / اکسیژن که نزدیک یا در داخل محدوده قابلیت آتشگیری (انفجاری) می‌باشند. دمای بالای ناشی از حرارت جوشکاری ممکن است باعث ورود مخلوط بخار در محدوده قابل اشتعال شده یا متعاقب آن در انشعاب گیری نیز یک منبع احتراق بوجود آید.

ب- اکسیژن یا محیط اشباع شده از اکسیژن: اکسیژن می‌تواند باعث ورود یک مخلوط بخار به محدوده آتش‌گیری شود و ممکن است بر روی فلز پایه جوش اثر گذار باشد.

ج- سیستم‌ها هوای فشرده: مگر اینکه مشخص شوند فاقد مواد قابل احتراق و اشتعال باشند، مانند باقیمانده روغن‌های روان کننده (LUBRICATING OIL RESIDUES).

د- هیدروژن: مگر آنکه توسط شخص واجد شرایط، جوشکاری روی چنین تجهیزاتی مورد بررسی مهندسی همه جانبه قرار گرفته و سپس تأیید گردد. فولادهای آلیاژی فریتی و کربنی در زمان بهره‌برداری مستعد ترک خوردگی هیدروژنی در دمای بالا می‌باشند. بنابراین، برای فولادهای موردنظر، با یک بررسی بایستی اطمینان حاصل کرد که تجهیزات مربوطه در محدوده منحنی نلسون (NELSON CHART) بهره‌برداری شده باشند.

ه- مواد شیمیایی واکنش پذیر و حساس به دما (برای مثال، پروکسیدها، کلر، و یا سایر مواد شیمیایی که ممکن است بشدت تجزیه شده و بر اثر حرارت جوشکاری خطرناک شده باشند): بایستی با ارزیابی مهندسی دمای کار گرم و اینکه آیا این دما می‌تواند محرک یک واکنش باشد، تعیین گردد.

و- کاستیک‌ها، آمین‌ها و اسیدها (مانند اسید HF): در صورتیکه دماها و غلظت‌های آنها به میزانی باشد، که براساس مشخصات ساخت اولیه انجام عملیات حرارتی جوش (PWHT) را الزامی نماید. این سرویس‌ها، می‌توانند باعث ایجاد ترک در ناحیه جوش یا منطقه HAZ شوند.

ز- برخی هیدروکربنهای اشباع نشده (مانند اتیلن): که بر اثر گرمای زیاد تولید شده ناشی از جوشکاری، ممکن است واکنش تجزیه‌ای گرمازا انجام گیرد و موجب تولید نقاط داغ موضعی (LOCALIZED HOT SPOTS) روی جداره لوله یا تجهیز شده، که می‌توانند منجر به خرابی شوند.

در جاییکه کار گرم روی سطح خارجی یک ظرف یا لوله در حال انجام می‌باشد، بایستی در محل پیشگیریهایی لازم جهت جلوگیری از افزایش بیش از حد فشار ناشی از انبساط محتویات آن صورت گیرد.

طراحی

باید در نظر داشت که طول اتصال باید در کمترین حد خود نگاه داشته شود. برای اتصالات انشعابی با اندازه کمتری از قطر لوله که قرار است از اتصالات اسپلیت تی از پیش ساخته شده استفاده شود، باید آنها را به دقت بر طبق استانداردهای مربوط به آن نوع خط لوله (مثلاً ASME B31.3, 31.4 or 31.8) بازرسی کرد. یک ولو فول بور^۳ باید برای اتصال در نظر گرفته شود به طوری که سوراخ آن به اندازه کافی برای عبور مته و اره بزرگ باشد. تمامی اجزای دائمی مورد استفاده در عملیات هات تپ باید از همان استاندارد پیروی کنند که خط لوله از آن تبعیت می‌کند (مانند ASME B31.3, 31.4 or 31.8).

