استاندارد ملی ایران
۲۱۷۶۱

چاپ اول
۱۳۹۵

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO
21761

1st.Edition

2017

Identical with
ISO/TR9464:
2008

راهنماهایی برای استفاده از مجموعه

استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸:سال

۱۳۹۱

Guidelines for the use of isiri 16468:1391

ICS:17.120.10

shaghool.ir

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج- شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: +98 (21) 88879461-5

Fax: +98 (21) 88887080, 8888713

Standard Suare, Karaj, Iran

P. O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: +98 (26) 32806031-8

Fax: +98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

shaghool.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[۱]، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[۲] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[۳] است و به عنوان تنها رابط[۴] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[۵] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی(کالیبراسیون) وسایل اندازه‌گیری، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

shaghool.ir

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« راهنماهایی برای استفاده از مجموعه استاندارد ملی ایران شماره۱۶۴۶۸ : سال ۱۳۹۱»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال**
ولی پور، محمد صادق (دکتری مهندسی مکانیک)	دانشگاه سمنان
دبیر:	
حیدریان، مجید (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	اداره کل استاندارد استان سمنان
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا محل اشتغال**
ادب، حسین (کارشناسی مهندسی شیمی)	شرکت کلران
امیریان، خدیجه (کارشناسی مهندسی متالوژی)	شرکت فراسنج
بهروزفر، قاسم (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان
توسلی، محمد حسن (کارشناسی مهندسی صنایع)	شرکت ایران انشعاب
خرمی، حامد (کارشناسی مهندسی متالوژی)	شرکت ایران انشعاب
دانایی، سعید (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	شرکت بنیاد بتن ایران

shaghool.ir

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/ یا محل اشتغال**
دوست محمدی، احسان (کارشناسی فیزیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان
دهقان، محمد علی (کارشناسی ارشد مهندسی الکترونیک)	شرکت مخابرات و خطوط لوله نفت شمال شرق
رضایی عراقی، مهدی (دکتری DBA)	شرکت آب‌بان
فیروزبخت، امین (کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی)	شرکت نفت منطقه شاهرود
قدس، نادر (کارشناسی ارشد عمران سازه)	شرکت آب و فاضلاب شهری استان سمنان
کیهان، حسین (کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)	شرکت سهامی آب منطقه ای استان سمنان
گروسی، رجب (کارشناسی مدیریت)	شرکت آبفر
معینیان، علی (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت آب و فاضلاب روستایی استان سمنان
نوروزی، محمد (کارشناسی مهندسی شیمی)	شرکت نفت منطقه شاهرود
ویراستار :	
خدام عباسی، روح اله (کارشناسی فیزیک)	اداره کل استاندارد استان سمنان

shaghool.ir

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان استاندارد	ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	د
پیش گفتار	ط
مقدمه	ی
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ چگونه ساختار این راهنما با مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ (همه قسمت‌ها) ارتباط دارد	۲
۵ رهنمود برای استفاده از مجموعه استاندارد ملی مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ (همه قسمت‌ها)	۳
۵-۱ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱	۳
۵-۲ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱	۱۰
۵-۳ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱	۳۰
۵-۴ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱	۳۱
۶ اطلاعات طبیعت کلی مرتبط با کاربرد مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱	۳۲
۶-۱ ادوات ثانویه	۳۲

shaghool.ir

عنوان **صفحه**

۶-۲ اندازه‌گیری فشار و فشار تفاضلی ۳۴

۶-۳ اندازه‌گیری دما ۴۱

۶-۴ تعیین چگالی ۴۷

۶- ۵ منبع وتاسیسات الکتریکی ۵۳

پیوست الف (آگاهی‌دهنده) اصول اندازه‌گیری و محاسبه ۵۵

پیوست ب (آگاهی‌دهنده) محاسبه عامل تراکم پذیری برای گازهای طبیعی ۷۷

پیوست پ (آگاهی‌دهنده) مونتاژ صفحه اریفیس ۷۹

کتابنامه ۸۷

shaghool.ir

پیش گفتار

استاندارد «راهنماهایی برای استفاده از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱» که پیش-نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در سیصدوپانزدهمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی و اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۵/۱۲/۱۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون‌های مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از اخرین تجدید نظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین المللی مزبور است:

ISO/TR 9464:2008, Guidelines for the use of ISO 5167:2003

shaghool.ir

مقدمه

هدف از تدوین این استاندارد کمک به کاربران مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ است که در چهار قسمت منتشر شده و رهنمود درباره بندهای خاص مجموعه استانداردهای ملی شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱را ارائه می‌کند.

درباره برخی بندهای مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ (قسمت‌های ۱ تا ۴) توضیحی ارائه نشده است و بنابراین عدد این بندها از این استاندارد حذف شده به جز وقتی که حفظ شماره‌گذاری پیوسته پاراگراف‌ها مفید بوده است.

shaghool.ir

راهنماهایی برای استفاده از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه رهنمود برای استفاده از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ (همه قسمت‌ها) است. مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ برای اندازه‌گیری شارش مبتنی بر فشار تفاضلی است که به وسیله انقباض در مجرای دایروی ایجاد می‌شود (به زیر بند ۵-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱- ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ مراجعه شود). این استاندارد مجموعه قوانین و الزاماتی مبتنی بر نظری و کار آزمایشگاهی انجام شده در زمینه اندازه‌گیری شارش را ارائه می‌کند.

برای شرح دقیق‌تر هدف و دامنه کاربرد بهتر است به بند ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ مراجعه شود. تعاریف و نمادهای کاربردی در بندهای ۳ و ۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، ارائه شده است.

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ و همچنین این استاندارد، پیش‌زمینه نظری با جزییات را ارائه نمی‌کند و بهتر است به کتاب عمومی در رابطه با شارش سیال مراجعه شود.

با کاربرد قوانین و الزامات محدود شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، دستیابی به اندازه-گیری شارش با عدم قطعیت تقریبا ٪۱ آهنگ شارش محاسبه شده، عملی است. محدودیت‌های کاربردی در هر یک از وسایل اولیه شرح داه شده در استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ (قسمت‌های ۲ تا ۴) قبل از تعیین مناسب‌ترین نوع جهت کاربرد خاص نیاز است، درنظر گرفته شود. قسمت‌های ۲ تا ۴ را می‌توان برای تشکیل مبنای طراحی اولیه سیستم اندازه‌گیری به کار برد.

اطلاعات ضروری برای طراحی مفصل، ساخت و بررسی نهایی در بندها و پاراگراف‌های استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ (قسمت‌های ۲ تا ۴) مشخص شده است.

ادوات ثانویه[1] در استاندارد ملی ایران شماره ۱- ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱تحت پوشش قرار نمی‌گیرد، ولی بند ۶ این استاندارد به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۹۰ از مراجع الزامی، ارجاع شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

1- Secondary instrumentation

shaghool.ir

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۹۰:سال ۱۳۹۴، شارش شاره در کانال‌های بسته – اتصالات انتقال سیگنال فشار بین اجزای اولیه و ثانویه.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۳۳۰: سال ۱۳۹۴، اندازه‌گیری جریان سیال در مجاری بسته – واژگان و نمادها

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، اندازه‌گیری شارش سیال توسط فشارسنج تفاضلی قرار داده شده در مجرای با سطح مقطع دایروی پر از سیال – قسمت ۱: اصول کلی و الزامات.

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، اندازه‌گیری شارش سیال توسط فشارسنج تفاضلی قرار داده شده در مجرای با سطح مقطع دایروی پر از سیال – قسمت ۲: صفحات اریفیس.

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، اندازه‌گیری شارش سیال توسط فشارسنج تفاضلی قرار داده شده در مجرای با سطح مقطع دایروی پر از سیال – قسمت ۳: نازل‌ها و نازل‌های ونتوری.

۲-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، اندازه‌گیری شارش سیال توسط فشارسنج تفاضلی قرار داده شده در مجرای با سطح مقطع دایروی پر از سیال – قسمت ۴: لوله‌های ونتوری

2-7 ISO/TR 3313:1998, Measurement of fluid flow in closed conduits- guidelines on the effects of flow pulsations on flow-measurement instruments

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

به استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۳۳۰: سال ۱۳۹۴مراجعه شود.

۴ چگونه ساختار این راهنما با مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ (همه قسمت‌ها) ارتباط دارد

بند ۵ این استاندارد، رهنمود ویژه‌ای برای هر یک از چهار قسمت مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ را مشخص می‌کند:

- زیر بند ۵-۱ قسمت اول را پوشش می‌دهد.
- زیر بند ۵-۲ قسمت دوم را پوشش می‌دهد.
- زیر بند ۵-۳ قسمت سوم را پوشش می‌دهد.

shaghool.ir

- زیر بند ۵-۴ قسمت چهارم را پوشش می‌دهد.

شماره‌گذاری زیربندهای بعدی به بندهای هر یک از قسمت‌ها مرتبط است. از این‌رو زیر بند ۵-۱-۱ بند یک در قسمت اول استاندارد را پوشش می‌دهد و زیر بند ۵-۴-۳-۱-۱ ، زیر بند ۳-۱-۱ از قسمت چهارم استاندارد را پوشش می‌دهد.

رهنمود قابل کاربرد برای همه چهار قسمت در بند ۶ ارائه شده است.

۵ رهنمود برای استفاده از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸ : سال ۱۳۹۱(همه قسمت‌ها)

۵-۱ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱

۵-۱-۱ هدف

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۱-۲ مراجع الزامی

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۱-۴ نمادها و نمایه‌های پایین

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۱-۵ اصل روش اندازه‌گیری و محاسبه

۵-۱-۵-۱ اصل روش اندازه‌گیری

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۵-۲ روش تعیین نسبت قطر وسیله اولیه استاندارد

به پیوست الف این استاندارد مراجعه شود.

۵-۱-۵-۳ محاسبه آهنگ شارش

معادله‌هایی که برای تعیین آهنگ شارش سیستم اندازه‌گیری به کاربرده می‌شود، در بند ۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ ارائه شده است. برخی نتایج این محاسبات با ابعاد نصب ثابت شده‌اند و نیاز است فقط یک‌بار محاسبه شود. سایر محاسبات نیاز است، برای هر نقطه اندازه‌گیری شارش تکرار شود. پیوست الف مثال‌های کارشده از محاسبات تکراری در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ و پیوست الف را ارائه می‌دهد.

shaghool.ir

۵-۱-۵-۴ تعیین چگالی، فشار و دما

۵-۱-۵-۴-۱ کلیات

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۵-۴-۲ چگالی

برای جزئیات درباره اندازه‌گیری چگالی، به بند ۶-۴ مراجعه شود.

برای جزئیات درباره محاسبه چگالی، به پیوست ب این استاندارد ملی مراجعه شود.

۵-۱-۵-۴-۳ فشار استاتیک

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۵-۴-۴ دما

محاسبه کاهش دمای حاصل شده از انبساط سیال از میان وسیله اولیه، دانش ضریب ژول- تامسون[1] را نیاز دارد. این ضریب تابعی از دما، فشار و ترکیب گاز است. وقتی که p و T در گستره ارائه شده زیر هستند، محاسبه را می‌توان با استفاده از معادله حالت (به پیوست ب، «روش مشروح»[2] با استفاده از تجزیه و تحلیل ترکیب مولی مراجعه شود) یا با استفاده از تقریب معتبر مخلوط‌های گاز طبیعی که خیلی غنی نیستند، انجام داد. در مورد آخر، ضریب تابعی از p و T به تنهایی است.

مشروط برآن که در ترکیب مولی گاز طبیعی، متان بیشتر از ٪۸۰ ، دما در گستره ℃ (۱۰۰-۰) و فشار استاتیک مطلق در گستره ۱۰۰kPa تا ۲۰ MPa یا bar(۲۰۰-۱) باشد.

$$\mu_{JT} = 0{,}35 - 0{,}001\,42t + \left(0{,}231 - 0{,}002\,94t + 0{,}000\,0136t^2\right)\left(0{,}998 + 0{,}000\,41p - 0{,}000\,111\,5p^2 + 0{,}000\,000\,3p^3\right) \quad (۱)$$

که در آن :

μ_{JT} ضریب ژول- تامسون بر حسب (K/bar)؛

T دمای سیال بر حسب (°C)؛

P فشار استاتیک مطلق سیال بر حسب (bar).

عدم قطعیت از اختلاف بین این معادله و ضریب ژول- تامسون ۱۴ گاز طبیعی عمومی تعیین و برابر است با:

$$U = 0{,}066\left(1 - \frac{t}{200}\right) \qquad p \leqslant 70 \text{ bar (7 MPa)} \quad (۲)$$

و

1- Joule-Thomson coefficient
2-Detailed method

shaghool.ir

$$U = 0{,}066\left(1-\frac{t}{200}\right)\left[1-\frac{(290-t)}{4}\left(\frac{1}{70}-\frac{1}{p}\right)\right] \qquad p > 70 \text{ bar (7 MPa)} \qquad (۳)$$

که در آن U عدم قطعیت (گسترده) ضریب ژول- تامسون بر حسب (K/bar) است.

یادآوری- اگر صفحه اریفیس با β= ۰٫۶ و فشار تفاضلی Δp=۰٫۵ bar باشد، عدم قطعیت در ضریب ژول- تامسون وابسته به دما، فشار و ترکیب گاز و مشابه با عدم قطعیت آهنگ شارش در گستره از ٪۰٫۰۰۱تا ٪۰٫۰۰۹ است.

۵-۱-۶ الزامات کلی برای اندازه‌گیری‌ها

۵-۱-۶-۱ وسیله اولیه

۵-۱-۶-۱-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۶-۱-۲ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۶-۱-۳ جدول ۱، اگرچه جامع نیست، ولی مواد پرکاربرد را برای ساخت وسایل اولیه فهرست می‌کند.

جدول ۱- فولادهای پرکاربرد برای ساخت وسایل اولیه

DIN	AFNOR	BS970	AISI	
1.4301 1.4401	Z6CN18-09 Z6CND17-11	304-S15 316-S16	304 316	فولاد ضد زنگ
	Z30C13	420-S37	420	حد بالای کشسانی فولاد ضد زنگ

جدول ۲ میانگین ضریب انبساط خطی، مدول کشسانی[1] و تنش‌های تسلیم[2] برای مواد جدول ۱ را مطابق با AISI تخصیص می‌دهد.

1- Elasticity moduli
2- Yield stresses

shaghool.ir

جدول ۲- مشخصات فولادهای پرکاربرد

AISI	ضریب انبساط متوسط خطی $(۰-۱۰۰)^{o}C$ K^{-1}	مدول الاستیسیته Pa	تنش تسلیم Pa
۳۰۴	۱۷×۱۰ $^{-۶}$	۱۹۳×۱۰ ^{۹}	۲۱۵×۱۰ ^{۶}
۳۱۶	۱۶×۱۰ $^{-۶}$	۱۹۳×۱۰ ^{۹}	۲۳۰×۱۰ ^{۶}
۴۲۰	۱۰×۱۰ $^{-۶}$	۲۰۰×۱۰ ^{۹}	۴۹۴×۱۰ ^{۶}

مقادیر ارائه شده در جدول ۲ هم با دما و فرآیند عمل آوری فولاد تغییر می‌کند. برای محاسبات دقیق، توصیه می‌شود که داده‌ها از سازنده به دست آید.

وقتی وسیله اولیه در شرایط بهره‌برداری در دمای متفاوت از دمایی باشد که در آن قطر «d» تعیین شده است (این دما به عنوان مرجع یا دمای کالیبراسیون بیان می‌شود)، انبساط یا انقباض وسیله اولیه بهتر است، محاسبه شود. قطر «d» اصلاح شده که در محاسبه نسبت قطر و آهنگ شارش به کار می‌رود بهتر است، با استفاده از معادله (۴) با فرض فقدان ممانعتی به دلیل سوارکردن محاسبه شود:

$$d = d_0[1+\lambda_d(T-T_0)] \qquad (۴)$$

که در آن:

d قطر وسیله اولیه در شرایط شارش؛

d_0 قطر وسیله اولیه در دمای مرجع؛

λ_d میانگین ضریب انبساط خطی مواد وسیله اولیه؛

T دمای وسیله اولیه در شرایط شارش؛

T_0 دمای مرجع یا کالیبراسیون .

در جایی‌که اصلاح دمای خودکار در محاسبه شارش لازم نیست، عدم قطعیت برای «d» شامل محاسبات عدم قطعیت کلی برای تغییر در «d» به دلیل تغییر دما بهتر است، افزایش یابد (به زیربند ۸-۲-۲-۴ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ مراجعه شود). محاسبه اولیه نشان می‌دهد که این عدم قطعیت اضافی ممکن است به اندازه کافی کوچک باشد تا ناچیز درنظر گرفته شود.

۵-۱-۶-۲ طبیعت سیال

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

shaghool.ir

۵-۱-۶-۳ شرایط شارش

۵-۱-۶-۳-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۶-۳-۲ اگر احتمال تغییر فاز وجود داشته باشد، روش چیره شدن بر این مشکل، افزایش نسبت قطر است بنابراین فشار تفاضلی کاهش می‌یابد.

۵-۱-۶-۳-۳ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷ الزامات نصب

۵-۱-۷-۱ کلیات

فهرست زیر از تجهیزات بازرسی جامع نیست، ولی مبنایی برای کنترل بازرسی را فراهم می‌کند:

- کولیس‌ها (ضخامت، قطرها)؛
- میکرومتر داخلی (قطرها)؛
- میکرومتر (ضخامت)؛
- گیج بلوک، گیج فیلر[1] (موقعیت نسبی، استاندارد مطلق برای بررسی میکرومترها)؛
- زاویه‌سنج[2] (زاویه‌ها)؛
- دستگاه اندازه‌گیری پروفایل (لبه)؛
- خط‌کش لبه صاف (صافی)؛
- گیج گمانه سه نقطه‌ای[3] (قطر داخلی)؛

اگر درستی مطلوب نیاز باشد، بهتر است فقط ادواتی که با استانداردهای اولیه کالیبره شده است، به کار می‌رود.

۵-۱-۷-۱-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷-۱-۲ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷-۱-۳ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷-۱-۴ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

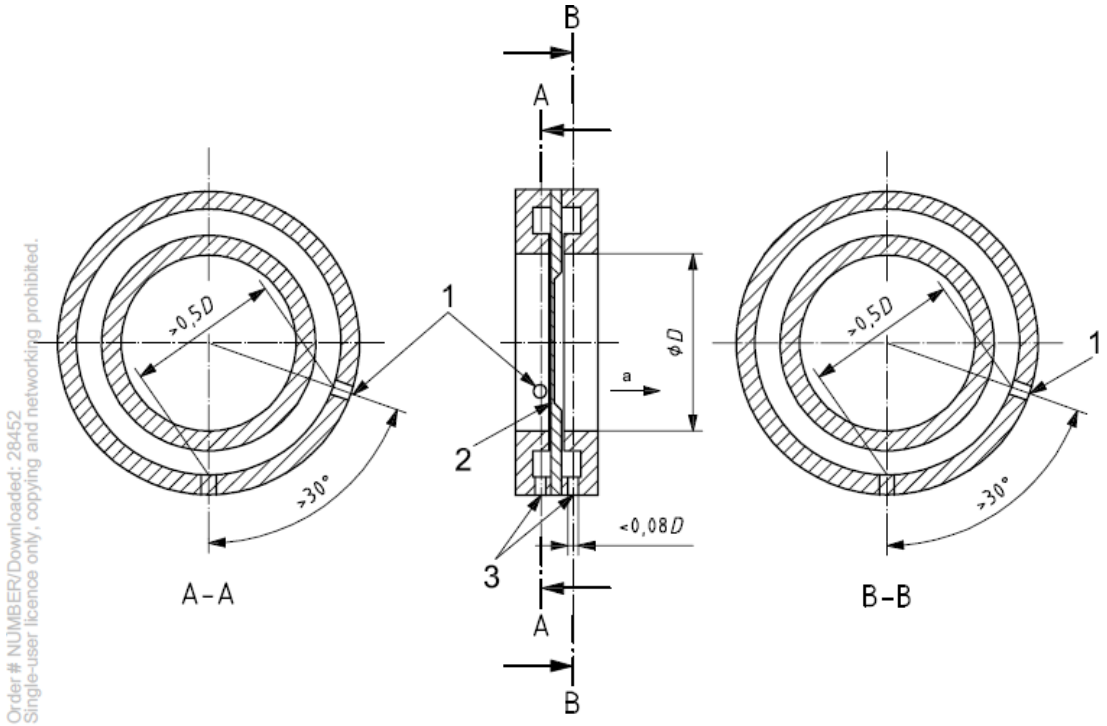
۵-۱-۷-۱-۵ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷-۱-۶ الزامات در این زیر بند از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱در جایی‌که سوراخ‌های درین[4] یا تخلیه[5] یا نزدیک به وسیله اولیه قرار دارد، در شکل ۱ نشان داده شده است. این شکل اهمیت قرارگرفتن سوراخ‌های درین یا تخلیه در محفظه حلقوی در جایی‌که یکی از آنها استفاده شده را نشان می‌دهد.

