

بسته:  
دستورالعمل جوشکاری





۲.....	فصل اول.....
۴.....	فصل دوم.....
۱۶.....	فصل دوم.....
۱۷.....	فصل سوم.....
۲۵.....	فصل چهارم.....

## فصل اول

- تعریف دستورالعمل جوشکاری و تست جوشکار WPS, WQT/WPQ
- معرفی معروفترین استانداردهای تدوین دستورالعمل جوشکاری و آزمون تأیید صلاحیت جوشکار
- بخش ۹ استاندارد ASME دستورالعمل جوش و آزمون جوشکار در حوزههای طراحی مخزن، دیگ بخار، پایپینگ و...
- AWS D1.1 دستورالعمل جوش و آزمون جوشکار در طراحی سازههای فولادی
- API 1104 جوشکاری خطوط انتقال مواد نفتی
- ISO15614 جوشکاری قوسی و حوزههای محدود دیگر
- تعریف متغیرهای تکی و متغیرهای بازه‌ای
- روش تأیید دستورالعمل جوشکاری
- شباهت‌ها و تفاوت‌های PQR & WPS
- نحوه ثبت نتایج تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری (PQR)
- مقایسه فرم خام دستورالعمل جوشکاری در استانداردهای مختلف
- تعریف متغیرهای ضروری Essential Variable
- تعریف متغیرهای غیرضروری Nonessential Variable
- تعریف متغیرهای ضروری تکمیلی Supplementary Essential Variable
- مرور کلی مطالب دوره
- معرفی موقعیت‌های جوش شیاری (Groove) و نبشی (Fillet)
- مقایسه کلی استانداردهای مختلف دستورالعمل جوشکاری و فرم خام آن‌ها
- آزمون تأیید صلاحیت جوشکار WQT
- آزمون تأیید صلاحیت عملکرد جوشکاری WPQ
- انجام آزمون تأیید صلاحیت جوشکار پس از تأیید دستورالعمل جوشکاری

- نمونه فرم خام آزمون تائید صلاحیت جوشکار بر اساس ASME

## فصل دوم

- دستورالعمل جوشکاری در ASME بخش ۹
- لیست بخش‌های مختلف ASME
- قوانین ساخت دیگ بخار
- قوانین انجام آزمون غیر مخرب
- قوانین ساخت و طراحی مخازن تحت فشار
- فصل ۱ الزامات عمومی QG
- فصل ۲ صلاحیت جوشکاری QW
- بخش ۱ (Article 1) QW حداقل الزامات عمومی جوشکاری
- قوانین دستورالعمل جوشکاری (WPS) در فصل QW۲
- فرآیندهای جوشکاری
- جوشکاری دستی (Manual)
- جوشکاری نیمه اتوماتیک (Semi-Automatic)
- جوشکاری ماشینی (Machined)
- جوشکاری اتوماتیک (Automatic)
- تأیید صلاحیت عملکرد جوشکاری در بخش (۳) QW قوانین تست جوش
- محتویات WPS
- فرمت یک WPS
- جداول نام اختصاری فرآیندها
- کاربرد نام اختصاری فرآیندها در نوشتن WPS
- طرح اتصال
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی

- تعریف اتصال (نحوه قرار گرفتن قطعات برای جوشکاری)
- معرفی ۵ نوع اصلی اتصالات (But joint، lap joint، T joint، Corner joint، edge joint)
- تعریف جوش شیاری (Groove)
- جدول نامه‌ای انواع جوش شیاری
- عوامل و محدودیت‌های انتخاب طرح اتصال (جنس و متریال، ضخامت ماده، خواص مکانیکی و ...)
- تعاریف (QG-109.2) صلاحیت‌های عمومی
- جوش Fillet یا نبشی (مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه)
- شماتیک Square Groove Weld
- شماتیک (Single Vee Groove weld) جناغی
- شماتیک جوش Single bevel groove weld
- شماتیک و علامت جوش Single-j groove weld
- نکات نقشه‌خوانی و آماده‌سازی قطعه
- شماتیک جوش Single bevel flare groove weld
- شماتیک جوش Single flare vee groove weld
- شماتیک Double vee groove weld
- شماتیک Double bevel groove weld
- شماتیک جوش (PJP) نفوذ نسبی Double U groove weld
- شماتیک Double J groove weld
- شماتیک Double flare bevel groove weld
- شماتیک Double flare vee groove weld
- جدول علائم مکمل جوشکاری
- شماتیک Back weld & Backing weld

- تفاوت Back weld & Backing weld
- علائم جوشکاری سطحی
- ۴ دلیل اصلی جوشکاری سطحی
- علائم جوشکاری Plug weld & Slot weld
- علامت جوش (Stud Weld) جوش گل‌میخ
- علامت جوش (Seam weld) درزی
- مدل‌های مختلف Backing، Strip Backing، Weld Backing، Process Backing، Fillet Backing، (Base Metal Backing)
- تعریف Backing در بند (QG 109.2)
- ادامه مبحث Backing
- مثال تشخیص وجود یا عدم وجود Backing
- تعریف (Retainer) نگهدارنده (QG109.2)
- حذف یا عدم حذف Retainer & Backing
- تغییرات طرح اتصال با کاربرد Retainer یا Backing
- مدل‌های مختلف Retainer ها
- فلز پایه
- نحوه پر کردن قسمت Base Metal در فرم خام (WPS (QW 253)
- سه مدل نحوه توضیح جنس Base Metal دو قطعه
- محدوده ضخامت
- توضیح نحوه گروه‌بندی Base metal ها پاراگراف (QW 420)
- خصوصیات مؤثر در دسته‌بندی فلزات پایه
- P-No.
- جدول QW420 نام‌گذاری P.NO ها
- گروه‌بندی P-NO های آهنی و غیرآهنی جدول (QW422)