حداکثر فشار از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = \frac{2StFET}{D}$$

که در آن:

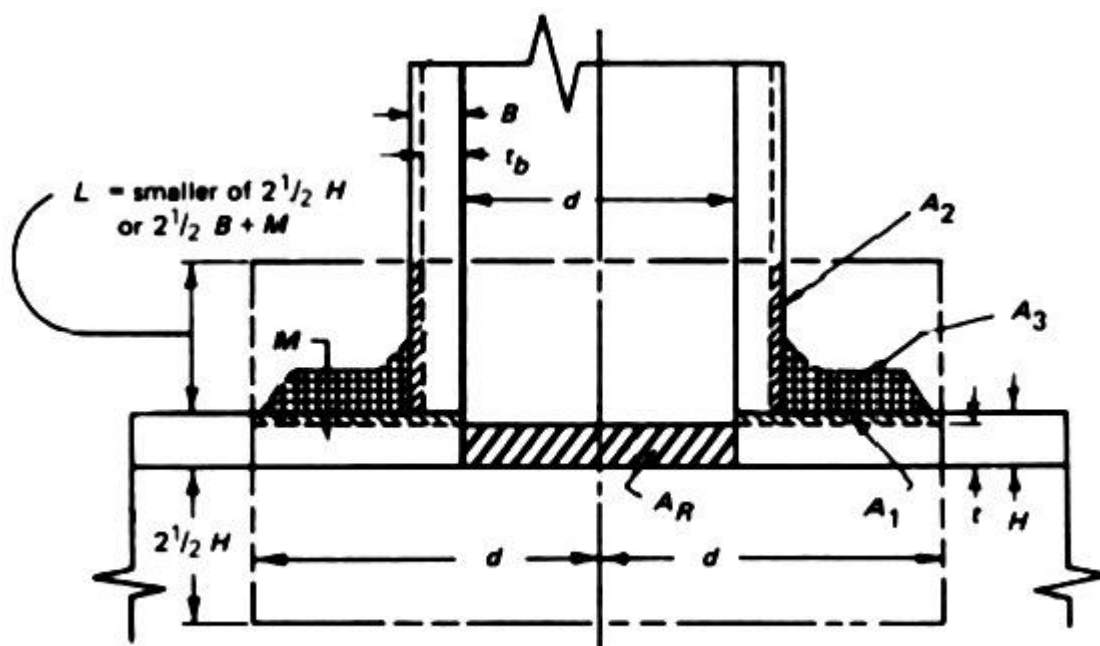
P = بیشترین فشار مجاز سیال داخل لوله بر حسب MPa در حین عملیات جوشکاری

S = تنش تسلیم فلز لوله بر حسب MPa

D = قطر خارجی لوله بر حسب میلیمتر

t = ضخامت کاهش یافته لوله بر حسب میلیمتر ($t = t_a - u$)

³ full-bore valve



u = کاهش ضخامت لوله در حین جوشکاری که در واقع معرف مقدار نفوذ حوضچه جوش بر حسب میلیمتر است. این مقدار از پیوسته‌های 1 و 2 استخراج می‌شود و یا به صورت محافظه کارانه در حدود 3 میلیمتر در نظر گرفته می‌شود.

ta = مقدار کمینه ضخامت جداره لوله بر حسب میلیمتر. این مقدار باید توسط روش التراسونیک اندازه‌گیری شود.

F = ضریب ایمنی (ترجیحا 0/8 در نظر گرفته شود)

E = ضریب اتصال طولی که از استاندارد ASME استخراج می‌شود.

T = ضریب موازنه حرارتی که از جدول زیر استخراج می‌شود. این اطلاعات از استانداردهای ASME B31.8 (Table 841.116A), ASME B16.5 اقتباس شده است.