1- Feeler gauge
2-Protractor
3- Three point bore gauge
4- Drain holes
5- Vent holes

shaghool.ir

بهتر است، توجه شود در محلی که محفظه حلقوی وجود ندارد و سوراخ‌های درین یا تخلیه وارد خود لوله می شود، موقعیت سوراخ‌های درین یا تخلیه نسبت به نقطه فشارسنجی[1] اهمیت بیشتری دارد.
بهتراست، درک شود که ممکن است شارش سیال باعث تجزیه، خوردگی یا فرسایش دیوار داخلی لوله شود. بنابراین ممکن است نصب مطابق با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱- ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ انجام نشده باشد. بازرسی داخلی لوله بهتراست در فواصل زمانی مناسب با شرایط کاربرد انجام شود.



Order # NUMBER/Downloaded: 28452
Single-user licence only, copying and networking prohibited.

راهنما:

1 نقطه فشارسنجی؛

2 صفحه اریفیس؛

3 سوراخ‌های درین و/یا سوراخ‌های تخلیه؛

a راستای شارش.

شکل ۱- محل سوراخ‌های درین و/یا سوراخ‌های تخلیه

۵-۱-۷-۱-۷ این زیر بند برای اطمینان از اندازه‌گیری دما انتخاب شده است. اگرچه دمای شارش به صورت کمیت مستقیم در معادله محاسبه آهنگ شارش درگیر نمی‌شود، ولی پارامتری مهم است به دلیل آنکه برای محاسبه «d» و «D» به اضافه پارامترهای فرآیند بحرانی ممکن است، در شرایط شارش به‌کار رود.

1- Pressure tapping

shaghool.ir

۵-۱-۷-۲ حداقل طول‌های مستقیم بالادست و پایین دست

۵-۱-۷-۲-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷-۲-۲ هنگام طراحی تاسیسات لوله اندازه‌گیری، توصیه می‌شود که حداقل طول‌های مستقیم لازم با حداکثر نسبت قطر که از عمر تاسیسات انتظار می‌رود، تعیین شود.

برای نسبت‌های قطر که در جدول۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱، جدول ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱، یا جدول ۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱، واقعی نیستند مشخص شده است ولی در حدود استاندارد است، اجرای برون‌یابی خطی بین مقادیر به دست آمده در دو نسبت قطر نزدیک عملی است.

اگر کنتور اریفیسی برای اندازه‌گیری آهنگ شارش در هر دو جهت طراحی شود، حداقل طول‌های مستقیم لوله در دو طرف صفحه اریفیس بهتر است مطابق با حداقل الزامات برای طول‌های مستقیم بالادست و پایین‌دست مشخص شده در زیربند ۶-۲ و جدول ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ باشد.

۵-۱-۷-۳ الزام کلی برای شرایط شارش در وسیله اولیه

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۱-۷-۴ حالت‌دهنده‌های شارش

بهتر است، توجه گردد، اگرچه چرخش عموما در بازرسی چشمی از لوله قابل رویت نیست، گاهی چرخش و عدم تقارن در پوشش روی صفحه اریفیس اگر وجود داشته باشد، قابل رویت است. یک الگوی استخوان ماهی[1] نوعی یا شورون[2] که مدتی در سرویس بوده است، روی صفحه دیده می‌شود و نشان می‌دهد شارش در صفحه اریفیسی می‌تواند چرخشی یا نامتقارن باشد. چرخش نسبت به هر مکانیزم دینامیک سیال دیگر تاثیر بیشتری بر اندازه-گیری دارد و اگرچه طول‌های مستقیم لوله، چرخش را از بین می‌برند، محوشدن ممکن است به آهستگی اتفاق افتد و چرخش در فواصل قابل توجه ادامه یابد. استفاده از طول‌های مستقیم لوله برای حذف چرخش سوال برانگیز است مخصوصا در اندازه‌های لوله بزرگ، همچنین محوشدن چرخش از اجزای لوله پرکاربرد برای اطمینان پروفایل‌های کاملا توسعه یافته در حداقل طول‌های لازم در جداول کافی نیست.

حالت‌دهنده‌های شارش برای کاربرد در پایین دست یک سیستم اندازه‌گیری اصلی و شرایط زیر بسیار توصیه شده است:

الف- درجایی‌که اتصالات بالادست یا چیدمان اتصالات در جداول تعریف نشده‌اند.

1- Herring bone
2- Chevron pattern

shaghool.ir

ب- در جایی‌که وسیله اولیه با نسبت β زیاد برای اتصال خاصی استفاده شود، حالت‌دهنده شارش که در آزمون پذیرفته شده است، طول بالادست لازم برای دستیابی به پروفایل سرعت خوب را ممکن است، کاهش دهد یا پروفایل سرعت را برای طول مستقیم مشخص بهبود می‌بخشد.

بسیاری از حالت‌دهنده‌های شارش جدید از زمان انتشار نسخه قبلی استاندارد بین المللی ISO 5167 :1991 و استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ برای شرح قبولی آزمون برای حالت‌دهنده‌های شارش توسعه یافته‌اند.

حالت‌دهندهای شارش مختلف و مستقیم‌کننده‌ها به ترتیب در پیوست پ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ و پیوست ب استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱، شرح داده شده است. همه حالت-دهندهای شرح داده شده در روش اجرایی آزمون انطباق لزوما قبول نشده‌اند.

۵-۱-۸ عدم قطعیت در اندازه‌گیری آهنگ شارش

در سال ۱۹۹۵، سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) با مشارکت کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)، سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)، دفتر بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها [1](BIPM)، اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی [2](IUPAC) و فدراسیون بین‌المللی شیمی بالینی [3](IFCC) ، راهنمای توضیح عدم قطعیت در اندازه‌گیری [4](GUM) را منتشر کرد. بهتر است، محتوای این سند و [1] هنگام اجرای تجزیه وتحلیل عدم قطعیت درنظر گرفته شود.

ویژگی‌های هر خطای سازنده بهتراست با دقت مطالعه شود تا اطمینان حاصل گردد حدود خطا در مقدار اندازه-گیری شده معلوم است. برخی نکات که باید به آنها اشاره شود عبارتند از:

الف- عدم قطعیت‌ها اغلب به صورت درصدی از مقیاس کامل یا گستره بیان می‌شود؛

ب- عدم قطعیت‌ها اغلب در شرایط مرجع مشخص می‌شوند. عدم قطعیت‌های اضافی زمانی ایجاد می‌شود که شرایط بهره‌برداری با شرایط مرجع تفاوت داشته باشد.

۵-۲ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱

۵-۲-۱ هدف

این قسمت از استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ فقط در ارتباط با صفحات اریفیس، هندسه و نصب آنها است. مطالعه استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ همراه با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ ضروری است.

1- International Bureau of Weights and Measure
2- International Union of Pure and Applied Chmistry
3- International Federation of Clinical Chemistry
4- Guide to the expression of Uncertainty in Measurement

shaghool.ir

کنتورهای صفحه اریفیسی با سه چیدمان نقاط فشارسنجی شرح و مشخص شده‌اند، نقاط فلنجی[1]، نقاط گوشه-ای[2] و نقاط D و D/2.

۵-۲-۲ مراجع الزامی

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۲-۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۲-۴ اصول روش اندازه‌گیری و محاسبه

چگالی و گرانروی سیال را می‌توان از ترکیب گاز اندازه‌گیری (به زیر بند۶-۴ مراجعه شود) یا محاسبه (به پیوست ب مراجعه شود) کرد. تعدادی برنامه‌های رایانه‌ای برای اجرای محاسبه چگالی و گرانروی در دسترس هستند. در مورد سیال تراکم پذیر، توان ایزنتروپیک در شرایط کاری برای محاسبه شارش ضروری است و این مقدار را می-توان از ترکیب گاز محاسبه کرد.

۵-۲-۵ صفحات اریفیس

۵-۲-۵-۱ شرح

۵-۲-۵-۱-۱ کلیات

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۲ شکل کلی

۵-۲-۵-۱-۲-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۲-۲ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۲-۳ به استناد پیوست پ، سه عامل را در طراحی صفحه اریفیس برای جلوگیری از تغییرشکل مفرط نیاز است، درنظر گرفته شود.

- نخست آن‌که، بهتر است، در چیدمان‌های سوار کردن هیچ نیرویی برروی صفحه اریفیسی وارد نشود که باعث تحت شرایط غیراز فشار تفاضلی حد شیب داده شده در بند ۵-۱-۳-۱ از استاندارد ملی ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ فراتر از ٪۰٫۵ شود.

- دوم آنکه، ضخامت صفحه، E ، بهتر است، به صورتی باشد که با درنظر گرفتن مدول الاستیسیته[1] مواد صفحه، فشار تفاضلی برای حداکثر آهنگ شارش طراحی نباید سبب افزایش فراتر از ٪۱ شیب شود. وقتی آهنگ شارش به صفر تقلیل می‌کند صفحه به حداکثر ٪۰٫۵ شیب اصلی باز گردد.

1- Flange tappings
2- Corner tappings

shaghool.ir

- سوم آن‌که، ضروری است اطمینان حاصل گردد که اگر فشار تفاضلی بیش از حداکثر آهنگ شارش طراحی به کار رود، کمانش پلاستیکی[۲] (یعنی تغییرشکل دائمی) اتفاق نمی‌افتد.

برای اولین نکته، مراقبت بسیاری در طراحی و ساخت چیدمان سوارکردن لازم است. وسایل سوارکردن محفظه تکی یا دوتایی رضایت‌بخش است. هنگام سوارکردن صفحات اریفیس بین فلنج‌های استاندارد، فلنج‌ها باید در زاویه $90^{o}\pm1^{o}$ نسبت به محور لوله باشند. مقاطع لوله در دو طرف صفحه اریفیس بهتر است به درستی حمایت شوند تا اطمینان حاصل شود،کرنش[۳] غیرضروری روی صفحه اریفیس ایجاد نمی‌گردد.

برای نکته دوم بهتر است، درک کرد که تغییرشکل الاستیک صفحه اریفیس خطایی در نتایج اندازه‌گیری شارش ایجاد می‌کند. تا زمانی که تغییرشکل بیش از ٪۰٫۱ شیب تعیین شده در زیربند ۵-۱-۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ نباشد، عدم قطعیت اضافی ایجاد نمی‌شود. تحقیقات نظری و آزمایشی ([13]) نشان می‌دهد که حداکثر تغییر در ضریب تخلیه برای شیب ٪۱، برابر ٪۰/۲است. بنابراین صفحات اریفیس مطابق با ٪۰٫۵شیب مشخص شده در زیربند ۵-۱-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱، می‌تواند شیب ٪۰/۵ اضافی را تغییر دهند (یعنی ٪۰٫۱ تغییر در ضریب تخلیه)، در حالی که هنوز مطابق با الزامات این زیر بند است. جدول ۳، ضخامت صفحه به قطر تکیه‌گاه صفحه (E/D') را برای مقادیر مختلف β و فشارهای تفاضلی جدول‌بندی کرده است، برای صفحه اریفیس ساخته شده از فولاد ضدزنگ AISI ۳۰۴ یا ۳۱۶ و همچنین در لبه آن به طور ساده پشتیبانی شده، معتبر است.

1- Modulus of elasticity
2- Plastic buckling
3- Strain

shaghool.ir

جدول ۳- حداقل نسبت های 'E/D برای صفحات اریفیس ساخته شده از فولاد ضدزنگ AISI 304 یا AISI 316

β	Δp(kpa) برای حداکثر آهنگ شارش						
	۱۰	۳۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰
۰٫۲	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۸
۰٫۳	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۵	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۲
۰٫۴	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۹	۰٫۰۲۲	۰٫۰۲۵
۰٫۵	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۸	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۷
۰٫۶	۰٫۰۱۰	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۸	۰٫۰۱۹	۰٫۰۲۳	۰٫۰۲۶
۰٫۷	۰٫۰۰۹	۰٫۰۱۲	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۷	۰٫۰۲۰	۰٫۰۲۴
۰٫۷۵	۰٫۰۰۸	۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۳	۰٫۰۱۴	۰٫۰۱۶	۰٫۰۱۸	۰٫۰۲۱

جدول ۳ مبتنی بر کاربرد معادله (۵) است، وقتی که $100\,\Delta q_m/q_m$ از ۰٫۱ بزرگی $E^* = 193 \times 10^9$ Pa تجاوز نکند:

$$100\frac{\Delta q_m}{q_m} = -\frac{\Delta p}{E^*}\left(\frac{D'}{E}\right)^2\left(a\frac{D'}{E} - b\right) \qquad (۵)$$

که در آن:

a= β(135,5-15,5β)

$b=117-106\beta^{1,3}$

E* مدول الاستیسیته مواد صفحه؛

D' قطر تکیه‌گاه صفحه (ممکن است با گمانه لوله D متفاوت باشد) ؛

E ضخامت صفحه.

shaghool.ir

برای نکته سوم، حداکثر فشار تفاضلی (که می‌تواند بزرگتر از Δp در جدول ۳ باشد) که توسط طراح تعیین و به کار می‌رود. این مورد زمانی اتفاق می‌افتد که مقطع اندازه‌گیری مجزا شده و سپس تخلیه شود تا به فشار جو تقلیل یابد تا بتوان صفحه اریفیس را برای بازرسی یا قبل قرار دادن در سرویس وقتی که مقطع اندازه‌گیری تحت فشار است، حذف کرد.

برای جلوگیری از تغییرشکل پلاستیکی (کمانش)، ضخامت صفحه اریفیس بهتر است به صورت زیر باشد:

$$\frac{E}{D'} > \sqrt{\frac{\Delta p}{\sigma_y}(0,681-0,651\beta)} \qquad (۶)$$

که در آن:

Δp حداکثر فشار تفاضلی تعیین شده توسط طراح بر حسب (Pa)؛

σ_y تنش تسلیم مواد صفحه اریفیس بر حسب (Pa).

یادآوری ۱- برای فولاد ضدزنگ،σ_y=۳۰۰ MPa استفاده از مقدار ۱۰۰MPa برای اهداف طراحی توصیه می‌شود.

ضخامت صفحه اریفیس انتخابی بهتر است بزرگتر از مقدار تعیین شده توسط معادلات (۵) و (۶) باشد، ولی بهتر است بیش از ۰٫۰۵D الزام در زیر بند ۵-۱-۵-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ نباشد. بهتر است، محاسبات نشان دهد که E لازم بزرگتر از ۰٫۰۵Dاست، طراح بهتر است Δp را کاهش دهد یا مواد قویتری را معرفی کند.

مثال :

- معادله (۵)

β=۰٫۲

E*=۱۹۳ GPa

Δp= ۵۰kPa(۰٫۵bar)

E/D'>0.013 از معادله (۵) یا جدول ۳ به دست می‌آید.

- معادله (۶):

۰٫۲= β

۳۰۰MPa =σ_y برای فولاد ضدزنگ ولی برای اهداف طراحی استفاده از آن توصیه می‌شود.

۱۰۰MPa = σ_y

۱۰۰kPa =Δp (۱ bar) (به یادآوری ۲ مراجعه شود)

E/D'>0.023 بیان شده است.

در نتیجه E/D' بهتر است، دست کم ۰٫۰۲۳ باشد.

یادآوری ۲-۱۰۰kPa (۱bar) حداکثر فشار تفاضلی پیش‌بینی شده است.

shaghool.ir

۵-۲-۵-۱-۳ رویه بالادست A

۵-۲-۵-۱-۳-۱ جدول ۴ مقادیر کجی[1] لبه داخلی اریفیس برابر با شیب ۰٫۵٪ را برای قطرهای لوله و نسبت‌های قطر β مختلف ارائه می‌کند، با این فرض که انحراف در مسیر مستقیم است.

1- Deflection

shaghool.ir

جدول ۴- رواداری‌های صافی صفحه

β	قطر اسمی اندازه‌گیری از لوله برحسب mm										
	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰
	حداکثر کجی h بر حسب mm برای شیب ۰٫۵٪										
۰٫۲۰	۰٫۱۰	۰٫۲۰	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۸۰	۱٫۰۰	۱٫۲۰	۱٫۴۰	۱٫۶۰	۱٫۸۰	۲٫۰۰
۰٫۲۵	۰٫۰۹	۰٫۱۹	۰٫۳۸	۰٫۵۶	۰٫۷۵	۰٫۹۴	۱٫۱۳	۱٫۳۱	۱٫۵۰	۱٫۶۹	۱٫۸۸
۰٫۳۰	۰٫۰۹	۰٫۱۸	۰٫۳۵	۰٫۵۲	۰٫۷۰	۰٫۸۸	۱٫۰۵	۱٫۲۲	۱٫۴۰	۱٫۵۷	۱٫۷۵
۰٫۳۵	۰٫۰۸	۰٫۱۶	۰٫۳۲	۰٫۴۹	۰٫۶۵	۰٫۸۱	۰٫۹۷	۱٫۱۴	۱٫۳۰	۱٫۴۶	۱٫۶۳
۰٫۴۰	۰٫۰۷	۰٫۱۵	۰٫۳۰	۰٫۴۵	۰٫۶۰	۰٫۷۵	۰٫۹۰	۱٫۰۵	۱٫۲۰	۱٫۳۵	۱٫۵۰
۰٫۴۵	۰٫۰۷	۰٫۱۴	۰٫۲۷	۰٫۴۱	۰٫۵۵	۰٫۶۹	۰٫۸۲	۰٫۹۶	۱٫۱۰	۱٫۲۴	۱٫۳۸
۰٫۵۰	۰٫۰۶	۰٫۱۳	۰٫۲۵	۰٫۳۸	۰٫۵۰	۰٫۶۳	۰٫۷۵	۰٫۸۸	۱٫۰۰	۱٫۱۳	۱٫۲۵
۰٫۵۵	۰٫۰۶	۰٫۱۱	۰٫۲۲	۰٫۳۴	۰٫۴۵	۰٫۵۶	۰٫۶۷	۰٫۷۹	۰٫۹۰	۱٫۰۱	۱٫۱۳
۰٫۶۰	۰٫۰۵	۰٫۱۰	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۶۰	۰٫۷۰	۰٫۸۰	۰٫۹۰	۱٫۰۰
۰٫۶۵	۰٫۰۴	۰٫۰۹	۰٫۱۸	۰٫۲۶	۰٫۳۵	۰٫۴۴	۰٫۵۲	۰٫۶۱	۰٫۷۰	۰٫۷۹	۰٫۸۸
۰٫۷۰	۰٫۰۴	۰٫۰۷	۰٫۱۵	۰٫۲۲	۰٫۳۰	۰٫۳۸	۰٫۴۵	۰٫۵۲	۰٫۶۰	۰٫۶۷	۰٫۷۵
۰٫۷۵	۰٫۰۳	۰٫۰۶	۰٫۱۳	.۱۹	۰٫۲۵	۰٫۳۱	۰٫۳۸	۰٫۴۴	۰٫۵۰	۰٫۵۶	۰٫۶۳
مرجع[13]											

۵-۲-۵-۱-۳-۲ معیار زبری در این زیر بند ممکن است برای اطمینان از نائل شدن به الزامات تیزی لبه مطابق زیر بند ۵-۱-۷-۲ از استاندارد ملی۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱، کافی نباشد. توصیه می‌شود، بهتر است $Ra \leq d \times 10^{-5}$ کار برده شود. زبری کمانه اریفیس بهتر است مطابق با همان معیار باشد.

shaghool.ir

۵-۲-۵-۱-۳-۳ بسیار مهم است که سمت اریب[1] صفحه در پایین دست قرار بگیرد (اگر امکان پذیر باشد). اگر صفحه با بالادست اریب جایگذاری شود، آهنگ شارش می‌تواند تا ٪۲۰ کمتر برآورد شود. بهتر است، علامت-گذاری صفحه برای نشان دادن رویه بالادست فعالیتی عادی باشد، اگر عملی باشد به صورتی که علامت در صفحه نصب شده مشاهده شود تا رویه بالادست را نشان دهد.

نصب صفحه پره‌دار[2]، روشی عمومی برای تشخیص رویه بالادست جایی‌که صفحه اریفیس بین فلنج‌ها نصب شده است و جزئیات مهم روی دسته حک شده و از اتصال فلنج گسترش می‌یابد.

رویه بالادست صفحه اریفیس با قطر D بهتر است در هیچ پیشامدی به وسیله علامت‌گذاری دندانه‌دندانه[3] نشود.

۵-۲-۵-۱-۴ رویه پایین دست B

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۵ ضخامت E و e

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۶ زاویه اریب

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۷ لبه‌های G، H و I

۵-۲-۵-۱-۷-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۷-۲ پاراگراف آخر این زیر بند اندازه‌گیری شعاع لبه را الزامی می‌کند تا شکی باقی نماند که مطابق با الزامات زیربندهای ۵-۱-۷-۱ و ۵-۱-۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ است. در این موارد استثنا، چند تکنیک مناسب در زیر ارائه شده است.

