فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۱توضیحات

در این فصل در خصوص تست فشار ، تست نشتی برای زمانیکه تعمیر روی کل و یا بخشی از ظرف یا لوله انجام می شود. بحث می کند.

Closure Weld:

آخرین سرجوش مربوط به یک شماره خط بعد از انجام هیدروتست جوشکاری می شوند. انجام رادیوگرافی روی این سرجوش ها کفایت می کند.

Hydro test

تست فشار و یا استحکام که اغلب با آب انجام می شود.

In-service Leak Test

انجام تست نشتی با استفاده از سیال فرایندی

Pneumatic Test

انجام تست فشار یا استحکام با گاز هایی مانند هوا و نیتروژن

Pressure Test

برای ارزیابی استحکام اجزای جدید ظروف تحت فشار و لوله و همچنین برای ارزیابی استحکام ظروف تحت فشار و لوله های جدید. (می تواند Hydro test ویا Pneumatic Test باشد.

Tightness Test

تست نشتی قبل از اینکه لوله یا ظرف در سرویس بهره برداری قرار گیرد. سیال تست با سیال فرایندی متفاوت است.

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۱ محدودیت ها:

شکل ۵-۱ : برخی از محدودیت های تست فشار.

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۲ طراحی و ساخت

- ✓اولین هدف از انجام هیدروتست ارزیابی استحام است
- ✓بررسی کارایی سیستم های فلنجی
- ✓تست نشتی برای زمانیکه ارزیابی استحکام مد نظر نیست مفید است.
- ✓پیامد های ناشی از تست نشتی حین سرویس بررسی شود.
- ✓انجام تست فشار در زمان تعمیر به روش جوش الزامی است.
- ✓در مبدل های حرارتی بعد از شستشو و تمیزکاری Shell Test و تیوب تست انجام شود.

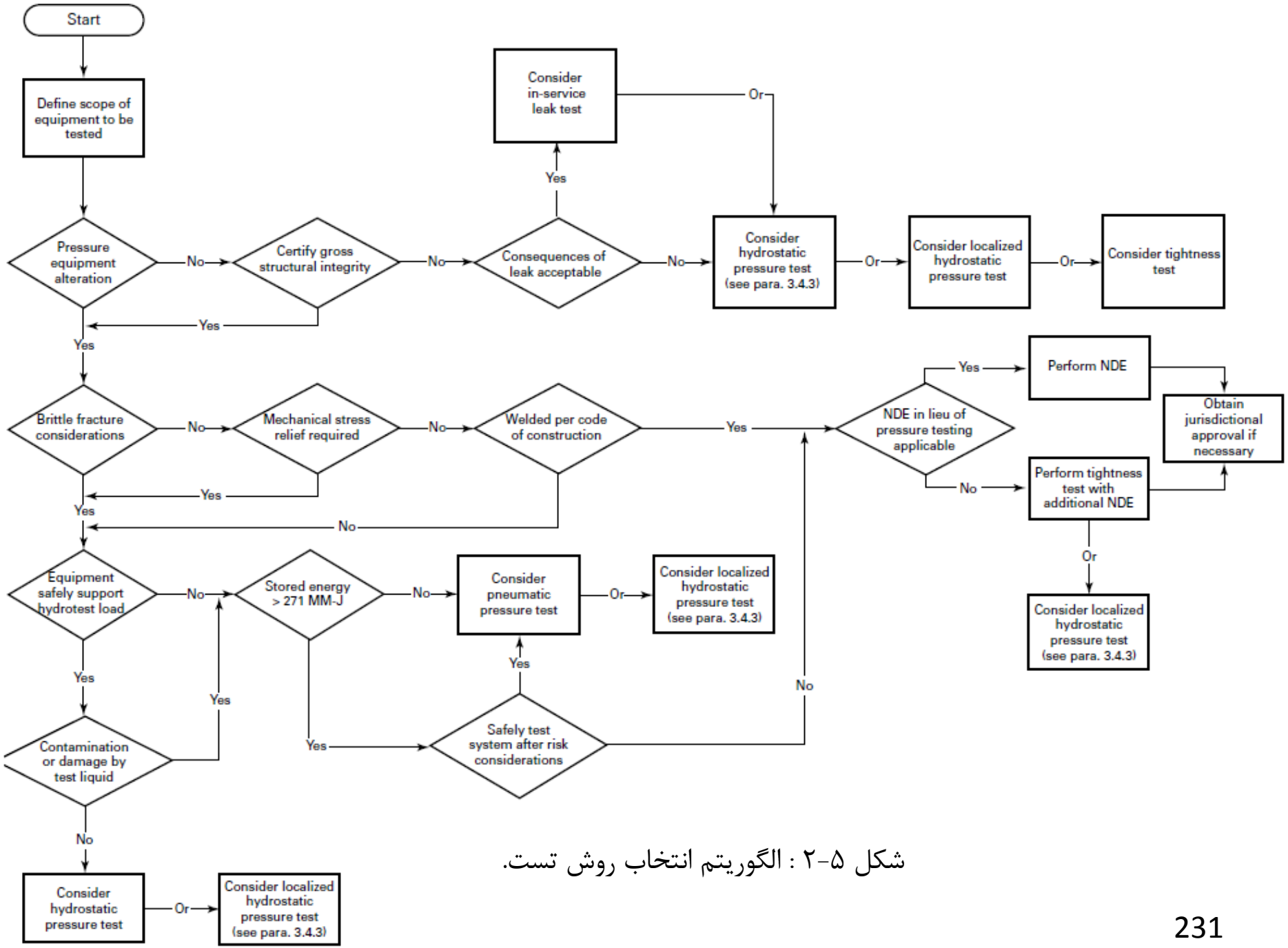
فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۲ طراحی و ساخت

