



WHITE PAPERS

ASK-RD-ENG-049

R&D Department

ARYA SEPEHR KAYHAN (ASK) | SHAHID SALIMI INDUSTRIAL CITY, TABRIZ, IRAN

شرکت آریا سپهر کیهان با نام اختصاری ASK، طراح و تولیدکننده پمپ های گریز از مرکز و روتاری و ارائه دهنده راهکارهای بهینه سازی سیستم های فرایندی و پمپاژ می باشد.

توجه!

مقالات تخصصی با عنوان White Papers جهت افزایش دانش عمومی پمپ ها در بخش تحقیق و توسعه این شرکت نگارش شده است. استفاده از این مقالات رایگان می باشد و لازم است جهت استفاده از محتویات آن به موارد ذیل توجه فرمایید:

- 1- انتشار مجدد مطالب مقالات (به شکل اولیه و بدون تغییر در ساختار محتوایی و ظاهری) با ذکر منبع، بلامانع است.
- 2- استفاده تجاری از محتویات مقالات در نشریات مجاز نمی باشد.

بارهای وارد بر نازل



Nozzle Load

❖ نیروها و گشتاورهای انشعابات (نازل‌ها) خارجی (برگرفته از استاندارد API 610)

- پمپ‌های افقی ساخته‌شده از فولاد یا آلیاژهای فولادی و شاسی‌های آن‌ها و پمپ‌های معلق عمودی، باید جهت عملکردی رضایت‌بخش، با توجه به معیارهای ذکر شده در جدول‌های ۲و۱، طراحی شوند. در پمپ‌های افقی دو اثر از بارهای نازل در نظر گرفته می‌شوند: شکستگی پوسته پمپ و هم‌راستا نبودن شفت و موتور.
- گشتاورها و نیروهای مجاز برای پمپ‌های خطی عمودی، باید ۲ برابر مقدار موجود در جداول ۲و۱ برای کانال‌های تخلیه خروجی باشد.
- برای پوسته پمپ‌هایی که از موادی به جز فولاد و یا آلیاژهای فولادی ساخته شده و یا پمپ‌هایی که نازل آن‌ها بزرگتر از DN400 باشد، فروشنده باید میزان بار نازل را با توجه به جداول ۲و۱ تهیه نماید.

