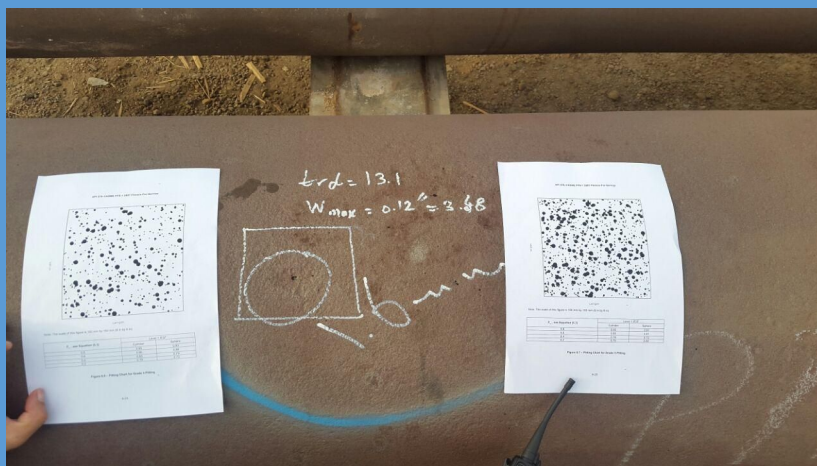


درآمدی بر API RP 579

(استاندارد ارزیابی مناسب بودن برای سرویس دهی)

و پیشرفت های آن



نویسنده: Ted Lynn Anderson

مترجم: مهندس ابوالفضل نعیم نژاد

کارشناس ارشد مهندسی بازرسی فنی - دانشگاه صنعت نفت - دانشکده نفت آبادان

سایت مرجع بازرسی فنی و کنترل کیفیت

www.QCPage.com

۱. اهم مطالب

همانطور که از اسم این ارزیابی پیداست "ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی" یک روش مطمئن و تایید شده برای تصمیم گیری درمورد ادامه سرویس‌دهی یک قطعه است. API579 در سال ۲۰۰۰ توسط انستیتو نفت آمریکا برای انجام ارزیابی‌های مناسب بودن برای سرویس‌دهی منتشر شد. اگرچه این استاندارد مخصوص صنایع پالایشی و پتروشیمی تدوین شده بود اما کاربرد گسترده‌ای در سایر صنایع درمورد ارزیابی مخازن تحت فشار، مخازن ذخیره و سیستم لوله‌کشی نیز پیدا کرد. در سال ۲۰۰۷ در نتیجه همکاری انستیتو نفت آمریکا با ASME (انجمن مهندسان مکانیک آمریکا) استاندارد بروز شده‌ای تحت عنوان API579/ASME FFS-1 منتشر شد. این سند بیشتر از آنکه یک توصیه باشد یک استاندارد است. این استاندارد حاوی مطالب نوینی است که حتی در خارج از صنایع شیمیایی و پتروشیمی قابل استفاده است. در این مقاله به خلاصه آینده کلیدی استاندارد جدید API579 خواهیم پرداخت. پیش از این موارد به پیشنهاد ارزیابی‌های مناسب بودن برای سرویس‌دهی می‌پردازیم.

۲. مقدمه

۲.۱ ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی چیست؟

همانطور که از نام ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی پیداست، این ارزیابی‌ها یک روش چند شاخه‌ای برای بررسی این نکته هستند که آیا قطعه مورد نظر توانایی ادامه دادن به سرویس‌دهی را دارد یا خیر. تجهیز یا سیستم مورد بررسی می‌تواند معیوب یا دارای تخریب باشد یا تحت شرایط عملیاتی سخت‌تر از آنچه برای آن طراحی شده قرار گرفته باشد. خروجی ارزیابی FFS تصمیمی برای تعمیر، تعدیل، جایگزینی و یا از رده خارج نمودن تجهیز است. بعنوان بخشی از ارزیابی می‌توان ارزیابی عمر باقیمانده را نیز انجام داد که می‌تواند مبنایی برای مشخص نمودن بازه‌های زمانی مناسب بازرسی و بودجه لازم برای هنگام خارج نمودن قطعه از سرویس باشد.

