

کزین برتر اندیشه برنگذرد
خداوند روزی ده رهنمای

به نام خداوند جان و خرد
خداوند نام و خداوند جای

تقدیم به همسر م

ظروف تحت فشار

آشنایی و راهنمای بازرسی دوران ساخت

• بررسی الزامات ASME Sec VIII Div 1 • حل ۴۰ مساله مرتبط

• مناسب برای طراحان، بازرسان فنی، ناظران، پیمانکاران و مهندسان ...

مؤلف: مهندس بهنام صادقیان

سرشناسه	: صادقیان، بهنام، ۱۳۶۵-
عنوان و نام پدیدآور	: ظروف تحت فشار: آشنایی و راهنمای بازرسی دوران ساخت... /مؤلف
	بهنام صادقیان.
مشخصات نشر	: تهران: نشر طراح، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۴۷۶ص.
فروست	: تجهیزات و پاپینگ تحت فشار: ۱.
شابک	: 978-600-866637-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۴۵۵ - ۴۵۹.
موضوع	: مخزن‌های تحت فشار
موضوع	: Pressure vessels
رده‌بندی کنگره	: TS۲۸۳
رده‌بندی دیویی	: ۶۸۱/۷۶۰۴۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۶۲۱۳۶۸۸

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۸۶۶۶-۳۷-۰
ISBN 978-600-8666-37-0



نشر طراح

- نام کتاب : **ظروف تحت فشار، آشنایی و راهنمای بازرسی دوران ساخت**
- مؤلف : **بهنام صادقیان**
- ناشر : **نشر طراح**
- صفحه‌آرا : **فاطمه نیکبختیان**
- تیراژ : **۳۰ جلد**
- نوبت چاپ : **اول، تابستان ۱۳۹۹**

کلیه حقوق برای نشر طراح محفوظ است.

آدرس انتشارات: خ انقلاب - مقابل دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - ط دوم واحد ۵۰۶

آدرس پخش: خ انقلاب - مقابل دانشگاه تهران - ساختمان فروزنده - ط منفی یک واحد ۲۰۸

(تلفن: ۷۹۹۹ ۶۶۶۶ و ۶۶۹۵۱۸۳۲ و ۶۶۹۵۱۸۳۱-۰۲۱ - فکس: ۳۶۲۶ ۶۶۹۵-۰۲۱ و ۳ ۱۱۲ ۱۱۲ ۰۹۱۲)

مقدمه مولف

بیش از یک سده پیش، مردمان آن سوی کره زمین تصمیم گرفته‌اند تا با نگارش قوانین و الزاماتی از حوادثی که زیان‌های مالی، جانی و زیست محیطی به همراه دارند، در صنایع گوناگون جلوگیری کنند و در این راه موفقیت‌های شگرفی به دست آورده‌اند. به مدد الزامات این اسناد، هر چه قدر سامانه‌ی پیشرفته‌تر و تجهیزات پیچیده‌تری ساختند، حوادث بسیار کمتری را تجربه کردند. به چنین اسناد نجات بخشی، کدها و استانداردها گویند. در ایران نفتخیز نیز، مدت مدیدی است که از تمهیدات آن نشریات بهره جسته تا بدان جا که بیشتر قوانین و الزاماتی که در صنعت نفت، مورد استناد واقع می‌شوند، توسط مراجعی همانند ASME, AWS, ANS, API, ASTM منتشر شده‌اند.

یکی از مهم‌ترین کدهای صنعتی در این میان، ASME Sec VIII یا به عبارتی بخش هشتم است که در نگاه اول با حجم زیاد خود و گستره‌ی وسیعی که در بر گرفته، برای استفاده دشوار به نظر می‌آید. این کد، یک بسترسازی برای ساخت ظروف تحت فشاری، همانند درام‌ها و مبدل‌های حرارتی است تا به صورت ایمنی ساخته و به صورت ایمنی بهره‌برداری شوند. از این رو افرادی همانند طراحان ظروف تحت فشار، پیمانکاران ساخت مبدل‌های حرارتی، بازرسان بهره‌برداری پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها، ناظران و کارکنان دستگاه‌های کنترل کیفی، بازرسان کالا، کارآموزان در صنعت نفت و ... با این کد سر و کار خواهند داشت.

