

جلسه پنجم محاسبه ضرایب شدت تنش K_I و K_{II} برای مخزن استوانه‌ای تحت فشار

مخزن فشار استوانه‌ای با شعاع R و ضخامت t دارای یک ترک تمام عمق به طول $2a$ تحت زاویه β نسبت به جهت محیطی می‌باشد. هنگامی که مخزن تحت فشار P قرار می‌گیرد مطلوب است:

۱- محاسبه تنش طولی σ_z و تنش محیطی σ_θ

۲- محاسبه ضرایب شدت تنش K_I و K_{II}

داده‌ها:

طول لوله L : ۱۰۰۰ میلیمتر

شعاع R : ۵۰۰ میلیمتر

ضخامت t : ۱۰ میلیمتر

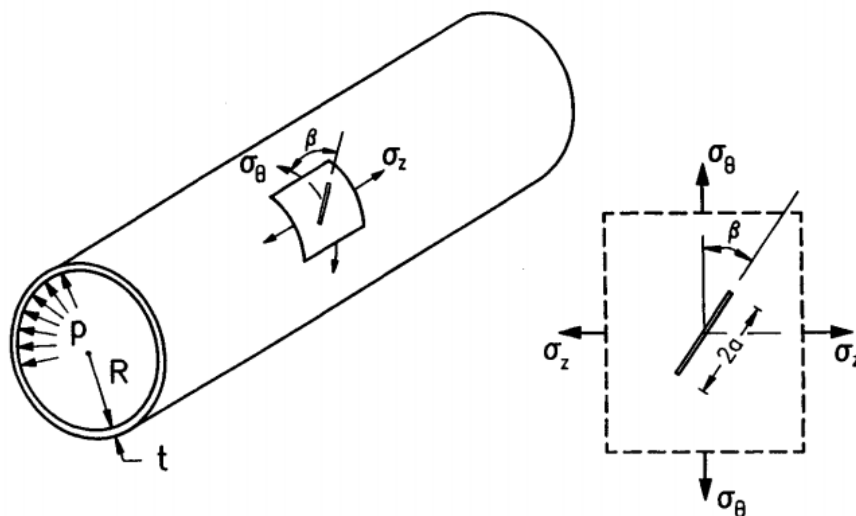
طول ترک a : ۱۰ میلیمتر

زاویه β : ۳۰ درجه

فشار P : ۱ مگاپاسکال

مدول یانگ: ۲۰۰۰۰۰ مگاپاسکال

ضریب پواسون: ۰/۳



شکل ۱: هندسه مخزن تحت فشار

Teacher: Ehsan Fathi, PHD Student in Mechanical Engineering at University of Birjand

Email: ehsanfathi_eh@yahoo.com

Websites: FathiTrainingGroup.com

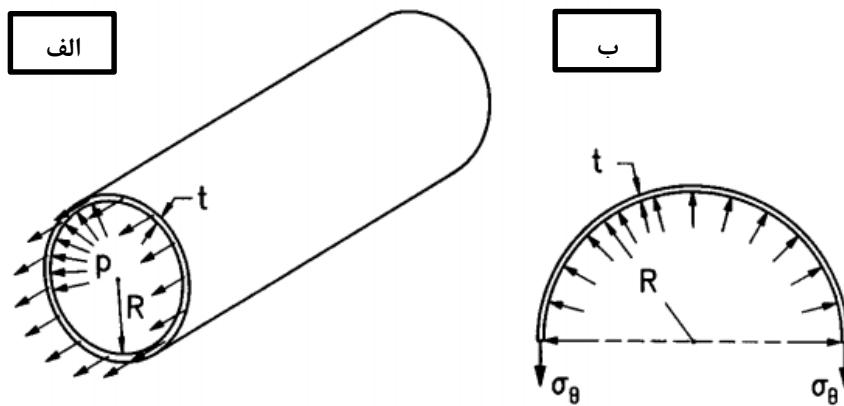
Tel: 09386249330

« حل تئوری »

تنش‌های محیطی و طولی در مخازن تحت فشار با استفاده از روابط تعادل محاسبه می‌شوند. تعادل در راستای طولی و محیطی مخزن به صورت زیر محاسبه می‌شود. این تعادل‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.

$$(2\pi R)t\sigma_z = \pi R^2 p \quad \Rightarrow \quad \sigma_z = \frac{pR}{2t} \quad (1)$$

$$2t\sigma_\theta = 2Rp \quad \Rightarrow \quad \sigma_\theta = \frac{pR}{t} \quad (2)$$



شکل ۲: تعادل تنش‌ها در راستای الف) طولی، ب) محیطی

با استفاده از معادلات ۱ و ۲ می‌توان ضرایب شدت تنش را در مد اول و دوم بارگذاری ترکیبی بدست آورد.

$$K_I = \frac{pR}{2t} \sqrt{\pi a} (1 + \sin^2 \beta), \quad K_{II} = \frac{pR}{2t} \sqrt{\pi a} \sin \beta \cos \beta \quad (3)$$

توجه: روابط فوق با قرار دادن $k = 0.5$ از معادله زیر بدست آمده‌اند. توضیح درخصوص چگونگی بدست آمدن روابط زیر در جلسه ۴ ارائه شده است.

$$K_I = \frac{1}{2} [k + 1 + (k - 1) \cos 2\beta] \sigma \sqrt{\pi a}$$

$$K_{II} = -\frac{k - 1}{2} \sin 2\beta \sigma \sqrt{\pi a} . \quad (4)$$

در جداول ۱ و ۲ به ترتیب مقایسه‌ای بین تنش‌ها و ضرایب شدت تنش از حل تئوری و نرم افزار صورت گرفته است.