ممکن است یک ارزیابی FFS معمول شامل چندین بخش مهندسی باشد و نیاز به جمع‌آوری اطلاعات زیادی داشته باشد. علاوه بر این ممکن است یک نفر بعنوان سرپرست تیم اجرای ارزیابی انتخاب گردد. این شخص باید از دو نقطه نظر تخصص و جمع‌آوری اطلاعات، قابل اعتماد سایر اعضای گروه باشد. برخی از حوزه‌هایی که افراد برای یک ارزیابی FFS نیاز است تا در آنها تخصص داشته باشند در زیر ارائه شده است.

آنالیز تنش: این بخش عبارتست از یک تخمین مناسب از تنش وارد شده به قطعه برای ارزیابی یکپارچگی مکانیکی و عمر باقیمانده تجهیز.

مهندسی متریال/متالورژی: این بخش مستلزم درک از عملکرد متریال‌های مختلف تحت محیط‌های متفاوت، دماهای متفاوت و سطح تنش برای اطمینان از عملکرد مطمئن و قابل اطمینان است.

آزمون‌های غیرمخرب: پیش از ارزیابی نیاز است تا عیوب تشخیص داده شده و از نظر ابعادی اندازه‌گیری شوند. بهترین روش بازرسی به فاکتورهایی همانند نوع عیب یا تخریب موجود و دسترسی مطلوب به آن بستگی دارد.

خوردگی: علاوه بر موارد بالا داشتن درک مناسبی از مکانیزم‌های تخریب محیطی که می‌تواند منجر به تخریب‌های مشاهده شده برای ارزیابی شوند، نیز ضروری است. هرچه در این حوزه علم و تخصص بیشتری وجود داشته باشد، پیش‌بینی و اجرا اقدامات اصلاحی مناسب‌تر نیز آسانتر خواهد بود.

شرایط سرویس‌دهی: مشورت و هماهنگی با پرسنل عملیاتی یکی از الزامات لازم برای تشخیص پارامترهای عملیاتی تاثیرگذار در ارزیابی‌های FFS می‌باشد. اطلاعاتی همانند دما، فشار عملیاتی و دستورالعمل‌های خاموشی و شروع بکار از کلیدهای مهم برای ارزیابی FFS هستند.

مکانیک شکست: از این حوزه برای بررسی و ارزیابی ترک و عیوب صفحه‌ای استفاده می‌شود.

احتمال و آمار: از این مورد برای آنالیز اطلاعات و ارزیابی ریسک‌های احتمالی استفاده می‌شود.

از نقطه نظر پیچیدگی، دستورالعمل‌های ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی می‌توانند در محدوده‌ای از ارزیابی‌های ساده تا مدلسازی‌های سطح بالای کامپیوتری مشتمل بر آنالیزهای المان محدود و دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) را در برگیرند. سطح نیاز به این پیچیدگی بسته به نوع مسئله متفاوت است. در برخی از موارد که امکان ارزیابی با استفاده از دستورالعمل‌های ساده وجود ندارد می‌توان از آنالیزهای پیشرفته استفاده کرد.

استاندارد مرجع FFS برای ارزیابی تجهیزات تحت فشار (مخازن تحت فشار، مخازن ذخیره و سیستم‌های لوله‌کشی) توسط انستیتو نفت آمریکا با همکاری جامعه مهندسی مکانیک آمریکا منتشر شده است. نسخه اول استاندارد در سال ۲۰۰۰ توسط موسسه API منتشر شد. هردو مجموعه (ASME & API) که در این حوزه دارای سابقه فراوانی هستند در انتشار نسخه منتشر شده در سال ۲۰۰۷ با نام API579/ASME FFS-1 همکاری داشته‌اند. همانطور که ذکر شد اگرچه نخست استاندارد برای رفع نیازها در صنایع پالایشی و پتروشیمی ارائه شد ولی با توجه به جامعیت و

شامل آن بزودی بصورت گسترده برای سایر صنایع نیز مورد استقبال قرار گرفت. با اضافه شدن برند معتبر ASME به این سند، اعتمادها به این استاندارد برای استفاده گسترده در سایر صنایع در حوزه مخازن تحت فشار ازجمله صنایع تولید الکتریسته، صنایع شیمیایی، خطوط لوله وپالپ و کاغذسازی نیز افزایش یافت. محتوای استاندارد نیز بگونه‌ای بروزرسانی شد که منعکس‌کننده تکنولوژی پیشرفته‌تر و پوشش‌دهی صنعتی بالاتر آن باشد.