از سویی غامض بودن و پیچیدگی‌های خاص این کد که در طی بیش از یک قرن به یاری خرد جمعی هزاران مهندس و کارشناس مکانیک و مواد و متالورژی و بازرسی و جوش و ایمنی از سراسر جهان نگاشته شده، سبب گردیده تا کتاب‌های متعدد راهنما و هندبوک به زبان انگلیسی برای درک بهتر نگاشته شود. با وجود دوره‌های گرانبهایی که توسط اساتید مجرب برای آموزش این کد برگزار می‌شود، کمبود آثاری مکتوب برای آشنایی و راهنمایی بازرسی دوران ساخت ظروف تحت فشار بر مبنای الزامات کد به زبان فارسی به چشم می‌خورد.

این اثر کوشیده است تا به شرح الزامات ASME Sec VIII-Div1 پرداخته، فلسفه‌ی علمی، جنبه‌های مکانیکی و متالورژی بخش‌های مهم‌تر را تبیین کرده، تا حد ممکن تجارب کارگاهی و مسایل پیرامونی را بیان نماید. هر جا به نظر لازم بوده نیز، اطلاعاتی عمومی‌تر و مرتبط ارائه شده است. حدود چهل مساله فنی برای تفهیم بهتر مطالب حل شده است. تشریح کامل دریای بیکران کد معروف به کد مادری، فراتر از آن است که در یک کتاب جای گیرد، اما "آب دریا را اگر نتوان کشید، هم به قدر جرعه‌ای باید چشید." گرچه تلاش بر این بوده است که کمترین خطایی در نگارش این کتاب پدید آید، اما هیچ نوشته بشری بی‌عیب نیست. از همه اساتید و صاحب‌نظران که هرگونه نقضی دیده‌اند یا نقدی بر این اثر دارند، درخواست می‌شود تا با بیان دیدگاه خود، نگارنده را در بهبود کیفی این اثر و آثار بعدی یاری رسانند.

بهنام صادقیان

behnamsadeqian@gmail.com

تیرماه ۱۳۹۹-تهران

پیش درآمد (۱-۵۶)

۱	پیش درآمد الف) تحت فشار
۱	الف-۱ ظرف تحت فشار چیست؟
۲	الف-۱-۱ کد ظروف تحت فشار
۳	الف-۱-۲ تفاوت تطابق با کد با مفاد کد
۳	الف-۱-۳ نقشه‌های آزمون‌ها و بازرسی
۴	الف-۱-۴ فرآیندها و شیوه‌های ساخت
۵	الف-۲ انواع ظروف تحت فشار و اجزای آن
۶	الف-۲-۱ کدهای رایج ساخت ظروف تحت فشار
۷	الف-۳ انجمن مهندسان مکانیک آمریکا
۱۲	الف-۳-۱ تاریخچه مختصر کد
۱۲	الف-۳-۲ راز عکس روی جلد ASME Sec VIII
۱۳	پیش درآمد ب) مواد و ورق
۱۳	ب-۱ سامانه‌های نامگذاری
۱۳	ب-۱-۱ به روش ASTM
۱۴	ب-۱-۲ به روش AISI /SAE
۱۵	ب-۱-۳ به روش AISI XXX
۱۶	ب-۱-۴ به روش شماره‌گذاری یکپارچه UNS
۱۷	ب-۱-۵ به روش DIN
۱۷	ب-۲ نامگذاری و دسته‌بندی مواد در کد ASME
۱۹	ب-۲-۱ سفارش مواد
۲۳	ب-۲-۲ مواد سازهای ASTM A 6/ASME SA 6
۲۴	ب-۲-۳ دسته‌بندی مواد P No, F no, A no, G no
۲۵	ب-۳ ورق ظروف تحت فشار
۲۵	ب-۳-۱ براساس ASTM A20/ASME SA20
۲۷	ب-۳-۲ سایر بندهای ASME SA20
۳۰	ب-۳-۳ روند تولید ورق
۳۲	ب-۳-۴ الزامات مواد/ ورق فولادی ظروف تحت فشار
۳۳	ب-۳-۵ بازرسی ورق و مسائل کیفی
۳۷	ب-۳-۶ تختی سطح ورق
۴۱	ب-۳-۷ مواد رایج در ساخت ظروف تحت فشار
۴۴	پیش درآمد ج) شکست
۴۵	ج-۱ بخش هشتم، قسمت اول/ قسمت دوم