الف- روش ریخته‌گری[4] (به [8] مراجعه شود)

یک نسخه عینی از لبه با استفاده از تکنیک ریخته‌گری تولید می‌شود. ریخته‌گری در دو مرحله انجام می‌شود، اول با پلاستیک شکل‌دهی سرد رنگی[5] که شکل منفی لبه صفحه اریفیس را می‌گیرد و سپس با کمک رزین اپوکسی نیمه شفاف جای صفحه اریفیس را می‌گیرد. ریخته‌گری کامل به دو نیمه نمایان نسخه عینی از لبه

1- Bevelled
2- Paddle plate
3- Indented
4- Casting method
5- Coloured cold-forming plastic

shaghool.ir

صفحه اریفیس بریده می‌شود، پرداخت‌کاری و عکس‌برداری با درشت‌نمایی انجام می‌شود. حال می‌توان شرایط لبه را سنجید.

ب- روش اثر فویل سربی[1] (به [8] مراجعه شود)

اثر لبه با فشار دادن فویل سربی با ضخامت ۰٫۱ mm برروی لبه صفحه اریفیس ایجاد می‌شود. فویل سربی در گیج بازرسی کنترل شده با میکرومتر قرار می‌گیرد و به لبه پرس می‌شود تا دندانه‌گذاری[2] با عمق ۰٫۱۲mm ایجاد کند. این دندانه‌گذاری با استفاده از میکروسکوپ نوری یا تجهیزات مشابه بزرگ‌نمایی تصویر آزمایش می‌شود و ردیابی طرح ترسیم می‌شود. حال می‌توان شرایط لبه را سنجید.

پ- روش ثبت کاغذی زبری (به شکل ۲ مراجعه شود)

این ادوات، جابه‌جایی را توسط قلم مسیریابی در مقیاسی بزرگ ثبت می‌کند. برای به دست آوردن یک تکثیر بزرگ شده از لبه اریفیس، سرعت کاغذ بهتر است معادل زمان‌های سرعت محرک بزرگ‌نمایی حرکت خطوط متقاطع باشد. برای ایجاد شعاع لبه صحیح اریفیس، شعاع نوک قلم باید از شعاع لبه نسخه عینی اندازه‌گیری شده کم و بر درجه بزرگنمایی تقسیم شود. بهتر است اشاره کرد که ابعاد محدود قلم، مانند زاویه نوک، شعاع نوک و طول قلم می‌توانند اندازه‌گیری را بی‌اعتبار یا بی نظمی‌های در لبه را پنهان کند.

وقتی تیزی لبه اندازه‌گیری شود، بهتراست، دست کم در چهار موقعیت با فاصله یکسان اطراف گمانه انجام شود.

وقتی عیبی با چشم غیر مسلح مشاهده شود، بهتر است، تیزی لبه در این نقطه نیز اندازه‌گیری شود.

شرح پروفایل لبه، با هر تکنیک تکثیر، مسئله قضاوت تخصصی است. فعالیت ماشین‌کاری استاندارد می‌تواند باعث پروفایل بسیار نامنظم شود، اگرچه صفحه اریفیس مطابق با همه الزامات ابعاد و زبری سطح باشد.

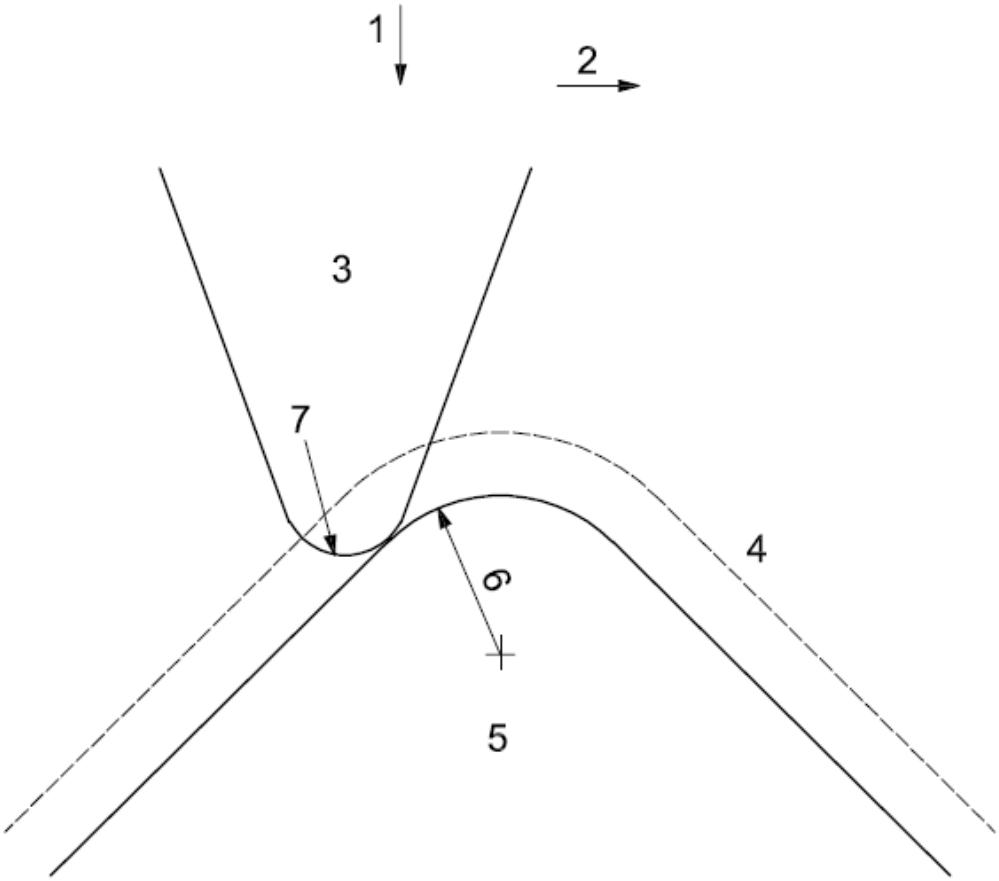
همه لبه‌های کاذب در ناحیه سایه‌دار شکل ۳، با حاشیه اضافی برای زبری سطح، را می‌توان قابل قبول درنظر گرفت. مقداری از زبری سطح مطابق زیر بند ۵-۱-۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ قابل رواداری است ولی لبه‌های بسیار نامنظم بهتراست رد شوند.

راهی ساده برای برآورد شعاع لبه واقعی مقایسه پروفایل با منحنی‌های تکثیر شده در فویل شفاف (به مثال شکل ۴ مراجعه شود) است.

اندازه‌گیری تیزی لبه، فعالیتی تخصصی است. آزمایشگاه‌هایی در کشورهای مختلف وجود دارند که توانایی اندازه‌گیری تیزی لبه مطابق زیر بند ۵-۱-۷-۲ از استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ را دارند (به [8] مراجعه شود).

1- Lead foil impression method
2- Indentation

shaghool.ir



راهنما:

1 حرکت ثبت شده

2 حرکت محرک

3 قلم

4 مسیرردیابی

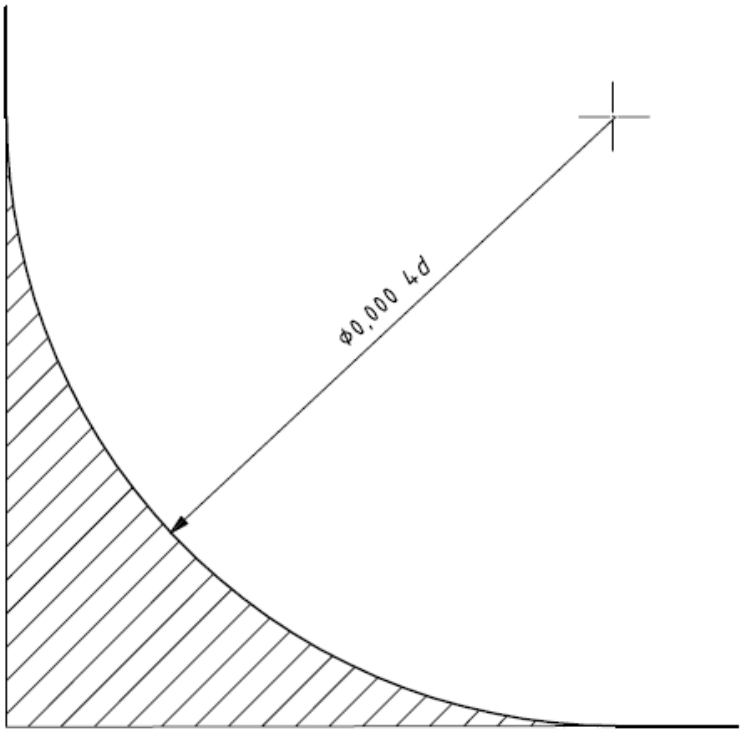
5 لبه مربعی

6 شعاع لبه =R

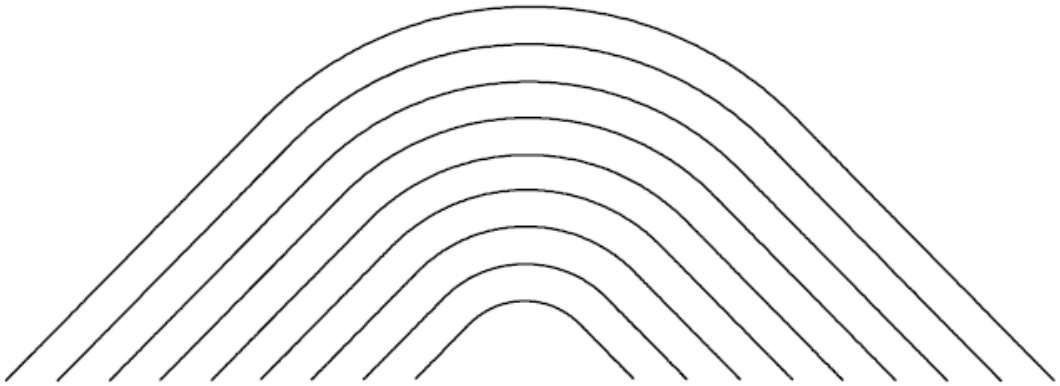
7 شعاع

شکل ۲- روش ثبت کاغذی زبری

shaghool.ir



شکل ۳- حداکثر شعاع لبه



شکل ۴- منحنی‌های شعاع لبه

۵-۲-۵-۱-۷-۳ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۷-۴ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۸ قطر اریفیس، d

۵-۲-۵-۱-۸-۱ به دلیل عدم‌قطعیت ضریب‌تخلیه و تاکید الزامات برای خروج از مرکز، زبری لوله و طول‌های مستقیم بالادست، به کاربر توصیه می‌شود تا نسبت قطر β کمتر از ۰/۶ را برای درست‌ترین اندازه‌گیری‌ها حفظ کند.

shaghool.ir

۵-۲-۵-۱-۸-۲ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۱-۸-۳ برای محقق شدن الزامات این زیر بند (به طور مثال ٪ ۰٫۰۵اختلاف)، اندازه‌گیری یا مقایسه با عدم قطعیت منتهای[1] ٪ ۰٫۰۲ ضروری است.

۵-۲-۵-۱-۹ صفحات دوجهته[2]

۵-۲-۵-۱-۹-۱ یک صفحه متقارن برای اندازه‌گیری سیالی استفاده می‌شود که در هر جهتی شارش می‌یابد. این صفحه بهتر است، اریب نباشد.

ضخامت صفحه E بهتر است، بیش از ۰٫۰۲D نباشد. در نتیجه، صفحات متقارن فقط بهتر است با مقادیر فشار تفاضلی کم برای جلوگیری از تغییرشکل استفاده شوند (به زیربند ۵-۱-۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ مراجعه شود).

۵-۲-۵-۱-۹-۲ بهتر است، نقاط فشارسنجی مناسب برای جهت شارش به کار روند.

۵-۲-۵-۱-۱۰ مواد و ساخت

زیر بند ۵-۱-۶-۱-۳ اطلاعاتی درباره پرکاربردترین مواد و مشخصات آنها ارائه می‌کند.

۵-۲-۵-۲ نقاط فشارسنجی

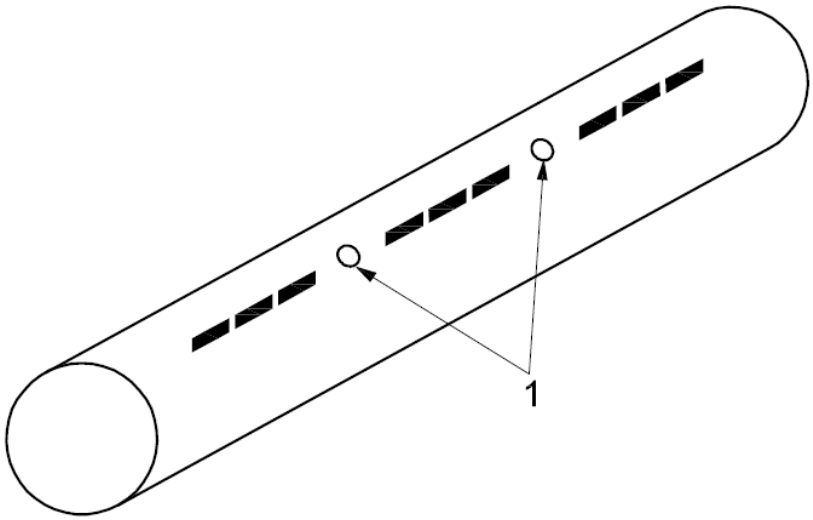
در این زیر بند نقاط فشارسنجی باید به صورت زیر نصب شوند:

دست کم یک نقطه فشارسنجی در بالادست و یک نقطه فشارسنجی در پایین دست از همان نوع به طور مثال D و D/2، فلنج یا گوشه (به زیربند ۵-۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ مراجعه شود). ممکن است انواع مختلف نقاط فشارسنجی در همان محل نصب شوند. در این موارد، هر نوع نقطه فشارسنجی (هر مجموعه) کاملا مستقل از سایرین است، مجموعه‌های مختلف بهتر است تداخل نداشته باشند و قصور در رعایت این موضوع باعث اندازه‌گیری نادرست می‌شود.

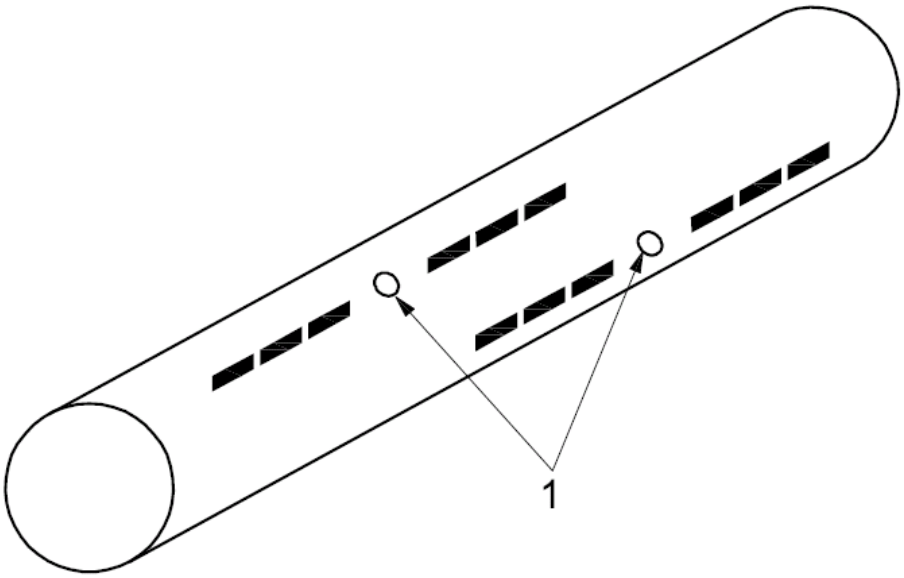
این اشاره دارد که در همان طرف صفحه اریفیس، بهتر است چندین نقاط فشارسنجی در همان صفحه محوری قرار نگیرد (به شکل ۵ مراجعه شود). به علاوه، اگر آنها انواع متفاوتی باشند (به طور مثال فلنج، D و D/2)، باید دست‌کم 30^{o} افست[3] داشته باشند. اگر آنها از یک نوع باشند (به طور مثال همه فلنج باشند)، آن‌گاه رهنمود درباره افست قابل قبول در شرایط زاویه‌ای ارائه نخواهد شد. بهتر است نقاط فشارسنجی بر قرائت نقاط دیگر تاثیر نگذارند.

1- At most
2- Bidirectional plates
3- Offset

shaghool.ir



الف- مثالی از موقعیت نادرست



الف- مثالی از موقعیت درست

راهنما:

1 نقاط فشارسنجی

شکل ۵- موقعیت نسبی نقاط فشارسنجی در انواع مختلف

shaghool.ir

۵-۲-۵-۳ ضرایب و عدم قطعیت‌های معادل صفحات اریفیس

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۵-۴ افت فشار، $\Delta\varpi$

شکل ۵ از استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، افت فشارهای اصطکاکی در لوله را در نظر نمی-گیرد. ΔT نشان داده شده، برای سیستم اندازه‌گیری‌گاز مناسب است.

۵-۲-۶ الزامات نصب

۵-۲-۶-۱ کلیات

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۶-۲ حداقل طول‌های مستقیم بالادست و پایین دست برای نصب بین اتصال‌های مختلف و صفحه اریفیس

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۶-۳ حالت دهنده‌های شارش

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۶-۴ دایروی و استوانه‌ای بودن لوله

یادآوری- برای مطابقت با ویژگی‌های داده شده، طول‌های لوله مجاور با وسیله اولیه باید به صورت ویژه ماشین‌کاری شوند. از آنجایی‌که تفاوت قطر معنی‌داری بین طول‌های مختلف لوله اندازه‌گیری ممکن است، وجود نداشته باشد(به استاندارد ملی ایران شماره ۲- ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ مراجعه شود)، موارد مجاور به وسیله اولیه باید از لوله ضخیم‌تری ساخته شود تا قطر داخلی درستی بعد از ماشین‌کاری، یک طول دو برابر قطرهای لوله بالادست وسیله اولیه به دست آید. این روش باعث می‌شود لوله اندازه‌گیری، ابعاد همگون داشته باشد.

۵-۲-۶-۴-۱ بهتر است بررسی به گونه‌ای انجام شود که در بیش از طول بالادست 2D وسیله اولیه، هر قطر اندازه‌گیری شده در هر صفحه بیش از ۰٫۳٪ میانگین قطر قبلی به دست آمده با زیر بند ۶-۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ تغییر نداشته باشد.

علاوه بر قطرهای اندازه‌گیری شده در سه سطح مقطع D، قطرهای اضافی بهتر است دست‌کم در هر دو سطح مقطع متفاوت در محل‌های مرتبط به وسیله نصب شده، اندازه‌گیری شوند:

- ۰٫۵D و ۲D برای صفحات اریفیس با نقاط فشارسنجی D و D/2؛
- D و ۲D برای صفحات اریفیس با نقاط فشارسنجی گوشه و فلنچی.

shaghool.ir

در این موارد درجایی‌که چندسطح مقطع استفاده شده است، بهتر است بررسی انجام تا تغییر سیستماتیک قطرهای اندازه‌گیری مشخص شود.

۵-۲-۶-۴-۲ مقدار D اصلاح شده (به موارد زیر مراجعه شود) برای انبساط گرمایی جهت محاسبه نسبت قطر استفاده شده است. مقدار D به عنوان مبنایی برای دایروی بودن لوله در طول دست کم 2D بالادست و پایین دست وسیله اولیه بکاربرده می‌شود (به زیربند ۶-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ مراجعه شود).

فاصله با هر یک از موقعیت‌های اندازه‌گیری به صورت D بیان می‌شود که قبل از اندازه‌گیری در محل‌های تعیین شده مشخص نیست. با هدف استقرار موقعیت این محل‌ها ، درنظر گرفتن D به صورت برابر با گمانه نامی لوله مجاز است.

شکل ۶ مثالی برای کنتورهای اریفیس ارائه می‌کند که قطرها فقط در سه سطح مقطع متفاوت اندازه‌گیری می‌شوند:

- A_1,B_1,C_1 برای صفحات اریفیس با نقاط فشارسنجی گوشه؛
- A_2,B_2,C_2 برای صفحات اریفیس با نقاط فشارسنجی فلنجی؛
- A_3,B_3,C_3 برای صفحات اریفیس با نقاط فشارسنجی D و D/2.

در هر حالت، بهتر است قطرها جداگانه با درستی دست کم ٪ ۰/۱ اندازه‌گیری شوند چون رواداری کلی ٪ ۰٫۳است (به بند ۶-۴-۱ استاندارد ملی ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ مراجعه شود).

