

استاندارد طراحی و محاسبات مخازن ذخیره اسید سولفوریک



فهرست مطالب

- ۱- دامنه کاربرد:
- ۲- استانداردهای مرجع:
- ۳- نشانه‌ها و اختصارات
- ۴- اصول کلی:
- ۵- دمای جداره موثر
- ۶- ابعاد بدنه اصلی مخزن
- ۷- ضخامت عدسی کف
- ۸- ابعاد عدسی بالایی (سقف مخزن)
- ۹- نازل‌ها:
- ۱۰- قلاب‌های بلند کننده

در این مطلب استاندارد طراحی و محاسبات مخازن استوانه‌ای عمودی ترموپلاستیکی (مخازن ترموپلاستیکی ایستایی جوشکاری شده با شرایط کارکرد فشار ثقلی) بمنظور نگهداری اسید سولفوریک را تشریح می‌نمائیم. اسید سولفوریک براساس نوع مصرف و استاندارد ۲۱۰ به دو نوع الف و ب طبقه‌بندی می‌شود:

الف: اسید سولفوریک برای مصارف عمومی

ب: اسید سولفوریک مورد مصرف در صنایع باتری‌سازی: این اسید با آبی که دارای ویژگی‌های ذکر شده در استاندارد ملی ۱۹۹۷ ذکر شده تا غلظت مورد نظر رقیق می‌شود تا بعنوان اسید باتری مورد استفاده قرار گیرد.

در آزمون چشمی، اسید سولفوریک صنعتی باید مایعی چگال و ناروان، بی‌رنگ تا زرد روشن، شفاف یا با کدری جزئی باشد. اسید سولفوریک ماده‌ای خطرناک و به شدت خورنده است. به همین دلیل لازم است نکات ایمنی در نگهداری، جابه‌جایی و کارکردن با آن مورد توجه قرار گیرد. لازم است به کلیه افرادی که به نوعی در تولید، جابه‌جایی، ذخیره‌سازی و... اسید سولفوریک دخالت دارند آموزش‌های لازم در زمینه رعایت ایمنی و کمک‌های اولیه داده شود. (پیوست الف)

شرکت ناب زیست بعنوان یکی از پیشگامان تولید لوله‌ها و مخازن دوجداره ترموپلاستیکی و تنها تولید کننده **مخزن اسید** سولفوریک با ظرفیت‌های بالا (از جنس پلی اتیلن و **مخزن پلی پروپیلن**) در کشور، همواره به دنبال تولید محصولات با کیفیت و مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی گام بر می‌دارد. علاوه بر این در راستای افزایش اندوخته‌های علمی و به حداکثر رساندن دانش جمعی در میان تمام مهندسين و صنعتگرانی که به نوعی با محصولات شیمیایی و به ویژه اسید سولفوریک سر و کار دارند، استاندارد زیر را تحت عنوان BS EN ۱۲۵۷۳-۲-۲۰۰۰ Welded non-pressurized Thermoplastic Tanks در خدمت این عزیزان قرار می‌دهد. این استاندارد اروپایی توسط کمیته فنی ۲۶۶ CEN/TC ، با عنوان مخازن ایستایی ترموپلاستیک، که دبیرخانه آن در BSI برگزار می‌شود تهیه شده است.

استاندارد EN ۱۲۵۷۳:۱۹۹۹ با عنوان مخازن ترموپلاستیکی اتمسفری جوشکاری شده شامل بخش‌های زیر است:

۱. اصول کلی

۲. محاسبات مخازن استوانه‌ای عمودی

۳. طراحی و محاسبات مخازن مستطیلی تک‌جداره

۴. طراحی و محاسبات مربوط به اتصالات فلنجی

۱- دامنه کاربرد:

این مشخصات استاندارد الزامات و ضوابط طراحی و محاسبات مخازن ترموپلاستیکی اتمسفریک استوانه‌ای عمودی با عدسی صاف درکف را پوشش می‌دهد. این استاندارد برای مخازنی که از مواد ترموپلاستیک زیر ساخته می‌شوند کاربرد دارد:

▪ پلی‌اتیلن (PE)

▪ پلی‌پروپیلن (PP)

▪ پلی‌وینیل کلراید (PVC)

▪ پلی‌وینیلیدین فلوراید (PVDF)

در این استاندارد بارهای و نیروهای وارده از جانب باد و یا برف در نظر گرفته نشده است. در صورت نیاز به بررسی اثر این نیروها، محاسبات اضافی دیگری باید انجام شود. این استاندارد برای مخازنی کاربرد دارد که پوسته استوانه‌ای (بدنه اصلی) آن‌ها از ورق‌های ترموپلاستیکی جوشکاری شده، یا یک استوانه‌ای پیچشی که بصورت یکپارچه تولید شده (**لوله کاروگیت** یا لوله‌های اسپیرال) و یا لوله‌ای تولید شده به روش اکستروژن هستند، کاربرد دارد. این استاندارد محاسبات فشارهای فعال کوتاه مدت و بلند مدت و همچنین بارگزاری‌های هیدرواستاتیک را در نظر می‌گیرد.