فهرست VI

- ج-۲ نظریه‌های شکست ۴۹
ج-۲-۱ نظریه‌ی تنش بیشینه ۵۲
ج-۲-۲ نظریه تنش "برشی" بیشینه ۵۳
ج-۲-۳ نظریه‌ی فون میسنز ۵۵

فصل ۱ کلیات کد بخش هشتم، قسمت اول (۷۴-۵۷)

- ۱-۱ زبان کد ۵۷
۲-۱ محدوده کاری و نظارت کیفی ۶۱
۱-۲-۱ محدوده هندسه‌ی کد ۶۲
۳-۲-۱ مساله‌ی تیرانس و ابعاد اسمی ۶۲
۲-۲-۱ وظایف سازنده، بازرس و کنترل کیفی ۶۳
۳-۲-۱ جزییات بندهای UG90-94 ۶۶
۴-۲-۱ الزامات کد در بازرسی کالا ۶۹
۵-۲-۱ چکیده وظایف بازرس و سازنده ۷۱
۳-۱ مسئولیت‌های کاربر (خریدار یا کرفرما) ۷۲
۱-۳-۱ حد مجاز خوردگی ۷۳
۲-۳-۱ سیال مرگبار ۷۳
۳-۳-۱ عملیات حرارتی پس از جوشکاری ۷۴
۴-۳-۱ شرایط دیگر ۷۴

فصل ۲ بازرسی چشمه‌ی و روش‌های اتصال (۹۷-۷۵)

- ۱-۲ قضاوت مهندسی ۷۵
۱-۱-۲ بخش بیرونی ظرف ۷۶
۲-۱-۲ بخش درونی ظرف ۷۷
۲-۲ اعوجاج و ناهمطرازی ۷۸
۱-۲-۲ ریشه ناهمطرازی ۷۸
۳-۲ مثال‌ها و الزامات کد ASME ۷۹
۱-۳-۲ انواع عدسی ۸۰
۲-۳-۲ حد میل تیرانس ورق‌ها و لوله‌ها ۸۱
۳-۳-۲ تیرانس عدسی شکل گرفته ۸۳
۴-۳-۲ خارج از گردی شدن پوسته ۸۴
۴-۲ نازل و اتصالات ۸۵
۱-۴-۲ شیوه‌های اتصال لوله و گردن نازل به دیواره‌ی ظرف ۸۸
۲-۴-۲ اتصالات میل پیچی (Studded Connection) ۸۸

فهرست VII

۹۱	۴-۳-۲ میزان لازم درگیری رزوه‌ای
۹۱	۴-۴-۲ اتصالات انبساطی
۹۵	۵-۲ حد تحمل‌های نازل
۹۶	۱-۵-۲ سایه تصویر اتصالات و نازل‌ها
۹۷	۲-۵-۲ بازرسی تراز بودن اتصالات و نازل‌ها

فصل ۳ تعیین بازدهی اتصال جوش (۹۹-۱۱۱)

۹۹	۱-۳ مورد عجیب RT1,RT2,RT3, RT4
۱۰۰	۲-۳ گروه‌بندی محل جوش
۱۰۱	۳-۳ رابطه بین میزان پرتونگاری و بازدهی اتصال
۱۰۳	۴-۳ انواع جوش

فصل ۴ روند طراحی (۱۱۳-۱۴۵)

۱۱۴	۱-۴ کمیته ضخامت قطعات تحت
۱۱۵	۱-۱-۴ فشار طراحی
۱۱۵	۲-۱-۴ اصل سوم نیوتن و معادله‌ی بارلو
۱۲۰	۳-۱-۴ بیشینه تنش مجاز
۱۲۱	۴-۱-۴ خلاصه‌ی روابط ضخامت
۱۲۲	۲-۴ مفاهیم فشار
۱۳۴	۳-۴ نواحی موضعی نازک
۱۳۴	۴-۴ تعیین نرخ فشار فلنج‌ها دما بر اساس ASME B16.5
۱۳۵	۵-۴ محاسبات ضخامت برپایه‌ی فشار بیرونی
۱۴۳	۶-۴ الزامات صفحه تقویتی (Reinforce pad)