جدول ۱- بارهای نازل

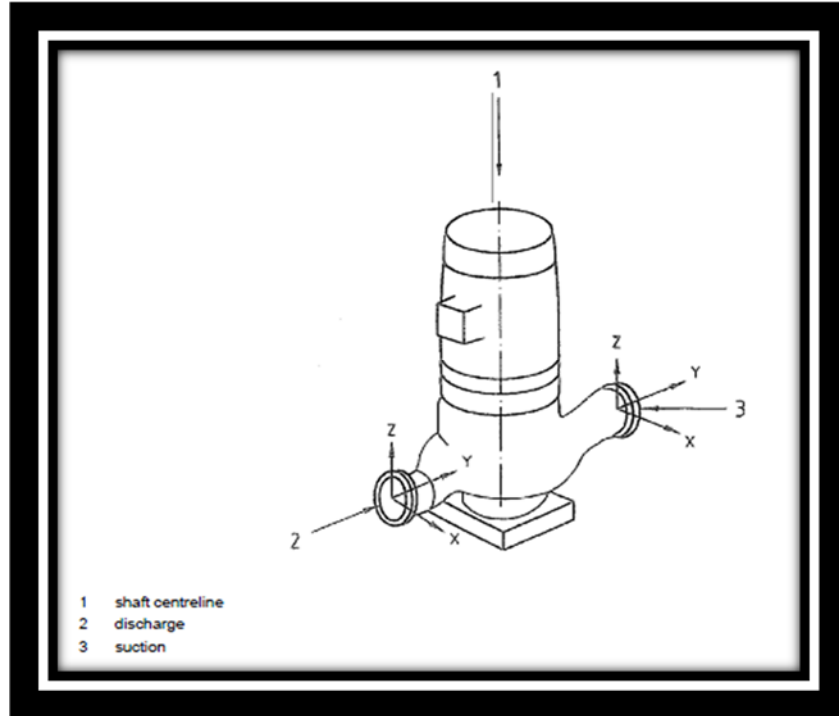
واحدهای استاندارد (SI)									
اندازه نامی فلنج (DN)									
۴۰۰	۳۵۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۸۰	۵۰	کمتر از ۵۰
نیرو (نیوتن)									
									هر انشعاب بالایی
۸۴۵۰	۷۱۲۰	۶۶۷۰	۵۳۴۰	۳۷۸۰	۲۴۹۰	۱۴۲۰	۱۰۷۰	۷۱۰	F _X
۶۶۷۰	۵۷۸۰	۵۳۴۰	۴۴۵۰	۳۱۱۰	۲۰۵۰	۱۱۶۰	۸۹۰	۵۸۰	F _Y
۱۰۲۳۰	۸۹۰۰	۸۰۰۰	۶۶۷۰	۴۸۹۰	۳۱۱۰	۱۷۸۰	۱۳۳۰	۸۹۰	F _Z
۱۴۸۵۰	۱۲۷۸۰	۱۱۷۰۰	۹۶۳۰	۶۹۲۰	۴۴۸۰	۲۵۶۰	۱۹۳۰	۱۲۸۰	F _R
									هر انشعاب کناری
۸۴۵۰	۷۱۲۰	۶۶۷۰	۵۳۴۰	۳۷۸۰	۲۴۹۰	۱۴۲۰	۱۰۷۰	۷۱۰	F _X
۱۰۲۳۰	۸۹۰۰	۸۰۰۰	۶۶۷۰	۴۸۹۰	۳۱۱۰	۱۷۸۰	۱۳۳۰	۸۹۰	F _Y
۶۶۷۰	۵۷۸۰	۵۳۴۰	۴۴۵۰	۳۱۱۰	۲۰۵۰	۱۱۶۰	۸۹۰	۵۸۰	F _Z
۱۴۸۵۰	۱۲۷۸۰	۱۱۷۰۰	۹۶۳۰	۶۹۲۰	۴۴۸۰	۲۵۶۰	۱۹۳۰	۱۲۸۰	F _R
									هر انشعاب انتهایی
۱۰۲۳۰	۸۹۰۰	۸۰۰۰	۶۶۷۰	۴۸۹۰	۳۱۱۰	۱۷۸۰	۱۳۳۰	۸۹۰	F _X
۸۴۵۰	۷۱۲۰	۶۶۷۰	۵۳۴۰	۳۷۸۰	۲۴۹۰	۱۴۲۰	۱۰۷۰	۷۱۰	F _Y
۶۶۷۰	۵۷۸۰	۵۳۴۰	۴۴۵۰	۳۱۱۰	۲۰۵۰	۱۱۶۰	۸۹۰	۵۸۰	F _Z
۱۴۸۵۰	۱۲۷۸۰	۱۱۷۰۰	۹۶۳۰	۶۹۲۰	۴۴۸۰	۲۵۶۰	۱۹۳۰	۱۲۸۰	F _R
گشتاور (نیوتن * متر)									
									هر انشعاب
۷۳۲۰	۶۳۷۰	۶۱۰۰	۵۰۲۰	۳۵۳۰	۲۳۰۰	۱۳۳۰	۹۵۰	۴۶۰	M _X
۳۶۶۰	۳۱۲۰	۲۹۸۰	۲۴۴۰	۱۷۶۰	۱۱۸۰	۶۸۰	۴۷۰	۲۳۰	M _Y
۵۴۲۰	۴۷۵۰	۴۶۱۰	۳۸۰۰	۲۵۸۰	۱۷۶۰	۱۰۰۰	۷۲۰	۳۵۰	M _Z