در موارد ذیل می توان ممکن است انجام تست فشار میسر نباشد.

- ✓ساپورت ها و سازه ها تحمل وزن سیال تست را نداشته باشند.
- ✓تخلیه و خشک کردن خط یا تجهیز مشکل است.
- ✓لوله یا تجهیز دارای پوشش داخلی هستند.
- ✓در شرایط مذکور می توان هیدروتست را با تست هوا جایگزین کرد ولیکن خطرات مربوطه در این خصوص در نظر گرفته شود.
- ✓الگوریتم انجام تست فشار و نشتی در صفحه بعد مشخص شده است.



شکل ۵-۲ : الگوریتم انتخاب روش تست.

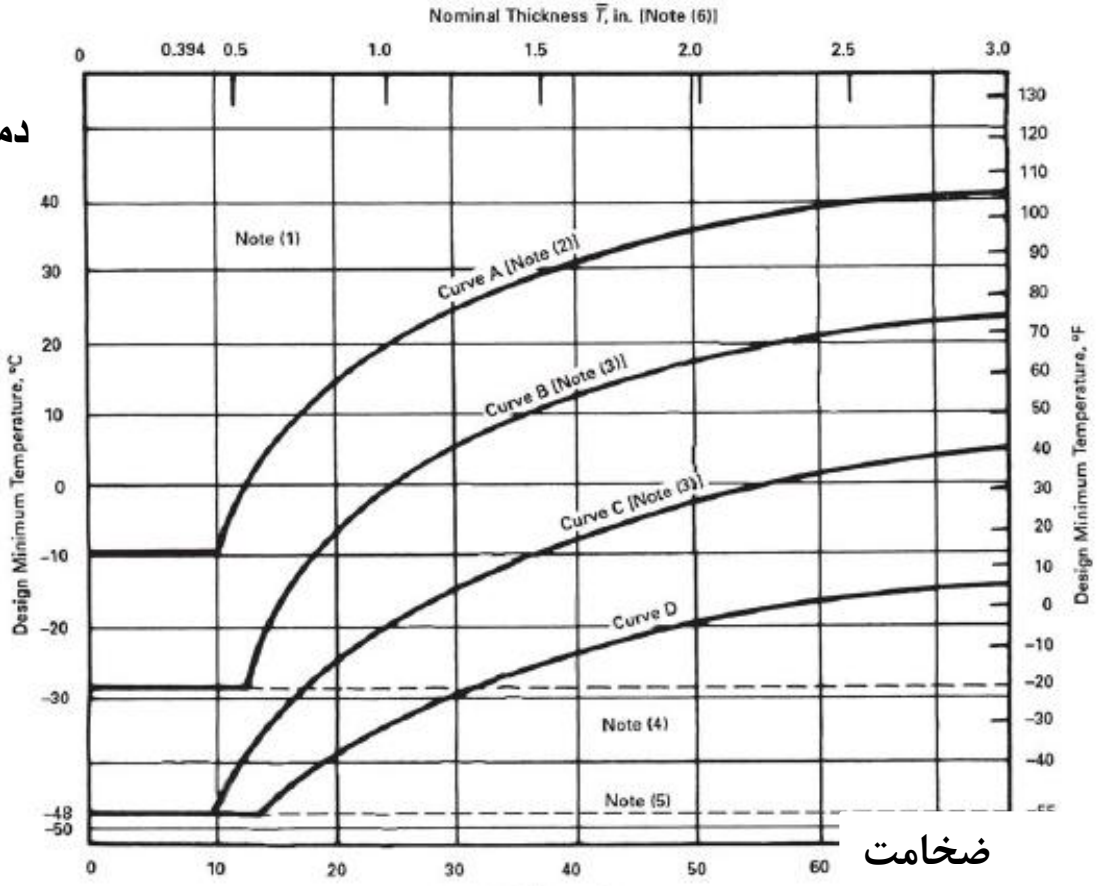
فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۲ طراحی و ساخت