▪ فشار بیشینه ۰.۰۰۵ bar

▪ حداقل فشار ۰.۰۰۳ bar

این استاندارد فقط برای شرایطی کاربرد دارد که قرار نیست مخازن فشار داخلی یا وکیوم (شرایط خلا در زمان پایین آمدن سطح سیال در داخل مخزن) را تحمل کنند. علاوه براین، این فشارها ممکن است در حین انتقال سیالات (شامل گازها) در زمان بهره‌برداری نیز به مخزن وارد شود که باید از به وجود آمدن این شرایط جلوگیری شود.

۲- استانداردهای مرجع:

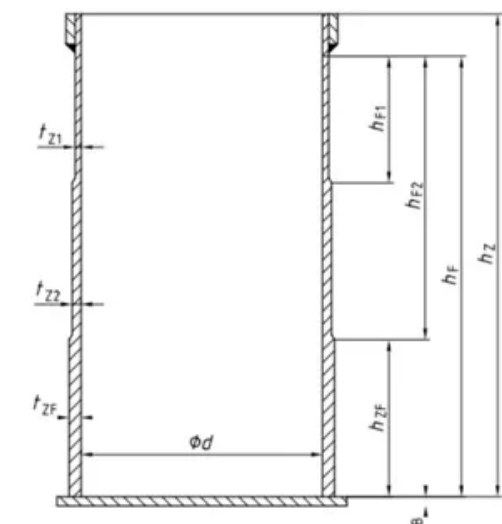
در این استاندارد آیین‌نامه‌ها و استانداردهای تاریخ‌دار و بدون تاریخ زیر اشاره شده‌است. این مراجع، تاحدی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بخشی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در مراجع تاریخ‌دار، ویرایش گفته‌شده ملاک بوده و تغییراتی که بعد از تاریخ ویرایش در آن‌ها داده شده‌است، پس از توافق میان کارفرما و فروشنده قابل اجرا می‌باشد. در مراجع بدون تاریخ، آخرین ویرایش آن‌ها به انضمام کلیه اصلاحات و پیوست‌های آن ملاک عمل می‌باشند.

Welded static non-pressurized thermoplastic tanks – Part ۱: General principles.	EN ۱۲۵۷۳-۱: ۲۰۰۰
Characteristic values for welded thermoplastic constructions – Determination of allowable stresses and moduli for design of thermoplastic equipment.	EN۱۷۷۸

