Namatek
True Education

# Stress in Pressure Vessels

www.namatek.com

# تنش در مخازن تحت فشار

# فهرست مطالب

1. تنش در مخازن تحت فشار (Stress in Pressure Vessels)
2. انواع تنش در مخازن تحت فشار
3. نکات مهم تنش در مخازن تحت فشار

www.namatek.com

تحلیل تنش در مخازن تحت فشار از اساسی ترین مراحل در طراحی این مخازن است.

طراحی ضخامت جداره مخازن وابسته به تحلیل تنش ایجاد شده در آن هاست و اشتباه در این بخش می تواند منجر به خسارات جانی و مالی برای کارفرما و پرسنل شود.

همچنین تحلیل تنش در مخازن مراحلی دارد که در این مقاله به تشریح آن ها خواهیم پرداخت. با ما همراه باشید.

## #1 تنش در مخازن تحت فشار (Stress in Pressure Vessels)

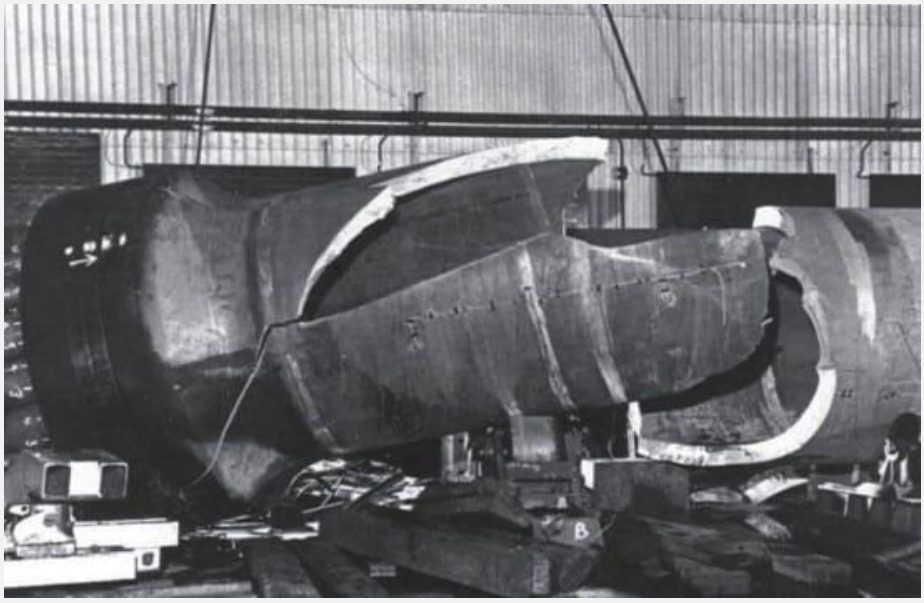
سیال در داخل **مخازن تحت فشار** به علت فرار بودن یا عدم واکنش یک مقدار فشار ثابت دارد.

این فشار به دیواره مخازن وارد و باعث ایجاد تنش در پوسته مخازن می شود؛ بنابراین تنش فشاری ناشی از فشار سیال باید در مخازن تحت فشار تحلیل شود.

بنابر تعریف تنش، مقدار تنش در مخازن برابر است با مقدار نیروی فشاری وارده تقسیم بر سطح مخزن که از طریق نرم افزار های تحلیل المان محدود قابل محاسبه است.

تحلیل تنش در مخازن تحت فشار بدین معنی است که پس از محاسبه تنش ناشی از نیروهای داخلی و خارجی مقدار ضخامت ورق های پوسته مخزن و قطر نازل های ورودی و خروجی را به گونه ای محاسبه کنیم که تنش ناشی از نیروهای محاسبه شده را تحمل کنند.

در واقع می توان گفت که تحلیل تنش منجر به ساخت دقیق و مهندسی مخزن خواهد شد.



2 مشکل اساسی به علت محاسبه نادرست تنش در مخازن پیش می آید:

- از بین رفتن مخزن به علت این که تنش معادل کمتر از مقدار مورد نیاز محاسبه شده است.
- ایجاد ضرر اقتصادی به دلیل محاسبه تنش معادل بیشتر از تنش واقعی که منجر به طراحی و ساخت ورق مخزن بزرگ تر از ضخامت مورد نیاز می شود.