۹۸۲۰	۸۵۴۰	۸۲۱۰	۶۷۵۰	۴۷۱۰	۳۱۳۰	۱۸۰۰	۱۲۸۰	۶۲۰	MR
------	------	------	------	------	------	------	------	-----	----

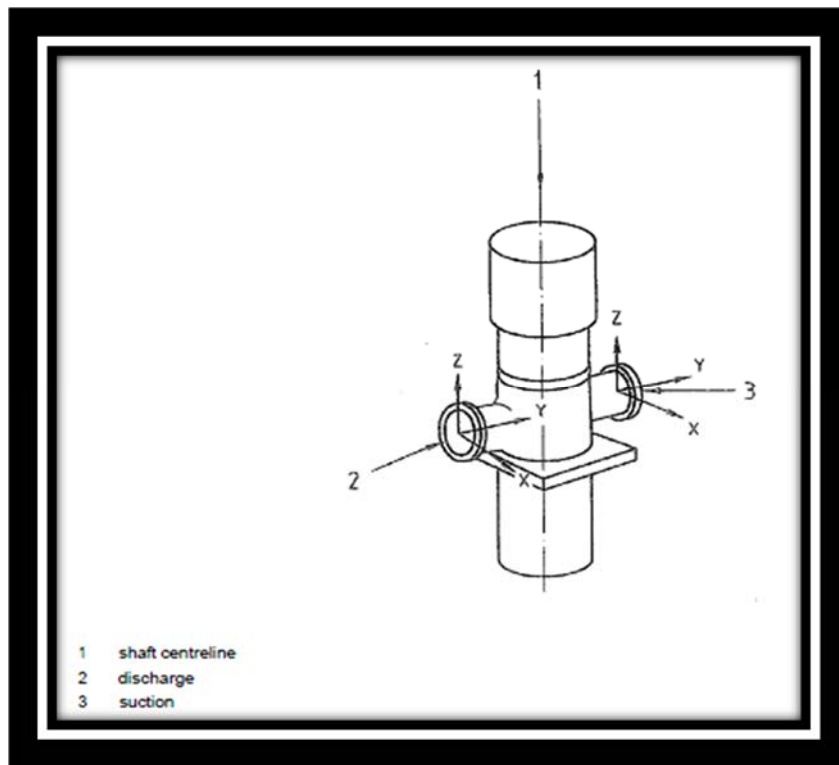
جدول ۲- بارهای نازل

واحدهای عرف ایالات متحده									
اندازه نامی فلنج (NPS)									
۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۳	کتر از ۲	
نیرو (پوند)									
									هر انشعاب بالایی
۱۹۰۰	۱۶۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۸۵۰	۵۶۰	۳۲۰	۲۴۰	۱۶۰	FX
۱۵۰۰	۱۳۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰	۴۶۰	۲۶۰	۲۰۰	۱۳۰	FY
۲۳۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰	FZ
۳۳۰۰	۲۹۰۰	۲۶۰۰	۲۲۰۰	۱۵۶۰	۱۰۱۰	۵۷۰	۴۳۰	۲۹۰	FR
									هر انشعاب کناری
۱۹۰۰	۱۶۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۸۵۰	۵۶۰	۳۲۰	۲۴۰	۱۶۰	FX
۲۳۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰	FY
۱۵۰۰	۱۳۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰	۴۶۰	۲۶۰	۲۰۰	۱۳۰	FZ
۳۳۰۰	۲۹۰۰	۲۶۰۰	۲۲۰۰	۱۵۶۰	۱۰۱۰	۵۷۰	۴۳۰	۲۹۰	FR
									هر انشعاب انتهایی
۲۳۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰	FX
۱۹۰۰	۱۶۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۸۵۰	۵۶۰	۳۲۰	۲۴۰	۱۶۰	FY
۱۵۰۰	۱۳۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰	۴۶۰	۲۶۰	۲۰۰	۱۳۰	FZ
۳۳۰۰	۲۹۰۰	۲۶۰۰	۲۲۰۰	۱۵۶۰	۱۰۱۰	۵۷۰	۴۳۰	۲۹۰	FR
گشتاور (پوند * فوت)									
									هر انشعاب
۵۴۰۰	۴۷۰۰	۴۵۰۰	۳۷۰۰	۲۶۰۰	۱۷۰۰	۹۸۰	۷۰۰	۳۴۰	MX
۲۷۰۰	۲۳۰۰	۲۲۰۰	۱۸۰۰	۱۳۰۰	۸۷۰	۵۰۰	۳۵۰	۱۷۰	MY
۴۰۰۰	۳۵۰۰	۳۴۰۰	۲۸۰۰	۱۹۰۰	۱۳۰۰	۷۴۰	۵۳۰	۲۶۰	MZ
۷۲۰۰	۶۳۰۰	۶۱۰۰	۵۰۰۰	۳۵۰۰	۲۳۱۰	۱۳۳۰	۹۵۰	۴۶۰	MR