۲.۲ مزایای ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی

نیاز به به بیان این نکته نیست که مهمترین هدف هر کمپانی ایمنی است. اگرچه در پروسه‌هایی همانند انتقال، ذخیره مایعات و گازهای تحت فشار مقداری ریسک ذاتی وجود دارد ولی کاهش این خطر تا حد مینیمم بسیار مهم است.

در کدها و استانداردهای طراحی هدف براین است که بتوان از عملکرد ایمن مخازن تحت فشار، مخازن ذخیره و سیستم لوله‌کشی اطمینان حاصل نمود. استانداردهای FFS موجود همانند API579/ASME FFS-1 می‌توانند برای بررسی دو موضوع مورد استفاده قرارگیرند. نخست بررسی اینکه یک آیا با افزایش سن، تجهیز قادر به سرویس‌دهی است یا نه و دوم بررسی امکان تخریب حین سرویس‌دهی است.

اگرچه مهمترین شاخصه این ارزیابی‌ها افزایش ایمنی است با اینحال مزایا و صرفه‌جویی‌های اقتصادی حاصل از این تکنولوژی که خود نیز قابل توجه هستند ممکن است مورد غفلت قرار بگیرند. بطور مثال می‌توان به هزینه‌های بسیار زیاد ناشی از خاموشی‌های غیربرنامه‌ریزی شده اشاره نمود. هنگامی که تخریب یا عیب تشخیص داده شد تصمیم برای اینکه چطور با آن رفتار کنیم از لحاظ اقتصادی بسیار متفاوت خواهدبود. چنانچه عیب حین سرویس‌دهی نرمال تشخیص داده شود، ارزیابی‌های FFS می‌تواند بررسی کند که آیا تجهیز امکان ادامه سرویس‌دهی تا اولین خاموشی بعدی را دارد یا خیر.

حتی هنگام خارج از سرویس بودن (چه خواسته، چه ناخواسته) مطلوب است که تعمیر را به تعویق بیندازیم، که این امر از طریق نتایج حاصل از ارزیابی‌ها مبنی بر سرویس‌دهی تجهیز تا دوره بازرسی آینده بدست می‌آید. بطور کلی خارج شدن یک قطعه از سرویس‌دهی می‌تواند هزینه‌ها زیادی را در پی داشته باشد. این هزینه می‌تواند به قیمت ازدست دادن تولید

تا بازگشت قطعه به سرویس‌دهی باشد. در نتیجه دستورالعمل‌های ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی ارائه دهنده یک مبنای منطقی برای روشن نمودن توانایی ادامه یک قطعه برای سرویس‌دهی هستند.

یکی دیگر از جنبه‌هایی که سبب موفقیت بیشتر این تکنولوژی می‌شود جنبه مهم اقتصادی آن است. چنانچه عمر استفاده یک تجهیز از طریق این ارزیابی‌ها مشخص شود، واحد مورد نظر می‌تواند کاملاً قدرتمندانه در بازه‌های بین بازرسی سرویس‌دهی نماید. حتی هنگامیکه بصورت مداوم و مناسب قطعات جایگزین شوند در اثر طول عمر بالاتر، خروجی سیستم افزایش می‌یابد و نتیجه آن سود خالص بیشتر برای واحد مورد نظر است.

۳. استاندارد جدید API/ASME برای ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی

استاندارد API579/ASME FFS-1 که در سال ۲۰۰۷ منتشر شد، محدوده وسیعی از انواع عیوب و مکانیزم‌های تخریب را پوشش می‌دهد. در زیر به ارائه مختصری از پیشینه این استاندارد خواهیم پرداخت و در ادامه نمایی کلی از پیشرفت‌های این تکنولوژی را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۳.۱ تاریخچه