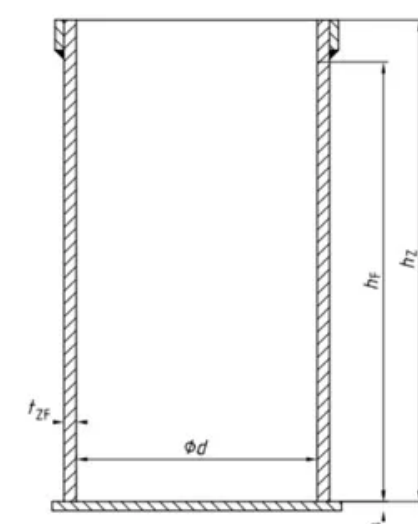
۳- نشانه‌ها و اختصارات

a	عمق درز جوشکاری برحسب میلیمتر
b	عرض جبرانی اطراف نازل
C _۱	ضریب افزایش بار
C _۲	ضریب طراحی مشخصه جنس مواد
C _۳	ضریب طراحی برای مخزن دو لایه
C	C _۲ ×C _۱
d	قطر داخلی نامی تانک برحسب میلیمتر
d _A	قطر خارجی نازل برحسب میلیمتر
d _L	قطر سوراخ قلاب بلندکننده بر حسب میلیمتر
Ec(al).St	مدول خزش مجاز در شرایط طراحی به منظور پایداری (دما، تنش، زمان، سیال، ایمنی) بر حسب نیوتن بر میلیمتر مربع (مراجعه به استاندارد EN ۱۷۷۸)
F _۱	ضریب جوشکاری بلند مدت
g	شتاب ناشی از گرانش که برابر است با ۹.۸ متر بر مجذور ثانیه
g _d	وزنهای مربوط به سطح بر حسب نیوتن بر میلیمتر مربع
h _F	ارتفاع سیال در حالتی که مخزن با بیشترین ظرفیت پرشده
h _{F(i)}	ارتفاع سیال بالاتر از بخش (i) برحسب میلیمتر
h _Z	ارتفاع کلی استوانه برحسب میلیمتر
h _{ZF}	ارتفاع بخش پایینی مخزن برحسب میلیمتر
l _m	ارتفاع متناظر با بخش میانی مخزن براساس محاسبات پایداری برحسب میلیمتر
l _o	ارتفاع متناظر با بخش بالایی مخزن براساس محاسبات پایداری برحسب میلیمتر
l _u	ارتفاع متناظر با بخش پایینی مخزن براساس محاسبات پایداری برحسب میلیمتر
p _e	فشار خارجی یکنواخت (پیوسته) فعال بر حسب نیوتن بر میلیمتر مربع
P _i	فشار داخلی یکنواخت (پیوسته) فعال برحسب نیوتن بر میلیمتر مربع
P _{stat}	فشار بیشینه وارد بر عدسی کف ناشی از محتویات مخزن برحسب نیوتن بر میلیمتر مربع
P _{stat(i)}	فشار بیشینه بر گوشه پایینی بخش (i) مخزن ناشی از محتویات مخزن
S	ضریب اطمینان (به بخش یکم استاندارد مراجع شود)
T _A	دمای هوای اطراف مخزن بر حسب درجه سلسیوس
T _D	دما در عدسی بالا (سقف) مخزن برحسب درجه سلسیوس
T _M	دمای سیال داخل مخزن برحسب درجه سلسیوس
t	ضخامت محاسبه شده یک بخش بعد از حذف کردن ضریب جوشکاری f _i ، که محاسبه ی σ _{al} برحسب میلیمتر بدست می‌آید.
t _B	ضخامت عدسی کف برحسب میلیمتر
t _D	ضخامت عدسی بالایی (سقف) برحسب میلیمتر
t _m	ضخامت معادل با بخش میانی که از محاسبات پایداری بدست آمده و برحسب میلیمتر است
t _o	ضخامت معادل با بخش بالایی که از محاسبات پایداری بدست آمده و برحسب میلیمتر است
t _u	ضخامت معادل با بخش پایینی که از محاسبات پایداری بدست آمده و برحسب میلیمتر است
t _u [*]	ضخامت معادل با بخش پایینی که از محاسبات تنش بدست آمده و برحسب میلیمتر است
t _{Z(i)}	ضخامت بخش (i) ام درحالتی که ضخامت جداره‌ی مخازن تغییر می‌کند برحسب میلیمتر
t _{ZF}	ضخامت بخش پایینی مخزن در مخازن تک لایه پلی اتیلن برحسب میلیمتر
t _{ZN}	ضخامت جبرانی بعد نصب نازل بعلاوه ضخامت بخش محاسبه شده برحسب میلیمتر
t _{ZF'}	ضخامت سرتاسری در بخش (باند) پایینی در مخازن چند جداره برحسب میلیمتر
t _{ZO'}	ضخامت جداره خارجی در مخازن چند جداره برحسب میلیمتر
t _{Zi'}	ضخامت جداره داخلی در مخازن چند جداره برحسب میلیمتر
V	حجم قابل پرکردن مخزن برحسب میلیمتر مکعب
V _A	ضریب تضعیف
α	زاویه عدسی بالایی (سقف) مخزن
ε	میزان انبساط مجاز در گوشه‌ها
λ	ضریب کمانش
ρ	چگالی مواد ترموپلاستیک برحسب گرم بر میلیمتر مکعب
ρ _F	چگالی سیال داخل مخزن برحسب گرم بر میلیمتر مکعب
σ _{al}	تنش مجاز در شرایط طراحی برحسب نیوتن بر میلیمتر مربع (مراجعه به استاندارد) EN ۱۷۷۸

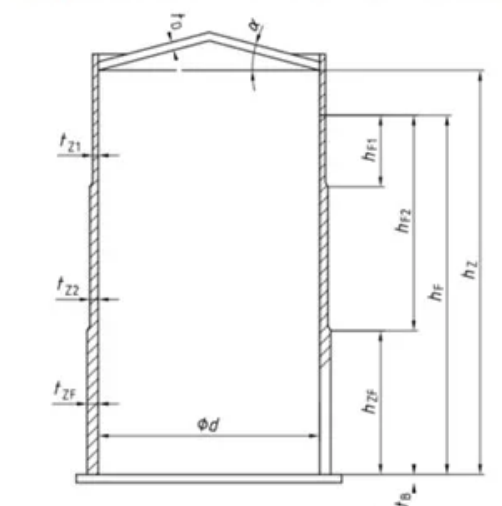
در شکل‌های ۱ تا ۴ ابعاد اصلی مخازن ترموپلاستیکی نشان داده شده‌است.



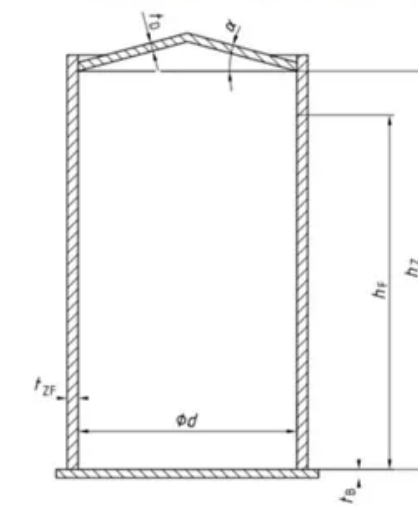
شکل ۱- مخزن باز (بدون عدسی بالا)، با عدسی تخت در کف و ضخامت جداره متغیر (دارای سه بخش یا سه پاند)



شکل ۲- مخزن باز (بدون عدسی بالا)، با عدسی تخت در کف و ضخامت ثابت



شکل ۳- مخزن با عدسی بالایی (سقف) به صورت مخروطی، عدسی کف تخت و جداره با ضخامت ثابت