جوشکاری

مراحل جوشکاری و همچنین عمق نفوذ حرارت باید به دقت کنترل شوند تا اتصال اسپلیت بدون هیچ گونه مشکل عملکردی و ایمنی و به درستی در سر جای خود قرار گیرد. در مورد جوشکاری بر روی خطوط در حال کار، یعنی خطوط لوله که سیال در آنها جریان دارد، دو مطلب و مسئله باید به دقت در نظر گرفته شود. اول سوراخ سوختگی⁴ و دیگری ترک در جوش.

⁴ burn through

Pipeline services

عیب سوراخ سوختگی در صورتی رخ می دهد که قسمت ذوب نشده از ضخامت فلز در زیر حوضچه جوش، توانایی تحمل فشار لوله را نداشته باشد. به عبارت دیگر حوضچه مذاب در جوشکاری بزرگتر از حد مجاز تشکیل شده باشد. ترک جوش نیز در صورتی رخ می دهد که فلز جوش به سرعت سرد شده و بنابراین یک ریزساختار ترد مستعد ایجاد ترک به وجود آورد. سرعت سرد شدن بالا می تواند ناشی از حرکت سیال در داخل لوله باشد که حرارت را به مقدار زیادی از جوش میگیرد (API 2201- Para 301). تصاویر زیر نمونه ای از عیوب مذکور را نشان می دهد.



عیب ترک جوش (یکی از انواع آن)



عیب سوراخ سوختگی

قبل از انجام عملیات جوشکاری، باید ارزیابی مهندسی دقیقی در مورد لوله هایی که دارای عیب لایه لایه شدن و دیگر عیوب هستند، انجام شود. همچنین ضخامت سنجی باید به دقت انجام شود تا ریسک عیب سوراخ سوختگی به حداقل برسد. ضمناً ترکیب شیمیایی فلز پایه نیز باید به درستی مشخص شود. متالورژی فلز جوش، اتصالات هات تپ و سیم جوش باید با متالورژی تجهیزاتی که قرار است بر روی آنها جوشکاری شوند، همخوانی داشته باشد (API 2201- Para. 3.1).

مواردی که در ادامه ذکر می شوند، پتانسیل بروز عیب سوراخ سوختگی و تنش های پسماند را که عامل ایجاد ترک در جوش هستند کاهش می دهد.

الف: برای جوشکاری پاس اول از سیم جوش های کوچک (2/4 میلیمتر) استفاده کنید و یا در صورت امکان از جوشکاری با گاز آرگون بهره گرفته شود تا ناحیه متأثر از حرارت⁵ و عمق نفوذ حرارت به داخل دیواره کم شود. پاس های بعدی با الکتروود 3/2 میلیمتر و یا کوچکتر جوشکاری می شوند. استفاده از الکتروودهای کم هیدروژن برای افزایش ایمنی در برابر عیب سوراخ سوختگی توصیه می شود. باید دقت داشت که در مورد فولادهای با درصد کربن معادل بالا، نرخ کم حرارت ورودی سبب افزایش احتمال خطر بروز ترک می شود (API 2201- Para. 3.2)

⁵ Heat Affected Zone (HAZ)

ب: تمامی لبه‌ها باید حداقل بازایه 15 درجه پخ بخورند. همچنین لبه‌های داخلی درزهای دراز نیز باید از پشت یک پخ 15 درجه بخورند تا مانع از جوش خورد اسپلیت بر روی لوله بشود.

ج: مراحل جوشکاری به ترتیب زیر باشند:

1. قسمت پایین اسپلیت تی را در محل آن قرار می‌گیرد.
2. قسمت بالایی اسپلیت تی (که انشعاب بر روی آن قرار دارد) را در محل قرار گیرد. دقت شود که درزها به خوبی در کنار هم قرار گیرند.
3. درز افقی و دراز اسپلیت تی را در یک جهت جوشکاری شود و بگذارید تا خنک شود و دمای آن به دمای فلز پایه برسد. توجه: دقت شود که در حین جوشکاری، درز طرف دیگر از هم باز نشود. برای این منظور لازم است تا یک نفر از پرسنل بازرسی دائما فرایند را پایش نماید.
4. درز طرف دیگر را جوشکاری شود و مجددا اجازه دهید تا کاملا به دمای فلز لوله برسد.
5. یکی از جوش‌های محیطی اسپلیت جوشکاری شود و مجددا اجازه دهید تا کاملا خنک شود.
6. طرف دیگر اسپلیت را جوشکاری شود و اجازه دهید تا کامل خنک شود.