فصل ۵ تردی (۱۴۷-۱۸۹)

۱۴۷	۱-۵ مفهوم شکست ترد
۱۵۶	۲-۵ MDMT
۱۵۶	۱-۲-۵ دمای بحرانی در معرض CET
۱۵۷	۲-۲-۵ دمای مجاز کمینه MAT یا همان MDMT از منظر بهره‌برداری
۱۵۹	۳-۲-۵ دما، طراحی و MDMT
۱۶۱	۳-۵ آزمون شارپی با شیار V
۱۶۴	۱-۳-۵ دمای معیار آزمون
۱۶۵	۲-۳-۵ تکرار آزمون
۱۶۶	۳-۳-۵ آزمون ضربه از متریاال

فهرست VIII

۱۶۶	الزامات رویه‌ی آزمون ضربه	۴-۳-۵
۱۶۷	ملاحظات شکست ترد- آزمون ضربه	۵-۳-۵
۱۷۲	آزمون ضربه از جوش‌ها	۶-۳-۵
۱۷۲	موقعیت، جهت‌گیری، دما و مقادیر آزمون ضربه‌ی جوش	۷-۳-۵
۱۷۴	تأیید کیفی رویه‌ی جوشکاری (PQR)	۸-۳-۵
۱۷۵	جوش تولیدی (ظرف)	۹-۳-۵
۱۷۶	مردودی آزمون	۱۰-۳-۵
۱۷۶	یافتن ضخامت حاکم	۴-۵
۱۸۲	مثال‌های آزمون ضربه	۵-۵

(۱۹۱-۲۲۰) جوش	فصل ۶
---------------------	-------

۱۹۱	الزامات جوش از لحاظ سرویس	۱-۶
۱۹۱	سیال مرگبار	۱-۱-۶
۱۹۳	سیال دمای سرد	۲-۱-۶
۱۹۳	جوشاننده‌های بخار غیرآتشین	۳-۱-۶
۱۹۴	شعله مستقیم	۴-۱-۶
۱۹۴	مسائل عمومی جوش	۲-۶
۱۹۵	طراحی اتصالات جوش خورده	۱-۲-۶
۱۹۶	گذار نازک شدن	۲-۲-۶
۱۹۷	فاصله‌ی بین جوش‌های طولی	۳-۲-۶
۱۹۸	اتصالات رویه‌ی Lap joint یا	۴-۲-۶
۱۹۸	جوش‌های نبشی	۵-۲-۶
۱۹۹	جزئیات اتصالات	۳-۶
۱۹۹	رسم UW13-1 (بندهای b, c, d)	۱-۳-۶
۲۰۳	رسم UW13-2 (بند e)	۲-۳-۶
۲۰۵	رسم UW13-2 (بند f)	۳-۳-۶
۲۰۷	رسم UW13-3 (بند g)	۴-۳-۶
۲۰۸	اتصال نازل به ظرف	۴-۶
۲۰۸	گردن نازل و لوله با دیواره‌ی نازکتر	۱-۴-۶
۲۰۹	دهانه‌های نازل‌ها و خط جوش	۲-۴-۶
۲۰۹	الزامات جوش در اتصال به نازل	۳-۴-۶
۲۱۰	بند c - گردن نازل و نفوذ کامل	۴-۴-۶
۲۱۲	بند d - گردن نازل و نفوذ جزئی	۵-۴-۶
۲۱۲	بند e - اتصال یک طرفه	۶-۴-۶

فهرست IX

۲۱۳	بند ۷-۴-۶-f- اتصالات استاندارد
۲۱۸	۸-۴-۶ حداقل ضخامت اتصالات و نازلها
۲۲۰	۵-۶ الزامات طراحی جوش نبشی

فصل ۷ کیفیت در جوشکاری (۲۲۱-۲۴۵)