وقتی لوله اندازه‌گیری در شرایط شارش در دمای متفاوت معنی‌دار از دمایی است که قطر D_0 تعیین شده است (این دما، دمای مرجع یا کالیبراسیون نامیده می‌شود)، انبساط یا انقباض لوله بهتر است، در محاسبه نسبت قطر و آهنگ شارش با استفاده از معادله (۷) درنظر گرفته شود:

$$D = D_0[1+\lambda_D(T-T_0)] \qquad (۷)$$

که در آن :

D	قطر لوله در شرایط شارش؛
D_0	قطر لوله در دمای مرجع؛
λ_D	میانگین ضریب انبساط خطی جنس لوله؛
T	دمای لوله در شرایط شارش؛
T_0	دمای مرجع یا دمای کالیبراسیون.

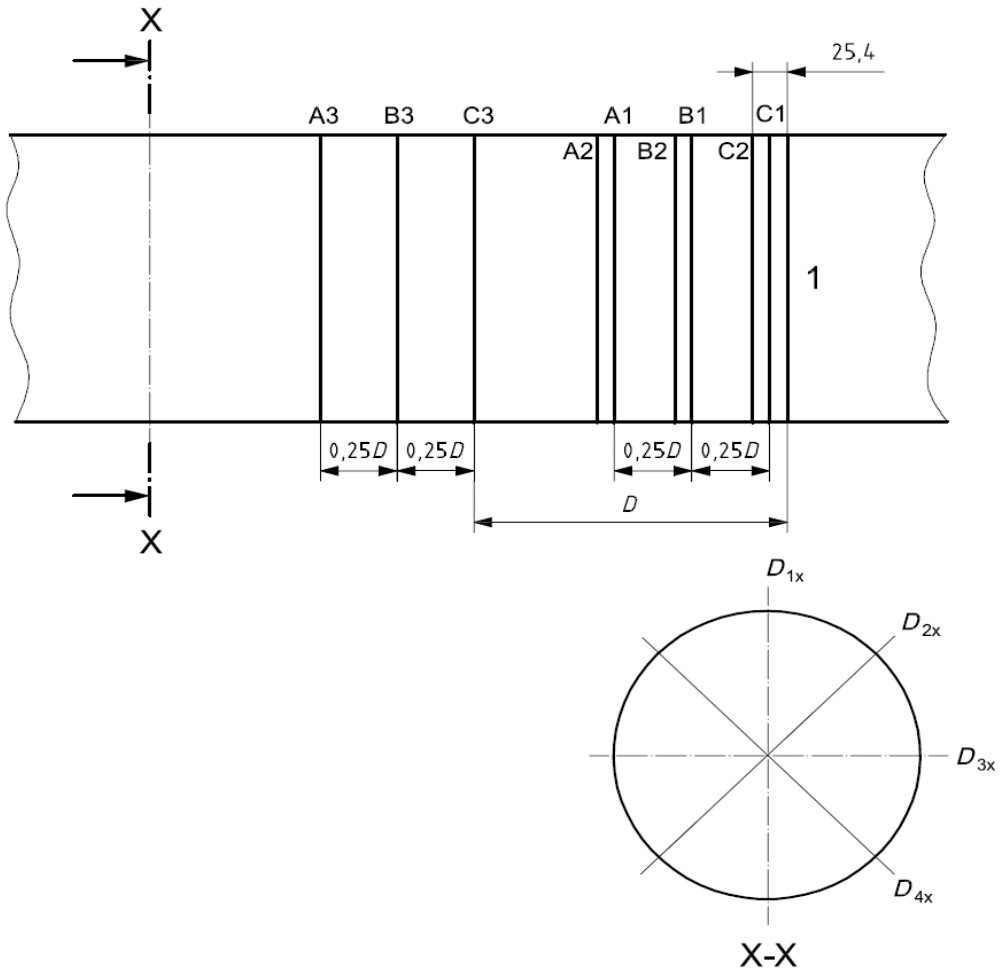
مقدار λ_D برای لوله اندازه‌گیری بهتر است از سازنده گرفته شود.

در جایی که تصحیح دمای خودکار در محاسبات شارش لازم نیست، عدم قطعیت برای D در عدم قطعیت کلی در نظر گرفته شده است و بهتر است برای تغییر در D به دلیل تغییر دما افزایش یابد (به زیر بند ۸-۲-۲-۴

shaghool.ir

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ مراجعه شود). محاسبه اولیه نشان می‌دهد که این عدم قطعیت اضافی به اندازه کافی کوچک است و می‌توان آن را نادیده در نظر گفت.

ابعاد بر حسب mm



راهنما

1 رویه بالادست صفحه

قطر داخلیD برای محاسبه آهنگ‌شارش به کار می‌رود.

$$D = \frac{1}{12}\left[\sum_{i=1}^{4} D_{iA_n} + \sum_{i=1}^{4} D_{iB_n} + \sum_{i=1}^{4} D_{iC_n}\right]$$

n= ۱ برای نقاط فشارسنجی گوشه

n= ۲ برای نقاط فشارسنجی فلنج

n= ۳ برای نقاط فشارسنجی D و D/2

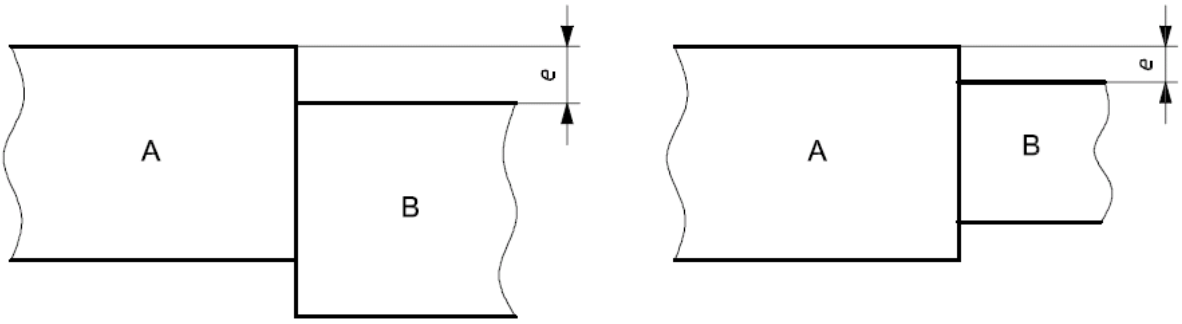
شکل ۶- اندازه‌گیری قطر داخلی، D

shaghool.ir

۵-۲-۶-۴-۳ باید اشاره کرد که اندازه‌گیری قطر داخلی در انتهای هر مقطع لوله برای اطمینان از انطباق با زیر بند ۶-۴-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ کافی نیست. به علاوه، بهتر است بررسی انجام شده تا تعیین شود مقاطع مختلف لوله به درستی سوار شده‌اند و پله‌ای فراتر از حدود ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ با اتصال به هم ندارند (به شکل ۷ مراجعه شود).

استفاده از اتصالات لوله خود محور[۱] توصیه شده است. بهتر است استفاده از فلنج‌های زبانه‌ای[۲] یا شیاردار[۳]، فلنج نر و ماده[۴]، پین پرچی[۵] یا توپی[۶] و تورفتگی درنظر گرفته شود.

در جایی‌که D میانگین قطر لوله محاسبه شده بیش از ۰٫۵D است، بررسی کنید که حداکثر پله داخلی e بین هر دو مقطع مجاور لوله (A و B) بیش از دو قطرهای لوله بالادست وسیله اولیه از مقدار مشخص در زیربند ۶-۴-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ تجاوز نمی‌کند. (به شکل ۶ مراجعه شود).



شکل ۷- بازرسی از مقاطع لوله اندازه‌گیری

می‌توان پله بین طول‌های لوله متصل با درستی کافی را با تثبیت نقاط مرجع خارجی[۷] مادامی که لوله متصل نیست، تعیین کرد. نقاط مرجع می‌تواند در بسط یک قطعه یا صفحه تطبیق داشته باشد و بهتر است به صورت جفتی فقط روی مفصل و یکی در هر طرف آن ایجاد شود. چهار یا شش جفت نقاط مرجع با فاصله یکسان پیرامون اتصال لوله معمولا کافی است.

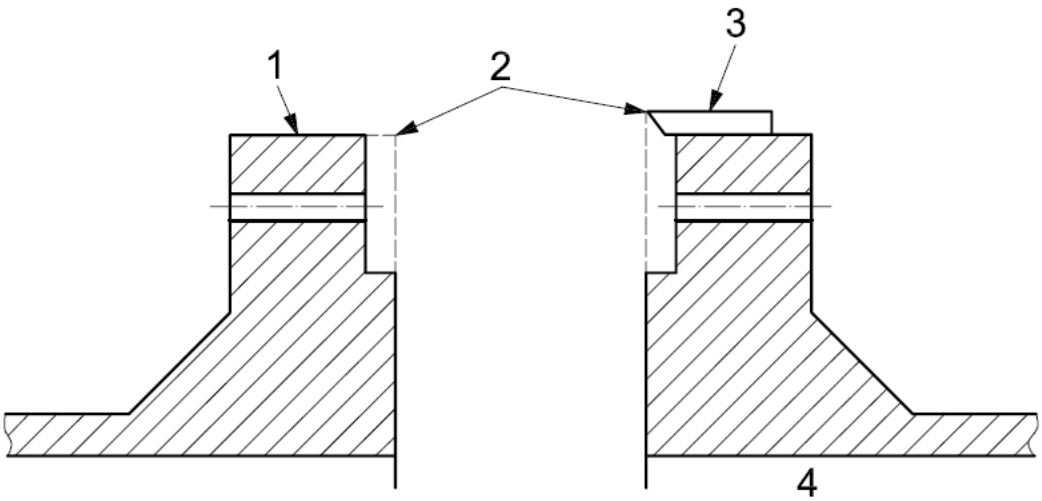
بهتر است، فاصله از دیوار لوله به نقطه مرجع وقتی متصل نیست، اندازه‌گیری شود. برای تعیین موقعیت نقطه مرجع در فضای اضافی صفحه (به شکل ۸- الف، سمت چپ مراجعه شود)، صفحه بهتر است با لغزش قطعه مرجع گسترش یابد.

1- Self- centring pipe joints
2- Tongue flange
3- Groove flange
4- male and female flange
5- Dowel pins
6- spigot
7- Fixing external reference points

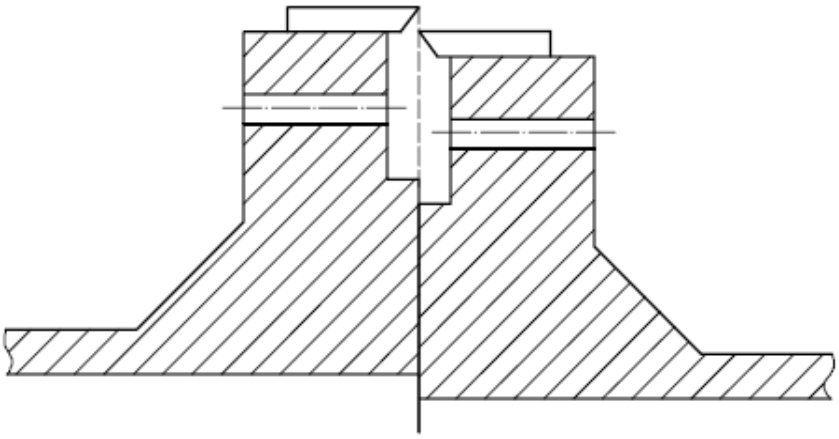
shaghool.ir

بهتر است، یک‌بار فاصله بین دو نقاط مرجع یک جفت با میکرومتر اندازه‌گیری شود. برای پر کردن شکاف، میکرومتر بهتر است در یک صفحه صاف قطعه اتصال کشویی که دارای صافی برابر است، ثابت شود. دو یا چند اندازه‌گیری برای تعیین فاصله بین نقاط مرجع لازم است.

اگر اتصال‌های لوله، خودمحور باشند، نقاط مرجع خارجی لازم نیست. اندازه‌گیری دقیق گمانه لوله و وسیله مرکزی، نتایج با درستی برابری را ایجاد می‌کند. مثال‌ها در شکل ۸ ارائه شده است.



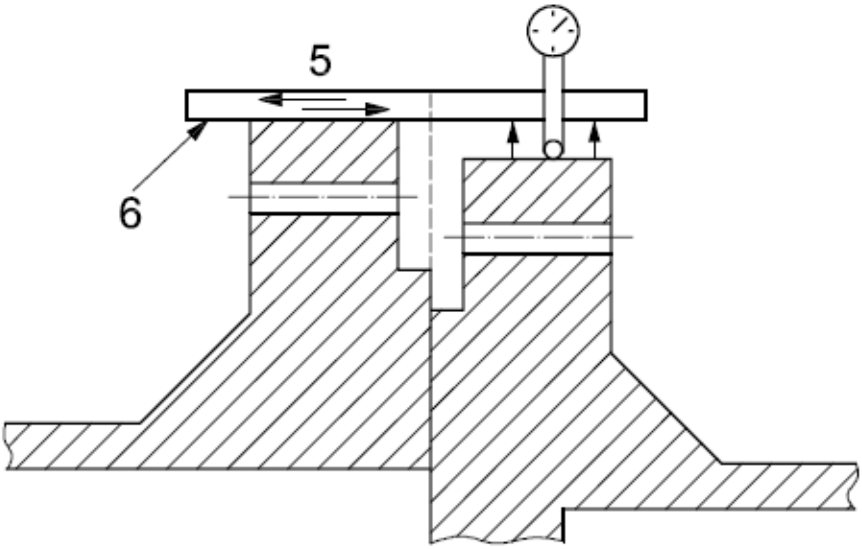
الف- برخی ساختارهای مقدور از نقاط مرجع



ب- اندازه‌گیری مستقیم فاصله بین نقاط مرجع

shaghool.ir

ادامه شکل ۸



پ- اندازه‌گیری غیر مستقیم فاصله بین نقاط مرجع

راهنما:

1 صفحه صاف

2 نقاط مرجع

3 قطعه مرجع ثابت

4 دیواره داخلی لوله

5 قطعه مرجع کشویی

6 صفحه صاف.

شکل ۸- اندازه‌گیری پله‌ها بین طول‌های لوله

اگر حالت‌دهنده شارش در بالادست صفحه اریفیس به کار برده شود، لوله‌ها در هر طرف حالت‌دهنده بهتراست مطابق با زیربند ۶-۴-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ باشد و همچنین بهتر است روش هم-ترازی لوله‌ها و در مرکز قرار گرفتن حالت‌دهنده شارش نیز به‌کار رود.

۵-۲-۶-۴-۴ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۶-۴-۵ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۶-۴-۶ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

shaghool.ir

۵-۲-۶-۵ محل صفحه اریفیس و حلقه‌های حامل

۵-۲-۶-۵-۱ توضیحاتی خاصی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۲-۶-۵-۱ جدول ۵ و شکل ۹ حداکثر فاصله e_c بین خط مرکز اریفیس و خط مرکز لوله را در سمت بالادست و پایین دست، در جهت موازی با محور نقاط فشارسنجی به صورت تابعی از نسبت قطر β و قطر لوله D بدون خطای اضافی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- حداکثر فاصله e_c بین خط مرکز اریفیس و خطوط مرکزی مقاطع لوله بالادست و پایین دست در جهت موازی با محور نقاط فشارسنجی بر حسب mm

β	D(mm)							
	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰
۰٫۲۰	۲٫۴۱	۳٫۶۲	۴٫۸۲	۷٫۲۳	۹٫۶۵	۱۲٫۰۶	۱۴٫۴۷	۱۶٫۸۸
۰٫۲۵	۲٫۲۹	۳٫۴۴	۴٫۵۹	۶٫۸۸	۹٫۱۸	۱۱٫۴۷	۱۳٫۷۶	۱۶٫۰۶
۰٫۳۰	۲٫۱۱	۳٫۱۶	۴٫۲۱	۶٫۳۲	۸٫۴۳	۱۰٫۵۴	۱۲٫۶۴	۱۴٫۷۵
۰٫۳۵	۱٫۸۶	۲٫۷۹	۳٫۷۲	۵٫۵۸	۷٫۴۳	۹٫۲۹	۱۱٫۱۵	۱۳٫۰۱
۰٫۴۰	۱٫۵۷	۲٫۳۶	۳٫۱۵	۴٫۷۲	۶٫۲۹	۷٫۸۷	۹٫۴۴	۱۱٫۰۱
۰٫۴۵	۱٫۲۹	۱٫۹۳	۲٫۵۷	۳٫۸۶	۵٫۱۵	۶٫۴۳	۷٫۷۲	۹٫۰۱
۰٫۵۰	۱٫۰۳	۱٫۵۴	۲٫۰۵	۳٫۰۸	۴٫۱۰	۵٫۱۳	۶٫۱۵	۷٫۱۸
۰٫۵۵	۰٫۸۱	۱٫۲۱	۱٫۶۱	۲٫۴۲	۳٫۲۲	۴٫۰۳	۴٫۸۳	۵٫۶۴
۰٫۶۰	۰٫۶۳	۰٫۹۴	۱٫۲۶	۱٫۸۸	۲٫۵۱	۳٫۱۴	۳٫۷۷	۴٫۴۰
۰٫۶۵	۰٫۴۹	۰٫۷۳	۰٫۹۸	۱٫۴۷	۱٫۹۶	۲٫۴۵	۲٫۹۴	۳٫۴۳
۰٫۷۰	۰٫۳۸	۰٫۵۷	۰٫۷۷	۱٫۱۵	۱٫۵۳	۱٫۹۲	۲٫۳۰	۲٫۶۸
۰٫۷۵	۰٫۳۰	۰٫۴۵	۰٫۶۰	۰٫۹۱	۱٫۲۱	۱٫۵۱	۱٫۸۱	۲٫۱۱

shaghool.ir

۵-۲-۶-۶ روش ثابت کردن و واشرها

بهتر است، برای جلوگیری از خطاهای اندازه‌گیری شارش به دلیل تعیین مرکز نادرست، به طراحی سیستم نگه دارنده جزء اولیه در لوله توجه بسیاری شود.

برای انطباق با الزامات از مرکز و ثابت کردن وسیله اولیه، در بیشتر موقعیت‌های عملی، طراحی اتصال خاص مناسب با توجه به اندازه خط، نوع سیال، نوسانات فشار و دمای سیال، راحتی نگه‌داری و بهره‌برداری، درستی لازم و سیستم پیش از این در صورت وجود، ضروری است.

اگر وسیله اولیه به صورت قسمت یک‌پارچه از لوله اندازه‌گیری ساخته شده باشد، نتایج نصب با دقت می‌تواند تعریف شود که تجدیدپذیری بالای اندازه‌گیری‌های شارش را ممکن می‌سازد.

سایر چیدمان‌ها، استفاده از فلنج‌های جفتی (لغزشی یا جوش گردنی) یا اتصال‌ها با ویژگی خاص استفاده می‌شود. پیوست پ چیدمان توصیه‌ای برای صفحات اریفیس را نشان می‌دهد که همچنین برای نازل‌ها به یک اندازه معتبر است. هنگام استفاده از فلنج‌ها، فراهم کردن جفت پیچ‌های جکی[1] در موقعیت‌های روبروی قطری اقدام خوبی است.

واشرها ارزان و ساده تولید می‌شوند ولی نباید در هر هیچ نقطه‌ای از لوله خارج شوند. توصیه می‌شود که واشرها ضخیم‌تر از ۰/۰۳D نباشند. بنابراین ناگریز تورفتگی در این نقطه تشکیل می‌شود. عمق تورفتگی بر اندازه‌گیری شارش تاثیر ندارد ولی حفظ جنس واشر مناسب برای اطمینان از اتصال بدون نشتی ضروری است.

حلقه آب‌بندی O شکل کاربرد ساده‌ای دارد و اگر به درستی ساخته شود اتصال محکم و صافی را ایجاد می‌کند.