دمای لوله

باید دقت داشت که دمای جداره لوله در حین عملیات به خوبی پایش شود. علاوه بر این، فشار سیال و سرعت آن نیز باید به خوبی جهت جلوگیری از مسایل زیر تحت نظر قرار گیرد:

الف) تاول⁶ و ترکیدگی در لوله‌های تحت فشار که در اثر ضعیف شدن لوله ناشی از حررات در حین جوشکاری اتفاق می‌افتد.

ب) تخریب ریزساختار فلز لوله در اثر:

- حرارت زیاد ورودی که باعث دمای بسیار زیاد فلز می‌شود.
- سرعت سرد شدن بسیار زیاد در حین جوشکاری و یا بعد از آن

⁶ Blow-out

شرایط سیال داخل خط

سرعت سیال

در صورت وجود حرکت سیال، خطر بروز عیوبی مانند بالارفتن بیش از حد دمای سیال، عیب سوراخ سوختگی که ناشی از حرارت بالای فلز است و انبساط حرارتی سیال که در سیستم‌های بسته رخ می‌دهد، کاهش می‌یابد.

برای این مورد چون ضخامت فلز میلیمتر است تاثیر سیال بر نرخ سرد شدن و خطر بروز عیب سوراخ سوختگی کم است.

البته، جریان زیاد سیال سبب افزایش نرخ سرد شدن جوش شده و خطر ترک را افزایش می‌دهد. بنابراین در زمان جوشکاری، باید به مقدار بهینه جریان سیال را در نظر داشت.

فشار سیال داخل خط

به طور کلی برای حفظ و بالا بردن ضریب ایمنی در هر لحظه‌ای از عملیات هات تپ، فشار سیال داخل لوله باید کمتر از 70 بار باشد. همچنین این مقدار نباید از بیشترین فشار قابل تحمل توسط دستگاه هات تپ بالا رود.

در حین عملیات جوشکاری، فشار داخل لوله نباید بیشتر از فشار مجازی باشد که در ادامه محاسبه خواهد شد.

هات تپ نباید بر روی تجهیزات با فشار کمتر از فشار محیط انجام شود. یک راه برای اندازه‌گیری بیشترین میزان فشار در حین فرایند جوشکاری وجود دارد. استفاده از این روش که بر مبنای کاهش استحکام جداره لوله در اثر دمای جوشکاری است برای تمامی انواع لوله‌ها در تمامی مکانهای کاری مجاز است.

محدودیت‌ها:

- جوشکاری نباید بر روی لوله‌های روکش دار و یا لوله‌هایی که سطح داخلی آنها پوشش داده شده انجام شود.
- جوشکاری هات تپ نباید بر روی مواد زیر انجام شود:

✓ هر ماده‌ای که بیشترین دمای مجاز قابل تحمل برای آن کمتر از 370 درجه سانتیگراد است.

خطوط لوله‌ای که کمترین دمای مجاز عملکرد آنها کمتر از 20- درجه سانتیگراد است. برای موادی با کمترین دمای عملکردی بین 20- تا 0 درجه سانتیگراد، باید توجهات ویژه اعمال شود تا از چقرمگی کافی فلز اطمینان حاصل شود

دستورالعمل تست فشار

بعد از اتمام عملیات جوشکاری، وقبل از شروع عملیات سوراخکاری، اتصال جوشکاری شده به همراه شیر و همچنین دستگاه هات تپ که بر روی آن وصل شده باید تحت تست فشار قرار گیرند. تست فشار باید حداقل برابر فشار سیال داخل لوله باشد و توصیه می شود که فشار تست از حدود 1/1 برابر فشار داخلی لوله بیشتر نشود چرا که ممکن است جداره لوله و یا محفظه ها آسیب ببیند (API 2201- Para. 6.5). فشار تست برای خطوط لوله داخل فنس^۷ و خارج فنس^۸ متغییر است و بهتر است برای تعیین بهترین فشار تست به ترتیب از استانداردهای ASME B 31.3 و ASME B 31.4 استفاده کرد.