- ✓خطر شکست ترد در زمان هیدروتست بررسی شود.
- ✓دمای شکست ترد حداقل ۱۷ درجه از دمای شکست ترد بیشتر باشد.
- ✓ساپورت های و فونداسیون مربوط به ظروف تحت فشار بررسی گردد
- ✓ ساپورت ها و سازه های مربوط به سیستم لوله کشی بررسی شود.
- ✓ تخلیه و روش آب گیری مناسب باشد.

دما



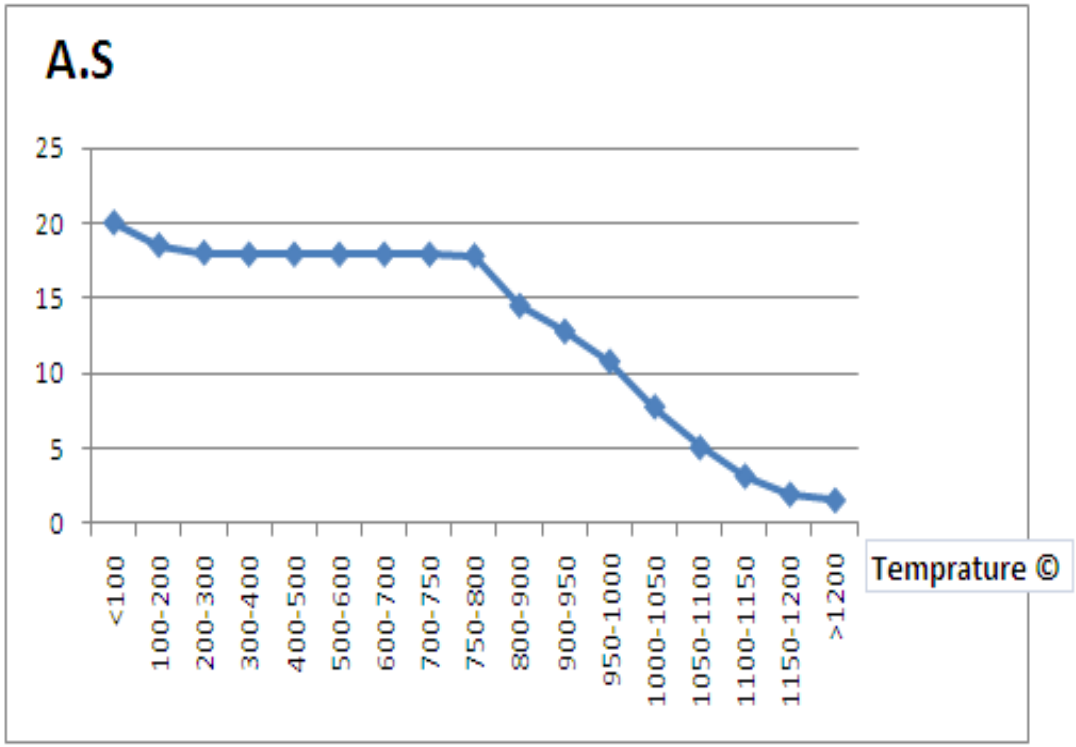
شکل ۵-۳ : مشخص کردن حداقل دمای کاری با توجه به نمودار ضخامت و دما