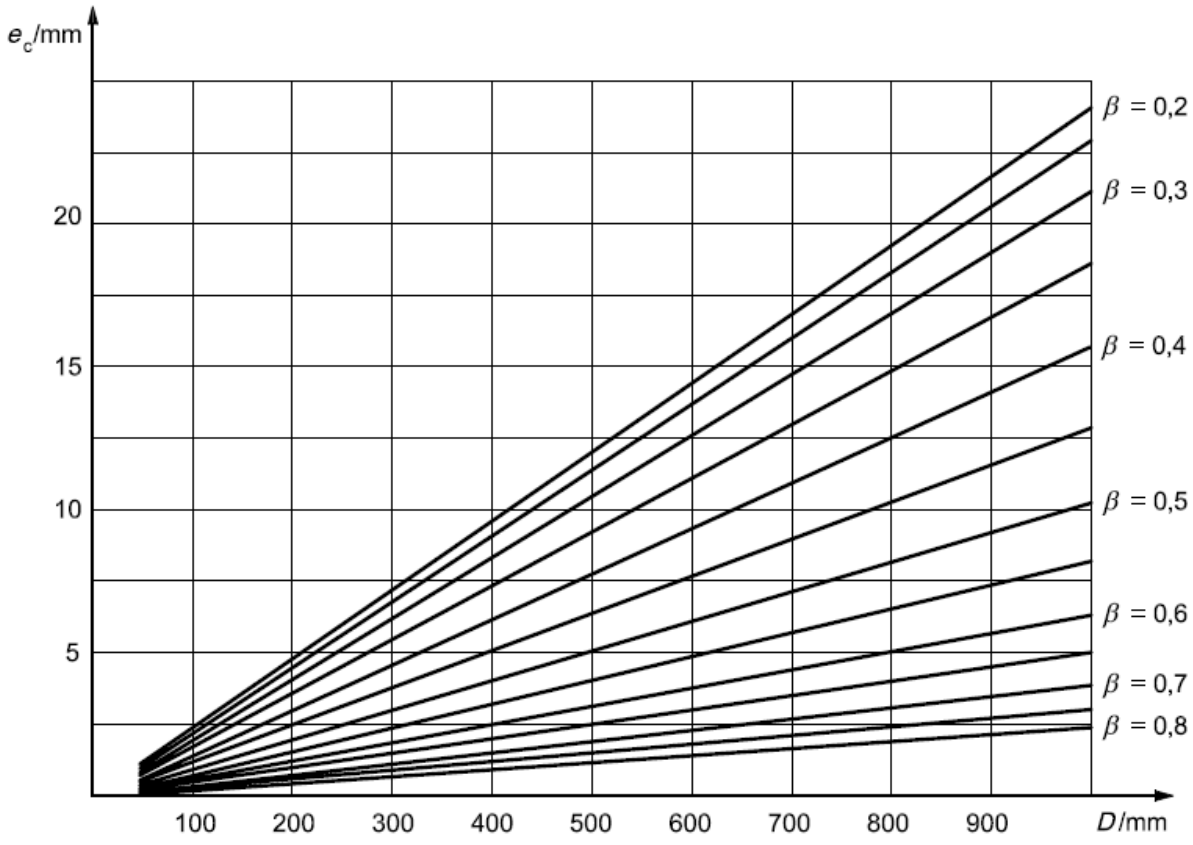
مفصل‌های حلقه‌ای (خودمحور و آب‌بندی)، با توجه به استاندارد به کار رفته، ممکن است شکافی و تورفتگی بین مقطع‌ها ایجاد کنند. به شرط این که شکاف بیش از ۱۳ mm نباشد، آزمون‌ها نشان داده‌اند که اندازه‌گیری شارش تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

بهتراست همیشه برای جلوگیری از انعطاف‌پذیری غیرقابل قبول در سوار کردن وسیله اولیه با توجه به خروج از مرکز و رواداری محل نقطه فشارسنجی توجه کرد. (به زیربند ۶-۵-۳ از استاندارد ملی ایران شماره ۲- ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ مراجعه شود).

باید تاکید کرد که اندازه‌گیری خوب نیازمند نگه‌داری وسیله اولیه در رواداری استاندارد است، بنابراین بازرسی مرتب وسیله ضروری است. با برخی انواع سوارکردن برای صفحات اریفیس، بازرسی وسیله و نصب بدون جداکردن خط لوله غیرممکن است. وسایلی که خارج کردن و جایگذاری دوباره صفحات اریفیس در رواداری‌های مشخص را ممکن می‌سازد، می‌تواند تنها راه حل کاربردی باشد. (به [16] مراجعه شود).

1- Jacking screws

shaghool.ir



شکل ۹- حداکثر فاصله e_c بین خط مرکزی اریفیس و خطوط مرکزی مقاطع لوله بالادست و پایین دست در جهت موازی محور نقاط فشارسنجی که تابعی از قطر D و نسبت قطر β است.

۵-۳ رهنمود ویژه استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱

۵-۳-۱ هدف

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۳-۲ مراجع الزامی

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۳-۳ اصطلاحات و تعاریف

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۳-۴ اصول روش اندازه‌گیری و محاسبه

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۳-۵ نازل‌ها و نازل‌های ونتوری

۵-۳-۵-۱ نازل ISA 1932

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

shaghool.ir

۵-۳-۵-۲ نازل‌هایی با شعاع طولانی

برای مجموعه‌ای از نازل‌های نوین با نسبت کم و با $Ra \approx 10^{-5}\, d$، ضرایب تخلیه به مقدار C ارائه شده در زیربند ۵-۲-۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ نسبت به مقدار مورد انتظار از زیربند ۵-۲-۷-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ نزدیک‌تر هستند (به [13] مراجعه شود).

۵-۳-۵-۳ نازل‌های ونتوری

۵-۳-۵-۳-۱ شکل کلی

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۳-۵-۳-۲ مواد و ساخت

توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۳-۵-۳-۳ نقاط فشار سنجی

۵-۳-۵-۳-۳-۱ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۳-۵-۳-۳-۲ توضیحاتی درباره این زیر بند وجود ندارد.

۵-۳-۵-۳-۳-۳ بهتر است زوایای برابری بین خطوط مرکز نقاط فشارسنجی مجاور وجود داشته باشد.

۵-۴ رهنمود ویژه برای استفاده از استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱

۵-۴-۱ هدف

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۴-۲ مراجع الزامی

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۴-۳ اصطلاحات و تعاریف

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۴-۴ اصول روش اندازه‌گیری و محاسبه

توضیحاتی درباره این بند وجود ندارد.

۵-۴-۵ لوله‌های ونتوری رده‌ای[1]

۵-۴-۵-۵ ضریب تخلیه، C

برای Re_D بالا، حتی در معیار استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ و برای اندازه‌گیری بسیار درست، کالیبراسیون توصیه می‌شود.

1-Classical

shaghool.ir

۶ اطلاعات طبیعت کلی مرتبط با استفاده از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ (همه قسمت‌ها)

۶-۱ ادوات ثانویه

۶-۱-۱ کلیات

تعریف وسایل اولیه/ثانویه در مقدمه استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ بیان شده است.

۶-۱-۲ الزامات کلی در ارتباط با نصب ادوات ثانویه

یک سیستم اندازه‌گیری صفحه اریفیس نوعی در شکل ۱۰ نشان داده شده است. هنگام نصب ادوات، بهتر است به ویژگی‌های سازنده توجه کرد. قوانین کلی زیر بهتراست برای جلوگیری از خطاهای معنی‌دار در عملکرد ادوات ثانویه نزدیک به جزء اولیه دنبال شوند.

الف- بهتراست، ادوات به صورتی نصب شود که تنش مکانیکی با روش سوارکردن یا با اتصال لوله‌های ضربه انتقال داده نشود.

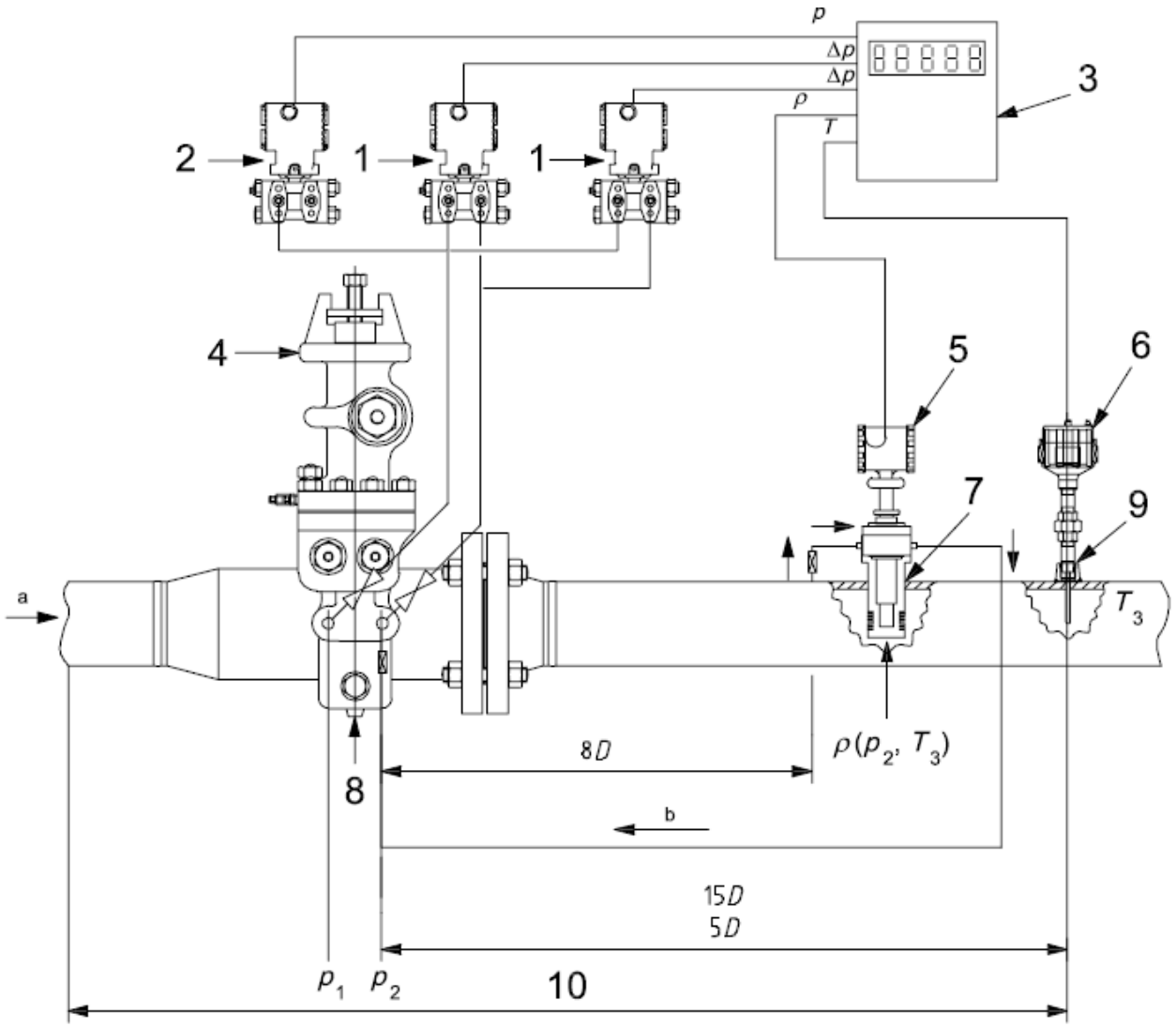
ب- نصب بهتراست بدون لرزش مکانیکی در حدود ویژگی سازنده باشد.

پ- خط اتصال سیگنال فشار نباید بسامد تشدید شده در پهنای باند نوفه[1] خط لوله داشته باشد (به زیربند ۶-۱-۳ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱مراجعه شود).

ت- اگر شرایط محیطی برای ایجاد خطاهای معنی‌دار در ادوات ثانویه به قدر کافی متغیر باشد، بهتراست ادوات در محیطی که دما کنترل می‌شود، قرار گیرند.

1- Nose

shaghool.ir



راهنما:

1	انتقال‌دهنده فشار تفاضلی	7	انبانک[1]
2	انتقال‌دهنده فشار	8	صفحه اریفیس
3	شمارنده شارش	9	اتصال حسگر دما
4	اتصالات اریفیس	10	لوله کنتور با استاندارد بین المللی
5	کنتور چگالی	a	راستای شارش
6	انتقال‌دهنده دما	b	شارش نمونه.

شکل۱۰ – نصب وسیله اندازه‌گیری نوعی

1- Pocket

shaghool.ir

۶-۲ اندازه‌گیری فشار و فشار تفاضلی

۶-۲-۱ کلیات

برای بررسی کامل موضوع انتقال سیگنال فشار، بهتراست به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۹۰: سال ۱۳۹۴ مراجعه شود. اما برخی از مشکلات که احتیاج به مراقبت خاصی دارند به طور خلاصه در زیر یادآوری شده است.

۶-۲-۲ اتصالات برای انتقال سیگنال فشار بین اجزای اولیه و ثانویه

۶-۲-۲-۱ کلیات

لوله‌های فشار (خطوط پالس) متصل کننده نقاط فشارسنجی وسیله اولیه به مانومتر یا کنتور تفاضل فشار بهتر است به صورتی چیدمان شود که هیچ فشاری پشتی یا تفاضل فشار اشتباهی به وسیله موارد زیر برپا نشود:

الف- اختلاف دما بین دو لوله‌های فشار؛

ب- حضور حباب‌های گاز، قطرات مایع یا رسوبات جامد در یکی یا هر دو از لوله‌های فشار؛

پ- یخ بستن یا انجماد مایع در لوله‌های فشار .

این الزامات با موارد زیر محقق می‌شوند:

- حضور در محل کنتور ، اندازه و اجرای لوله‌های فشار؛
- فراهم کردن تخلیه‌های گاز و مایع یا آب‌بندی آب از محفظه‌های تله؛
- استفاده از مایع آب‌بندی با خواص‌های مناسب برای انتقال فشار از مایع درون لوله به مایع در مانومتر یا ادوات (شکل ۱۱ و شکل ۱۲) (این روش امروزه کاربرد بسیاری ندارد ولی هنوز معتبر است).

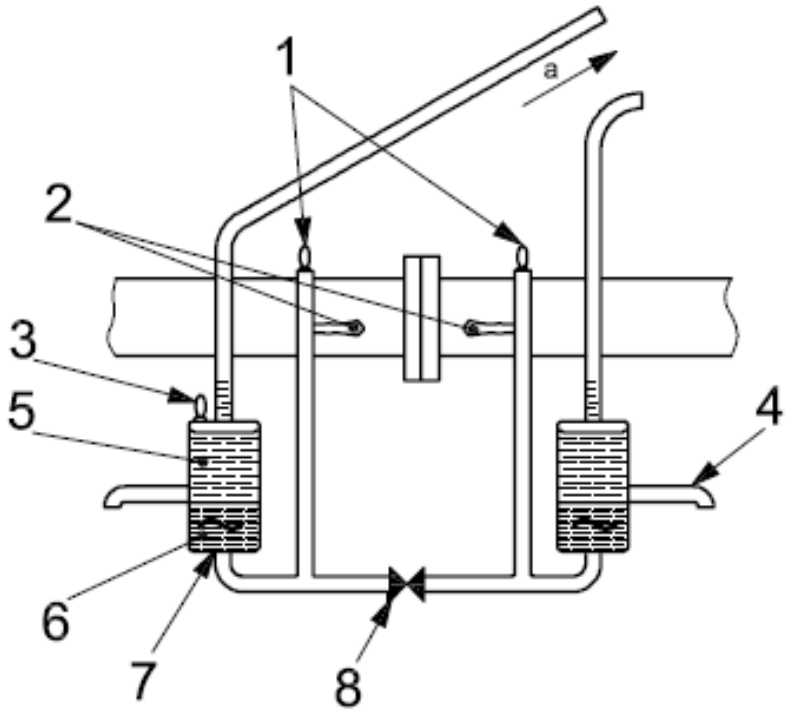
۶-۲-۲-۲ شیرهای جداساز[1] (استاندارد ملی ۱۹۲۹۰: سال ۱۳۹۴)

کلیات:

- بهتر است، شیرهای جداساز مناسب در لوله‌های فشار تعبیه شوند. مسئولیت انتخاب و محل شیرها، با طراح است.
- بهتراست، شیر ساچمه‌ای[2] برای سیال‌هایی که تشکیل رسوب می‌دهند، استفاده شود.

1-Isolating valves
2- Ball valve

shaghool.ir



راهنما:

1 تخلیه گاز

2 شیرها و نقاط فشار سنجی

3 اتصال پرشدگی

4 اتصال تعیین سطح

5 مایع آب‌بندی

6 مایع اندازه‌گیری شده

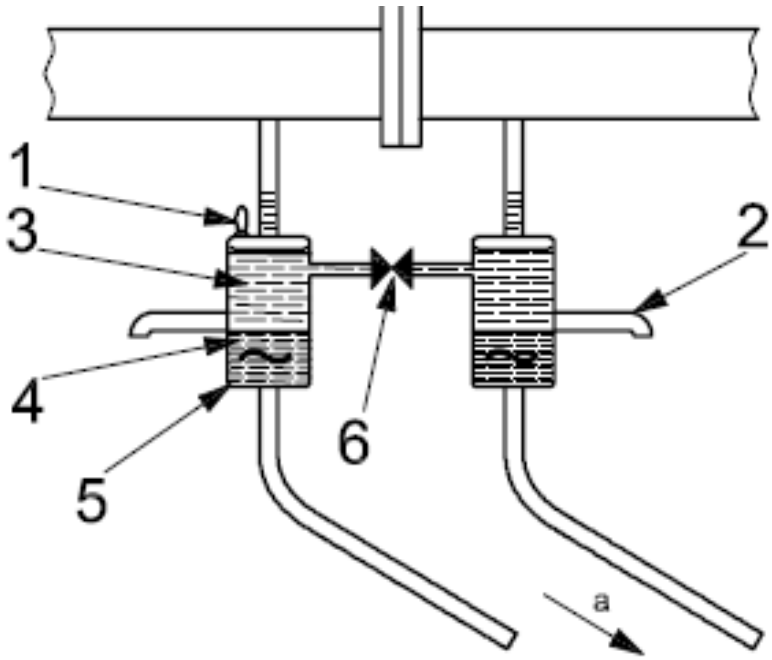
7 ظرف آب‌بندی

8 شیر تعدیل کننده

a انتقال‌دهنده فشار تفاضلی.

شکل ۱۱- محفظه‌های آب‌بندی- سیال اندازه‌گیری سنگین‌تر از سیال آب‌بندی

shaghool.ir



راهنما:

1	اتصال پرشدگی	5	محفظه آب‌بندی
2	اتصال تعیین سطح	6	شیر تعادل
3	مایع اندازه‌گیری شده	a	انتقال دهنده فشار تفاضلی
4	مایع آب‌بندی		

شکل ۱۲- محفظه‌های آب بندی- مایع اندازه‌گیری سبک تر از سیال آب بندی

۶-۲-۲-۳ محفظه‌های چگالش

برای سیالات و شرایط ویژه، مانند بخار، چیدمان اتصال ویژه، محفظه‌های چگالش و غیره ممکن است، لازم باشد. برای جزئیات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۹۰: سال ۱۳۹۴ مراجعه شود.

۶-۲-۳ وسایل اندازه‌گیری فشار

۶-۲-۳-۱ کلیات

اندازه‌گیری درست فشار تفاضلی ایجادشده سرتاسر جزء اولیه برای محاسبه آهنگ شارش در مجرای با سطح مقطع دایروی با به کارگیری صفحات اریفیس، نازل‌ها یا لوله‌های ونتوری بنیادی است.

shaghool.ir

در مورد صفحات اریفیس، برای اندازه‌گیری گاز یا جایی‌که درستی بالایی برای مایعات لازم است، تعیین فشار استاتیک مطلق سیال در نقاط فشارسنجی بالادست ضروری است. علاوه بر محاسبه عامل قابلیت انبساط، فشار استاتیک برای تعیین تصحیح پایین دست به بالادست پارامترهای فرآیند مانند دما و چگالی لازم است.

وقتی چگالی با استفاده از معادله حالت محاسبه می‌شود، حساسیت اندازه‌گیری فشار استاتیک بیشتر و نیاز به اندازه‌گیری درست این پارامتر شدیدتر می‌شود. در بسیاری از نمونه‌ها، گیج انتقال دهنده‌های فشار برای اندازه گیری فشار سیال در نقاط فشارسنجی بالادست به کار می‌روند. فشار استاتیک مطلق سیال برای محاسبه آهنگ شارش و ارجاع محاسبات لازم است و از اندازه‌گیری‌های فشار محیط و گیج می‌تواند محاسبه شود. به جای اندازه‌گیری فشار بارومتریک محیط، فشار مرجع قراردادی ۱۰۱٫۳۲۵ kPa (۱٫۰۱۳۲۵ bar) به فشار گیج اندازه-گیری شده اضافه می‌شود. اما وقتی تغییرات در فشار جوی باعث ٪ ۰٫۱ تغییر در شارش جرم می‌شود، توصیه می‌گردد که ادوات فشار گیج با ادوات فشار مطلق جایگزین شوند.

۶-۲-۳-۲ ترانسدیوسر فشار

فشار تفاضلی در سرتاسر وسیله اولیه اغلب با ترانسدیوسر الکترونیک (یا به ندرت مکانیکی) متصل شده از راه خطوط پالس[1] به نقاط فشارسنجی بالادست و پایین دست اندازه‌گیری می‌شود. اتصال به نقطه فشارسنجی بالادست از راه فشار تفاضلی و ترانسدیوسرهای فشار استاتیک وقتی دو واحد به صورت قسمتی از وسیله اندازه-گیری نصب می‌شوند، در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

انتخاب ترانسدیوسر فشار وابسته به تعدادی عامل‌ها از جمله موارد زیر است:

الف - الزامات درستی سیستم اندازه‌گیری؛

ب - اندازه‌گیری به صورت پیوسته یا متناوب؛

پ - مشخصات سیال در حال شارش؛

ت - سیستم به دست آوردن اطلاعات شامل وسیله شمارش؛

ث - الزامات سوار کردن و محلی برای ترانسدیوسر.