## #2 انواع تنش در مخازن تحت فشار

همان طور که اشاره شد، دقیق نبودن تحلیل تنش در مخازن تحت فشار باعث آسیب به مخزن یا افزایش هزینه می شود؛ بنابراین تحلیل تنش اساسی ترین قسمت طراحی یک مخزن است.

به منظور تحلیل تنش ابتدا باید انواع تنش در مخازن شناخته شوند که در ادامه به بررسی آن ها خواهیم پرداخت.

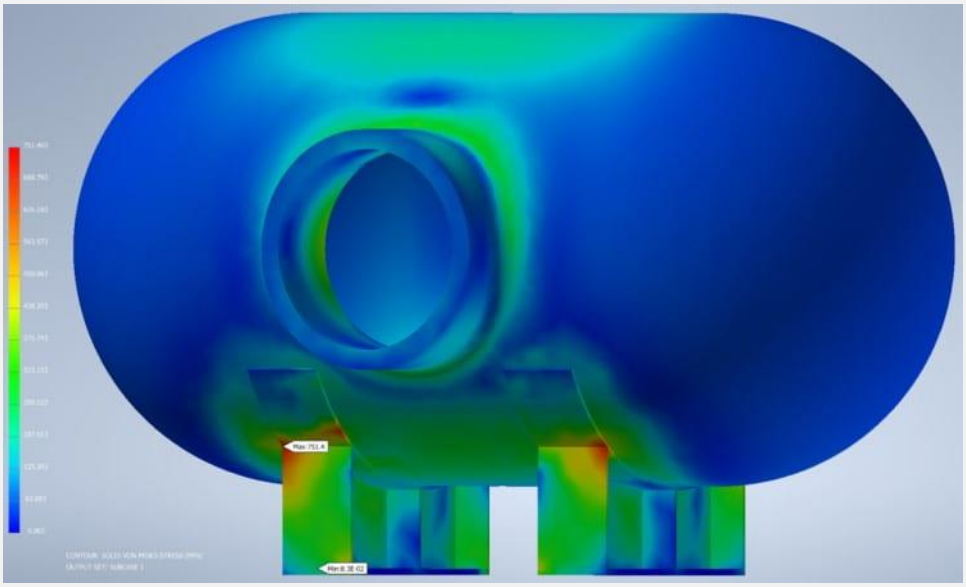
## #2-1 تنش های اولیه

تحلیل تنش های اولیه بدین صورت انجام می شود که تنش ناشی از فشار داخلی یا تنش های ذاتی مخزن با نیروهای بیرونی یا متأثر از عوامل بیرونی برابر است.

تنش های ذاتی مخزن عبارت اند از:

- **فشار داخلی**
- **وزن سازه**
- **وزن محتویات مخزن**

این تنش ها با عوامل بیرونی مانند فشار هوا، ارتفاع و مقاومت جداره مخزن برابر در نظر گرفته می شوند.

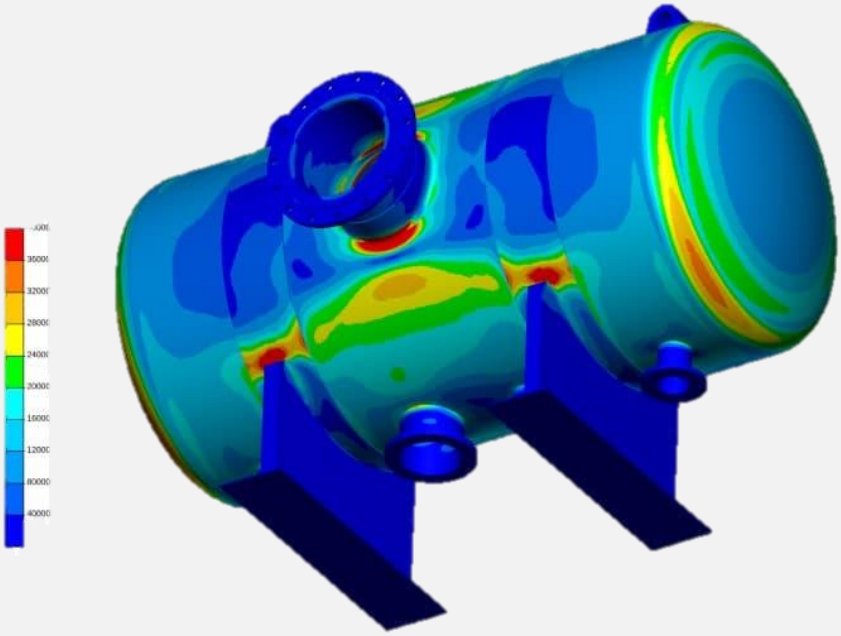


1. **تنش های اولیه محلی غشایی**

به تنش هایی که در نزدیکی محل بریدگی، ناپیوستگی و اتصال در مخزن وجود دارند، تنش های محلی غشایی می گویند.