۲۲۱	۱-۷ مواد جوشکاری
۲۲۲	۱-۱-۷ برش / جفت‌سازی و ترازکردن
۲۲۳	۲-۱-۷ الزامات تمیزی سطح
۲۲۳	۳-۱-۷ جوشکاری سوراخ چرخشی
۲۲۴	۴-۱-۷ الزامات جوش نبشی
۲۲۴	۲-۷ بازرسی جوش از اتصالات نازل
۲۲۵	۱-۲-۷ تبدیل ابعاد گلوبی جوش نبشی به ابعاد ساق
۲۲۶	۳-۷ اندازه‌های جوش
۲۲۶	۱-۳-۷ انواع فلنج‌های جوش خورده Socket و Slip on
۲۲۷	۲-۳-۷ اندازه‌گیری اندازه‌های جوش‌های نبشی
۲۲۹	۳-۳-۷ کمینه دمای مجاز برای جوشکاری
۲۲۹	۴-۳-۷ حد تحمل ناهمخوانی جوش
۲۳۰	۵-۳-۷ پرداخت نهایی در اتصالات محیطی و طولی
۲۳۰	۶-۳-۷ میزان بریدگی لبه جوش مجاز
۲۳۰	۷-۳-۷ گرده‌ی جوش مجاز بیشینه
۲۳۲	۴-۷ مسائل متفرقه جوش
۲۳۳	۱-۴-۷ تعمیرات عیوب جوش
۲۳۳	۲-۴-۷ ساچمه‌زنی
۲۳۳	۳-۴-۷ الزامات عملیات ترمیم
۲۳۴	۴-۴-۷ الزامات جوش متریال تیریدی ULT
۲۳۴	۵-۷ جوش‌پذیری (ASME SEC IX)
۲۳۵	۱-۵-۷ تعریف جوش‌پذیری
۲۳۵	۲-۵-۷ ملاحظات کربن معادل
۲۳۶	۳-۵-۷ ترکیبات شیمیایی
۲۳۷	۴-۵-۷ خصوصیات مکانیکی
۲۳۸	۵-۵-۷ خصوصیات متالورژی
۲۳۹	۶-۵-۷ صحت درونی (Internal soundness)
۲۳۹	۷-۵-۷ کمال
۲۴۰	۶-۷ تأیید کیفی شیوه‌ی جوش و جوشکار
۲۴۱	۱-۶-۷ آماده‌سازی WPS

فهرست X

۲۴۲	۲-۶-۷	محتوای گزارش تأیید کیفی رویه
۲۴۳	۳-۶-۷	رویه‌های از پیش تأیید شده / رویه‌ی استاندارد
۲۴۳	۴-۶-۷	متغیرها
۲۴۵	۵-۶-۷	توضیحاتی درباره P number

فصل ۸ سایر مسائل چقرمگی (۲۶۸-۲۴۷)

۲۴۷	۱-۸	شارپی
۲۴۷	۲-۸	انبساط جانبی
۲۵۰	۳-۸	جابه‌جایی دهانه‌ی نوک ترک
۲۵۱	۴-۸	سقوط وزنه
۲۵۲	۵-۸	فریت
۲۵۵	۶-۸	فولاد زنگ‌نزن
۲۶۱	۱-۶-۸	معافیت آزمون ضربه فولاد زنگ‌نزن
۲۶۶	۷-۸	معافیت ضربه فولاد عملیات حرارتی
۲۶۷	۱-۷-۸	بند UHT6- الزامات آزمون ضربه

فصل ۹ فولادهای کربنی و آلیاژی (۲۷۴-۲۶۹)

۲۷۰	۱-۹	ورق‌های فولادی
۲۷۰	۲-۹	واشرها و مهره‌ها
۲۷۲	۳-۹	میله‌ها و اشکال سازه‌ای
۲۷۲	۴-۹	ملاحظات طراحی
۲۷۳	۱-۴-۹	استفاده از لوله یا تیوب (فولاد کربنی) به جای پوسته

فصل ۱۰ عملیات حرارتی پس از جوشکاری / تنش‌زدایی (۳۳۴-۲۷۵)

۲۷۵	۱-۱۰	هیدروژن
۲۷۶	۱-۱-۱۰	روش‌های کاهش هیدروژن
۲۷۶	۲-۱-۱۰	ترک‌خوردگی هیدروژنی
۲۷۷	۳-۱-۱۰	ظاهر ترک خوردگی هیدروژنی
۲۷۸	۴-۱-۱۰	راه‌های اصلاح مشکلات ناشی از هیدروژن
۲۷۹	۵-۱-۱۰	راهنمایی اختیاری کد درباره‌ی پیشگرمی
۲۸۱	۶-۱-۱۰	پسگرمی
۲۸۲	۲-۱۰	تنش پسماند
۲۸۴	۱-۲-۱۰	تنش پسماند در جوشکاری