- G-No.
- UNS No.
- Specification, Type & Grade No.
- محدوده پوشش دهی
- محدوده پذیرش تست کشش پاراگراف (QW-153)
- عدم استفاده از متریالی بدون حداقل کشش برای صلاحیت جوش های شیاری (Groove)
- ضمیمه غیراجباری D لیستی از P-No ها
- وابستگی شرایط ساخت و سایر تست ها به الزام تست ضربه در کدها
- وابستگی حالات تائید PQR به فلز پایه و هم گروهی با آن
- موارد استثنا اخذ PQR در پاراگراف QW-403.5
- تفاوت ضخامت t & T
- محدوده ضخامتی در تست چقرمگی
- تأثیر عملیات حرارتی (solution annealed) برای حل رسوبات بر محدوده ضخامتی تست چقرمگی
- تغییرات ضخامت تائید صلاحیت شده (T Qualified)
- جدول QW451.1 در مورد تست کشش و خمش متقاطع جوش های شیاری (Groove)
- بازه پوششی ضخامت توسط ضخامت PQR
- استثنائات ضخامت متفاوت فلز پایه در QW202.4
- جدول QW451.2 در مورد تست کشش و خمش طولی جوش های شیاری (Groove)
- جدول QW451.3 در مورد تست های جوش نبشی
- پوشش تست های جوش نبشی توسط همان تست جوش شیاری عدم نیاز به تست جوش (Fillet)



- مثال QW202.4 حداکثر ضخامت عضو ضخیم‌تر
- ضخامت پاس جوشکاری (Essential) (QW403.9) t pass
- تغییر P.NO تأیید صلاحیت شده (Essential) (QW403.11)
- تناسب PQR و فلز پایه تأیید صلاحیت شده جدول (QW/QB422)
- لزوم تناسب آنالیز شیمیایی ماده مورد استفاده در لایه گذاری (مقابله با خوردگی) یا تصحیح ابعادی با فلز پایه
- انتخاب Filler Metal در فرم خام WPS
- فیلر متال (QW-253 Filler Metal)
- F-No.
- A-No.
- محدوده پوشش دهی
- پاراگراف ۴۰۴ راهنمای انتخاب فیلر متال
- جدول QW-432 F numbers
- گروه‌بندی F-No برای فیلرها و الکترودها (جنس‌های مختلف آهنی و غیرآهنی)
- انتخاب (Specification) SFA-No از استاندارد ASME Sec2
- A-No در QW404.5 مربوط به آنالیز ترکیب شیمیایی فلز جوش
- کاربرد A-No فقط برای فلزات آهنی
- انتخاب A-No از جدول QW442
- روش‌های مختلف به دست آوردن آنالیز ترکیب شیمیایی فلز جوش
- انجام آنالیز شیمیایی روی نمونه PQR
- آنالیز شیمیایی رسوبات فلز جوش ایجاد شده به وسیله الکتروود و فیلر
- گواهی آنالیز کارخانه سازنده الکتروود
- گزارش ترکیب شیمیایی فیلر در استاندارد ASME Sec2
- قطر الکتروود (سایز) در QW404.6 متغیری nonessential

- شرایط عدم نیاز به تست و PQR مجدد در صورت تغییر طبقه‌بندی الکتروود
- تأثیر حداقل استحکام کششی فلز جوش بر مقدار پوشش هیدروژنی
- تغییرات Essential t (ضخامت رسوب جوش) در QW404.30
- طبقه‌بندی الکتروود و فیلر متال بدون نیاز به PQR مجدد (Nonessential)
- مثالی از نرخ و محدوده پذیرش رسوبات جوش
- موقعیت‌های جوشکاری
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی
- انتخاب Position در فرم خام (WPS (QW405)
- موقعیت جوش شیاری
- موقعیت جوش نبشی
- متغیرهای موقعیت جوشکاری جدول (QW253)
- نحوه اضافه کردن سایر موقعیت‌ها به موقعیت تأیید صلاحیت شده (QW405.1)
- موقعیت‌های جوش های شیاری بند (QW120)
- موقعیت‌های جوش نبشی بند (QW130)
- انحرافات از موقعیت‌های کلاسیک تعریف شده
- محدوده نوسان زاویه موقعیت‌های مختلف جوش شیاری
- محدوده نوسان زاویه موقعیت‌های مختلف جوش نبشی
- نکات و تبصره غیرضروری تغییر موقعیت (QW203)
- غیرضروری بودن تغییر جهت جوشکاری در موقعیت جوش عمودی (Vertical) (QW405.3)
- کیفیت بالاتر جوشکاری رو به بالا
- عملیات حرارتی پیش گرم Pre Heat
- نحوه انتخاب

- نحوه ثبت
- تعریف عملیات پیش گرم کردن
- عملیات حرارتی قبل از جوش جهت کاهش سرعت سرد شدن
- تأثیر درصد کربن بر خواص فولاد
- سریع‌تر بودن نرخ سرد شدن در فلزات ضخیم‌تر
- ۳ منطقه اصلی جوش
- اهمیت ناحیه HAZ به علت اختلاف دما
- تأثیر عملیات پیش گرم کردن بر ساختار و کاهش تنش ناحیه HAZ
- عوامل مؤثر در محدوده دمایی عملیات پیش گرم کردن
- کاهش بیش از  $55^{\circ}$  دمای عملیات حرارتی نیازمند PQR مجدد (Essential) (QW406.1)
- نیاز به تأیید، ولی عدم نیاز به PQR مجدد در صورت تغییر یا کاهش دمای نگهداشت عملیات حرارتی (QW406.2)
- افزایش بیش از بیشینه دمای ثبت شده وابسته به PQR مجدد (QW406.3)
- عملیات حرارتی پس از جوشکاری PWHT
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی
- Post weld Heat Treatment مؤلفه‌های عملیات حرارتی پس از جوشکاری (QW407)
- بازه دمایی عملیات حرارتی پس از جوشکاری
- زمان موردنیاز عملیات حرارتی پس از جوشکاری
- متغیرهای عملیات حرارتی پس از جوش جدول (QW-253)
- نیاز به PQR مجدد در صورت تغییر (QW-407.1) PWHT (Essential)