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۲ طراحی و ساخت

در دما های پایین در زمان انجام تست خطر شکست ترد وجود دارد. ولی زمانی که دمای حین بهره برداری بالاتر از دمای تست است. این امکان وجود دارد. که ارزیابی که در زمان هیدروتست انجام می شود برای کاهش استحکام ناشی از از افزایش دما معتبر نباشد.



شکل-۵-۴ : نمونه کاهش استحکام بر اثر افزایش دما

به همین دلیل ضریب دیگری در

تست فشار تعریف می شود که

نسبت تنش مجاز در دمای تست به

تنش مجاز در دمای بهره برداری

می باشد

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۲ طراحی و ساخت

$$P_t = 1.3 \times P \times \frac{S_{at}}{S_{dt}} \qquad (1)$$

where

P = maximum allowable working pressure from the Manufacturer's Data Report, or the value to which the vessel is being rerated

P_t = test pressure to be used, measured at the top of the vessel in its normal operating position

S_{at} = allowable stress at test temperature from the applicable code of construction for the material of which the component under consideration is constructed

S_{dt} = allowable stress at design temperature from the applicable code of construction for the material of which the component under consideration is constructed

S_{at}/S_{dt} = the ratio of allowable stresses; the lowest value shall be used in eq. (1) for all materials considered 1.3 is the test factor

$$P_t = 1.5 \times P \times \frac{S_{at}}{S_{dt}} \qquad (2)$$

where

P = internal design pressure of the piping system

P_t = test pressure to be used, measured at the highest point of the piping system in its normal operating position

S_{at} = allowable stress at test temperature from the applicable code of construction for the material of which the component under consideration is constructed

S_{dt} = allowable stress at design temperature from the applicable code of construction for the material of which the component under consideration is constructed

S_{at}/S_{dt} = ratio of allowable stresses; the lowest value shall be used in eq. (2) for all materials considered 1.5 is the test factor.

فشار ناشی از هیدروتست نباید تنشی بیشتر از ۹۰ درصد هوپ استرس به بدنه ظرف و یا لوله واردکند.

در صورتیکه که به جای هیدروتست ، تست هوا انجام شود. ضریب ۱/۱ می باشد.

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-تست فشار و استحکام برای لوله ها و ظروف تحت فشار

۵-۱-۲ طراحی و ساخت

- ✓در خصوص تست نشتی (Tightness Test) موارد ذیل مد نظر باشد.
- ✓این تست صرفا جهت نشتی یابی است و در ارزیابی استحکام کارایی ندارد
- ✓حداکثر فشار تست نشتی ۳۵ درصد فشار طراحی است(برای مایع مثل آب)
- ✓حداکثر فشار برای هوا ۲۵ درصد فشار بهره برداری است ولی از 15psi هم نباید کمتر باشد.
- ✓در حین تست نشتی با هوا اتصالات فلنجی ، رزوه ای و ... ممکن است با کف و صابون انجام شود.