دستورالعمل تست معمولاً در سه مرحله زیر تدوین می شود.

1. تست نشستی ولو هات تپ، ترجیحاً زمانی که ولو بر روی لوله نصب نشده باشد، در این صورت می توان به خوبی آب بندی آن را چک کرد. این تست حداقل 5 دقیقه زمان نیاز دارد.

2. تست اتصال انشعاب در شرایطی که ولو بر روی آن نصب شده و در حالت باز قرار دارد. حداقل زمان 30 دقیقه برای این تست نیاز است.

3. تست نشستی دستگاه هات تپ در شرایطی که بر روی اتصال نصب شده است. این تست در حالتی انجام می شود که ولو بسته است. زمان مورد نیاز برای این تست نیز حداقل 5 دقیقه است.

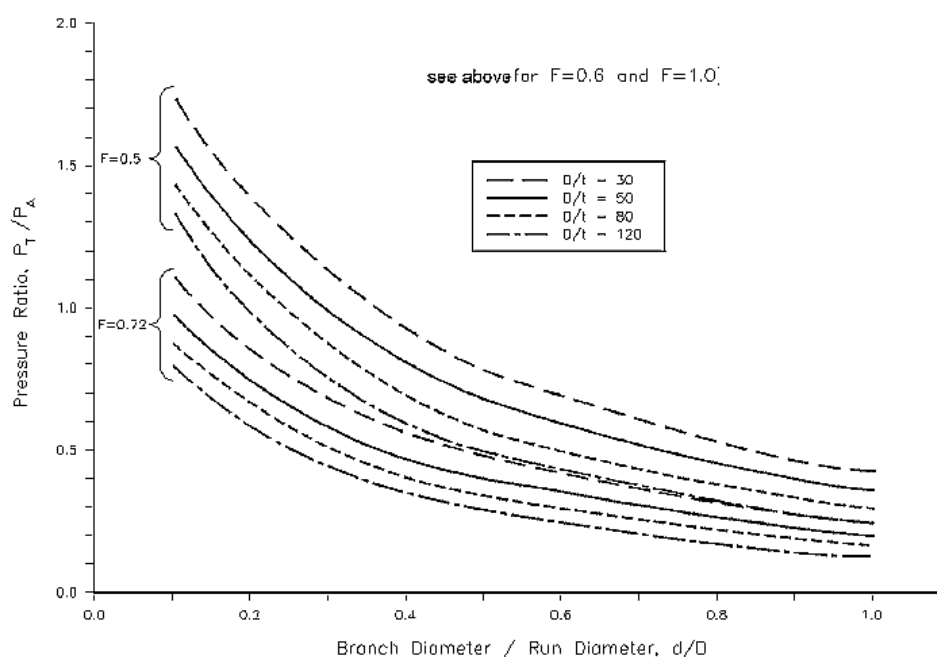
فشار تست های نشستی مرحله 1 و 3 باید برابر با بیشترین مقدار فشار سیال خط لوله باشد که ممکن است در حین عملیات هات-تپ ایجاد شود.

در مورد مرحله 2، منحنی های کاربردی که بر حسب قطر انشعاب، قطر لوله و یک فاکتور ثابت، فشار مرجع تست را برای جلوگیری از صدمه به لوله ارائه می کنند مورد استفاده قرار می گیرند.

*فشار تست مربوط به بخار پرفشار مطابق با شرایط خط لوله بسته به دما و فشار خط انتخاب می شود، به طوریکه فشار تست با در نظر گرفتن انبساط ناشی از حرارت از فشار تست تجاوز نکند.