فهرست XI

۲۸۶	تنش‌زدایی ۲-۲-۱۰
۲۸۶	۳-۱۰ ملاحظات عملیات حرارتی پس از جوشکاری
۲۸۷	۱-۳-۱۰ عملیات پس از جوشکاری میدانی (موضعی)
۲۸۸	۴-۱۰ الزامات کد برای PWHT
۲۸۸	۱-۴-۱۰ رویه‌های منطبق با کد
۲۹۱	۲-۴-۱۰ دمای عملیات حرارتی
۲۹۲	۳-۴-۱۰ ضخامت حاکم
۲۹۴	۵-۱۰ بند UCS56
۲۹۵	۱-۵-۱۰ جوش تعمیری
۲۹۷	۶-۱۰ الزامات و معافیت‌های PWHT براساس UCS56
۲۹۷	۱-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.1
۳۰۰	۲-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.3
۳۰۲	۳-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.4
۳۰۳	۴-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.5 (A,B,C)
۳۰۵	۵-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.9 A
۳۰۶	۶-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.9 B
۳۰۷	۷-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.10A
۳۰۸	۸-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.10B
۳۰۹	۹-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.10C
۳۱۰	۱۰-۶-۱۰ الزامات عملیات حرارتی پس از جوشکاری P No.15E
۳۱۰	۱۱-۶-۱۰ کاهش دما افزایش زمان UCS56.1
۳۱۴	۱۲-۶-۱۰ سرویس دمای سرد در فولاد کربنی
۳۱۵	۷-۱۰ سایر مواد
۳۱۵	۱-۷-۱۰ بند UCL 34
۳۱۵	۲-۷-۱۰ بند UHA32
۳۱۶	۳-۷-۱۰ مورد عجیب P no.8
۳۱۸	۴-۷-۱۰ بند UHT56
۳۱۹	۸-۱۰ کرنش سرد
۳۲۰	۱-۸-۱۰ الزامات کد برای کرنش سرد
۳۲۱	۲-۸-۱۰ فولادهای کربنی و آلیاژی
۳۲۳	۳-۸-۱۰ کرنش سرد برای فولادهای HT
۳۲۴	۴-۸-۱۰ فولادهای زنگ‌نزن
۳۲۵	۵-۸-۱۰ بازپخت محلولی
۳۲۷	۹-۱۰ جوش مهره پخت
۳۲۹	۱-۹-۱۰ تکنیک هاف بید

فهرست XII

۳۳۰

۲-۹-۱۰ شیوه‌ی رسوب کنترل شده (CWD)

فصل ۱۱ آزمون‌های نایرانگر (۳۳۵-۳۴۵)

۳۳۵	۱-۱۱ پرتونگاری و آزمون نیوماتیک
۳۳۵	۲-۱۱ شیوه‌ی انجام پرتونگاری
۳۳۶	۳-۱۱ حد پذیرش عیوب (برای پرتونگاری کامل)
۳۳۷	۴-۱۱ الزامات پرتونگاری کامل
۳۴۰	۵-۱۱ پرتونگاری لکه‌ای
۳۴۱	۱-۵-۱۱ انجام پرتونگاری لکه‌ای
۳۴۲	۲-۵-۱۱ حد پذیرش عیوب (برای پرتونگاری لکه)
۳۴۳	۳-۵-۱۱ بی پرتونگاری
۳۴۴	۶-۱۱ متفرقه‌ی پرتونگاری
۳۴۴	۱-۶-۱۱ سایر آزمون‌ها و فرآیندها
۳۴۵	۲-۶-۱۱ حککاری
۳۴۵	۳-۶-۱۱ فراصوت

فصل ۱۲ آزمون فشار (۳۴۷-۳۶۱)