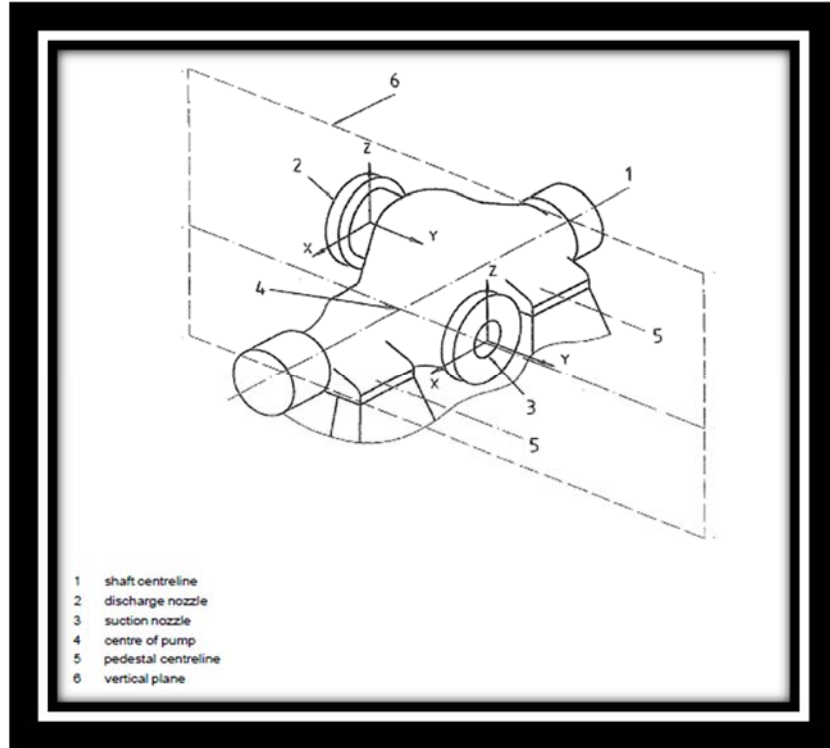
- توسط سیستم مختصات نشان داده شده در شکل‌های ۱ تا ۵، مختصات مورد استفاده در نیروها و گشتاورهای جداول ۱ و ۲ را مشاهده می‌کنید.