در سال ۱۹۹۰ شورای خواص مواد^۱ اقدام به تعریف یک پروژه برای تدوین یک راهنما برای انجام ارزیابی‌های مناسب بودن برای سرویس‌دهی نمود. بسیاری از کمپانی‌های معتبر چند ملیتی نفتی، اسپانسر این گروه بودند. از این شرکت‌ها می‌توان به Shell, Exxon, Pennzoil, Texaco, Chevron, Mobile, Amoco, BP و Arco اشاره نمود. برخی از این کمپانی‌ها پیش از این خود دستورالعمل‌های داخلی در این حوزه تدوین کرده بودند و حتی آنها را توسعه داده بودن با این حال نیاز همه آنها نیاز به یک استاندارد صنعتی را درک کرده بودند. پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه تست‌های غیر مخرب یک نیرومحرکه قوی برای پیشرفت این تکنولوژی بود که امکان تعیین دقیق اندازه عیوب را برای مهندسين فراهم نمود.

بازرسی‌های حین سرویس معمولاً نسبت به بازرسی‌های اولیه به هنگام ساخت سخت‌تر و حساس‌ترند. پیش از این بسیاری از عیوب ساخت در تجهیزات حین ساخت قابل تشخیص نبودند و هرگاه عیبی تشخیص داده میشد کاربر یا مالک فارغ از عمر سرویس‌دهی آنرا گزارش می‌نمود.

^۱ Material Properties Council (MPC)

MPC برای این پروژه گروهی از مشاوران را فراهم آورد که از آنها می‌توان به تدوین کنندگان ASME NDT اشاره نمود، تا راهنمایی برای ارزیابی FFS تدوین کرده و یک گزارش دقیق از سرفصل‌های این دستورالعمل را گزارش دهند. در سالیان بعد مجموع چهارنسخه از این گزارش‌ها در بین اسپانسرهای MPC توزیع شد.

سند نهایی این گزارشات از مشاوران MPC به خوراک اولیه کمیته جدید ارزیابی مناسب بودن برای سرویس دهی در API میدل شد. اعضای این کمیته شامل همان اعضای اولیه‌ای بودند که در پروژه MPC گرد هم آمده بودند. این نتایج سرعت با نام API579 شناخته شد و در سال ۲۰۰۰ منتشر شد. این استاندارد سرعت در بین کاربران صنایع پالایش و حتی خارج از آن مورد اقبال قرار گرفت.

در همان زمان در بخش post construction در ASME یک کمیته برای ارزیابی عیوب تشکیل داده شده بود که در آن بر روی بهبود استاندارد FFS در تجهیزات تحت فشار برای کار در صنایع غیرپالایشی تحقیق می‌کردند. این گروه به پیشرفت اندکی دست پیدا کرد و پس مدتی بعد از انتشار API579 منحل شد. با این حال در یک تلاش مجدد ASME تصمیم گرفت تا با همکاری با API برای بهبود یک استاندارد تعریف شده FFS گام مفیدی را بردارد. به دلیل شهرت بالای ASME و اعتبار عمومی و قانونی آن این همکاری سبب بهبود بیشتر شرایط شد.

کمیته همکاری API/ASME وظیفه تصحیح و بازنگری دستورالعمل‌های API579 به منظور هرچه کاربردی‌تر ساختن آن برای محدوده وسیع‌تری از صنایع را برعهده داشت. انعکاس بیشتر این موضوع در اعضای کمیته مشخص می‌شود که تیمی قوی و متخصص بودند. علاوه بر این، این استاندارد از نقطه نظر هماهنگی با استاندارد ISO و همچنین در نظرگیری پیشرفت‌های اخیر تکنولوژی مورد بازبینی قرار گرفت. در تابستان ۲۰۰۷ نتیجه این تلاش‌ها منتشر شد، با اینحال کمیته پایش و بروزرسانی این استاندارد در سال‌های آتی نیز به فعالیت خود ادامه خواهد داد.

۳.۲ سطوح ارزیابی

سطح ۱:

این سطح ارزیابی پایه‌ای که می‌تواند به وسیله بازرسان آموزش دیده و مهندسين واحد اجرا شود شامل محاسبات دستی است. این سطح محافظه کارانه‌ترین نتایج را که تبعاً دارای بالاترین حاشیه اطمینان هستند را نشان خواهد داد.