یکی از محل های که این نوع تنش ها در آن زیاد اتفاق می افتد، محل اتصال نازل به دهانه مخزن تحت فشار است.

این نوع تنش ها عموما باعث بریدگی اتصالات و آسیب به اجزای ورودی و خروجی مخزن می شوند.

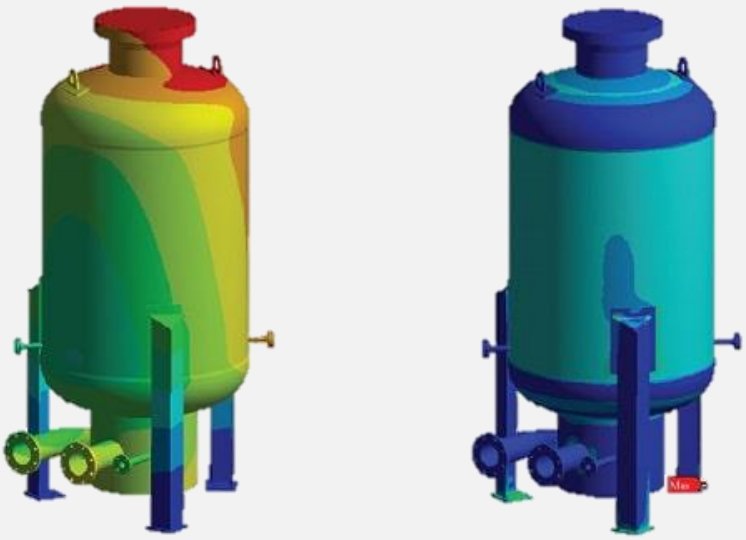


2. **تنش های اولیه عمومی غشایی**

به تنش هایی که از محل بریدگی و ناپیوستگی در مخزن دور هستند، تنش های اولیه عمومی غشایی می گویند؛ مثل تنش های موجود در جداره مخازن کروی.

این نوع تنش ها به این علت به عمومی معروف هستند که در تمامی مخازن و در تمام سطح آن ها وجود دارند.

تنش عمومی غشایی اولیه معمولا تنش های فشاری هستند.



### 3. تنش های اولیه خمشی

تنش های اولیه خمشی با علامت $P_b$ نشان داده می شوند و مقدار آن ها به مقدار ممان خمشی بستگی دارد.

اگر بخواهیم ممان خمشی را تعریف کنیم باید بگوییم که ممان خمشی همان اندازه نیروی خمشی است.

اندازه یک نیروی خمشی به دو عامل اندازه نیرو و فاصله از مرکز یا پایه وابسته است؛ بنابراین بیشترین مقدار تنش های اولیه خمشی در مخازن تحت فشار افقی طویل دیده می شود.

## #2-2 تنش های ثانویه

تنش های ثانویه در مخازن تحت فشار با علامت Q شناخته می شوند. تفاوت این نوع تنش ها با تنش های اولیه در این است که تنش های اولیه در تعادل با تنش های خارجی هستند؛ اما تنش های ثانویه زمانی به وجود می آیند که بر اثر بارهای خارجی محل اعمال نیرو محدود شود. در واقع تنش های ثانویه بر اثر تمرکز تنش در مخازن تحت فشار و در ناحیه ای مشخص به وجود می آیند.