- تغییر محدوده دما و زمان PWHT وابسته به تست ضربه (Supplementary Essential) (QW-407.2)
- رفع تنش‌های پسماند (ایجاد تغییرات متالوژیکی) وظیفه عملیات PWHT
- مشخصات الکتریکی جوشکاری
- نوع جریان
- آمپر
- ولتاژ
- حرارت ورودی
- متغیرهای خصوصیات الکتریکی جدول (QW 253)
- افزایش حرارت ورودی به جوش وابسته به تست ضربه (QW409.1)
- پیوست H استاندارد ASME در مورد تعیین حرارت ورودی جوش های موجی شکل
- محاسبه حرارت ورودی در شرایط مختلف
- تغییرات جریان یا قطبیت (QW409.4)
- تغییر محدوده جریان و ولتاژ (QW409.8)
- تکنیک‌های جوشکاری (QW410)
- غیرضروری بودن تغییر مستقیم یا نوسانی بودن پاس‌های جوش (QW410-1)
- غیرضروری بودن تغییر روش پاک‌سازی (QW410.5)
- غیرضروری بودن تغییر روش شیارزنی (QW410.6)
- تغییر تکی یا چند پاس بودن (بررسی غیرضروری یا ضروری تکمیلی) (QW410.9)
- غیرضروری بودن دستی یا اتوماتیک بودن دستگاه جوش (QW410.25)
- تغییر غیرضروری بودن چکش زنی یا عدم آن (QW410.26)
- ضروری بودن تغییر استفاده از فرآیندهای حرارتی (QW410.64)
- روند تأیید دستورالعمل جوشکاری تعریف PQR
- تست تأیید دستورالعمل جوشکاری و گزارش آن

- تعریف (PQR (QW200.2 (a)
- ثبت متغیرهای جوش به دست آمده از تست کوپن
- محتویات (PQR (QW200.2(b)
- نحوه تغییر (PQR (QW200.2(c)
- فرمت یک (PQR (QW200.2 (d)
- تشابه موارد فرمت PQR و WPS
- دسترسی به PQR بر اساس نیاز افراد (QW200.2(e)
- نوشتن یک WPS با چند PQR یا برعکس (QW200.2(f)
- مسئولیت‌های سازمانی ثبت (PQR (QW201
- تست‌های مخرب مورد نیاز
- تست‌های مکانیکی (QW202.1)
- تست خمش متقاطع (عمودی یا عرضی) و تست کشش جوش شیاری جدول (QW451.1)
- تست خمش طولی و تست کشش جوش شیاری جدول (QW451.2)
- شماتیک محورهای نمونه تست‌های کشش و خمش لوله و صفحه
- تأثیر پارامترهای اساسی و اساسی تکمیلی در تست مخرب و نمونه تست کوپن
- الزامات تأیید صلاحیت جوش نبشی در بند (QW202.2(c)
- نحوه تست جوش نبشی برای (PQR (QW181
- نمونه‌ها و شماتیک تست ماکرو جوش نبشی
- محدوده پذیرش تست کشش جوش نبشی (QW153)
- انواع تست خمش هدایت شده برای (PQR (QW160
- تست خمش عرضی (متقاطع) جانبی (QW161.1) (Side Bend)
- ابعاد و شرایط تست‌های خمش
- تست‌های خمش طولی (QW161.5)



- محدوده پذیرش تست‌های خمش (QW163)
- تست‌های چقرمگی برای (QW171) PQR
- آزمون تأیید صلاحیت جوشکار (تأیید صلاحیت عملکرد جوشکاری) WQT/WPQ
- تست تأیید صلاحیت جوشکار (WPQ)
- قوانین WPQ بر اساس بخش ۹ استاندارد ASME
- تأیید صلاحیت عملکرد جوشکار در بخش QW۳
- هدف از تست جوشکار
- تفاوت بین PQR گرفتن و تست جوشکار گرفتن
- ۳ راه اصلی تأیید صلاحیت جوشکار (طبق ASME)
- آزمون‌های غیر مخرب حجیم برای نمونه تست کوپن
- آزمون غیر مخرب حجیم روی جوش معمولی در حال ساخت
- انواع تست خمش بر روی جوش نمونه کوپن
- موارد عمومی آزمون جوشکار بند (QW300)
- معرفی موارد آزمون جوشکار بند (QW301)
- شناسایی جوشکار با آی دی کارت بند (QW301.3)
- نحوه ثبت محتوای آزمون بند (QW301.4)
- فرمت پیشنهادی برای (QW484) WQT
- جدول QW353 متغیرهای اساسی SMAW
- نحوه حذف Backing (پشت‌بند) از مفصل اتصال (بند (QW402.4))
- تغییر قطر لوله فلز پایه بند (QW403.16)
- تفاوت استانداردها در نام‌گذاری لوله‌ها بر اساس قطر
- متغیرهای ضروری آزمون تأیید صلاحیت جوشکار
- اساسی بودن تغییر P-Number فلز پایه بند (QW403.18)