سطح ۲:

این سطح از ارزیابی پیچیده تر از سطح پیشین است و باید فقط توسط مهندسين مسلط به به استاندارد API/ASME انجام شود. بسیاری از محاسبات سطح دو می‌توانند همراه با محاسبات کامپیوتری باشند. درجه محافظه کارانه بودن نتیجه حاصل از ارزیابی‌های این سطح کمتر از سطح یک می‌باشد و نیازمند اطلاعات دقیق تری و جزئی تر می‌باشد.

سطح ۳:

این سطح پیچیده‌ترین سطح ارزیابی‌هاست که تنها باید به وسیله مهندسين آموزش‌دیده که دارای تجربه و مهارت لازم هستند انجام شود. ارزیابی سطح سه شامل شبیه سازی کامپیوتری و آنالیزهای المان محدود (FEA) یا دینامیک کامپیوتری سیال (CFD) می‌باشند.

در واقع این سه سطح ارزیابی یک بالانس بین سادگی محاسبات و دقت است. همانطور که بیان شد دستورالعمل‌های ارزیابی ساده الزاماً محتاطانه‌تر از آنالیزهای دقیق مهندسی هستند. در برخی از موارد به دلیل همین ماهیت و تغییر درجه محافظه کارانه بودن ممکن است یک قطعه توسط ارزیابی‌های سطح سه مورد پذیرش قرار بگیرد درحالیکه همین قطعه از نظر ارزیابی‌های سطح یک و دو مردود اعلام شده باشد. علاوه براین در برخی از موارد استاندارد API579 اجازه ارزیابی سطح یک را نمی‌دهد. بطور مثال می‌توان به ارزیابی سطح یک در قطعات تحت فشاری که تحت بارگذاری جانبی هستند، همانند بارهای مرده، بارگذاری‌های ناشی از جریان بادف بارگذاری‌های ناشی از انبساط حرارتی و بارهای ناشی از زمین‌لرزه اشاره نمود.

ارزیابی سطح یک باید دقیقاً مطابق با دستورالعمل موجود اجرا شود و در آن محلی برای تفسیر وجود ندارد (یا نیاز بسیار کمی به تفسیر دارد). برای اجرای ارزیابی سطح دو به مقداری تجربه همانند قضاوت‌های مهندسی نیازمند خواهیم بود. درمورد ارزیابی‌های سطح سه نیز استاندارد API/ASME یکسری راهنمایی کلی را ارائه نموده است و بیشتر جزئیات را برعهده کاربر گذاشته است. روشی عملی برای ابلاغ یک دستورالعمل گام به گام برای انجام آنالیزهای مهندسی پیشرفته وجود ندارد، چراکه موقعیت‌ها نسبت به هم متفاوت بوده و روش‌های وسیعی وجود دارد که می‌تواند برای یک شرایط مناسب باشد.

همانطور که انتظار می‌رود، هزینه اجرای ارزیابی‌ها با افزایش سطح پیچیدگی آنها افزایش خواهد یافت. محاسبات دقیق کامپیوتری که در ارزیابی سطح ۳ انجام می‌شود به مراتب گرانتر از محاسبات دستی است. بدیهی است که محاسبات ارزیابی سطح یک نسبت به سایر سطوح نیاز به داده‌های بازرسی کمتری دارد. با اینحال با مقایسه هزینه ارزیابی‌های

سطح بالا و صرفه جویی های انجام شده بازهم این روند مقرون به صرفه است. در واقع هنگامی یک آنالیز مهندسی از خاموشی ناگهانی یا بی موقع سیستم جلوگیری می کند، به یقین می توان از آن بعنوان یک سرمایه گذاری ارزشمند نام برد.

۳.۳ فاکتور استحکام باقیمانده^۲

مفهوم فاکتور استحکام باقیمانده^۳ در جای جای این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته است. این فاکتور بصورت زیر تعریف می شود:

$$RSF = \frac{L_{DC}}{L_{UC}}$$

که در آن L_{DC} بار محدود یا فشار ازهم پاشی^۴ قطعه تخریب شده (قطعه معیوب) و L_{UC} نیز برابر فشار وارده بر روی قطعه سالم است.