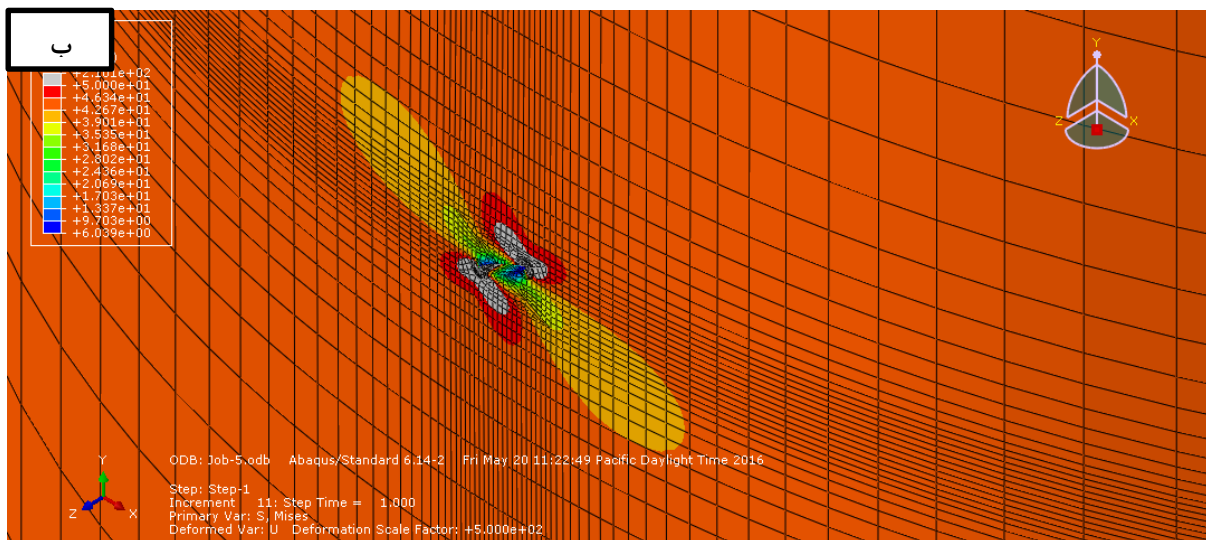
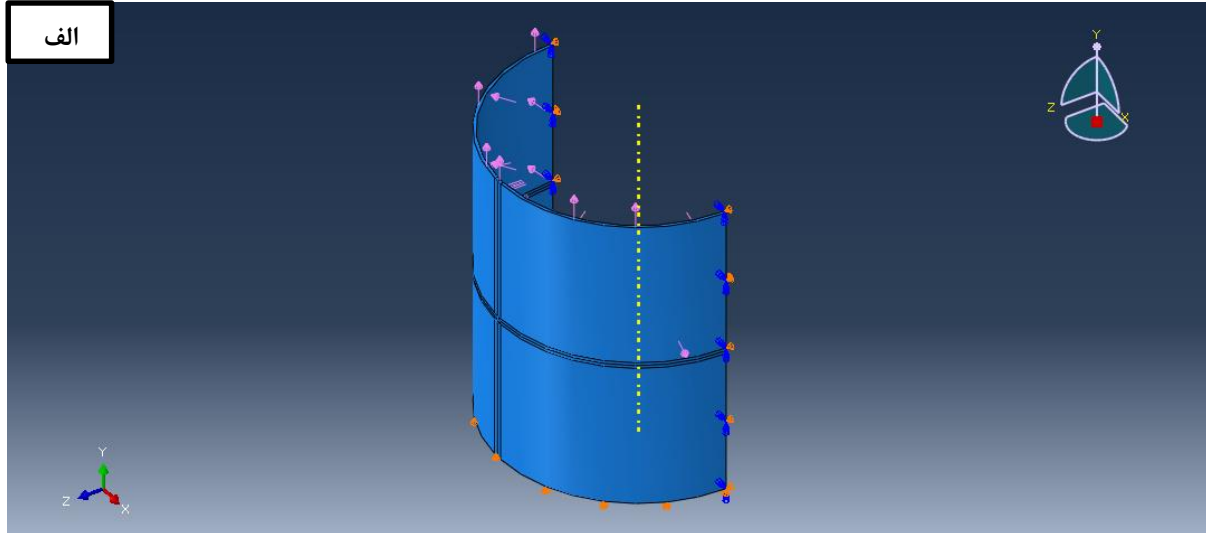
جدول ۱: مقایسه تنش‌های بدست آمده از حل اجزاء محدود و تئوری

<i>Stress (MPa)</i>	Theory	FEM
σ_z	25	25.09
σ_θ	50	50.54

جدول ۲: مقایسه ضرایب شدت تنش بدست آمده از حل اجزاء محدود و تئوری

<i>SIF (MPa\sqrt{mm})</i>	Theory	FEM
K_I	175.15	176.36
K_{II}	60.67	64.99

« حل اجزاء محدود »



شکل ۶: نمایش بخش هایی از مدل سازی الف) بارگذاری، ب) کانتور تنش میز با بزرگنمایی ۵۰۰