⁷ On-plot

⁸ Off-plot



تست هیدرواستاتیک

تست فشار هیدرواستاتیک یک تست استحکام نازل است و فشار آن در حدود $1/5$ برابر حداکثر مجاز فشار کاری است. تست هیدرواستاتیک در زمانی استفاده می شود که:

الف: فرایند با آب مشکلی نداشته باشد و آب آسیمی به تجهیزات نزد و یا اینکه پس از اتمام کار، بتوان آب را به طور کامل از دستگاه ها تپ خارج کرد.

ب: دمای فلز لوله بیشتر از 2 درجه سانتیگراد و کمتر از 100 درجه سانتیگراد باشد.

انجام عملیات ها تپ

مراحل انجام کار به این شرح است:

1. محل انشعاب به خوبی و به طور دائمی با اتصالات⁹ آب بندی می شود.
2. یک شیر بر روی اتصالات نصب می شود.

⁹ Fitting

3. دستگاه هات تپ بر روی اتصالات نصب می شود و شیر باز می شود. زمانی که مته در داخل لوله فرو می رود، محفظه داخل دستگاه پر از سیال داخل لوله می شود و هوا از داخل آداپتور¹¹ به بیرون می زند. این کار با باز کردن شیر مخصوص انجام می شود. سوراخ در داخل لوله ایجاد شده و کوپن¹¹ بیرون کشیده می شود. شیر بسته شده و دستگاه هات تپ جدا می شود. انشعاب مورد نظر ایجاد شده و شیر باز می شود. انشعاب ایجاد شده آماده عملیاتی شدن است. این عملیات بسیار سریع و دقیق است.

ملاحظات مربوط به دستگاه هات تپ

قبل از شروع عملیات هات تپ، دستگاه، کاتر و مته باید به دقت بررسی شوند تا نسبت به شرایط مساعد آنها برای آغاز کار اطمینان حاصل شود. اطمینان از شرایط دستگاه و پکینگ های آن باید به حدی باشد که بتوان در شرایط بحرانی و مواردی که مشکلات مکانیکی و یا نشتی شیر به وجود می آید، دستگاه را بر روی خط باقی گذاشت. تمامی دستگاه های هات تپ، حداکثر و حداقل فشار و دمای کاری دارند. بنابراین در حین عملیات هات تپ باید تمامی مسایل محتمل که سبب بالا یا پایین رفتن و تغییرات دما و فشار می شوند را در نظر داشت. همانطور که ذکر شد باید همواره این نکته را در نظر داشت که ممکن است بنا به دلایل و مشکلاتی، دستگاه هات تپ به صورت دائمی بر روی خط باقی بماند (API 2201- Para 2.2.).

ایمنی

موارد زیر باید توسط افراد مسئول به ترتیبی که قید شده است چک شود تا ایمنی فرایند به خوبی حفظ شود:

الف: با مسئولین ایمنی مجموعه هماهنگی های لازم انجام شود.

ب: مجوزهای لازم اخذ شود:

✓ مجوزهای خاص مجموعه

✓ مجوز ورود

✓ مجوز دستگاه های جوشکاری

✓ مجوز دستگاه هات تپ

✓ مجوز ماشین آلات دیگر و یا تجهیزات تست

¹⁰ Housing

¹¹ Coupon

ج: ملزومات خاص ایمنی

- ✓ دو نقطه فرار اضطراری
- ✓ محفظه‌ای برای خروجی‌های لوله
- ✓ تمهیدات برای مهار جرقه‌های جوش
- ✓ دو کیسول آتشنشانی در محل هات تپ
- ✓ محصور کردن ناحیه توسط نوارهای هشدار
- ✓ داربست در مواقع لزوم