- گروه‌بندی جنس‌های مختلف فلز پایه در P-Number ها برای جوشکاری و لحیم‌کاری جدول (QW420)
- تناسب فلز پایه و محدوده پذیرش آن برای جوشکار) پاراگراف و جدول (QW423)
- اساسی بودن تغییر F-Number فیلر متال الکترودها (بند (QW404.15))
- صلاحیت جوشکار متناسب با پشت‌بند جوش و F-Number بند و جدول (QW433)
- پاراگراف QW404.30 اساسی بودن تغییر ضخامت رسوب جوش در تست صلاحیت جوشکار
- معرفی محدوده ضخامت تست جوشکار جدول (۴۵۲/۱) (a)
- تناسب تائید صلاحیت جوشکار با جوش گوشه‌ای قطر پایین جدول (QW452.4)
- صلاحیت جوشکار با جوش گوشه‌ای T جدول (QW452.5)
- تائید صلاحیت جوشکار در هر ضخامت جوش گوشه‌ای در صورت قبولی در همه ضخامت‌های جوش شیاری جدول (QW452.6)
- اساسی بودن اضافه کردن موقعیت بند (QW405.1)
- اساسی بودن تغییر جهت عمودی جوشکاری بند (QW405.3)
- مراحل تائید صلاحیت جوشکار با آزمون‌های مخرب و تست خمش بر روی نمونه تست کوپن
- نحوه تشخیص تعداد نمونه‌های مخرب جدول (QW452.1(a))
- شماتیک تعداد نمونه‌های جداشده برای تست مخرب
- هم‌پوشانی صلاحیت جوش نبشی توسط جوش شیاری (جدول ۴۵۲/۶)
- شماتیک نحوه نمونه‌برداری از لوله‌های جوشکاری شده (QW 302.3 TYPE OF TETS REQUIRED & TETS COUPONS IN PIPE)
- مدل دوم تائید صلاحیت جوشکار: آزمون‌های غیر مخرب بر روی تست کوپن
- تست‌های غیرمخرب حجمی (QW302.2)
- حداقل طول نمونه جوش آزمون غیر مخرب تائید صلاحیت جوشکار ۶ اینچ

- آزمون رادیوگرافی (QW191.1)
- روش‌های آزمون رادیوگرافی (QW191.1.1)
- قوانین انجام آزمون‌های غیر مخرب در بخش ۵ استاندارد ASME (ASME SEC5)



## فصل دوم

- عدم نیاز به نوشتن روش و فرآیند رادیوگرافی
- محدوده پذیرش رادیوگرافی (QW191.1.2)
- نشانه‌های خطی رادیوگرافی مانند نفوذ ناکافی و ذوب ناکافی
- نشانه‌های گرد (کمانی) رادیوگرافی مانند دایره، بیضی و...
- آزمون اولتراسونیک (QW191.2)
- نیاز به نوشتن روش و فرآیند تست اولتراسونیک
- محدوده پذیرش جوشکار در تست اولتراسونیک (QW191.2.2)
- مدل سوم تأیید صلاحیت جوشکار: آزمون‌های غیر مخرب بر روی اولین جوش‌های تولیدی جوشکار
- محدوده پذیرش جوشکار در تست غیر مخرب روی نمونه جوش تولیدی (QW191.2.3)
- ثبت نتایج تست صلاحیت جوشکار
- ترکیب فرآیندهای جوشکاری برای تست جوشکار (QW306)
- نمونه‌های تست کوپن و قطرهای مختلف آن‌ها (QW310.1)
- نکات تست جوشکار در جوش شیاری دارای پشت‌بند (QW310.2) (Backing)
- شرایط تست مجدد جوشکار رد شده یا تست جهت تمدید گواهینامه (QW320)
- شرایط انقضا، تمدید و ابطال گواهینامه صلاحیت جوشکار (QW322)

## فصل سوم

- قوانین دستورالعمل جوشکاری و صلاحیت جوشکار بر اساس استاندارد API1104
- دستورالعمل جوشکاری برای خطوط انتقال سیالات (API1104)
- فهرست استاندارد API1104
- فصل ۵ تأیید صلاحیت روش‌های جوشکاری دارای فیلر متال (الکتروود یا فلز پرکننده)
- نحوه ثبت نتایج تست و نگهداری آن تا پایان جوشکاری
- نمونه فرم دستورالعمل جوشکاری بر اساس استاندارد API1104
- تعیین فرآیند و روش جوشکاری (قسمت ۵/۳/۲/۱)
- تعیین متریکال و استفاده از گروه‌بندی جنس‌های مختلف (قسمت ۵/۳/۲/۲)
- گروه‌بندی جنس‌های مختلف در API1104 بر اساس حداقل استحکام تسلیم (SMYS) بند ۵/۳/۲/۲
- بازه‌های قطر لوله و ضخامت دیواره (بند ۵/۳/۲/۳)
- تفاوت قطرهای OD & NPS
- گروه‌بندی قطرهای بیرونی لوله‌ها (بند ۶/۲/۲ d)
- طرح اتصال (بند ۵/۳/۲/۴)
- فیلر متال، فلاکس جوش پودری و تعداد پاس جوشکاری (بند ۵/۳/۲/۵)
- خصوصیات الکتریکی (بند ۵/۳/۲/۶)
- خصوصیات شعله (در صورت استفاده از کپسول گاز) (بند ۵/۳/۲/۷)
- موقعیت جوشکاری (بند ۵/۳/۲/۸)
- جهت جوشکاری (در صورت عمودی بودن جوش) (بند ۵/۳/۲/۹)
- زمان بین پاس‌های جوش (بند ۵/۳/۲/۱۰)
- نیاز یا عدم نیاز و نوع گیره قطعه (بند ۵/۳/۲/۱۱)
- سنگ‌زنی و تمیزکاری (بند ۵/۳/۲/۱۲)



- عملیات حرارتی قبل و بعد از جوشکاری (بند ۵/۳/۲/۱۳)
- ترکیب گاز محافظ و دبی آن (5.3.2.14)
- نوع پودر جوش (بند ۵/۳/۲/۱۵)
- مشخص کردن سرعت هر پاس جوشکاری (بند ۵/۳/۲/۱۶)
- روش خنک کردن بعد از جوشکاری (بند ۵/۳/۲/۱۷)
- فلز پایه
- اساسی بودن تغییر فلز پایه (بند ۵/۴/۲/۲)
- Specification, Type & Grade No.
- محدوده پوشش دهی
- طرح اتصال
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی
- اساسی بودن تغییر طرح اتصال (وی شکل یا یو شکل و...)
- اساسی بودن تغییر موقعیت جوشکاری (ثابت یا چرخان بودن قطعه)
- موقعیت‌های جوشکاری
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی
- اساسی بودن تغییر گروه‌بندی ضخامت لوله
- فیلر متال
- AWS Specification.
- محدوده پوشش دهی
- اساسی بودن تغییر دسته‌بندی فیلر متال (طبقه‌بندی الکترودها)
- مرور دسته‌بندی فولادها و طبقه‌بندی الکترودها
- انواع پسوند الکترودها