بطور مثال یک مخزن تحت فشار را در نظر بگیرید که خوردگی در آن منجر به نازک شدگی در جداره یا کاهش ضخامت شده است. چنانچه مقدار RSF محاسبه شده برای آن ۰.۸۵ باشد، به این معناست که خوردگی ایجاد شده باعث شده تا فشار ازهم پاشی به مقدار ۰.۸۵ مقدار اولیه کاهش بیابد. RSF می تواند از معادلات ارزیابی سطوح ۱ و ۲، یا از محاسبات المان محدود در ارزیابی سطح سه بدست آید.

مقدار RSF محاسبه شده با مقدار RSF_a ^۵ مقایسه می شود. چنانچه $RSF < RSF_a$ باشد آنگاه باید شرایط سرویس دهی مخزن طبق رابطه زیر تعدیل شود.

$$MAWP_r = MAWP \left(\frac{RSF}{RSF_a} \right)^6$$

که در این رابطه مقدار $MAWP$ برابر با بیشترین فشار مجاز کاری و $MAWP_r$ برابر با بیشترین فشارکاری مجاز تعدیل شده (کاهش یافته) می باشد. برای مخازن ذخیره این تعدیل بصورت زیر و بصورت مشابه برای بیشترین ارتفاع مجاز پر شده (MFH) عبارتست از:

^۲Remaining strength factor

^۳ توصیه می شود برای آشنایی مفاهیمی همچون بیشترین فشارکاری تعدیل شده به بخش ۴.۲.۲ استاندارد API579 یا بخش سوم از جلد نخست از کتاب "مرجع ارزیابی کارآمدی" ترجمه و تالیف مهندس ابوالفضل نعیم نژاد، مهندس ابراهیم خیر و مهندس مرتضی انصاری عرب (در حال ویرایش) مراجعه نمایید.

^۴Burst pressure

^۵ Allowable remaining strength factor

^۶Reduced maximum allowable working pressure

$$MFH_r = MFH \left(\frac{RSF}{RSF_a} \right)$$

استاندارد مقدار مجاز برای RSF_a را برابر با ۰.۹ پیشنهاد می‌کند.

۳.۴ ارزیابی خوردگی

در این استاندارد سه بخش به ارزیابی خوردگی می‌پردازد.

بخش ۴- ارزیابی کاهش ضخامت عمومی

بخش ۵- ارزیابی کاهش ضخامت موضعی

بخش ۶- ارزیابی خوردگی حفره‌ای

فاصله کمی مشخصی بین خوردگی موضعی یا عمومی در استاندارد قرار داده نشده است. مقدار کیفی تعریف شده در فصل ۴ در مورد بخشی یا تمام یک قطعه است درحالی که در بخش ۵ به بررسی کاهش ضخامت در یک ناحیه محدود پرداخته شده است.

یک یا هر دوی این ارزیابی‌ها را میتوان برای یک کاهش ضخامت مورد استفاده قرارداد. لازم به ذکر است که دستورالعمل‌های ارائه شده در بخش ۴ نسبت به بخش ۵ محتاطانه‌تر است، چراکه یک محدوده مشخص برای کاهش ضخامت در نظر گرفته شده است. در هر دو بخش ۴ و ۵ از مفهوم RSF برای ارزیابی کاهش ضخامت استفاده شده است. اطلاعات بازرسی از ارزیابی‌های کاهش ضخامت موضعی و عمومی شامل اندازه‌گیری کاهش ضخامت در یک مش‌بندی خاص است. ارزیابی خوردگی حفره‌ای برای محاسبه RSF از پارامترهایی همانند قطر، عمق و فاصله بین حفرات استفاده می‌کند. در ارزیابی سطح یک خوردگی، RSF از طریق مقایسه حفرات با چارت خوردگی موجود در استاندارد تخمین‌زده می‌شود. ارزیابی سطح ۲ نیاز به اندازه‌گیری ابعاد حفرات و فاصله آنها و دیگر محاسبات برای تخمین RSF دارد.

۳.۵ ارزیابی عیوب شبه ترک و شکست ترد

دوبخش از استاندارد برای ارزیابی ترک و شکست ترد تخصیص داده شده‌است.