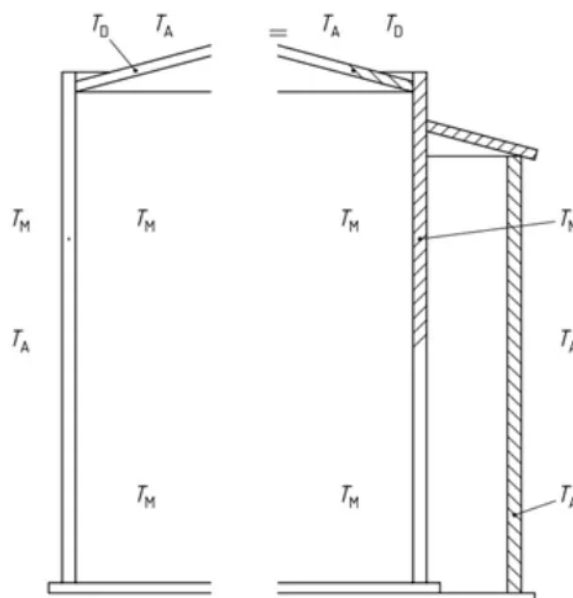
شکل ۴- مخزن باز (بدون عدسی بالا)، با عدسی مخروطی، عدسی کف تخت و ضخامت جداره متغیر (دارای سه بخش یا سه پاند)

۴- اصول کلی :

طراحی باید براساس الزامات آمده در استاندارد EN ۱۲۵۷۳-۱:۲۰۰۰ باشد.

۵- دمای جداره موثر

یکی از پارامترهای مهم در تعیین ابعاد مخازن ترموپلاستیکی است. اجزای پوسته‌ای استوانه‌ای مخزن و عدسی کف آن باید با توجه به دمای متوسط سیال داخل مخزن طراحی شوند. (T_M) همچنین اجزای عدسی فوقانی (عدسی سقف مخزن) باید با براساس دمای هوای دو محیط مجاور طراحی گردند. اگر فرض کنیم دمای هوای داخل مخزن T_M باشد و دمای هوای بیرون (محیطی که مخزن در آن نصب شده است T_M) باشد، زون‌های دمایی مخزن در شکل ۵ نشان داده شده است.



دمای موثر در عدسی فوقانی باید بر اساس رابطه زیر (معادله ۱) تعیین گردد:

دمای موثر در عدسی فوقانی باید بر اساس رابطه زیر (معادله ۱) تعیین گردد:

$T_D = (T_M + T_A) / 2$	معادله ۱:
-------------------------	-----------

۶- ابعاد بدنه اصلی مخزن

۶-۱ کلیات:

مخازن استوانه‌ای مورد اشاره در دامنه کاربرد این استاندارد یا مخازن تک‌جداره هستند (بخش ۶.۲.۱) یا مخازن چندجداره (بخش ۶.۲.۲).

ضخامت جداره این مخازن باید براساس تنش کششی حلقوی که ناشی از محتویات داخل مخزن و فشار بیشینه‌ای که به گوشه انتهایی پایین استوانه مخزن وارد می‌شود تعیین گردد. حداقل ضخامت جداره باید ۴ میلیمتر باشد (که این برای مخازن تک جداره یا مخازن دو جداره با حجم کم می‌باشد).

در صورتی که استوانه از صفحات به هم جوش خورده (شیت) ساخته شده باشد، ضریب جوش بلند مدت متناسب با آن که در محاسبه‌ی تنش مجاز در شرایط طراحی (σ_a) استفاده می‌شود، باید براساس استاندارد EN ۱۷۷۸ تعیین گردد.

پیش‌نیاز محاسبات و طراحی مخازن، تعیین اُوالیتی (out-of-roundness) استوانه آن در نزدیکترین بخش به عدسی کف مخزن است که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$u = 2(d_{\max} - d_{\min}) / (d_{\max} + d_{\min}) \times 100 \leq 0.5\%$		معادله-۲:
که در آن:		
اوالتی (خارج شدن مقطع دایره‌ای استوانه مخزن از حالت دایره‌ای) که برحسب درصد بیان می‌شود	u	
بیشترین قطر داخلی مخزن برحسب میلیمتر	$d_{\max}$	
کمترین قطر داخلی مخزن برحسب میلیمتر	$d_{\min}$	

۲-۶-۲ بخش پایینی (Lower Band)

– ۱۱-۲-۶ استوانه های تک جداره

حداقل ضخامت بخش پایینی این مخازن باید برطبق رابطه زیر محاسبه شود:

$t_{ZF} = (C(p_{\text{stat}} + p_i)d) / (2\sigma_{al})$		معادله-۳:
که در آن		
$p_{\text{stat}} = \rho_F \times g \times h_F \times 10^{-6}$	p_{stat}	
$P_i = 0.0005 \text{ N/mm}^2$	P_i	

حداقل ارتفاع بخش پایینی باید براساس رابطه‌ی زیر محاسبه شود:

$h_{ZF} \geq 1.4\sqrt{(d \times t_{ZF})}$		معادله-۴:
---	--	-----------

فاکتور C برای جوشی که استوانه را به عدسی کف متصل می‌کند، از حاصلضرب ضریب افزایش بار C_1 و ضریب طراحی مشخصه جنس مواد یعنی C_2 بدست می‌آید که هر دو اینها از جدول ۱-۱ قابل استخراج است.