- مشخصات الکتریکی جوشکاری
- نوع جریان
- آمپر
- ولتاژ
- حرارت ورودی
- اساسی بودن تغییر خصوصیات الکتریکی جریان DC یا (AC)
- اساسی بودن تغییر زمان بین پاس ریشه و سایر پاس‌های بعدی
- اساسی بودن تغییر جهت جوشکاری
- اساسی بودن تغییر گاز محافظ و نرخ جاری شدن (دبی) آن
- اساسی بودن تغییر نوع پودر محافظ در جوشکاری پودری (قوس مخفی)
- اساسی بودن تغییر سرعت جوشکاری
- عملیات حرارتی پیش گرم Pre Heat
- نحوه انتخاب
- نحوه ثبت
- تأثیر سرعت جوشکاری بر حرارت ورودی جوش
- اساسی بودن تغییر حداقل دمای عملیات حرارتی پیش گرم کردن در جوشکاری
- اساسی بودن تغییرات در عملیات حرارتی پس از جوش
- عملیات حرارتی پس از جوشکاری PWHT
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی
- تست استحکام کششی
- نحوه آماده‌سازی نمونه جوش برای تست استحکام کششی
- روش انجام تست کشش (کشش قطعه تا شکست و گسیختگی آن)
- آنالیز و حداقل الزامات پذیرفته شدن نمونه در تست

- تکنیک جوشکاری
- تعریف گزارش صلاحیت دستورالعمل جوشکاری PQR
- انواع تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری
- Test Coupon
- Specimen
- الزامات پذیرش نمونه در تست شکاف دار
- Face & Root Bend Test
- نحوه آماده‌سازی نمونه تست خمش
- روش اجرای تست خمش
- الزامات پذیرش نمونه در تست خمش
- تست خمش جانبی جوش
- نحوه آماده‌سازی نمونه تست خمش جانبی
- روش اجرای تست خمش جانبی
- الزامات پذیرش نمونه در تست خمش جانبی
- ۵/۷ شماتیک محل اتصال جوش های نبشی (Fillet) برای تست
- تست چکشی جوش نبشی (مشابه تست ماکرو)
- نحوه آماده‌سازی نمونه تست جوش نبشی
- الزامات پذیرش نمونه جوش نبشی در تست
- آزمون تأیید صلاحیت جوشکار (تأیید صلاحیت عملکرد جوشکاری) WQT/WPQ
- متغیرهای ضروری آزمون تأیید صلاحیت جوشکار
- قوانین تست جوشکار در API1104
- قوانین کلی و عمومی تست و تأیید صلاحیت جوشکار (WQT)
- لزوم انجام تأیید صلاحیت جوشکار در حضور نماینده شرکت همان جوشکار
- امکان انجام تست در بخشی از لوله یا در یک دور کامل از لوله

- دو نوع تست جوشکار در API1104 (Single & Multiple Qualification)
- امکان انجام جوشکاری در حالت گردش لوله یا ثابت بودن لوله انجام
- الزام سه حالت افقی، عمودی و شیب ۴۵ درجه برای حالت ثابت لوله
- توجه به الزامات حد پذیرش بازرسی چشمی و تست مخرب یا غیر مخرب در تست مجدد جوشکار
- متغیرهای اساسی (Essential Variable) در تست جوشکار (Single)
- اساسی بودن تغییر فرایند جوشکاری
- اساسی بودن تغییر جهت جوشکاری (عمودی از بالا به پایین و برعکس)
- اساسی بودن تغییر کلاس بندی الکتروود (فیلر متال)
- اساسی بودن تغییر گروه بندی قطر بیرونی (اسمی) لوله
- اساسی بودن تغییر گروه بندی ضخامت لوله
- اساسی بودن تغییر موقعیتی که قبلاً جوشکار در تست آن قبول شده
- اساسی بودن تغییر طرح اتصال تغییر از V به (U)
- Multiple Qualification ۶,۳
- الزام به قبولی در دو تست با شرایط خاص
- شرایط تست اول (ثابت بودن موقعیت افقی تا ۴۵ درجه، پذیرش بازرسی چشمی و تست مخرب یا غیر مخرب و...)
- شرایط تست دوم (شاخه و اتصالات)
- دامنه کاربرد در صورت قبولی در یکی از دو تست
- متغیرهای اساسی (Essential Variable) در تست جوشکار (Multiple)
- اساسی بودن تغییر فرایند جوشکاری
- اساسی بودن تغییر جهت جوشکاری (عمودی از بالا به پایین و برعکس)
- اساسی بودن تغییر کلاس بندی الکتروود (فیلر متال)
- ادامه قوانین تست جوشکار در API1104