د: تست کردن نازل بر طبق دستورالعمل

- ✓ تست هیدرو استاتیک یا
- ✓ تست پنوماتیک
- ✓ تست رنگ
- ✓ تست مایعات نافذ بر روی جوش
- ✓ اطمینان از عدم برخورد فلز جوش نفوذ کرده با تیغه کاتر

ه: تست دستگاه هات تپ

- ✓ تست رنگ بر روی کاتر و چک کردن تیزی دندان‌های آن
- ✓ تست رنگ بر روی مته و چک کردن تیزی آن
- چک کردن پین‌های یو شکل

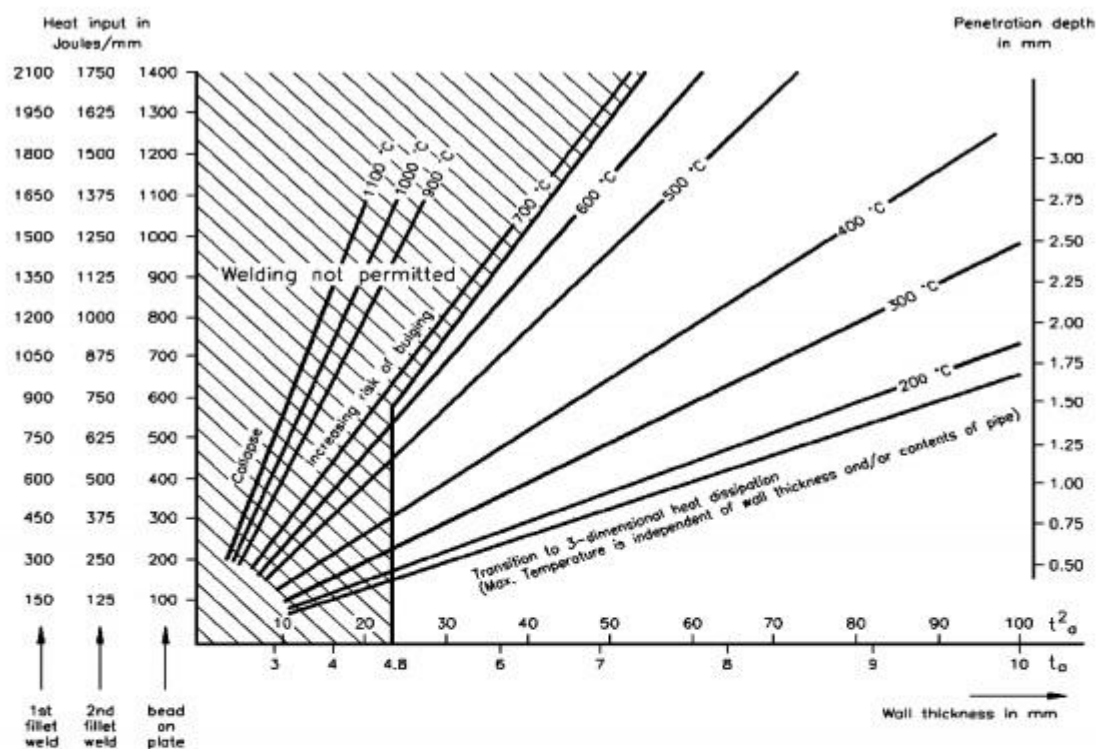
محدودیت‌های فیزیکی

1. خوردگی حفره‌ای و یا لایه لایه شدن فلز: در چنین مواردی که فلز دچار خوردگی حفره‌ای شده است و یا سطح آن به علت خوردگی پوسته و لایه لایه شده است، نباید عملیات جوشکاری را انجام داد. چرا که در این صورت ممکن است عیب تاول و ترکیدگی جوش به وجود بیاید. همچنین در صورت لایه لایه شدن، به علت اینکه سیال در فضای بین لایه ها قرار گرفته است ممکن است در حین انجام عملیات جوشکاری، بخار شده و سبب ترکیدگی آن ناحیه شود.