جدول ۱-۱: ضریب طراحی مشخصه جنس مواد C_2 و ضریب C برای مواد ترموپلاستیک

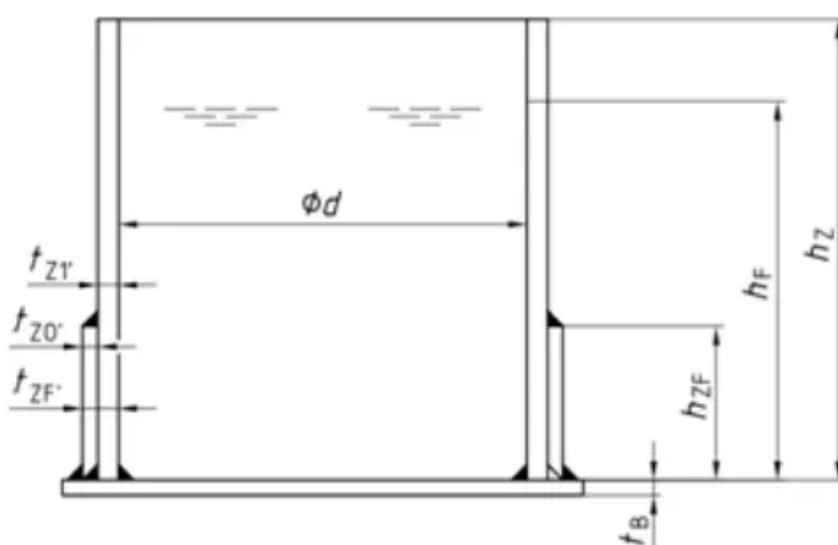
$C_1 \times C_2$	C_2	Materials
۱,۲۰	۱,۰۰	PE-HD
۱,۴۰	۱,۱۷	PP-H (۱ Type)
۱,۳۰	۱,۰۸	PP-B (۲ Type)
۱,۲۰	۱,۰۰	PP-R (۳ Type)
۱,۵۰	۱,۲۵	U- PVC (normal impact strength)
۱,۳۰	۱,۰۸	RI- PVC (of raised impact strength)
۱,۲۰	۱,۰۰	HI- PVC (of high impact strength)
۱,۶۰	۱,۳۳	PVC-C
۱,۴۰	۱,۱۷	PVDF

تنها زمانی می‌توان $C_1=1.2$ را در نظرگرفت که جوشکاری جوش گلولی کف با درز جوشی با ضخامت $t_B \geq 0.7a$ و ضریب جوشکاری $f_1 \geq 0.06$ باشد.

– برای مخازن با حداکثر ظرفیت تا ۱۰۰۰ لیتر و ضخامت جداره تا ۱۰ میلیمتر، استفاده از جوشکاری با گاز داغ (Hot gas welding) مجاز است به شرطی که هم جوش داخلی و هم جوش خارجی انجام شده باشد.

یادآوری C_2 : رابطه‌ی میان رفتار افت تنش و گسیختگی خزشی است که برای پلی‌اتیلن با چگالی سنگین (PE-HD) براساس تجربه بدست آمده است. مقادیر مواد دیگر بطور نسبی و نسبت به PE-HD تعیین می‌شود.

۲-۶-۲ استوانه‌های چند جداره (چند لایه)



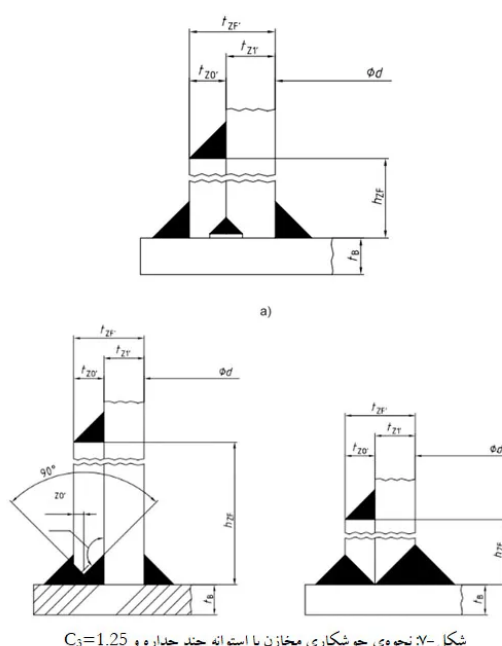
محاسبات استوانه‌های چند جداره باید همانند محاسبات بخش ۱-۲-۶ صورت پذیرد و ضریب C_3 نیز به همان ترتیب در نظر گرفته شود با مفروضات زیر:

- مطابق شکل-۶ تنها دو جداره مجاز است.
- هر دو جداره استوانه مخزن در تماس کامل با یکدیگر باشند یا دو جداره بصورت پروفیلی باشند که به صورت مارییچ و با جوشکاری داخلی و خارجی به یکدیگر متصل شده باشند.

- هر جداره مطابق شکل-۷ جوشکاری شده باشد.
- مقادیر مشخصه مربوط به جنس مواد هر دولایه باید مطابق هم باشد.
- ضخامت جداره خارجی باید ضخامتی بین نصف و یا برابر با ضخامت جداره‌ی داخلی باشد.