- آزمایش و تست‌هایی که باید روی تست کوپن انجام شود
- الزام آزمون‌های اولیه چشمی
- الزامات آزمون چشمی
- تمیز بودن ظاهر جوش، نداشتن ترک و داشتن نفوذ کامل
- حد پذیرش عمق و طول بریدگی کنار جوش
- حداقل بودن بیرون‌زدگی سیم فیلمتال از داخل لوله در جوشکاری‌های نیمه اتوماتیک (GMAW) و مکانیزه زیرپودری و (SAW)
- آزمون‌های مخرب (Destructive Testing)
- نمونه تست شیاری سربه‌سر
- تفاوت‌های تست نمونه لوله کامل یا قسمتی از لوله
- تیپ و تعداد نمونه قسمتی از لوله بر اساس قطر بیرونی لوله (جدول شماره ۳)
- الزامات تست استحکام کششی برای جوش سربه‌سر
- روش انجام تست‌های مخرب برای سنجش استحکام کششی در جوش سربه‌سر
- تشابه تست‌های مخرب استحکام کششی با تأیید صلاحیت جوشکار با PQR
- الزامات تست‌های خمش برای جوش سربه‌سر
- نمونه‌برداری تست جوش نبشی
- روش و الزامات تست جوش نبشی
- ادامه قوانین تست جوشکار در API1104
- تست‌های غیر مخرب NDT
- تست‌های غیر مخرب فقط برای جوش‌های سربه‌سر
- امکان جایگزینی تست‌های غیر مخرب به جای تست‌های مخرب
- الزامات بازرسی تست‌های غیر مخرب
- رجوع به فصل ۹ استاندارد API1104 جهت محدوده پذیرش تست غیر مخرب
- بررسی ناپیوستگی‌های جوش در تست رادیوگرافی (RT)

- تعریف نفوذ ناقص جوش (پر شدن ناکافی)
- تشابه و تفاوت تعریف نفوذ ناقص
- نفوذ ناقص عرضی (ICP)
- ناپیوستگی عدم ذوب (IF)
- عدم نفوذ ذوب به سطح جوش (IFD)
- تقعر ریشه (IC)
- ناپیوستگی حفره‌ای (BT) Burn Through
- ناپیوستگی گره جوش (ESI & ISI)
- حد پذیرش ناپیوستگی لوله‌های قطر بالا
- حد پذیرش ناپیوستگی لوله‌های قطر پایین
- ادامه قوانین تست جوشکار در API1104 و رادیوگرافی
- ناپیوستگی حفره گازی
- طبقه‌بندی انواع حفره گازی
- ناپیوستگی ترک
- رد شدن همه ترک‌ها در آزمون رادیوگرافی به جز ترک‌های عریض (تا ۴ میلی‌متر)
- ناپیوستگی شیار پر نشده کنار جوش (undercutting)
- دو نوع (EU & IU) undercutting
- جمع شدن ناپیوستگی‌ها
- ناپیوستگی‌های فلز پایه
- بررسی ناپیوستگی‌های جوش در تست اولتراسونیک
- نشانه‌های خطی ناپیوستگی‌ها در تست اولتراسونیک
- تشابه شکل ناپیوستگی‌ها (نشانه‌های خطی) در تست اولتراسونیک و رادیوگرافی
- نشانه‌های حجمی ناپیوستگی
- نشانه‌های مربوط (relevant indication) ناپیوستگی (ایجاد به دلیل نقص)



- انجام سایر تست‌های غیر مخرب در صورت مشخص نشدن نوع ناپیوستگی
- نشانه‌های خطی سطوح (LS)
- نشانه‌های خطی دفن شده (LB)
- نشانه‌های عمودی (T)
- نشانه‌های حجمی خوشه‌ای (VC)
- نشانه‌های حجمی ریشه‌ای (نفوذ کرده به داخل سطح) (VT)
- مجموع نشانه‌های ناپیوستگی در تست اولتراسونیک (مجموع نقص‌ها و ناپیوستگی‌ها بیشتر از ۵۰ میلی‌متر نباشد)
- اطلاع نقص در فلز پایه به شرکت جوشکار
- نحوه تست مجدد (Retesting) جوشکار
- نحوه ثبت نتایج (Record)

## فصل چهارم

- دستورالعمل جوشکاری بر مبنای AWS D1.1
- پرداخت به مباحث طراحی، ساخت و بازرسی سازه‌های فولادی
- نشریه ۲۲۸، مباحث ۱۰ و ۱۱ مقررات ملی مرجع اصلی ساخت سازه‌های فولادی در ایران
- لیست فصل‌های AWS (Clause)
- انواع پیوست‌های استاندارد
- NORMATIVE ANNEX پیوست شامل آیتم‌های اجباری
- INFORMATIVE ANNEX پیوست شامل آیتم‌های غیراجباری
- مرور مطالب کلی دستورالعمل جوشکاری
- فرم خام PQR برای فرآیندهای SMAW & GTAW طبق استاندارد AWS D1.1
- نام سازمانی که PQR و نمونه‌برداری و آزمایش جوش درون آن انجام شده
- ثبت شماره و تاریخ انجام PQR
- نمونه‌های پیشنهادی PQR در ANNEX J
- پارامترهای مختلف فرم PQR
- جدول پارامترهای فلز پایه
- کلاس‌بندی ضخامت لوله (SCHEDULE)
- جدول جزئیات اتصال (JOINT DETAILS)
- ظاهر جزئیات اتصال (Sketch Joint Details)
- عملیات حرارتی پس از جوشکاری
- روند انجام جوشکاری (Procedure)
- (Layer, Pass, Process, Position, filler metal, Diameter)
- گاز محافظ (Shielding Gas)
- جدول تکنیک‌های جوشکاری