ترانسدیوسرهای فشار مکانیکی، اگرچه با ظهور شمارشگرهای شارش کمتر شده است، ولی هنوز در بسیاری کاربردهای پردازش استفاده می‌شوند. این یکاها شامل جزء الاستیک هستند که انرژی را از سیستم فشار به جابه‌جایی در سیستم اندازه‌گیری مکانیکی تبدیل می‌کنند.

ترانسدیوسرهای فشار الکترونیک عمومی‌تر بوده و با جز الکتریکی یکی شده‌اند که فشار را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کنند و به راحتی تقویت، اصلاح، منتقل و اندازه‌گیری می‌شوند.

مثال – مثال‌هایی از تعدادی ترانسدیوسرهای فشار الکترونیک که عبارتند از:

1- Impulse lines

shaghool.ir

- وسایل قابل برداشتن پیزوالکتریک؛
- گیج‌های کرنش[1]؛
- پتانسیومترهای سیمی لغزشی؛
- وسایل ظرفیت تفاضلی، و؛
- وسایل مقاومت مغناطیسی متغیر.

درستی و مشخصات بهره‌برداری اظهار شده ترانسدیوسرهای فشار الکترونیک از نوعی به نوعی بطور قابل ملاحظه‌ای متغیر هستند ولی با ورود انتقال‌دهنده‌های هوشمند[2] که در حالت دیجیتال عمل می‌کنند، عدم قطعیت‌های کمتر از ٪ ۰٫۱ مقدار گستره بالایی ادعا شده است. مشخصات نوعی ترانسدیوسرهای فشار الکترونیک در جدول ۶ ارائه شده است.

یادآوری- بهتر است،جدول ۶ به صورت یک راهنمای ساده درنظر گرفته شود. مقادیر بیان شده به ترتیب اندازه است.

بهتراست، اشاره کرد که ترانسدیوسرهای فشار تفاضلی می‌تواند نسبت به تغییرات فشار استاتیک و هم دمای محیط حساس باشند، مگر آنکه چیدمان جبران خودکار این یکاها را شامل شود.

جدول ۶- مشخصات ترانسدیوسر های فشار الکتریکی

پارامتر	نوع				
	مقاومت مغناطیسی متغیر	ظرفیت	گیج کرنش ضمانت‌دار	گیج کرنش فیلم نازک	گیج پیستونی
عدم قطعیت در گستره کامل ٪	<۱	<۰/۲	۰٫۵	۰٫۲۵	٪۰٫۱ از مقدار اندازه‌گیری شده
گستره حداکثرفشار (تفاضلی)	۲۰۰۰ KPa (۲۰ bar)	۷۵۰۰ KPa (۷۵ bar)	۳۰۰۰۰ KPa (۳۰۰ bar)	۳۰۰۰۰ KPa (۳۰۰ bar)	۸۰۰۰ KPa (۸۰ bar)
فشار قابل قبول خارج از گستره	۲٫۵×	۱٫۵×	۱٫۵×	۲×	۱٫۵×
مقیاس کامل خروجی (V)	۰٫۱	۱V/۲۰۰ Ω	<۰/۰۳	<۰/۰۳	10^4 pts digital
تشدید بسامد(Hz)	<۱۰	۱۰۰	<۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱
گستره دما ^oC	۲۰- الی ۱۰۰	۲۵- الی ۹۰	۳۵- الی ۹۰	۵۰- الی ۱۲۰	۱۰ الی ۳۰

1- Strain gauges
2- Smart transmitters

shaghool.ir

۶-۲-۳-۳ کالیبراتورهای فشار[1]

مانند همه ادوات ثانویه، ترانسدیوسرهای فشار (فشار تفاضلی و استاتیک) بهتراست برای درستی بهینه در فواصل زمانی منظم کالیبره شوند. تعدادی وسیله جاری در دسترس برای این عملکرد وجود دارند که انتخاب آنها وابسته به کاربرد وسایل اندازه‌گیری و انواع ترانسدیوسر در سرویس است.

عموما ترازوهای فشار[2]، مانومترها، حسگرهای مقاوم به پیزو[3] و گیج‌های بوردن[4] دقیق در دسترس هستند. تعدادی از کالیبراتورهای فشار به طور قابل ملاحظه‌ای بر اساس اصل تعادل فشار عمل می‌کنند و می‌توانند مشکلات زیادی را در محیط های غیر پایدار به وجود آورند. عملکرد برخی وسایل کالیبراسیون رایج‌تر در جدول ۷ نشان داده شده است.

یادآوری- جدول ۷ بهتراست به صورت راهنمای ساده درنظر گرفته شود. مقادیر بیان شده به ترتیب اندازه هستند.

جدول ۷- مشخصات وسایل اندازه‌گیری فشار دقیق

نوع	گستره KPa(bar)	عدم قطعیت
ترازوی فشار (آزمون‌گر وزن مرده)	۰٫۰۵ تا ۵۰۰۰۰ (۰٫۰۰۰۵ تا ۵۰۰)	۰٫۰۱ KPa تا ۰٫۰۵٪ از قرائت (۰٫۱ mbar تا ۰٫۰۵٪ از قرائت)
مانومتر سروو[5]	۰٫۵ تا ۴۰۰ (۰٫۰۰۵ تا ۴/۰)	برابر ۰٫۰۲۵ mm از ارتفاع ستون مایع
دقت گیج بوردن	۰٫۰۵ تا ۱۰۰۰۰۰ (۰٫۰۰۰۵ تا ۱۰۰۰)	۰٫۱٪ از مقیاس کامل

۶-۲-۳-۴ کالیبراسیون ترانسدیوسرهای فشار

برای به حداقل رساندن اثرهای تغییرات دمای محیط، توصیه می‌شود که انتقال‌دهنده‌های فشار استاتیک و تفاضلی در محیط‌های با دمای کنترل شده نصب شوند.

ترانسدیوسرهای فشار استاتیک معمولا در محل در برابر کالیبراتور فشار مناسب انتخابی برای عملکردی خاص کالیبره می‌شوند.

1- Pressure calibrators
2- Pressure balances
3- Piezo-resistive sensors
4- Bourdon gauges
5- Servo manometer

shaghool.ir

انتقال‌دهنده‌های فشار تفاضلی اغلب در فشار جوی کالیبره می‌شوند که استفاده دوباره یک کالیبراتور برای این هدف مناسب است. برای درستی بهینه، مطلوبست انتقال‌دهنده در فشار بهره‌برداری کالیبره شود. عموما از یک آزمونگر وزن مرده با استاتیک بالا [۱] برای این کاربرد استفاده می‌شود.

همان‌طور که قبلا بیان شد، کالیبراسیون با استاتیک بالا به دلیل شرایط محیط پایین‌تر از ایده‌آل یا لرزش پیش زمینه در محل کار ممکن نمی‌باشد. در این مورد، بهتر است یک تصحیح تاثیر جابجایی [۲] فشار استاتیک به صورت ریاضی یا با انتخاب کالیبراسیون موقتی مانند ردپا [۳] به کار رود.

روش ردپا ارجاع شده بالا به کالیبراسیون آفلاین [۴] ترانسدیوسر در محیط کنترل شده و متعاقبا ردپای جوی که به عنوان ماخذ در محل کاری برای بررسی دوره‌ای ترانسدیوسر در برابر دستگاه آزمون استفاده می‌شود و نسبت به آزمونگر وزن مرده استاتیک بالا حساسیت محیطی کمتری دارد.

۶-۲-۳-۵ میرایی [۵] سیگنال‌های فشار

به پیوست ب از استاندارد بین المللی شماره ISO/TR 3313:1998 مراجعه شود.

۶-۳ اندازه‌گیری دما

۶-۳-۱ کلیات

دما در نقطه فشارسنجی در بالادست برای تعیین چگالی و گرانروی سیال و به کارگیری تصحیح در انبساط دمایی وسیله و لوله نیاز است.

دمای سیال بهتر است در پایین دست وسیله اولیه اندازه‌گیری شود.

۶-۳-۲ مبانی اندازه‌گیری دمای سیال در حال حرکت

از آنجایی که پروب [۶] دمای غوطه‌وری فقط دمای خود را اندازه‌گیری می‌کند، مشکل در اطمینان این موضوع است است که دما در سیال همان دمای پروب اندازه‌گیری است. گرما را می‌توان با هدایت [۷]، جابجایی [۸] و تابشی [۹] منتقل منتقل کرد.

به جز برای اختلاف‌های دمای بسیار زیاد، بیشتر گرما با هدایت و جابجایی از سیال به پروب دمایی منتقل می‌شود.

1- High- static deadweight tester
2- Shift
3- Footprinting
4- Off-line
5- Damping
6-Probe
7- Conduction
8- Convection
9- Radiation

shaghool.ir

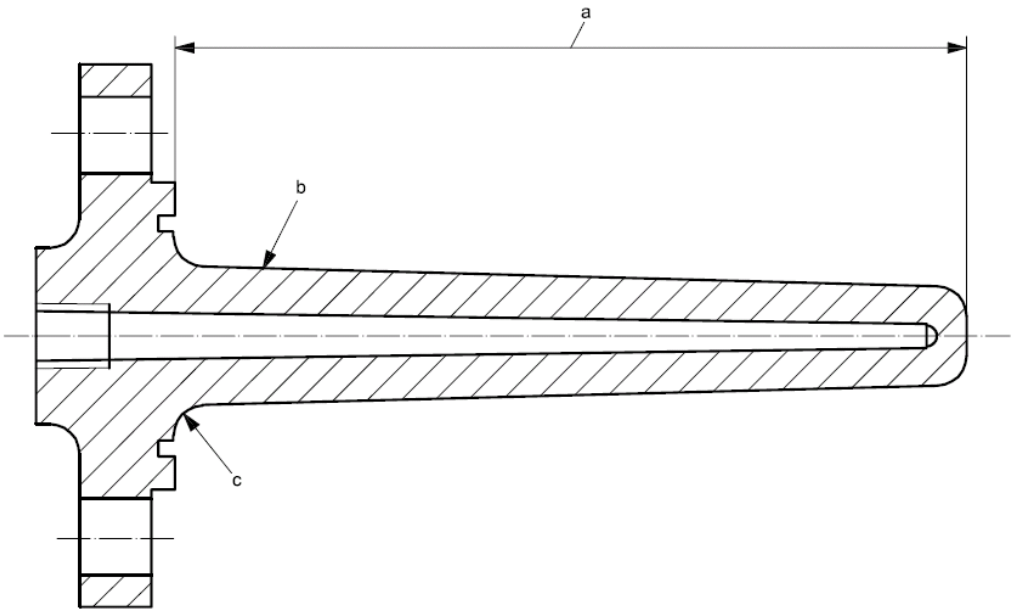
وقتی پروب وارد سیال در حال حرکت می‌شود، لایه مرزی در برابر انتقال گرما به پروب مقاومت می‌کند و همزمان گرما توسط پروب به محیط اتلاف می‌شود. تاثیر بعدی را می‌توان با استفاده از سیم سربی و کاربرد عایق حرارتی کاهش داد.

سوارکردن پروب دماسنج[1] در ترموول[2] برای محافظت پروب از اثرات مخالف مانند خوردگی، لرزش و فشار اضافی اضافی و عایق کردن آن در برابر هدایت الکتریکی مایعات ضروری است. استفاده از ترموول دسترسی آسان به واحد پروب را ایجاد می‌کند (به شکل ۱۳مراجعه شود).

اندازه‌گیری دما در گازها نسبت به مایعات به دلایل زیر مشکل‌تر است:

- انتقال گرمای نسبتا ضعیف بین گاز و پروب در مقایسه با انتقال گرما بین پروب و محیط، و
- احتمال نوسانات سریع دمای درون گاز

اگر وارد کردن پروب دماسنج به ترموول عملی نباشد و اگر انتقال گرما از گاز به دیوار لوله به خوبی انجام شود، آنگاه وسیله حسگر متصل به دیوار ممکن است، استفاده شود. این چیدمان برای کاربردهای بسیار دقیق توصیه نمی‌شود.



راهنما:

الف از آنجایی که این طول مهم است، ضروری است بررسی شود؛

ب فوریجنگ [3]؛

پ جهت حداقل کردن تنش، شعاع دقیق طراحی شده است.

شکل ۱۳- مثالی از طراحی ترموول

1- Thermometer
2- Thermowell
3- Forging

shaghool.ir

۶-۳-۳ نصب حسگر

به زیر بند ۵-۴-۴-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸ : سال ۱۳۹۱ مراجعه شود.

۶-۳-۴ اقدام احتیاطی برای اندازه‌گیری درست

۶-۳-۴-۱ موقعیت حسگر و چیدمان نصب

به طور کلی بهتر است، حسگر یا دماسنج عمود بر دیوار لوله سوار شود (همانطور که در شکل ۱۴- الف نشان داده شده است). لرزش شدید پروب می‌تواند از شارش سیال اطراف پروب جایگذاری شده که از نصب، ایجاد شود و بهتر است در قرار دادن پروب دقت کرد.

عمق ورود حسگر (N در شکل ۱۴، اندازه‌گیری شده از دیوار داخلی) بهتر است، حسگر در یک سوم میانی لوله باشد و این کار همیشه برای لوله‌های بزرگتر و کوچکتر امکان‌پذیر نیست.

۶-۳-۴-۲ استفاده از سپر تابشی

اثر تابش دمایی را می‌توان با چیدمان لوله‌کشی برای حرکت ترموول به دور از خط مستقیم جسم تابشی کاهش داد. یک ترموول بسیار پرداخت شده، حداکثر انرژی تابشی را انعکاس می‌دهد.

۶-۳-۴-۳ عایق بندی الکتریکی ترانسدیوسر دما

عایق‌بندی الکتریکی از اختلال ناشی از تغییرات در مقاومت عایق‌بندی به اجزای حسگر جلوگیری می‌کند. این موارد به علت دمای زیاد در مورد ترموکوپل‌ها و به وسیله رطوبت و سایر ناخالصی‌های الکترولیت در حالت حباب-های مقاوم که به جعبه اتصال نفوذ می‌کند. انتخاب بین ترانسدیوسر با عایق و بدون عایق با توجه به شرایط بهره‌برداری تعیین می‌شود. اگر استثنای قابل اعتمادی و درستی از اندازه‌گیری لازم باشد، عایق‌بندی توصیه می-شود. اگر شرایط منطقی ثابت باقی بماند و نقطه اندازه‌گیری خصوصا بحرانی نباشد، ترانسدیوسرهای فاقد عایق به جهت صرفه‌جویی در هزینه می‌تواند استفاده شود.

۶-۳-۵ محدودیت‌های ترموول

در زمان تعیین موقعیت و نصب ترموول، بهتر است، شرایط زیر رعایت شود:

الف - در جایی‌که تعدادی بسته ترموول را بتوان نزدیک به یکدیگر یافت، بهتر است مراقب بود که آنها در یک خط نصب نشوند. این کار برای جلوگیری از قرار گرفتن پروب‌های پایین‌دست در برابر تنش‌های بسیار زیاد و بی‌مورد در نتیجه گردابه و ارتعاش است. مشکلات گردابه را می‌توان با فاصله‌گذاری شعاعی بسته‌های ترموول اطراف لوله حداقل کرد.

ب - طول غوطه‌وری چاه باید دست‌کم ده برابر قطر چاه باشد تا خطر خطای هدایتی را حداقل کند.

shaghool.ir

پ - برای لوله‌های کوچکتر، در جایی‌که ابعاد N (به شکل ۱۴-الف مراجعه شود) بزرگتر از $^{3}/_{4}$ قطر داخلی اسمی لوله است، بهتراست موقعیت‌های مشخص شده در شکل ۱۴- ب و ۱۴- پ به کار رود.

ت - برای لوله‌های با قطر بزرگتر، در جایی‌که طول‌های ترموول بیش از ۱۰۰mm است، اگر سیالات با چگالی بالا اندازه‌گیری می‌شود محاسبات استحکام و ارتعاش لازم است. هوای بین اجزا و چاه، هدایت کننده بسیار ضعیف گرما است و به دلیل هدایت گرما از ساقه خطاهای اندازه‌گیری ایجاد می‌شود. تاثیر دوم، افزایش زمان پاسخ اجزا است. مایع برای پربودن فضای خالی استفاده می‌شود. برخی گریس‌های انتقال گرما که استفاده شده است، این مواد در صنعت الکترونیک کاربرد گسترده‌ای دارند. مشکلات با حقیقت بهم پیوند خورده‌اند که گریس‌ها تاثیر روانکاری کمی یا اصلا ندارند و در حقیقت گزارش شده است باعث اتصال‌های پیچدار و گیرکردن به یکدیگر می‌شود. بیشترین بهبود در انتقال گرما بین ترموول و جزء حساس با کنترل نزدیک رواداری قطر جزء بیرونی و قطر داخلی چاه به دست می‌آید که حداقل خلاصی اضافی را تضمین می‌کند. روش دیگر، استفاده از اتصال حالت فنری[1] بین حسگر و چاه است.

ث - بهتر است، از برآمدگی غیر ضروری چاه خارج از لوله جلوگیری شود.

ج - بهتر است، قسمتی از دماسنج که بیرون لوله است، عایق شود اگر دمای سیال با دمای محیط تفاوت داشته باشد. بهتراست، دیوارهای لوله مجاور مطابق زیربند ۶-۱-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، عایق‌بندی شوند.

چ - بهتر است، دهانه چاه برای حداقل کردن اتلاف گرمایی به وسیله جابجایی، مخصوصا در دمای بالا، بسته باشد.

ح - بهتر است، با توجه به شرایط دمای خارجی شامل انتقال گرما به دلیل تابش و دمای محیط مراقبت شود.

۶-۳-۶ اقدام‌های احتیاط‌های اضافی در مورد نوسانات دما

اگر دمای سیال ثابت نباشد، درستی اندازه‌گیری بستگی به آهنگ انتقال گرما از سیال به جزء حساس به دما دارد. بهتراست، برای کاهش اختلاف زمانی[2] در پاسخ، اقدام‌های احتیاطی زیر درنظر گرفته شود:

- دیواره چاه بهتر است، هدایت دمایی نسبتا بالای داشته باشد و بهتراست سطح در تماس با سیال تمیز نگه داشته شود.

- بهتراست، قسمت حساس به دمای دماسنج اندازه کوچک و جرم کم و همچنین ظرفیت گرمایی پایینی داشته باشد.

1- Spring- loaded contact
2- Time lag

shaghool.ir

۶-۳-۷ وسایل اندازه‌گیری دما

وسایل اندازه‌گیری دمایی پهنه متنوعی مبتنی بر اصول فعالیت مختلف دارند. دماسنج‌های مایع در شیشه، ترموکوپل‌ها و دماسنج‌های مقاومتی پرکاربردترین آنها هستند.

انتخاب دماسنج باید مبتنی بر دانش محیط اندازه‌گیری، گستره دمایی، درستی و قابل اطمینان بودن آن باشد. برخی مشخصات اصلی دماسنج‌های مختلف در جدول ۸ خلاصه شده است.

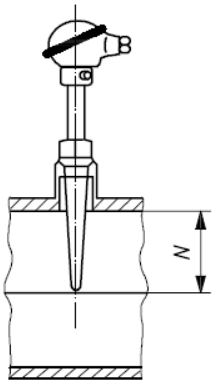
یادآوری۱- به عنوان راهنمای ساده، توصیه نمی‌شود، جدول ۸ کامل درنظر گرفته شود. مقادیر بیان شده به ترتیب اندازه هستند. برای حسگرهای دماسنج مقاومت پلاتینی صنعتی به استاندارد IEC 60751 و برای ترموکوپل‌ها به استاندارد IEC 60584 مراجعه شود.

یادآوری ۲- حسگرهای دما نسبت به ارتعاش مکانیکی حساس هستند.