ضریب C_3 برطبق شکل-۷ باید ۱.۲۵ در نظر گرفته شود.
ضخامت کلی هر دو جداره باید مطابق با رابطه‌ی زیر محاسبه گردد:

$t_{ZF}' = C_3 \times t_{ZF}$	معادله-۵:
-------------------------------	-----------



حداقل ارتفاع لایه خارجی باید براساس رابطه‌ی زیر محاسبه شود:

$h_{ZF} \geq 1.4\sqrt{(d \times t_{ZF})}$	معادله-۶:
---	-----------

۳-۶ بخش‌های دیگر (Other Bands)

حداقل ضخامت برای هر بخش دیگر:

ضخامت بخش i ام که در آن i از ۱ تا n تغییر می‌کند باید بزرگتر از مقادیر محاسبه شده در حالت‌های اف یا به باشد.

وقتی از یک رینگ تقویتی برای بخش بالایی استوانه مخزن استفاده می‌شود، ضخامت آن باید بین ۰.۶ تا ۱ برابر ضخامت بخش بالای بوده و همچنین عرض آن حداقل ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

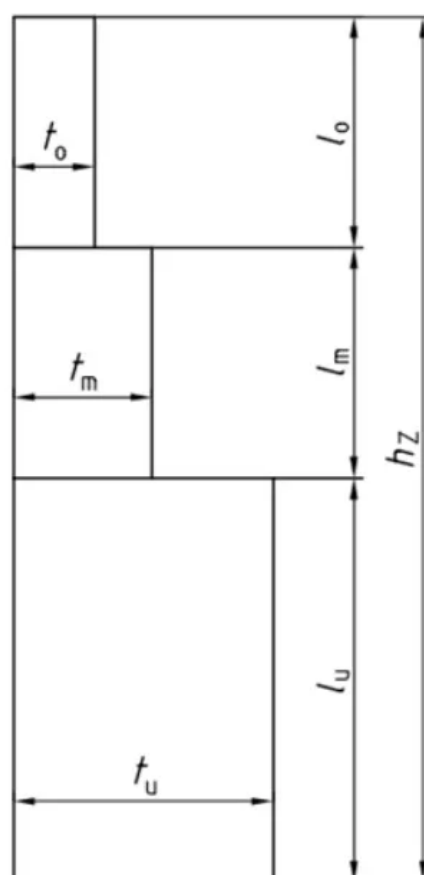
حالت الف: محاسبه‌ی ضخامت هر بخش استوانه مخزن براساس تنش.

حداقل ضخامت در این حالت باید براساس رابطه‌ی زیر محاسبه گردد:

$t_{Z(i)} = C(p_{stat} + p_i)d / 2\sigma_{al}$	معادله-۷:
$p_{stat} = \rho_F \times g \times h_{F(i)} \times 10^{-6}$	که در آن

حالت ب: محاسبه‌ی ضخامت هر بخش استوانه مخزن براساس تنش.

در این روش باید یک استوانه معادل به منظور ساده‌سازی مساله، مطابق شکل ۸ انجام دهیم. و در ادامه به روابط ۸، ۹، ۱۰ و همچنین استخراج اطلاعات از جدول ۲، حداقل ضخامت‌ها را محاسبه کنیم.



شکل-۸: استوانه معادل

حداقل ضخامت بخش میانی استوانه باید مطابق رابطه‌ی زیر محاسبه گردد:

معادله-۸:	$t_m = 0.8 (p_e \times h_z / E_{o(al.)St} \times d)^{0.4} \times d$
-----------	---

حداقل ضخامت برای بخش پایینی استوانه معادل مخزن از محاسبه تنش کششی حلقوی مطابق رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

معادله-۹:	$t_u^{**} = \rho_F \times g \times h_F \times 10^{-6} + p_i / 2\sigma_{(al.)} \times d$
-----------	---

ضریب کمانش λ نیز باید براساس رابطه‌ی زیر محاسبه گردد:

معادله-۱۰:	$\lambda = t_m / 2t_u^{**} = l_o / h_z$
------------	---

جدول-۲: ابعاد استوانه با مقایسه سه بخش

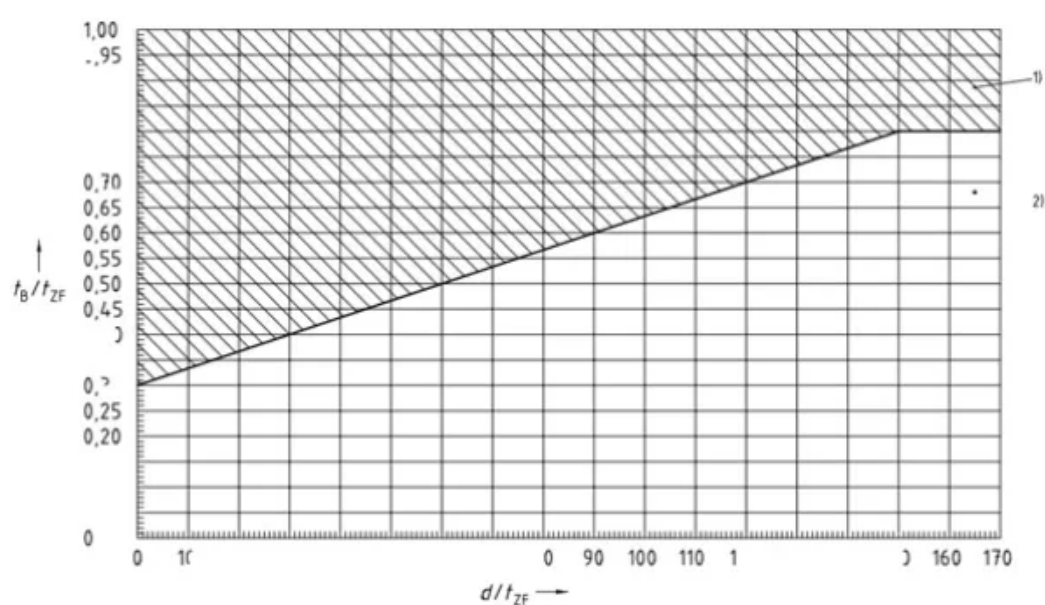
$\lambda \geq 1/3$	$1/2 < \lambda < 1/3$	$\lambda \geq 1/2$
l_o	$\lambda \times h_z$	$\lambda \times h_z$
t_o	$4/(1+5\lambda)t_m$	$2\lambda \times t_m$
l_m	l_o	$2/((l_o) - h_z)$
l_u	$2l_o - h_z$	l_m
t_u	$2t_m - t_o$	t_m