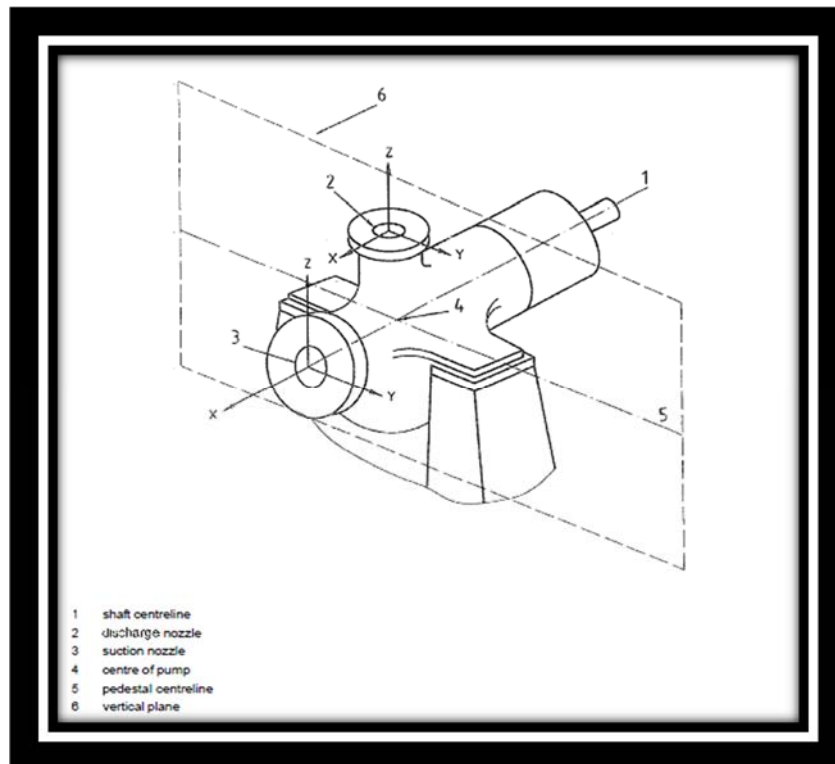
شکل ۱- پمپ عمودی خطی



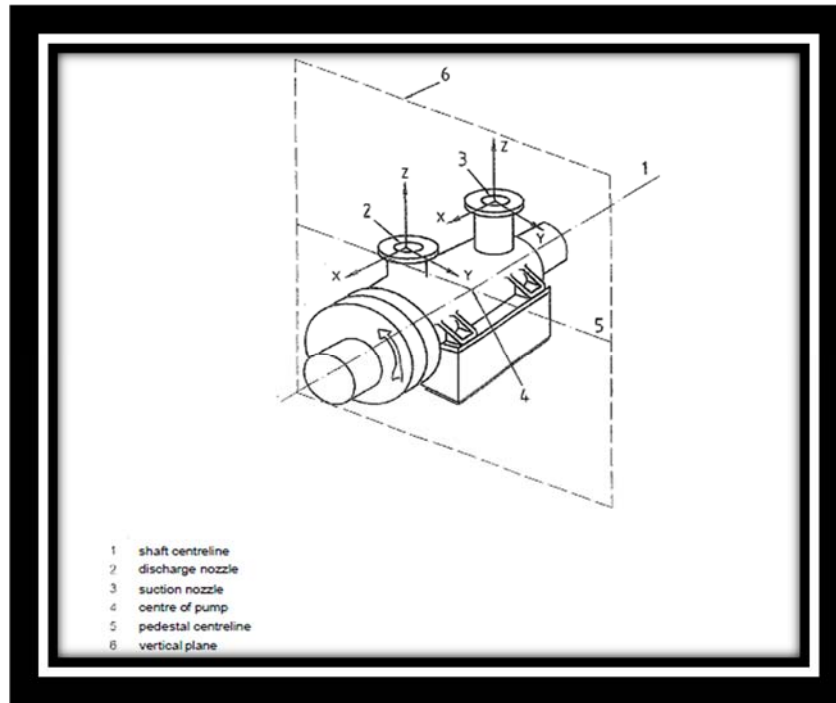
شکل ۲ - پمپ عمودی معلق محفظه دویل



شکل ۳- پمپ افقی با دریچه مکش و تخلیه کناری



شکل ۴- پمپ افقی با دریچه مکش از انتها و دریچه تخلیه از بالا



شکل ۵- پمپ افقی با دریچه بالایی

۲. روش‌های محاسبه بارهای نازل (معیارهای طراحی لوله‌کشی)

۲.۱. پمپ‌های افقی

اشکال مورد قبول در لوله‌کشی نباید سبب ایجاد عدم هم‌راستایی پمپ و الکتروموتور شوند. اشکال لوله‌کشی که سبب ایجاد مولفه بار نازل در محدوده تعریف‌شده در جدول (۱) می‌شوند، میزان انحراف پوسته را به میزان نصف مقادیر معیارهای طراحی فروشنده پمپ محدود کرده و به ما این اطمینان را می‌دهد که میزان جابه‌جایی شفت کمتر از ۲۵۰ میکرومتر خواهد بود.

تک‌تک مولفه نیروها و گشتاورهای وارد بر فلنج نازل پمپ، نباید از محدوده ذکر شده در جدول شماره (۱) با فاکتور بیشتر از ۲ تجاوز کنند.

نیروهای کاربردی برآیند (F_{RSA}, F_{RDA}) و گشتاورهای کاربردی برآیند (M_{RSA}, M_{RDA}) که بر روی هر فلنج نازل پمپ وارد می‌شوند باید روابط زیر را ارضاء کنند.

$$\left[\frac{F_{RSA}}{1.5 * F_{RST4}} \right] + \left[\frac{M_{RSA}}{1.5 * M_{RST4}} \right] \leq 2 \quad (1)$$

$$\left[\frac{F_{RDA}}{1.5 * F_{RDT4}} \right] + \left[\frac{M_{RDA}}{1.5 * M_{RDT4}} \right] \leq 2 \quad (2)$$

گشتاورها و نیروهای مولفه‌های کاربردی که بر هر یک از فلنچ‌های نازل‌های پمپ اعمال می‌شوند باید به مرکز پمپ برگردان شوند. شدت نیروی کاربردی برآیند (F_{RCA})، گشتاور کاربردی برآیند (M_{RCA}) و گشتاور کاربردی باید در روابط زیر صدق کنند:

$$F_{RCA} < 1.5(F_{RST4} + F_{RDT4}) \quad (۳)$$

$$|M_{YCA}| < 2(M_{YST4} + M_{YDT4}) \quad (۴)$$

$$M_{RCA} < 1.5(M_{RST4} + M_{RDT4}) \quad (۵)$$

که در آن:

$$F_{RCA} = [(F_{XCA})^2 + (F_{YCA})^2 + (F_{ZCA})^2]^{0.5} \quad (۶)$$

و در آن:

$$F_{XCA} = F_{XSA} + F_{XDA} \quad (۷)$$

$$F_{YCA} = F_{YSA} + F_{YDA} \quad (۸)$$

$$F_{ZCA} = F_{ZSA} + F_{ZDA} \quad (۹)$$

$$M_{RCA} = [(M_{XCA})^2 + (M_{YCA})^2 + (M_{ZCA})^2]^{0.5} \quad (۱۰)$$

که در آن:

$$M_{XCA} = M_{XSA} + M_{XDA} - [(F_{YSA})(zS) + (F_{YDA})(zD) - (F_{ZSA})(yS) - (F_{ZDA})(yD)]/1000 \quad (۱۱)$$

$$M_{YCA} = M_{YSA} + M_{YDA} - [(F_{XSA})(zS) + (F_{XDA})(zD) - (F_{ZSA})(xS) - (F_{ZDA})(xD)]/1000 \quad (۱۲)$$

$$M_{ZCA} = M_{ZSA} + M_{ZDA} - [(F_{XSA})(yS) + (F_{XDA})(yD) - (F_{YSA})(xS) - (F_{YDA})(xD)]/1000 \quad (۱۳)$$

فاکتور ۱۰۰۰ که در روابط بالا مشاهده می‌شود، ضریب تبدیل میلی‌متر به متر و یا اینچ به فوت می‌باشد که در واحدهای انگلیسی از ۱۰۰۰ به ۱۲ تغییر می‌کند.

مقادیر بار نازلی که از مقادیر به دست آمده توسط روابط بالا بیشتر شود، باید بین خریدار و فروشنده مورد توافق قرار گیرد.

۲،۲. پمپ‌های عمودی در خط

پمپ‌های عمودی در خط تنها به وسیله لوله‌کشی تقویت می‌شوند که در حدود دو برابر مقدار بار لوله‌کشی که در جداول آورده شده است، مقاومت دارند. در صورتی که این بارها سبب یک تنش اساسی بزرگتر از ۴۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع در خروجی نشود. روابط ۱۴، ۱۵ و ۱۶ برای تخمین میزان تنش اساسی، تنش طولی و تنش برشی با توجه به نازل، استفاده می‌شوند. برای سیستم SI خواهیم داشت:

$$\sigma_p = \left(\frac{\sigma}{2}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2\right)^{0.5} < 41 \quad (14)$$

$$\sigma_l = \left[\frac{1.27 * F_Y}{D_0^2 - D_i^2}\right] + \left[10200 * D_0(M_x^2 + M_z^2)^{0.5}\right] / (D_0^4 - D_i^4) \quad (15)$$

$$\tau = \frac{\left[1.27 * (F_x^2 + F_z^2)^{0.5}\right]}{D_0^2 - D_i^2} + \frac{[5100 * D_0(|M_Y|)]}{(D_0^4 - D_i^4)} \quad (16)$$

برای سیستم USC خواهیم داشت:

$$\sigma_p = \left(\frac{\sigma}{2}\right) + \left(\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2\right)^{0.5} < 5990 \quad (17)$$

$$\sigma_l = \left[\frac{1.27 * F_Y}{D_0^2 - D_i^2}\right] + \left[122 * D_0(M_x^2 + M_z^2)^{0.5}\right] / (D_0^4 - D_i^4) \quad (18)$$

$$\tau = \frac{\left[1.27 * (F_x^2 + F_z^2)^{0.5}\right]}{D_0^2 - D_i^2} + \frac{[61 * D_0(|M_Y|)]}{(D_0^4 - D_i^4)} \quad (19)$$

که در آن‌ها σ_p تنش اصلی بر حسب مگاپاسکال، σ_l تنش طولی بر حسب مگاپاسکال، τ تنش برشی بر حسب مگاپاسکال، F_x نیروی وارد بر محور x ، F_Y نیروی وارد بر محور Y ، F_z نیروی وارد بر محور z ، M_x گشتاور حول محور x ، M_Y گشتاور حول محور Y ، M_z گشتاور حول محور z و D_0 و D_i نیز قطرهای خارجی و داخلی نازل بر حسب میلی‌متر می‌باشند.

مراجع

[1]: API 610, Eleventh edition, 2010