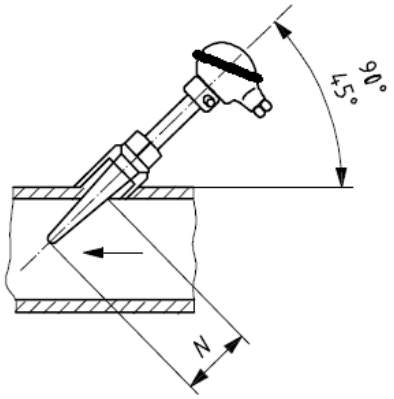
جدول ۸- مشخصات اصلی انواع مختلف حسگرهای دما

نوع	جنس	گستره ^{o}C	عدم قطعیت ^{o}C	توضیحات
مایع در شیشه	جیوه	۳۹- تا ۶۰۰	۰٫۰۵	شکستنی، سمی
مایع در شیشه	الکل	۱۰۰- تا ۵۰	۰٫۱	شکستنی
ترموکوپل‌ها	آلیاژ رادیوم – پلاتین / پلاتین	۰ تا ۱۵۰۰	۱	
ترموکوپل‌ها	مس/ کنتسانتان	۲۰۰- تا ۳۵۰	۰٫۵	
ترموکوپل‌ها	آهن/ کنتسانتان	۲۰۰- تا ۶۰۰	۱٫۵	
ترموکوپل‌ها	آلیاژ نیکل–کروم / آلومینیم	۲۰۰- تا ۱۰۰۰	۱٫۵	
مقاومت	پلاتین	۲۰۰- تا ۶۰۰	کوچکتر از ۰٫۲	
مقاومت	نیکل	۱۰۰- تا ۲۰۰	۰٫۵	
مقاومت	مس	۱۰۰- تا ۲۰۰	۰٫۵	
مقاومت‌گرمایی	نیمه هادی‌ها	۲۰۰- تا ۲۰۰	۰٫۲	

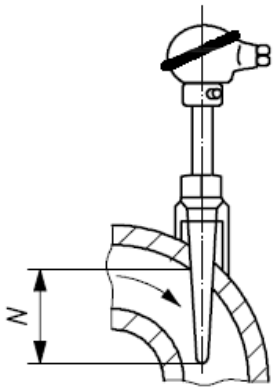
shaghool.ir



الف



ب



پ

شکل ۱۴- نصب پروب دمای غوطه‌ور

shaghool.ir

۶-۴ تعیین چگالی

۶-۴-۱ کلیات

چگالی سیال را می‌توان به صورت مستقیم از دانش فشار استاتیک، دما و مشخصات سیال با استفاده از انتخاب معادله حالت در صفحه مرجع، اندازه‌گیری یا محاسبه کرد.

چگالی مایع در شرایط شارش را می‌توان از اندازه‌گیری یا از منابع مرجع و تصحیح دما در شرایط شارش تعیین کرد. تغییر با فشار بسیار ناچیز است و معمولا ممکن است بسته به کاربرد نادیده گرفته شود. بهتراست، به طور خاص وقتی که با سیال‌هایی در نقطه نزدیک تبخیر کار می‌کنید مراقبت‌ها در نظر گرفته شود.

چگالی گاز با دما، فشار و ترکیب تغییر می‌کند. همچنین برای گاز مرطوب چگالی با مقدار بخار آب موجود تغییر می‌کند. خطاهای بزرگ می‌تواند اتفاق افتد اگر در نمونه‌برداری ترکیب گاز تغییر کند یا دما به زیر دمای اشباع کاهش یابد که باعث تشکیل مایعات می‌شود.

عمومی‌ترین تکنیک‌های به‌کار رفته برای اندازه‌گیری چگالی، ترازوی نیرو و چگالی‌سنج‌ها با عنصر ارتعاشی هستند. مشخصات بنیادی چگالی‌سنج‌های متفاوت در جدول ۹ ارائه شده است.

یادآوری- بهتر است، جدول ۹ به عنوان راهنمای ساده درنظر گرفته شود. مقادیر بیان شده به ترتیب اندازه هستند.

جدول۹- مشخصات چگالی سنج‌ها

نوع	گستره Kg/m^3	پهنه[1] Kg/m^3	عدم قطعیت ٪
وزنی پیوسته	(۴۰۰-۲۵۰۰)	حداکثر ۲۵۰	(۰٫۱٪ - ۰٫۳٪) مقدار اندازه گیری شده
گریز از مرکز (فقط برای گاز)	حداکثر ۱۲۰۰	متغیر	٪ ۰٫۵ از پهنه
پره ارتعاشی[2]	(۰-۴۰۰) برای گازها	حداقل ۰٫۰۱	٪ ۰٫۱ از پهنه
		حداکثر ۰٫۱	
	(۳۰۰-۱۲۰۰) برای مایعات	حداقل ۰٫۱	
		حداکثر ۰٫۳	
لوله ارتعاشی	(۰-۴۰۰) برای گازها	مشابه گستره	٪۰٫۱ از پهنه
	(۶۰۰-۱۶۰۰)		

1-Span
2- Vibration Vane

shaghool.ir

۶-۴-۲ نصب ترانسدیوسرهای چگالی

بیشتر عوامل مرتبط با نصب رضایت‌بخش ترانسدیوسرهای چگالی همسان بودن آنها با سایر ادوات میدانی است، ولی ترانسدیوسر چگالی لزوما سیستم نمونه‌برداری است، که در نصب آن‌ها باید اطمینان حاصل کنیم:

الف- فشار و دمای سیال در سل چگالی تا حد امکان مشابه شرایط در وسیله اندازه‌گیری است؛

ب- سیال نمونه تا حد ممکن تمیز و بدون ذرات و تک فاز است؛

پ- شرایط در سل نمونه نباید تحت تاثیر معنی‌دار دمای محیط، تابش خورشید یا باد باشد؛

ت- شارش کافی در سل چگالی برای ایجاد پاسخ مناسب نسبت به تغییرات در ترکیب، فشار و دما وجود داشته باشد؛

ث- امکانات مناسب برای نگهداری و کالیبراسیون ترانسدیوسر وجود داشته باشد.

مانند نصب حسگر دما، تضادی بین آگاهی از چگالی در صفحه نقطه فشارسنجی بالادست و الزامات نصب قسمت مرتبط با مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ وجود دارد. پیشنهاد می‌شود که سل چگالی در پایین‌دست وسیله اولیه به صورت پروب در خط[1] یا در کنارگذر[2] نمونه نصب شود. اگر گزینه اول انتخاب شود، فاصله از وسیله اولیه تا نقطه نصب باید مطابق با جدول ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ و جدول۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ باشد. بهتراست، برای یک نازل یا نازل ونتوری، سل چگالی مطابق با جدول ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ قرار داده شود. شکل ۱۵ این نوع نصب را نشان می‌دهد.

روش نصب دیگر شامل کنارگذر یا منفذی جهت سیال در میان سل چگالی است. در این حالت، بهتراست نقطه فشارسنجی فشار بالا دست‌کم در ۸D پایین دست وسیله اولیه مستقر شود. نقطه فشارسنجی برگشت فشار پایین بهتراست به طور دقیق پشت رویه پایین‌دست صفحه اریفیس باشد. بهتراست، اطمینان حاصل گردد که اندازه‌گیری چگالی با اندازه‌گیری آهنگ شارش تداخل ندارد. شکل ۱۶ این نوع روش نصب را نشان می‌دهد. در این مثال، بهتر است، شیر V_1 شیر سوزنی تنظیم شده برای کنترل شارش در میان چگالی‌سنج مطابق با دستورالعمل سازنده باشد. بهتراست، شیر V_2 شیر شارش کامل همچون شیر توپی[3] کاملا باز باشد تا اطمینان حاصل شود افت فشاری بین چگالی‌سنج و نقطه فشارسنجی برگشت فشار پایین وجود ندارد. در این حالت عملیات کنار گذر، چگالی گاز (ρ_m) در p_2 (فشار در نقطه فشارسنجی پایین‌دست) و T_3 (دمای بازیافت شده پایین‌دست) اندازه‌گیری شده است. معادله (۸) مثالی از معادله که برای محاسبه چگالی بالادست استفاده می‌شود، را ارائه می‌کند :

1- In-Line
2- By pass
3- Ball valve

shaghool.ir

$$\rho_1 = \frac{\rho_m p_1 T_3 Z_{(p_2,T_3)}}{p_2 T_1 Z_{(p_1,T_1)}} \quad (۸)$$

که در آن:

ρ_1 چگالی در بالادست (در p_1,T_1)؛

ρ_m چگالی اندازه‌گیری شده (در p_2,T_3) از چگالی‌سنج در سبک کنارگذر؛

p_1 فشار در بالادست؛

p_2 فشار نقطه فشارسنجی در پایین دست؛

T_1 دمای در بالادست؛

T_3 دمای اندازه‌گیری شده در نقطه بازیابی پایین دست؛

$Z_{(p1,T1)}$ تراکم پذیری p_1,T_1؛

$Z_{(p2,T3)}$ تراکم پذیری در p_2,T_3؛

در ادامه برخی مزایا و معایب دو روش نصب فهرست شده است:

مزایای پروب در خط:

الف- دما و فشار همیشه در شرایط شارش در نقطه اندازه‌گیری هستند ولی دما و فشار هنوز نیاز به تصحیح دارند.

ب- این روش برای خطوط لوله بزرگ و هم برای خطوط لوله کوچک مناسب است.

پ- اگر با یک شیر جداساز[1] همراه شده باشد، پروب را می‌توان حذف کرد مادامی که خط در سرویس است.

ت- این روش، آلودگی به وسیله چگالش را حداقل می‌کند.

معایب پروب در خط:

الف- همشیه خطر از بین رفتن آب‌بندی وجود دارد که در نتیجه پروب بتواند از خط خارج شود یا ممکن است، نشت اطراف محفظه گسترش یابد. علاوه بر این احتیاط ایمنی باید برای اطمینان از بهره برداری امن درنظر گرفته شود.

1- Isolating valve

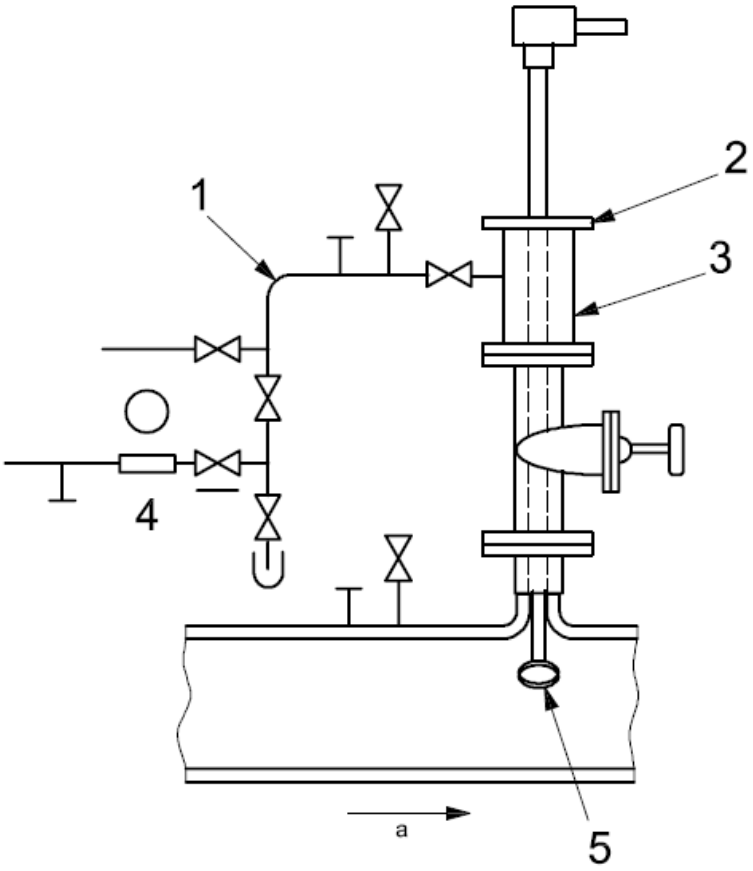
shaghool.ir

ب- زمان پاسخ نسبتا طولانی به تغییرات در چگالی گاز در آهنگ شارش کم یا تغییرات فشار استاتیک می‌تواند رخ دهد.
پ- اگر پروب تحت فشارباشد یا با شیر جداساز همراه نشده باشد، به راحتی حذف یا جایگذاری در خط نمی‌شود.
ت- ممکن است، شارش اصلی به سبب تغییر در ضریب تخلیه اریفیس تحت تاثیر قرار گیرد.
ث- امکانات بررسی در شارش نمونه از طریق ترانسدیوسر وجود ندارد.

مزایای پروب کنارگذر نمونه:
الف- اگر لازم باشد، فیلتر کردن یا نگهداری یک فیلتر در جریان ساده است.
ب- آهنگ شارش می‌تواند تنظیم شود، تا با درستی ادوات مورد نیاز مطابقت داشته باشد.
پ- دسترسی برای نگه‌داری و آزمون آسان است.

معایب پروب کنارگذر نمونه:
الف- جرم دمایی بزرگ، می‌تواند باعث زمان واکنش ضعیف به تغییرات دما شود.
ب- دما و فشار می‌تواند شرایط شارش را تغییر دهد که در نتیجه باعث خطای اندازه‌گیری می‌شود. جریان جانبی و هم ترانسدیوسرها باید عایق‌بندی حرارتی شوند.
پ- چگالش می‌تواند در ادوات اتفاق افتد و بر درستی قرائت چگالی تاثیر گذارد. ممکن است، استفاده از تله چگالش ضروری باشد.

shaghool.ir

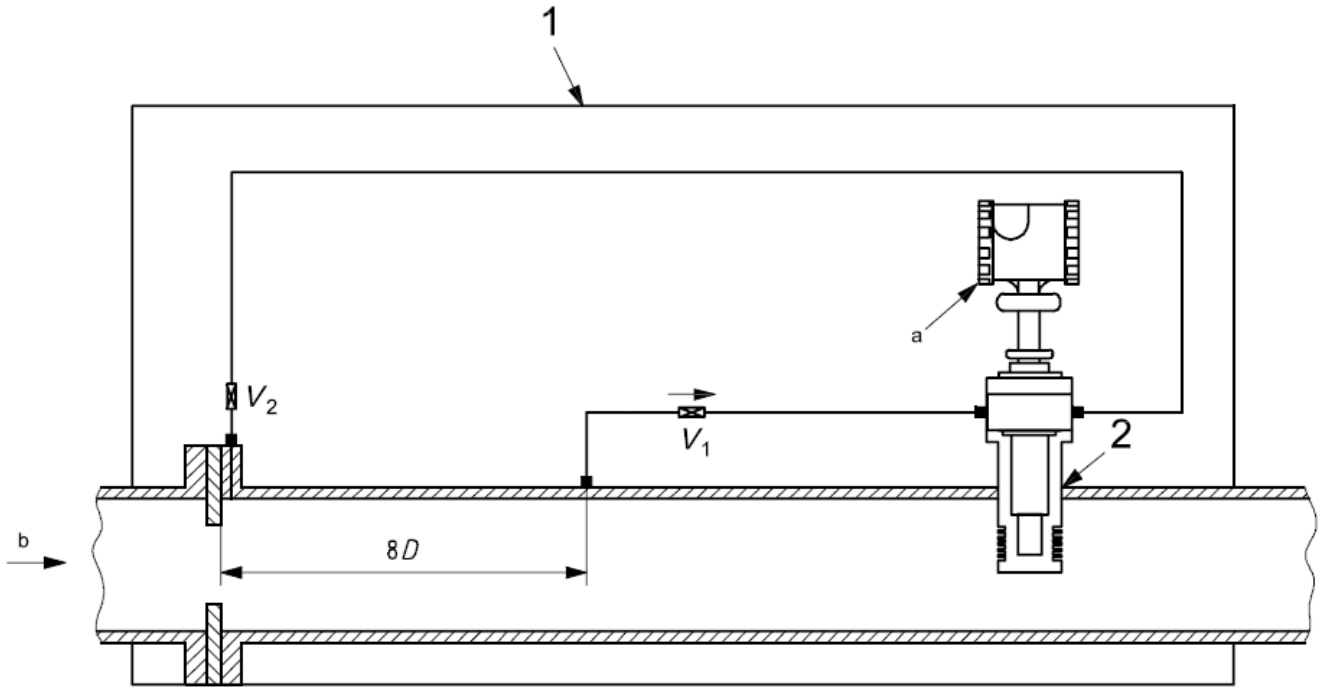


راهنما:

1	سیستم نمونه برداری صرفا برای اهداف پروونیگ
2	آب‌بندی
3	محفظه آب‌بندی
4	کنتور شارش
5	پروب قابل جمع شدن
a	شارش.

شکل ۱۵- چگالی‌سنج نوع جایگذاری مستقیم

shaghool.ir



راهنما:

1	تاخیر دمایی
2	بالای لوله
a	جهت خواندن الکترونیک‌ها
b	شارش

شکل ۱۶- نشان دادن نصب چگالی سنج، نمونه کنتور کنار گذر سوار شده در بسته

۶-۴-۳ روش اضافی برای تعیین چگالی گاز

چگالی گاز را می‌توان از معادله حالت گاز واقعی محاسبه کرد(زیربند ۵-۴-۲ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱).

وقتی ترکیب، دما و فشار گاز مشخص است، تنها مجهول، متغیر عامل تراکم‌پذیری است. وقتی عامل تراکم‌پذیری گاز از جداول منتشر شده، مشخص نیست، این مقدار باید از آزمایش‌ها مشخص شود. اکثر تکنیک‌های رایج روش انبساط و روش وزن‌دهی هستند. درستی عامل تراکم پذیری در گستره ٪۰٫۱ تا ٪۰٫۲ را می‌توان به دست آورد (به پیوست ب مراجعه شود).

shaghool.ir

۶-۴-۴ ملاحظات خاص درخصوص چگالی گاز

اگر درستی زیاد لازم باشد، تصحیحی برای جبران آن‌که سیال ورودی به ترانسدیوسر چگالی در شرایط نقطه فشارسنجی بالادست نیست، معرفی می‌شود. این تصحیح باید از دانش تغییر چگالی ایجادشده به سبب تغییر در فشار و یا دما به‌دست آید. یک برآورد تصحیح را می‌توان از معادله گاز واقعی حالت (به پیوست ب مراجعه شود) و استفاده از ضریب ژول- تامسون به دست آورد.

۶-۴-۵ ملاحظات خاص درخصوص چگالی مایع

برای تعیین چگالی مایع با درستی کمتر، می‌توان فرض کرد که فشار تاثیر کمی بر چگالی دارد. معمولا برای اندازه‌گیری چگالی با درستی کافی، دمای شرایط شارش(به بند ۶-۳ مراجعه شود) اندازه‌گیری و چگالی در آن دما از جداول استخراج گردد. تا وقتی ترکیب ثابت و در ویژگی‌های جداول باشد، آن رضایت بخش خواهد بود.

وقتی مایع شامل جامدهای نامحلول یا گازها باشد، توصیه می‌شود وزن مخصوص[1] تعیین شود، اگر نتایج درست نیاز باشد.

روش پیکنومتر را می‌توان برای بررسی پیوسته اندازه‌گیری‌های چگالی به کار برد.

۶-۵ منبع و تاسیسات الکتریکی

۶-۵-۱ محیط‌های قابل انفجار

برای الزامات کلی به استاندارد بین المللی شماره IEC 600079-0:2007 [4] مراجعه شود.

یادآوری- توصیه می‌شود، ارجاع به سایر قسمت مجموعه استاندارد بین المللی IEC 60079 نیز انجام شود.

۶-۵-۲ کابل‌کشی

ویژگی برای کابل‌کشی تجهیزات الکتریکی توسط مهندس طراح ادوات تعیین می‌شود و تحت تاثیر نوع تجهیز است. با این وجود، قوانین ساده زیر را می‌توان بیان کرد:

الف- بهتر است، کابل‌های تکی تا حد ممکن کوتاه باشند.

ب- بهتر است، از کابل‌های روکش‌دار که فقط در یک نقطه به زمین متصل می‌شوند، استفاده شود.

پ- بهتر است، سیگنال‌های ضعیف قبل از انتقال از میان کابل تقویت شوند.

ت- بهتر است، کابل‌های قدرت از کابل‌های ابزار دقیق جدا شوند و خطوط ابزار دقیق در زوایای قائم عبور داده شوند.

ث- بهتر است، خطوط سیگنال در برابر خطوط الکتریکی محافظت شوند.

1- Specific gravity

shaghool.ir

۶-۵-۳ تجهیزات الکترونیک

بهتر است، در نصب تجهیزات الکترونیک مطابق با کد عملی مناسب مورد استفاده قرار گیرند.

shaghool.ir

پیوست الف
(آگاهی دهنده)
اصول اندازه‌گیری و محاسبه

الف-۱ فرمول

الف-۱-۱ کلیات

در همه فرمول‌ها، d، D و β به شرایط شارش واقعی ارجاع داده می‌شود. به خصوص وقتی دمای شارش با دمایی که این ابعاد اندازه‌گیری شده‌اند (معمولا ۲۰ ^{o}C)، تفاوت داشته باشد، مقادیر باید برای انبساط دمایی تصحیح شوند (به زیر بند ۵-۴-۴-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱مراجعه شود).

توضیح نمادهای به کاربرده شده را می‌توان در بند ۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ یافت.

الف-۱-۲ فرمول مشترک برای همه وسایل

آهنگ شارش جرمی:

$$q_m = [1-\beta^4]^{-0,5} C\varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 [2\Delta p \rho_1]^{0,5} \quad \text{(الف-۱)}$$

آهنگ شارش حجمی:

$$q_{V1} = \frac{q_m}{\rho_1} \quad \text{or} \quad q_{VR} = \frac{q_m}{\rho_R} \quad \text{(الف-۲)}$$

که در آن:

$$\rho_1 = \rho_R \frac{p_1 T_R Z_R}{p_R T_1 Z_1} \quad \text{(الف-۳)}$$

نمایه‌پایین ۱ به شرایط شارش در سطح مقطع نقطه فشارسنجی بالادست اشاره دارد.