ضخامت‌های لیست‌شده در جدول-۲ حداقل ضخامت‌های مورد نیاز برای جداره هستند. همچنین ارتفاع بخش بالایی (باند بالایی) نباید بالاتر از مقادیر مشخص شده در این جدول باشد.

۷- ضخامت عدسی کف

ضخامت عدسی کف برای مخازن ساخته شده از مواد پلی‌اتیلن سنگین (PE-HD) و پلی‌پروپیلن (PP) باید براساس شکل-۹ تعیین گردد.

شکل-۹ بر این فرضیات استوار است که اولاً عدسی کف مخزن به طور کامل با سطح در تماس بوده و دارای تکیه‌گاه کامل است و ثانیاً نقطه‌ی حدی تماس استوانه با عدسی کف، در داخل ناحیه جوش خارجی قرار دارد.



شکل-۹: نسبت ضخامت عدسی کف به ضخامت استوانه مخزن برای بخش پایینی آن (برای مخازن ساخته شده از PE-HD و PP) (ناحیه مجاز ۲) (ناحیه غیر مجاز

ضخامت عدسی کف مخازن ساخته شده از PVC و PVDF باید حداقل ۰.۸ t_{ZF} باشد.

۸- ابعاد عدسی بالایی (سقف مخزن)

زاویه شیب سقف مخزن نباید کمتر از ۱۵ درجه باشد.

حداقل ضخامت سقف مخزن در حالت مخروطی رای دمای ۲۰ درجه سلسیوس باید مطابق با اطلاعات داده شده در جدول ۴ باشد. باید در نظر داشت که در مقادیر آمده در جدول زیر بار ناشی از افراد بر روی سقف مخزن در نظر گرفته نشده است.

قطرها مواد	≤۶۰۰	≤۸۰۰	≤ ۱۵۰۰	≤ ۱۸۰۰	≤۱۹۰۰	≤ ۲ ۷۰۰	≤ ۲ ۹۰۰	≤ ۳ ۱۰۰	≤ ۳ ۵۰۰	≤ ۴ ۰۰۰	≤۴ ۲۰۰
HDPE	۵	۶	۸	۱۰	۱۰	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵	۲۰	۲۰
PP	۵	۶	۸	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵	۲۰
PVDF	۵	۶	۸	۱۰	۱۰	در کارخانه تولید نمی شود.					
PVC	۵	۶	۶	۸	۱۰						

ابعاد به میلیمتر می باشد. حداقل ضخامت سقف مخزن در حالت مخروطی در شرایطی غیر از شرایط جدول فوق باید با حل معادله‌ی زیر به روش تکرار محاسبه گردد:

$t_D \geq (g_d + p_e / 1.3 \times E_{c(al.)St})^{0.4} \times d$	معادله-۱۱:
$g_D = \rho \times g \times t_D \times 10^{-6} / \cos \alpha$	که در آن

۹- نازل‌ها:

به طور کلی نازل‌ها باید به به سقف بالای مخزن متصل شوند.

ضخامت نازل‌ها باید حداقل برابر با نسبت ابعادی استاندارد رده‌ی ۱۱ (SDR۱۱) و با فشار کاری ۱۰ بار (PN ۱۰) باشد.

زمانی که نازل به بدنه‌ی استوانه‌ای مخزن نصب می‌شود، فاصله دیواره‌ی خارجی نازل در هر بخش از مخزن حداقل باید بیش از ۱۰۰ میلیمتر باشد.

تنها نازل‌هایی با قطر ۳۰۰ میلیمتر یا کمتر را می‌توان در بخش پایینی استوانه مخزن نصب نمود.

وقتی نازل در محل مورد نظر قراگرفت، ضخامت آن بخش باید براساس رابطه‌ی زیر محاسبه شود:

$t_{ZN} = t / V_A$	معادله-۱۲:
$V_A = 1 / (1 + d_A / (2\sqrt{(d + t) \times t}))$	که در آن

اگر ضخامت مخزن تولید شده در بخشی که نازل نصب شده کمتر از t_{ZN} باشد، یک تقویت کننده‌ی جبرانی بایباید اضافه شود. در این حالت حداقل عرض تقویت کننده باید براساس رابطه‌ی زیر تعیین گردد:

$b = 1.4 \times \sqrt{(d_A \times t_{ZN})}$	معادله-۱۳:
---	------------

اگر تقویت کننده از نوع جوشی باشد، ضخامت درز جوش آن باید ۰.۷ برابر ضخامت تقویت کننده باشد.