بخش ۳- ارزیابی شکست ترد در تجهیزات

بخش ۹- ارزیابی عیوب شبه ترک در تجهیزات

در بخش سه به تاثیر عيوب خاص برخطر شکست ترد پرداخته نمی‌شود بلکه این به بررسی دستورالعمل‌های ارزیابی با توجه به متریکال مورد استفاده برای ساخت در ارتباط با دما و تنش اعمالی ناشی از سرویس‌دهی پرداخته می‌شود. دستورالعمل‌های این بخش براساس قوانین چقرمگی و منحنی‌های ارائه شده در ASME SEC VIII می‌باشد.

هرگاه یک ترک یا عیب صفحه‌ای تشخیص داده شود می‌توان از دستورالعمل‌های ارائه شده در فصل ۹ استاندارد برای ارزیابی استفاده کرد. برای ارزیابی سطح دو از نمودار آنالیز از کارافتادگی ^۷(FAD) استفاده می‌شود. مهندسی که از این دستورالعمل‌های ارزیابی استفاده می‌کنند باید حداقل مقدار آشنایی نسبت به مفاهیم مکانیک شکست را داشته باشند. غربالگری‌های ساده موجود در ارزیابی سطح یک را می‌توان بدون داشتن پیش زمینه نسبت به مکانیک شکست انجام داد.

۳.۶ ارزیابی تاول و ترک‌های القایی هیدروژنی:

بخش ۷ استاندارد که ارزیابی تاولهای هیدروژنی و تخریب‌های هیدروژنی در ترکیب با HIC و SOHIC نامیده شده تحت بازنگری‌های وسیعی نسبت به نسخه ۲۰۰۰ این استاندارد قرار گرفته است. دستورالعمل‌های جدید ارزیابی برای تخریب‌های ناشی از ترک القایی هیدروژنی (HIC) نیز در این فصل گنجانده شده است. این متدولوژی بر مفهوم (RSF) برای محاسبه کاهش قابلیت تحمل بار در فولادهای متأثر از تخریب HIC اتکا دارد.

علاوه براین همانطور که از عنوان فصل ۷ پیداست این فصل به تنش جهت‌دار ترک القایی هیدروژنی می‌پردازد (HIC) ولی به ارزیابی سطح یک و ۲ برای SOHIC نمی‌پردازد. به هنگام حضور SOHIC پیشنهاد می‌شود که از ارزیابی‌های سطح ۳ ارائه شده در فصل ۹ استفاده شود.

۳.۷ ارزیابی تخریب خزشی

در نسخه جدید استاندارد در بخش ۱۰ به ارزیابی قطعاتی که در رنج خزشی سرویس‌دهی می‌کنند پرداخته شده است. این ارزیابی‌ها برگرفته از پروژه OMEGA است که بصورت ^۸JIP (همکاری صنایع در پروژه‌ها) در سال ۱۹۹۰ اجرا شد، می‌باشد. روش امگا نسبت به روش‌های قدیمی لارسون-میلر دارای مزیت‌های فراوانی است و می‌توان از آن برای ارزیابی تخریب خزشی، نرخ تخریب خزشی و زمان از کارافتادگی قطعاتی که تحت دمای بالا سرویس‌دهی می‌کنند استفاده نمود.

⁷Failure Analysis diagram

^۸توصیه می‌شود برای آشنایی مفهوم دیاگرام ارزیابی از کارافتادگی به بخش ۱۲ استاندارد API579 یا بخش سوم از جلد نخست از کتاب "مرجع ارزیابی کارآمدی" ترجمه و تالیف مهندس ابوالفضل نعیم‌نژاد، مهندس ابراهیم خیر و مهندس مرتضی انصاری عرب (درحال ویرایش) و یا کتاب "ارزیابی مناسب بودن برای سرویس دهی" تالیف و ترجمه مهندس عظامیری یکتا، دکتر سیروس قطبی و مهندس هاشمی مراجعه نمایید.

⁹Join industry projects

ارزیابی سطح سه در این بخش می‌تواند توسط مدل‌های المان محدود انجام شود. در این استاندارد ثابت‌های متریالی برای مدلسازی امگا برای دامنه وسیعی از آلیاژها ارائه شده است.