- جدول مشخصات تست‌های مخرب و غیر مخرب که باید روی نمونه تست کوپن انجام شود
- جدول جزییات تست کشش (Tensile Test DETAILS)
- جدول جزییات تست چقرمگی (Toughness Test Details)
- نمونه پرشده PQR برای فرآیندهای FCAW & GMAW (طبق ANNEX J)
- نحوه تهیه دستورالعمل‌های جوشکاری از پیش تأیید شده
- نمونه پرشده WPS پیش تأیید Example WPS Prequalified
- اطلاعات و فهرست پیوست (شرایط لازم و الزامات جهت از پیش تأیید شدن دستورالعمل) ANNEX K
- فصل ۵ دستورالعمل جوشکاری پیش تأیید (تکرار مباحث جلسه ۱۶)
- فصل ۵ استاندارد AWS D1.1
- عدم نیاز به تست‌های مخرب و تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری در فصل ۵ بر خلاف فصل ۶
- معرفی بخش‌های مختلف فصل ۵ استاندارد (PART A, B, C, D, ...)
- مکتوب و مستند بودن دستورالعمل‌های از پیش تأیید شده
- انجام آزمون تأیید صلاحیت جوشکار طبق بخش C فصل ۶
- PART A WPS REQUIREMENT
- جدول ۵/۱ الزامات از پیش تأیید صلاحیت کردن دستورالعمل جوشکاری
- بررسی متغیرهای مختلف جوشکاری و پارامترهای مختلف آن‌ها (موقعیت، نوع جوش، فرآیند و...)
- بررسی متغیر حداکثر قطر الکتروود (اینچ یا میلی‌متر)
- عدم انجام جوش زیر پودری (SAW) در موقعیت‌های عمودی و سقفی
- الزام به ارسال نمونه به آزمایشگاه برای تعیین حداکثر قطر الکتروود در حالت افقی جوش شیاری زیر پودری

- بررسی متغیر حداکثر جریان جوشکاری (آمپر)
- تنظیم جریان جوشکاری طبق توصیه سازنده فیلمر متال در فرآیندهای SMAW, GMAW/FCAW
- بررسی متغیر حداکثر ضخامت پاس ریشه (MAX ROOT PASS THICKNESS)
- بررسی متغیر حداکثر پاس پر کردنی (MAX FILL PASS THICKNESS)
- بررسی متغیر حداکثر اندازه جوش نبشی تک پاسه
- بررسی متغیر حداکثر پهناي لایه جوش تک پاسه
- بررسی یادداشتهای جدول
- الزامات عمومی دستورالعمل جوشکاری ادامه (PART A)
- معرفی شرکت‌های تهیه‌کننده دستورالعمل‌های از پیش تأییدشده (تولیدکننده، سازنده و طرف قرارداد ساخت (پیمانکار))
- جدول ۵/۲ متغیرهای ضروری برای دستورالعمل جوشکاری از پیش تأییدشده
- مشخص کردن تolerانس مجاز متغیرها
- الزام به تهیه دستورالعمل جوشکاری جدا در صورت تغییر هرکدام از متغیرهای تک متغیره یا بازه‌ای
- شرایط ترکیب دستورالعمل‌های از پیش تأییدشده و تأیید صلاحیت شده
- فلز پایه (PART B - WPS REQUIREMENT)
- استفاده از فلزات پایه لیست شده جدول ۵/۳ جهت دستورالعمل‌های از پیش تأییدشده
- جدول ۵/۳ فلزات پایه تأییدشده برای دستورالعمل‌های از پیش تأییدشده
- اهمیت تأییدیه مهندس (مجموعه مهندسين) و ترکیب شیمیایی برای استفاده از فلزات پایه خارج از لیست در تجهیزات کمکی
- انتخاب فیلمر متال هماهنگ با استحکام فلز پایه از روی جدول ۵/۴
- PART C - WELD JOINTS

- جزییات مربوط به جوش شیاری نفوذ کامل (جهت دستورالعمل جوشکاری پیش تأییدشده)
- طرح اتصال
- امکان استفاده از طرح اتصال پیش تأییدشده جوش SMAW در فرآیندهای GMAW و FCAW
- جزییات جوش شیاری نفوذ کامل برای دستورالعمل‌های از پیش تأییدشده (AWS D1.1)
- شماتیک جزییات جوش های مختلف
- علائم و اختصارات شکل‌ها (شماتیک جزییات جوش)
- علائم انواع اتصالات
- علائم انواع فرآیندهای جوشکاری
- نماد و علائم ضخامت فلز پایه و نفوذ جوش (Symbols for Base Metal Thickness and Penetration)
- علائم موقعیت‌های جوشکاری
- امکان استفاده از طرح اتصال پیش تأییدشده جوش SMAW در فرآیندهای GMAW و FCAW
- بازه تغییر ۴۵ درجه‌ای (بین ۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه) در اتصال butt joint
- بازه تغییر ۹۰ درجه‌ای (بین ۴۵ تا ۱۳۵ درجه) در اتصال corner joint
- تشریح شکل ۵/۱ و نحوه نقشه‌خوانی انواع جوش‌ها
- PART C - WELD JOINTS (5.4 WELD JOINTS)
- جزییات جوش شیاری نفوذ کامل برای دستورالعمل‌های از پیش تأییدشده (AWS D1.1)
- تفاوت جوشکاری مکانیزه و اتوماتیک
- نقش اپراتور جوشکاری در فرآیندهای جوشکاری اتوماتیک و مکانیزه

- جزییات جوش شیاری نفوذ نسبی (جزئی) برای دستورالعمل‌های پیش تأییدشده (PJP Groove Weld)
- نقشه‌خوانی، تolerانس و نکات شکل ۵/۲
- استثنائات جوش های PJP
- عدم وجود محدودیت در حداکثر ضخامت فلز پایه در PJP
- حداقل سایز جوش شیاری PJP طبق جدول ۵/۵
- امکان استفاده از طرح اتصال پیش تأییدشده جوش SMAW در فرآیندهای GMAW و FCAW
- جزییات مربوط به جوش گوشه‌ای (FILLET) برای دستورالعمل جوشکاری پیش تأییدشده
- جدول ۷/۷ حداقل اندازه جوش نبشی
- شماتیک و جزییات جوش اتصال T مورب (Prequalified Skewed T-JOINT)
- محدودیات زاویه‌ای دوطرفه در اتصال T مورب
- شکل ۵/۳ جوش پیش تأییدشده نبشی (حالات مختلف)
- الزامات جوش های PLUG و SLOT برای دستورالعمل جوشکاری پیش تأییدشده
- PART D - WELDING PROCESSES (5.5 WELDING PROCESSES)
- شرایط پیش تأیید شدن دستورالعمل‌های فرآیندهای SMAW, GMAW, FCAW
- اهمیت استفاده از دستگاه‌های جوش ولتاژ ثابت (CV) برای فرآیندهای GMAW و FCAW
- PART E- FILLER METRAL AND SHIELDING GASES 5.6 (Filler Metal and Shielding Gases)
- استفاده از فیلرمتال‌های لیست شده در جدول ۵/۴ برای دستورالعمل پیش تأییدشده
- ارتباط استحکامی بین فیلر متال‌ها و فلزات پایه (جدول ۵/۳ و ۵/۴)