۱۰- قلاب‌های بلند کننده

یکی از مدل‌های قلاب برای بلند کردن مخازن در شکل ۱۰ آورده شده است. یکی از پیش‌شرط‌های استفاده از این نوع قلاب‌ها این است که اولاً تنها از دو قلاب برای هر تانک استفاده شود و ثانیاً از یک لیفت‌ری که به صورت موازی قرار گرفته است استفاده شود.

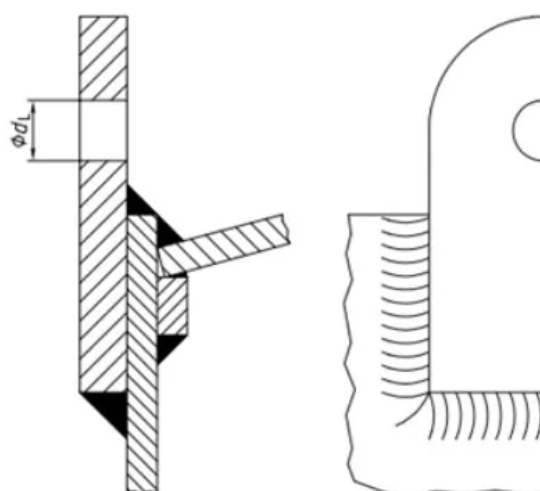


Figure 10 — Example of a lifting lug

شکل-۱۰: مثالی از یک قلاب برای بلند کردن مخزن

مطابق با شکل-۱۰ قلاب بلند کننده‌ی مخزن بخاطر نیرویی که به استوانه مخزن وارد می‌کند نباید ضخامتی بیش از سه برابر ضخامت بخش بالایی مخزن داشته باشد. همچنین قطر سوراخ قلاب بلند کننده (d_i) باید به اندازه ۱۰ درصد بزرگتر از قطر چنگه‌ای که برای بلند کردن وارد آن می‌شود باشد.

پیوست الف: نکات ایمنی و توصیه‌های بهداشتی

الف-۱: مخاطرات

اسید سولفوریک باعث سوختگی شدید پوست و چشم‌ها می‌گردد. همچنین خوردن آن باعث آسیب دیدگی شدید مخاط دهان، گلو و معده می‌شود. در غلظت‌های کمتر از ۸۰ درصد (m/m) در واکنش با فلزات می‌تواند گاز هیدروژن آزاد کند که قابلیت اشتعال و انفجار دارد و در غلظت‌های بالاتر هنگامی که با آب مخلوط شود بخارات بسیار آزاردهنده تولید می‌کند. تماس اسید غلیظ با مواد آلی مثل چوب تولید آتش می‌کند.

الف-۲: نگهداری و جابه‌جایی

ظروف و مخازن دارای اسید سولفوریک باید به خوبی درزگیری شده و از محکم بسته بودن درب آن‌ها اطمینان حاصل گردد و مرتباً از لحاظ بروز هرگونه نشست و سرریز آن‌ها را کنترل نمود.

در صورت بیرون ریخته شدن اسید، آنرا با آهک خنثی نموده و سپس منطقه آلوده را با آب زیاد بشوئید. از ریختن آب به روی اسید سولفوریک جدا خودداری کنید زیرا این عمل باعث ایجاد حرارت و پاشیده شدن اسید به اطراف می‌گردد. از تکه‌های پارچه یا خاک اره برای جذب مواد بیرون ریخته شده استفاده نکنید. اگر نشستی به طور مطمئن متوقف نشد یا امکان انتقال امن مواد به ظرف سالم و بی خطر وجود نداشت، به آتش‌نشانی اطلاع دهید.

اسید سولفوریک حتی در مقادیر کم بایستی به دور از مواد شیمیایی دیگر به ویژه مواد آلی، نیتрат‌ها، کلرات‌ها، کاربیدها، پراکسیدها، پودر فلزات، مواد شیمیایی اکسیدکننده و مواد آتشگیر نگهداری شود و از کشیدن سیگار یا تولید شعله در نزدیکی محل نگهداری آن خودداری شود.

در محل نگهداری اسید سولفوریک باید حتما چشم شوی و دوش ایمنی وجود داشته باشد و در صورتیکه محل نگهداری اسید در فضای سربسته باشد باید ان محل به سیستم تهویه مناسب مجهز گردد. هنگام جابه‌جایی اسید، افراد باید از لباس محافظ در برابر مواد شیمیایی (لباس ضد اسید، دستکش، چکمه پلاستیکی، عینک ایمنی و ...) استفاده کنند. در صورت آتش سوزی ناشی از اسید سولفوریک باید آنرا با پودر یا گاز CO_۲ خاموش نمود و در هنگام خاموش کردن از ماسک تنفس ضد گاز و عینک استفاده شود.

درانتها پیشنهاد می شود سری هم به صفحه **مخزن کاروگیت** بزنید.