۳.۸ ارزیابی‌های اضافی

این استاندارد دربرگیرنده چندین ارزیابی دیگر نیز می‌باشد. از این ارزیابی‌ها می‌توان به:

بخش ۸- ارزیابی جوش‌های غیرهم‌محور و اعوجاج پوسته

بخش ۱۱- ارزیابی تخریب‌های ناشی از آتش

بخش ۱۲- ارزیابی تورفتگی، بادکردگی، ترک

بخش ۱۳- ارزیابی تورق

۴. کاربردهای تکنولوژی ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی

مثالهایی از کاربردهای ارزیابی مناسب بودن برای سرویس‌دهی در زیر ارائه شده است. بدلیل محدودیت نمی‌توان بصورت مفصل پتانسیل بالای این استاندارد و محدوده وسیع کاربری آنرا بیان نمود و مثالهایی که در زیر بررسی خواهیم نمود تنها بخشی ازین مزایا هستند.

۴.۱ معافیت هیدروتست برای مخازن ذخیره روزمینی

استاندارد API653 بطور جامع دربرگیرنده مواردی همچون بازرسی، تعمیر و جایگزینی و بازسازی مخازن ذخیره روزمینی است. هنگامی که یک تعمیر اصلی (major repair) برروی مخازن روزمینی اجرا می‌شود، معمولاً API653 نیازمندی به هیدروتست پس از آن را مشخص می‌نماید. با اینحال در قسمت ۱۲.۳.۲.۶ در همین استاندارد اجازه معافیت از هیدروتست با توجه به ارزیابی‌های FFS ارائه شده است.

تست هیدروستاتیک مخازن ذخیره روزمینی بسیار هزینه بر و زمانبر است. برای اجرای این تست مقدار زیادی آب نیاز است و علاوه براین این آب باید پس از تست بصورت مناسب دفع شود. ممکن است بسته به محتوای مخزن پیش از دفع

آب نیاز به تصفیه و پاک سازی آب داشته باشیم. فلذا اجرای ارزیابی FFS برای تعیین معافیت هیدروتست برای مخازن می تواند سبب صرفه جویی شود.

Quest Reliability نرم افزار *Life Quest heaterTM* را برای اجرای ارزیابی FFS در کویل هیترها ارائه نموده است. این نرم افزار به ارزیابی براساس هردوفاکتور کاهش ضخامت و تخریب خزشی براساس استاندارد API579/ASME FFS-1 می پردازد.

۴.۳ خوردگی خط لوله^{۱۰}

تجربه کار با خطوط لوله مکانیزمهای تخریب از جمله خوردگی، ترک خوردگی، تورفتگی و بادکردگی را نشان می دهد. دستورالعمل های ارزیابی مناسب بودن برای سرویس دهی می تواند هریک از مکانیزم های تخریب بالا را تحت پوشش قرار دهد. خطوط لوله معمولاً با استفاده از بازرسی داخلی^{۱۱} (ILI) بصورت دوره ای تحت بازرسی قرار می گیرند.

بین تکنولوژی بازرسی های ILI که اکنون در دسترس هستند، بهترین و مناسب ترین تکنولوژی به محتوای خط لوله و نوع تخریب که می خواهیم آنرا شناسایی کنیم بستگی دارد.

در تکنولوژی ILI به اندازه گیری ضخامت جداره می پردازیم با این تفاوت که ابعاد باتوجه به قطر و طول لوله بازرسی شده بیان می شوند. اکنون Quest Reliability نرم افزار *Life Quest pipeTM* را برای اجرای ارزیابی FFS در خطوط لوله ارائه نموده است.

نتایج

از انتشار API579 در سال ۲۰۰۰ تاکنون API579 کاربرد گسترده ای در صنایع دارای تجهیزات تحت فشار پیدا کرده است. هم از نقطه نظر مالی و هم از نقطه نظر ایمنی متدولوژی FFS دارای مزایای فراوانی است. با اینحال کمیته API/ASME در حال توسعه و بازنگری مفاد این استاندارد است.

^{۱۰} برای اطلاعات بیشتر در این زمینه می توانید به بخش نخست کتاب "pipeline and piping assessment guide" به نویسندگی "A.S.keisco" که توسط همین مترجم در حال ترجمه است، مراجعه نمایید.

^{۱۱} In-line inspection