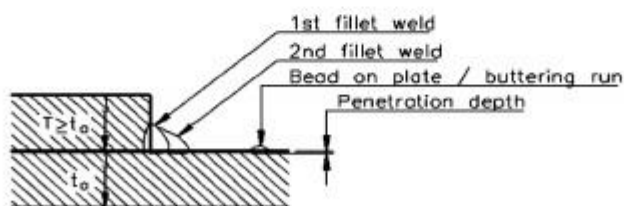
Pipeline services

نزدیکی به یک نقطه خاص: جوشکاری باید حداقل در فاصله 18 اینچ از یک فلنج و یا اتصال پیچی، 3 اینچ از درز جوش مجاور و 24 اینچ از یک اتصال پرچی انجام شود. چنانچه فاصله از این مقادیر نزدیک تر باشد، ممکن است سبب تابیدگی فلز شده و باعث نشتی شود.

پیوست (1): دمای جداره داخلی جوش و عمق نفوذ جوش برای دمای اولیه جوشکاری برابر 25 درجه سانتیگراد

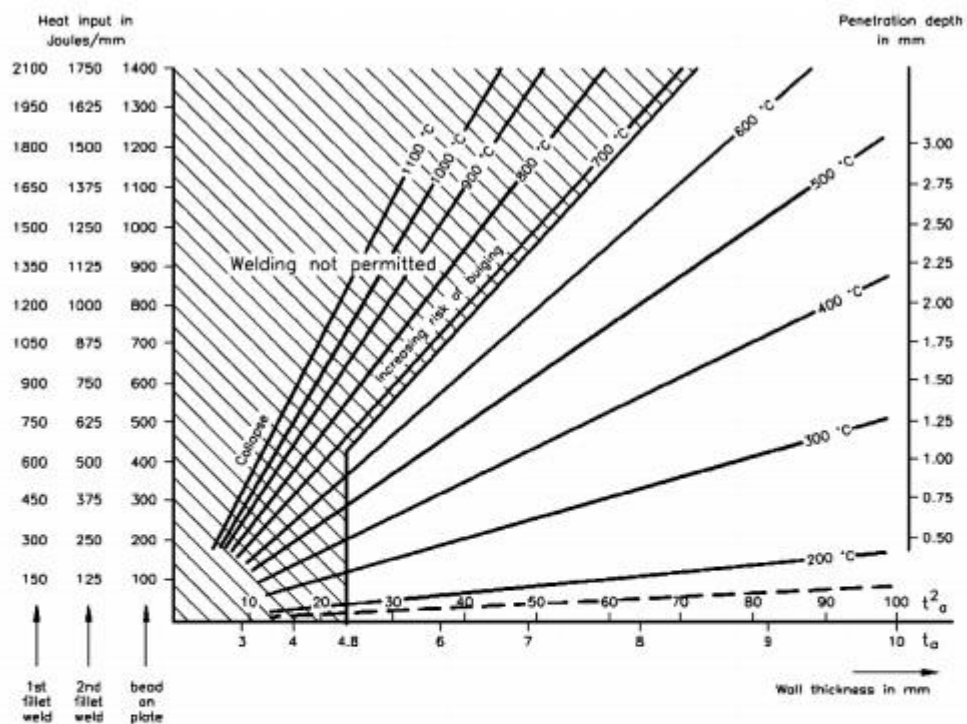


Maximum prevailing temperature at the inner side of carbon or carbon-manganese steel pipe when welding with covered electrode, starting from an initial pipe wall temperature of 25°C



- NOTE: 1. t_o = actual measured wall thickness.
2. Lines may be extrapolated horizontally for increased wall thickness.

پیوست (2): دمای جداره داخلی جوش و عمق نفوذ جوش برای دمای اولیه جوشکاری برابر 150 درجه سانتیگراد



Maximum prevailing temperature at the inner side of carbon or carbon-manganese steel pipe when welding with covered electrode, starting from an initial pipe wall temperature of 150°C