۳۴۷	۱-۱۲ بند UG99- آزمون هیدرواستاتیک استاندارد
۳۵۱	۲-۱۲ بند UG100- آزمون پنوماتیک
۳۵۳	۳-۱۲ آزمون اثباتی، تعیین بیشینه فشار مجازکاری
۳۵۴	۴-۱۲ شرح و تفسیر آزمون‌های فشار
۳۵۴	۱-۴-۱۲ فشار آزمون
۳۵۵	۲-۴-۱۲ دما و سیال آزمون
۳۵۶	۳-۴-۱۲ هد ایستایی
۳۵۷	۴-۴-۱۲ توصیه‌هایی برای آزمون
۳۵۸	۵-۴-۱۲ معیار پذیرش آزمون
۳۵۹	۶-۴-۱۲ سنجه‌های آزمون (گیج‌ها)
۳۵۹	۷-۴-۱۲ آزمون فشارلوله‌کشی
۳۶۰	۸-۴-۱۲ آزمون همزمان ظرف و لوله‌کشی
۳۶۱	۵-۱۲ خطرات آزمون فشار

فصل ۱۳ ضمیمه آزمون فشار (۳۶۳-۳۹۱)

۳۸۱

پیوست اجباری ۱-501 آزمون نشتی / فشار

فهرست XIII

- ۳۸۲ پیوست اجباری دوم، II-501 محاسبات انرژی انباشتی برای آزمون فشار نیوماتیک
۳۸۳ پیوست اجباری سوم، III-501 محاسبه‌ی فاصله ایمن برای آزمون فشاری نیوماتیکی
۳۸۶ پیوست اجباری چهارم، IV-501 ملاحظات ارزیابی خطر برای آزمون فشار نیوماتیک
۳۸۷ پیوست اجباری چهارم، IV-501 ناویرانگر جایگزین آزمون فشاری برای تعمیر و تغییر

فصل ۱۴ بیش فشاری (۳۹۳-۴۱۸)

- ۳۹۳ ۱-۱۴ انواع مفاهیم فشار
۳۹۴ ۲-۱۴ ایمنی و اطمینان
۳۹۷ ۳-۱۴ تعاریف ASME PTC-25
۴۰۳ ۴-۱۴ حفاظت در برابر بیش فشاری
۴۰۶ ۵-۱۴ شیرآلات اطمینان فشاری
۴۰۶ ۶-۱۴ شیرهای اطمینان فشاری نا- باز انسدادی
۴۱۲ ۷-۱۴ حک مشخصات شیر اطمینان

فصل ۱۵ دهانه‌ها (۴۱۹-۴۲۴)

- ۴۱۹ ۱-۱۵ سنت و نانت، کولمان، مور و کرش
۴۱۹ ۱-۱-۱۵ تمرکز تنش
۴۲۲ ۲-۱-۱۵ دهانه و تقویت

فصل ۱۶ متفرقه (۴۲۵-۴۳۶)

- ۴۲۵ ۱-۱۶ شیوه‌ها و روش‌های ذوب مجاز
۴۲۵ ۲-۱۶ متالورژی پاتیل
۴۲۷ ۳-۱۶ مراجع استاندارد (طبق ویرایش ۲۰۱۹)
۴۲۸ ۴-۱۶ پیشروی ترک
۴۳۰ ۵-۱۶ آستین‌دارکردن (Tube Sleaving) تیوب‌ها
۴۳۱ ۶-۱۶ خود یخ‌زنی
۴۳۲ ۷-۱۶ مهره بالدار
۴۳۲ ۸-۱۶ میل پیچ تمام رزوه (Stud/Bolt)
۴۳۳ ۹-۱۶ مهره (Nut) و درزگیر (Washer)
۴۳۳ ۱۰-۱۶ تفاوت فولاد کار شده (Wrought) و فولاد آهنگری شده (Forging)
۴۳۳ ۱۱-۱۶ مشخصات محصول
۴۳۴ ۱۲-۱۶ ساخت به روش ترکیبی
۴۳۵ ۱۳-۱۶ برخی اصطلاحات جوشکاری سطحی

فهرست XIV

۴۳۵	۱۴-۱۶ الزامات گوشواره‌ای و اتصالات متعلقات
۴۳۶	۱۵-۱۶ جوش تولیدی

پیوست‌ها (۴۳۷-۴۵۳)

۴۳۷	پیوست الف - آستری‌کاری
۴۴۷	پیوست ب - مرگ
۴۵۱	پیوست ج - خستگی
۴۵۳	پیوست د - خلاصه روابط فشار ضخامت

منابع (۴۵۵-۴۵۹)