شکل ۵-۵: بررسی نشتی با کف و صابون

Article 5.1, Mandatory Appendix II
Stored Energy Calculations for Pneumatic Pressure Test

The stored energy of the equipment or piping system should be calculated and converted to equivalent kilograms (pounds) of TNT (Trinitrotoluene) using the following equations:

$$E = \left[1/(k-1)\right] \times P_{at} \times V \left[1 - (P_a/P_{at})^{[(k-1)/k]}\right] \quad \text{(II-1)}$$

where
E = stored energy, J (ft-lb)
k = ratio of specific heat for the test fluid
P_a = absolute atmospheric pressure, 101 kPa (14.7 psia)
P_{at} = absolute test pressure, Pa (psia)
V = total volume under test pressure, m^3 (ft^3)

When using air or nitrogen as the test medium ($k = 1.4$), this equation becomes

$$E = 2.5 \times P_{at} \times V \left[1 - (P_a/P_{at})^{0.286}\right] \quad \text{(II-2)}$$

and

$$\text{TNT} = \frac{E}{4\,266\,920} \text{ (kg)} \quad \text{(II-3)}$$

where
E = stored energy, J
P_a = absolute atmospheric pressure, 101 000 Pa
P_{at} = absolute test pressure, Pa
V = total volume under test pressure, m^3

For U.S. Customary units using air or nitrogen as the test medium ($k = 1.4$), this equation becomes

$$E = 360 \times P_{at} \times V \left[1 - (P_a/P_{at})^{0.286}\right] \quad \text{(II-4}$$

and

$$\text{TNT} = \frac{E}{1{,}488{,}617} \text{ (lb)} \quad \text{(II-5}$$

where
E = stored energy, ft-lb
P_a = absolute atmospheric pressure, 14.7 psia
P_{at} = absolute test pressure, psia
V = total volume under test pressure, ft^3

See also paras. 6.2(e) and 6.2(f) of Article 5.1.

TNT Equivalent (kg)	Minimum Distance (m)
0 to 3	50
3 to 5	60
5 to 10	70
10 to 15	80
15 to 20	90
20 to 25	95
25 to 35	105
35 to 50	120
50 to 65	130
65 to 80	140

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۱-امکان سنجی انجام آزمون های غیر مخرب به جای تست فشار

تست فشار در شرایط ذیل ممکن است قابل انجام نباشد.

- ✓ضعیف بودن سازه و ساپورت جهت تحمل وزن آب
- ✓پیامد های نامناسب و خطرناک به دلیل واکنش های شیمیایی
- ✓محاسبات طراحی
- ✓وجود رنگ، عایق های داخلی و...

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۲ : امکان سنجی انجام آزمون های غیر مخرب به جای تست فشار

تعمیرات و تغییراتی که تست فشار برای آنها نیاز نیست

- ✓جوشکاری روی بخش هایی که تحت فشار نیستند
- ✓جوش های آب بند(Seal Weld)
- ✓تعمیر پوشش های داخلی (Cladding) با جوش
- ✓جوشکاری های سطحی مقاوم به سایش
- ✓جوشکاری روی سطح فلنج (در صورتیکه ضخامت جوش کمتر از نصف ضخامت باشد.
- ✓جوشکاری کمتر از ۱۰ درصد تیوب ها به تیوب شیت
- ✓جوشکاری پلاگ داخل تیوب مبدل
- ✓جوشکاری اتصالاتی که برای گرفتن انشعاب استفاده می شوند.

فصل ۵: آزمون ها و تست های مورد نیاز

۵-۲ : امکان سنجی انجام آزمون های غیر مخرب به جای تست فشار

ارزیابی به روش های غیر مخرب صرفا جهت شناسایی عیوبی است که ابعاد و اندازه آن میکروسکوپی نیست کاربرد دارد. بنابراین در صورتیکه بنا باشد. از آزمون های غیر مخرب به عنوان جایگرین هیدروتست استفاده شود. موارد ذیل بررسی گردد.

- ✓ تاریخچه و اسناد مربوط به متریال ، ساخت و نصب کاملا بررسی شود.
- ✓ارزیابی محل های تمرکز تنش انجام شود.
- ✓روش های مکانیکی آزاد کردن تنش ها مد نظر قرار گیرد.
- ✓در صورت وجود عیوب قابل پذیرش در جوش Sizing آنها با روش های مناسب مانند TOFD و PAUT انجام گردد.
- ✓بررسی شکست ترد در شرایط بهره برداری انجام شود.