- استثناءهای فیلر متالها و گازهای محافظ
- سوراخکاری و پرشدن از مذاب در جوش های PLUG
- دامنه و کاربرد فصل ۶
- الزامات عمومی (PART A)
- کاربرد AWS B2.1 برای تأیید دستورالعمل جوشکاری طبق نظر مجموعه مهندسين
- مسئولیت اشخاص حقیقی و حقوقی در تأیید صلاحیت
- الزامات تست ضربه
- مسئولیت پذیرش دستورالعمل جوشکاری تأییدشده طبق سایر استانداردها با سیستم مهندسی
- شرایط قبولی جوشکار (WELDERS)
- اهمیت انجام پیوسته کار جوشکاری و عدم دوری چندماهه از کار
- (۶/۳/۱) QUALIFICATION TO EARLIER EDITIONS نحوه مواجهه با تأیید صلاحیت‌های مطابق با ویرایش‌های قبلی استاندارد
- موقعیت‌های جوشکاری
- تشابه موقعیت‌های جوشکاری در استانداردهای ASME و AWS D1.1
- PART B WPS QUALIFICATION
- نیاز به رجوع به جداول برای تأیید موقعیت‌های جوشکاری
- انواع و تعداد تست‌های تأیید صلاحیت
- نحوه رجوع برای انجام انواع تست مخرب و غیر مخرب
- انواع جوش ها طبق دستورالعمل جوشکاری
- نحوه آماده‌سازی دستورالعمل جوشکاری
- متغیرهای ضروری
- فرآیندهای جوشکاری

- جدول ۶/۵ محدوده پذیرش جوش های الکتروود دستی (SMAW)، زیر پودری (SAW)، جوشکاری قوسی با گاز محافظ (GMAW)، تنگستن (GTAW) و تو پودری (FCAW)
- معرفی جداول متغیرهای ضروری فرآیندهای جوشکاری ESW & EGW
- فلز پایه
- BASE METAL QUALIFICATION جداول مربوط به تائید صلاحیت فلز پایه (معرفی جداول انتخاب و هماهنگی مواد فلز پایه جهت استحکام بیشتر)
- عملیات حرارتی پیش گرم Pre Heat
- نحوه انتخاب
- نحوه ثبت
- عملیات حرارتی پس از جوشکاری PWHT
- نحوه ثبت
- محدوده پوشش دهی
- PREHEAT AND INTERPASS TEMPERATURE جداول مربوط به حداقل (جداول پیشنهادی دمای پیش گرم و بین پاسی) دمای عملیات پیش گرم
- میزان حرارت ورودی (HEAT INPUT)
- حالات مختلف نحوه محاسبه حرارت در صورت نیاز به تست ضربه
- روش های محاسبه حرارت ورودی به جوش
- روش های تست و محدوده پذیرش دستورالعمل جوشکاری
- معرفی شکل های مرجع آماده سازی نمونه
- بازرسی چشمی جوش ها
- نکات بازرسی چشمی جوش های شیار
- نکات بازرسی چشمی جوش های نبشی
- آزمون های غیر مخرب جوش (NDT)
- نحوه نمونه برداری جهت تست اولتراسونیک یا رادیوگرافی



- تست‌های مکانیکی
- معرفی شکل‌های مرجع نمونه‌برداری برای تست‌های خمش (ریشه‌ای، جانبی و...)
- معرفی شکل‌های مرجع نمونه‌برداری طولی برای تست خمش
- مواقع نیاز به تست خمش طولی
- محدوده پذیرش تست‌های خمش
- نمونه‌های مربوط به تست کشش (اهمیت قطر کاهش‌یافته)
- محدوده پذیرش تست کشش قطر کاهش‌یافته
- کمتر نبودن استحکام کششی جوش از استحکام کششی فلز پایه
- ALL -WELD- METAL TENSION SPECIMEN
- اهمیت پرداخت‌کاری مناسب نمونه در تست مارکرو اچ (MACROETCH TEST)
- محدوده پذیرش نمونه در تست مارکرو اچ
- الزام قبولی دو نمونه در صورت مردودی یک نمونه در تست‌ها
- جداول مختلف بررسی محدوده پذیرش دستورالعمل جوشکاری و متغیرهای ضروری آن
- جدول ۶/۱ نحوه آماده‌سازی نمونه تست کوپن و موقعیت‌های جوش مختلف آن برای لوله، صفحه و قوطی (Box Tube)
- جدول ۶/۲ تعداد و نوع تست نمونه‌های جوش شیاری نفوذ کامل و محدوده پذیرش ضخامت آن
- جدول ۶/۳ تعداد و نوع تست نمونه‌های جوش شیاری نفوذ نسبی و محدوده پذیرش ضخامت آن
- جدول ۶/۴ تعداد و نوع تست نمونه‌های جوش نبشی و محدوده ضخامت آن
- آزمون تأیید صلاحیت جوشکار (تأیید صلاحیت عملکرد جوشکاری) WQT/WPQ
- متغیرهای ضروری آزمون تأیید صلاحیت جوشکار
- تست تأیید صلاحیت جوشکار

- جدول موقعیت‌های مختلف تست تأیید صلاحیت جوشکار
- جدول ۶/۱۲ متغیرهای ضروری تست جوشکار