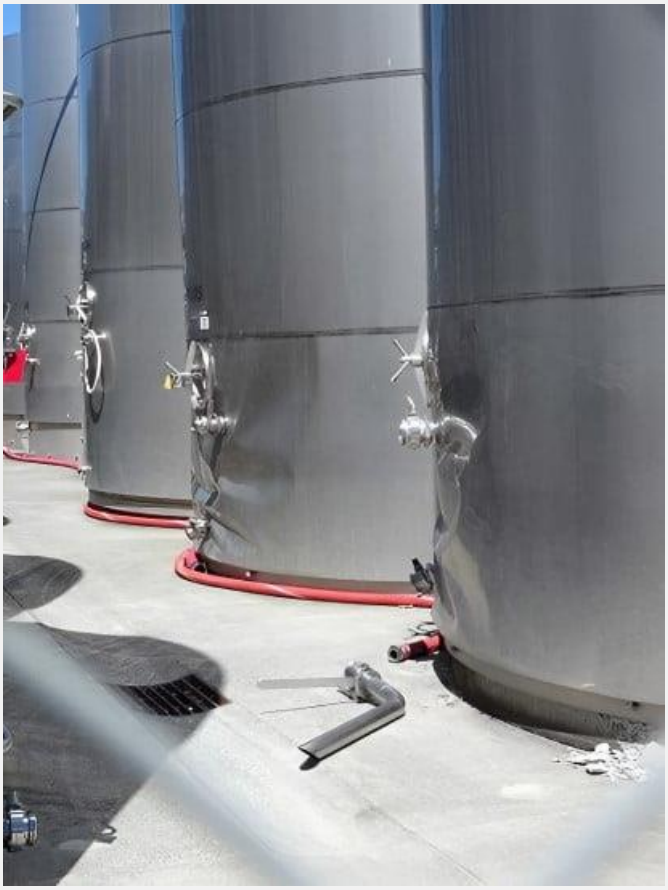
مثلا در محل تغییر اتصال فلنج به لوله به دلیل محدود شدن سطح، احتمال ایجاد تنش ثانویه بالا می رود.

تنش های ثانویه خطرناک تر و شدیدتر از تنش های اولیه هستند. معمولا در اثر تنش های ثانویه، تخریب مخازن تحت فشار به کندی اتفاق می افتد.

عمده تأثیر تنش های ثانویه بر روی خطوط جوشکاری است.

محل هایی در سازه که مورد تنش ثانویه قرار می گیرند عبارت اند از:

- محل های تغییر اتصال
- ناپیوستگی ها
- محل جوش



## #3-2 تنش های قله یا پیک

یکی از انواع تنش در مخازن تحت فشار تنش های قله یا پیک است که با علامت F نشان داده می شود و شدیدترین تنشی است که در نقاط زیر اتفاق می افتد:

- دارای بریدگی
- ناپیوستگی
- تغییر ناگهانی ضخامت

این تنش ها خطرات بیشتری نسبت به تنش اولیه دارند و فاجعه بار هستند. به دلیل شدت زیاد این تنش ها عموما باعث ایجاد ترک و شکستگی در مخازن تحت فشار می شوند.

تفاوت این تنش ها با تنش های اولیه و ثانویه این است که به حد تسلیم ماده نمی رسند؛ اما آن را دچار شکستگی یا ترک می کنند. در واقع این تنش ها بیشتر در نقاط اتصال و سطوح بسیار کوچک بر اثر وارد شدن یک بار ناگهانی هنگام تخلیه یا شارژ مخازن تحت فشار رخ می دهند.

## #3 نکات مهم تنش در مخازن تحت فشار

نکاتی وجود دارند که در هنگام ساخت باید رعایت شوند تا از آسیب رساندن تنش به مخازن تحت فشار جلوگیری شود.

این نکات عبارت اند از:

- در مرحله طراحی ضریب اطمینانی بیش از ۲ برای طراحی پوسته خارجی در نظر گرفته شود.
- هنگام خرید آهن آلات از باکیفیت بودن قطعات و جنس آن ها اطمینان حاصل شود.
- در فرآیند نورد یا پرس کاری از وارد کردن فشار بیش از حد برای تسریع در فرآیند ساخت جلوگیری شود.

- هنگام جوشکاری به استانداردهای جوشکاری توجه کرده و از عدم ایجاد جوش غیراستاندارد مطمئن شوید.
- در هنگام نصب عدسی های مخازن از لبه زنی استفاده شود تا سطوح مربوط به مخزن به خوبی در کنار یکدیگر قرار بگیرند.
- در هنگام نصب نازل های ورودی و خروجی از دقت بالای جوشکاری و عدم نشتی اطمینان داشته باشید.