نمایه‌پایین R به شرایط فشار و دما اشاره دارد.

عدد رینولدز:

$$Re_D = \frac{V_1 D}{\nu_1} = \frac{4q_m}{\pi D \mu_1} = \frac{4q_{V1}}{\pi D \nu_1} \quad \text{(الف-۴)}$$

shaghool.ir

الف-۱-۳ حدود استفاده از وسایل اولیه

فرمول ارائه شده برای C و ε در همه مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ برای وسایل اولیه مختلف را می‌توان فقط زمانی به کاربرد برد که مقادیر خاص در حدود مشخص شده قرار داشته باشند.
این حدود کاربرد در جدول (الف-۱) ارائه شده است.

الف-۲ مثال محاسباتی

الف-۲-۱ کلیات

چهار مثال با جزییات در زیر ارائه شده‌اند که سیال تراکم‌پذیر و ضریب تخلیه وابسته به β و Re_D را نشان می-دهد.
همان طور که بعدا خواهید دید، درنظر گرفتن ضریب تخلیه C به صورت مجموع دو عبارت $C=C_\infty+C_{Re}$ مناسب است که در آن C_∞ ضریب تخلیه به دست آمده برای عدد رینولدز نامحدود است. جدول الف-۲ فرمول به دست آوردن C_∞ و C_{Re} را برای هر نوع وسیله نشان می‌دهد.
بهتراست برای محاسبات تکراری به پیوست الف استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱، مراجعه شود.
بسته به کمیتی که محاسبه می‌شود، معادله‌های اضافی به دست آمده از معادله (الف-۱) می‌تواند مفید باشد.
جدول الف-۳ معادله لازم در چهار نوع از مسئله که معمولا با یکدیگر مواجه می‌شوند همراه با کمیت‌هایی که باید برای انجام محاسبات معلوم باشند را نشان می‌دهد.
در همه مثال‌ها، اعداد ۱۰ رقمی فهرست شده‌اند که نسبت به آنچه می‌توان برای اهداف عملی توجیه کرد، درست‌تر هستند، اما در زمان بررسی درستی برنامه‌های یارانه‌ای می‌تواند مفید باشد.
در هر حالت، هدف حل معادله $f(X) = X$ است که اگر X_i، i امین برآورد از جواب واقعی باشد، δ_1 را می‌توان به صورت $f(X_i) - X_i$ تعریف کرد و الگوریتم تکراری در پیوست الف استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱ تبدیل می‌شود به:

$$X_{n+1} = X_n - \frac{[f(X_n) - X_n](X_n - X_{n-1})}{f(X_n) - X_n - f(X_{n-1}) + X_{n-1}} \qquad \text{(الف-۵)}$$

مقدار اولیه X_1 لازم است، آن‌گاه $X_2 = f(X_1)$ است و معادله بالا را می‌توان برای n=2,... به کار برد.
معادله (الف-۵) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$X_{n+1} = (1 - E_n) f(X_n) \qquad \text{(الف-۶)}$$

که در آن:

shaghool.ir

$$E_n = \frac{(f(X_n) - X_n)\left[f(X_{n-1}) - f(X_n)\right]}{f(X_n)\left[X_n + f(X_{n-1}) - f(X_n) - X_{n-1}\right]} \qquad \text{(الف-۷)}$$

آن‌گاه با در نظر گرفتن مقدار اولیه X_1، معادله (الف-۶) را می‌توان برای تکرارهای بعدی با $E_1 = 0$ و معادله (الف-۷) را برای $n = 2,..$ استفاده کرد.

shaghool.ir

جدول الف-۱: حدود استفاده

نوع وسیله	d mm	D mm	β	Re_D	معیار زبری
صفحه اریفیسی با نقاط فشارسنجی گوشه صفحه اریفیسی با نقاط فشارسنجی D , D/2	≥12,5	50 ≤D≤ 1000	0,10≤β ≤0,75	$Re_D \geq 5000 , 0{,}10 \leq \beta \leq 0{,}56$ $\beta > 0{,}56$ for $Re_D \geq 1600\beta^2$	به جدول ۱و۲ استاندارد ملی۲- ۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱مراجعه شود.
صفحه اریفیسی با نقاط فشارسنجی فلنچی	≥12,5	50≤D≤1000	0,10≤β ≤0,75	$Re_D \geq 5000 , Re_D \geq 170\beta^2 D^*$	به جدول ۱و۲ استاندارد ملی۲- ۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱مراجعه شود.
نازل مطابق استاندارد ISA 1932	-	50≤D≤500	0,30≤β ≤0,80	$70000 \leq R_{eD} \leq 10^7$ for $0{,}30 \leq \beta \leq 0{,}44$ $20000 \leq R_{eD} \leq 10^7$ for $0{,}44 \leq \beta \leq 0{,}80$	به جدول ۱ استاندارد ملی۳- ۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱ مراجعه شود.
نازل با شعاع بلند	-	50≤D≤630	0,20≤β ≤0,80	$10^4 \leq Re_D \leq 10^7$	$R_a/D \leq 3{,}2\times10^{-4}$
لوله ونتوری همگرا با چدن زبر	-	100≤D≤800	0,30≤β ≤0,75	$2\times10^5 \leq R_{eD} \leq 2\times10^6$	$R_a<10^{-4}\ d^{++}$ $R_a<10^{-4}\ D^{+++}$
لوله ونتوری همگرا جوشی زبر	-	200≤D≤1200	0,40≤β ≤0,70	$2\times10^5 \leq R_{eD} \leq 2\times10^6$	$R_a<10^{-4}\ d^{++}$ $R_a\approx5\times10^{-4}\ D^{+++}$
لوله ونتوری همگرا ماشین کاری شده	-	50 ≤D≤ 250	0,40≤β ≤0,75	$2\times10^5 \leq R_{eD} \leq 2\times10^6$	$R_a<10^{-4}d^{++\ \ +++}$

shaghool.ir

ادامه جدول الف-۱: حدود استفاده

نازل ونتوری	≥ 50	$65 \leq D \leq 500$	$0,316 \leq \beta \leq 0,775$	$1,5\times10^5 \leq R_{eD} \leq 2\times10^6$	به جدول ۲ استاندارد ملی۳- ۱۶۴۶۸: سال۱۳۹۱مراجعه شود.
راهنما: + D بر حسب mm. ++ معیار زبری گلوگاه. +++ معیار زبری مقطع همگرایی.					
یادآوری- وقتی که سیال تراکم پذیر باشد با شرط $\Delta p/p_1 \leq 0,25$ برای همه وسایل قابل استفاده است.					

shaghool.ir

جدول الف-۲ - C_∞ و C_{Re} برای صفحات اریفیس برای $D>71{,}12\ mm$: $C=C_\infty+C_{Re}$

نوع وسیله	معادلات	شماره معادله
صفحات اریفیس	$C_\infty = C_{\infty,corner} + C_{\infty,L}$ $C_{\infty,corner} = 0{,}5961 + 0{,}0261\beta^2 - 0{,}216\beta^8$ $C_{\infty,L} = (0{,}043 + 0{,}080e^{-10L_1} - 0{,}123e^{-7L_1})\frac{\beta^4}{1-\beta^4}$ $-0{,}031(M'_2 - 0{,}8M'^{1{,}1}_2)\beta^{1{,}3}$	الف-۸-۱
	$C_{Re} = 0{,}000\,521\left(\frac{10^6\beta}{Re_D}\right)^{0{,}7} + (0{,}018\,8 + 0{,}006\,3A)\beta^{3{,}5}\left(\frac{10^6}{Re_D}\right)^{0{,}3}$ $-0{,}11A(0{,}043 + 0{,}080e^{-10L_1} - 0{,}123e^{-7L_1})\frac{\beta^4}{1-\beta^4}$	الف-۸-۲
L_1 و M'_2 و A در زیربند ۵-۳-۲-۱ از استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸ : سال ۱۳۹۱تعریف شده است.		

shaghool.ir

جدول الف-۳- معادله‌های تکراری

شماره معادله	معاله	کمیت‌های محاسبه شده	پارامترهای معلوم
الف-۹-۱	$f(q_m) = CK_q$	q_m	$\Delta P,D,d$
الف-۹-۲	$K_q = \left(1-\beta^4\right)^{-0,5} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\Delta p \rho_1}$		
الف-۹-۳	$f(\beta) = (1+C^2\varepsilon^2 K_\beta)^{-0,25}$	β	$\Delta P,D,q_m$
الف-۹-۴	$K_\beta = \frac{\Delta p \rho_1}{8}\left(\frac{\pi D^2}{q_m}\right)^2$		
الف-۹-۵	$f(\Delta p) = K_{\Delta p}\varepsilon^{-2}$	ΔP	d , D,q_m
الف-۹-۶	$K_{\Delta p} = \frac{8\left(1-\beta^4\right)}{\rho_1}\left(\frac{q_m}{\pi C d^2}\right)^2$		
الف-۹-۷	$f(D) = K_D C^{-0,5}$	D	$q_m, \Delta P,\beta$
الف-۹-۸	$K_D = \left[\frac{8\left(1-\beta^4\right)}{\Delta p \rho_1 \beta^4}\left(\frac{q_m}{\pi\varepsilon}\right)^2\right]^{0,25}$		

الف-۲-۲ تعیین D

مثال

برای مثال شرح فرآیند شکل الف-۱ را ببینید.

امکانات اندازه‌گیری صفحه اریفیس با استفاده از نقاط فشارسنجی فلنج را فرض کنید که برای شرایط زیر طراحی شده است:

shaghool.ir

- سیال: بخار
- حداکثر آهنگ شارش: ۱$kg.s^{-1}$
- نسبت قطر حداکثر: ۰٫۶۵
- حداکثر تفاضل فشار: (۵۰۰mbar) ۰٫۵×۱۰^{۵} Pa
- فشار: (۱۰bar) ۱۰×۱۰^{۵}Pa
- دما: (۵۰۰^{o}C) ۷۷۳٫۱۵K

$$\lambda_d = 16 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

$$\lambda_D = 11 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

از داده‌های زیر استفاده کنید:

$$\rho_1 = 2,825\ 1\ kg{\cdot}m^{-3}$$

$$\mu_1 = 28,5 \times 10^{-6}\ Pa{\cdot}s$$

$$\kappa = 1,276$$

معیار خروج انتخابی ۱۰$^{-۶}$ (۰/۰۰۰۱٪) است. بنابراین روش اجرایی محاسبه برابر است با:

- دسترسی به مقادیر شروع:

۱- ε ، به‌کارگیری معادله برای تراکم پذیری (زیربند ۵-۳-۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۴۶۸: سال ۱۳۹۱):

$$\varepsilon = 1 - \left(0,351 + 0,256\beta^4 + 0,93\beta^8\right)\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$

$$\varepsilon = 0,983\ 201\ 997\ 0.$$

برای محاسبات دستی با استفاده از ماشین حساب دارای حافظه، ذخیره مقدار β^4 مفید است چون در تعدادی از معادله‌های بعدی لازم است:

shaghool.ir

۲- K_D، با کاربرد معادله (الف-۹-۸):

$$K_D = \left[\frac{8\left(1-\beta^4\right)}{\Delta p \rho_1 \beta^4} \left(\frac{q_m}{\pi \varepsilon} \right)^2 \right]^{0,25}$$

$$K_D = 0,072\,295\,778\,11$$

در هر مورد، p_1، T_1، ρ_1، U_1، K نیز باید مشخص باشد.

۳- با به کارگیری معادله (الف-۸-۱) برای نقاط فشارسنجی گوشه:

$$C_{\infty,\text{corner}} = 0,596\,1 + 0,026\,1\beta^2 - 0,216\beta^8$$

$$C = C_{\infty,\text{ corner}} = 0,600\,244\,522\,0$$

برای سایر وسایل، C_∞ را می‌توان از این مرحله محاسبه کرد.

۴- مقدار شروع D از معادله (الف-۹-۷) به دست می‌آید:

$$f(D) = K_D\, C^{-0,5}$$

$$D_1 = f(D) = 0,093\,314\,435\,6$$

۵- عدد رینولدز از معادله (الف-۴):

$$Re_D = 478\,758,419\,9$$

یادآوری- برای بیشتر اهداف کاربردی، ممکن است محاسبات در اینجا متوقف شود، چون نتیجه نهایی با D_1 تفاوت بسیاری ندارد و در نهایت به قطر لوله موجود تجاری بعدی گرد می‌شود.

نتیجه نهایی به‌دست آمده با محاسبه کامل برابر است با:

$$D = 0,092\,707\,108\,61$$

از محاسبه قبلی D، نزدیک‌ترین قطر لوله موجود تجاری، D=0.102 m توسط طراح محل اندازه‌گیری انتخاب می‌شود.

الف-۲-۳ محاسبه β – مثال

برای مثال شرح فرآیند به شکل الف-۲ مراجعه کنید.

حال ضروری است، قطر اریفیس d برای شرایط یکسان از الف-۲-۲ محاسبه شود:

shaghool.ir

- سیال: بخار
- حداکثر آهنگ شارش: $۱ kg.s^{-1}$
- حداکثر تفاضل فشار: $۰/۵×۱۰^{۵} Pa$ (۵۰۰mbar)
- فشار: $۱۰×۱۰^{۵} Pa$ (۱۰bar)
- دما: ۷۷۳٫۱۵K (۵۰۰°C)
- قطر لوله در محیط: $D_0=0,102m$

$$\lambda_d = 16 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

$$\lambda_D = 11 \times 10^{-6}\ K^{-1}$$

$$\rho_1 = 2,825\ 1\ kg \cdot m^{-3}$$

$$\mu_1 = 28,5 \times 10^{-6}\ Pa{\cdot}s$$

$$K = 1,276$$

معیار خروج هنوز $۱۰^{-۶}$ است، محاسبه خواهد شد:

- دسترسی به مقادیر شروع:

۱- D از معادله (۷) به دست می‌آید:

$$D = D_0\,[1 + \lambda_D\,(T - T_0)]$$

$$D = 0,102\ 538\ 560\ 0$$

۲- Re_D از معادله (الف-۴):

$$Re_D = \frac{4q_m}{\pi D \mu_1}$$

$$Re_D = 435\ 690,453\ 9$$

۳- β نامشخص است، استفاده از $\varepsilon = 0.97$ به عنوان مقدار شروع مناسب و منطقی است به جزء در مورد سیالات تراکم ناپذیر که برای آنها $\varepsilon = 1$ است.

۴- β نامشخص است، این موارد مناسب است:

shaghool.ir

- استفاده از مقدار شروع ثابت C ، به طور مثال ۰٫۶۰ برای صفحات اریفیس و ۰٫۹۹برای همه نوع نازل‌ها یا
- استفاده از مقدار شروع $C=C_\infty$ (در مورد لوله‌های ونتوری رده‌ای[1] C ثابت است).

روش دوم زمانی ترجیح دارد که نسبت قطر β (و D برای صفحات اریفیس با استفاده از نقاط فشارسنجی فلنج)، پارامتری مشخص باشد، در این مورد، C از $C=C_\infty+C_{Re}$ در مراحل تکراری محاسبه می‌شود که C_∞ قبلا محاسبه شده است.

در مورد صفحات اریفیس با استفاده از نقاط فشارسنجی در جایی‌که D مشخص نیست و β مشخص است، مقدار شروع C را باید برابر با $C_{\infty,corner}$ درنظر گرفت یعنی مقدار C_∞ که برای نقاط فشارسنجی گوشه به دست می‌آید. در مراحل تکرار، C باید به این صورت محاسبه شود:

$$C = C_{\infty,corner} + C_{\infty,L} + C_{Re}$$

که دو عبارت آخر باید در هر مرحله دوباره محاسبه شوند.

اما در بیشتر موارد عملی، فرض $C=C_\infty$ کافی است و تکراری انجام نمی‌شود.

۵- K_β از معادله (الف-۹-۴):

$$K_\beta = \frac{\Delta p \rho_1}{8}\left(\frac{\pi D^2}{q_m}\right)^2$$

$$K_\beta = 19{,}264\ 708\ 61$$

۶- مقدار شروع β از معادله (الف-۹-۳):

$$f(\beta) = (1 + C^2\varepsilon^2 K_\beta)^{-0{,}25}$$

$$\beta_1 = f(\beta) = 0{,}603\ 764\ 155\ 8$$

- اولین مرحله تکرار

۷-

$$\varepsilon = 1 - \left(0{,}351 + 0{,}256\beta^4 + 0{,}93\beta^8\right)\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$

$$\varepsilon = 0{,}984\ 182\ 761\ 4$$

۸- C ، از معادله‌های (الف-۸-۱) و (الف-۸-۲):

1- Classical

shaghool.ir

$$C = C_{\infty} + C_{Re}$$

$$C = 0{,}607\ 261\ 036\ 6$$

۹- مقدار بعدی β از معادله (الف-۹-۳):

$$f(\beta) = (1 + C^2\varepsilon^2 K_{\beta})^{-0{,}25}$$

$$\beta = f(\beta_1) = 0{,}596\ 831\ 560\ 9$$

در مرحله اول تصحیحی انجام نمی‌شود (E_1=0)، مقدار شروع برای مرحله دوم برابر است با:

$$\beta_2 = f(\beta_1) = 0{,}596\ 831\ 560\ 9$$

- مرحله تکرار دوم

۱۰-

$$\varepsilon = 1 - \left(0{,}351 + 0{,}256\beta^4 + 0{,}93\beta^8\right)\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$

$$\varepsilon = 0{,}984\ 300\ 372\ 0$$

۱۱- C از معادله‌های (الف-۸-۱) و (الف-۸-۲):

$$C = 0{,}607\ 076\ 664\ 5$$

۱۲- مقدار بعدی β از معادله (الف-۹-۳):

$$f(\beta) = (1 + C^2\varepsilon^2 K_{\beta})^{-0{,}25}$$

$$\beta = f(\beta_2) = 0{,}596\ 879\ 546\ 2$$

۱۳- انحراف در $f(\beta_2)$ به دست می‌آید:

$$E_2 = -\frac{1}{f(X_2)}\frac{[f(X_2) - X_2]^2}{[2X_2 - f(X_2) - X_1]}$$

$$E_2 = 5{,}526\ 344\ 567 \times 10^{-7}$$

که کمتر از معیارخروج است. سپس تکرار متوقف می‌شود.

$$d = \beta D \qquad d = 0{,}061\ 203\ 169\ 16\ \text{m}$$

d_0 از معادله (۴):

$$d = d_0\,[1 + \lambda_d(T - T_0)] \qquad d_0 = 0{,}060\ 736\ 711\ 22\ \text{m}$$

shaghool.ir

الف-۲-۴ محاسبه q_m

مثال:

برای مثال شرح فرآیند به شکل الف-۳ مراجعه کنید.

فرض ایستگاه اندازه‌گیری برای اندازه‌گیری آهنگ‌شارش با صفحه دارای قطر d_0=0,061m در شرایط زیر استفاده شده است:

- سیال: بخار
- تفاضل فشار: ۰٫۴۸۱×۱۰^{۵}Pa (۴۸۱mbar)
- فشار: ۱۰×۱۰^{۵}Pa (۱۰bar)
- دما: ۷۷۳٫۱۵K (۵۰۰^{o}C)

$\rho_1 = 2,825\ 1\ \text{kg·m}^{-3}$

$d_0 = 0,061\ \text{m}$

$D_0 = 0,102\ \text{m}$

$\mu_1 = 28,5 \times 10^{-6}\ \text{Pa·s}$

$\lambda_d = 16 \times 10^{-6}\ \text{K}^{-1}$

$\lambda_D = 11 \times 10^{-6}\ \text{K}^{-1}$

$\kappa = 1,276$

معیار خروج ۱۰$^{-۶}$ است، محاسبه تبدیل می‌شود به:

- دسترسی به مقادیر شروع:

۱- d از معادله (۴) به دست می‌آید:

$$d = d_0 [1 + \lambda_d (T - T_0)]$$

$$d = 0,061\ 468\ 480\ 00$$

۲- D از معادله (۷):

$$D = D_0 [1 + \lambda_D (T - T_0)]$$

shaghool.ir

$$D = 0{,}102\ 538\ 560\ 0$$

۳- β از :

$$\beta = d/D$$
$$\beta = 0{,}599\ 466\ 971\ 3$$

۴-

$$\varepsilon = 1-\left(0{,}351+0{,}256\beta^4+0{,}93\beta^8\right)\left[1-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$
$$\varepsilon = 0{,}984\ 857\ 929\ 9$$

۵- K_q از معادله (الف-۹-۲):

$$K_q = (1-\beta^4)^{-0{,}5}\,\varepsilon\,\frac{\pi}{4}d^2(2\Delta p\rho_1)^{0{,}5}$$
$$K_q = 1{,}632\ 671\ 123$$

۶- C از معادله (الف-۸-۱):

$$C = C_\infty = 0{,}602\ 425\ 043\ 2$$

۷- مقدار شروع برای q_m از معادله (الف-۹-۱):

$$f(q_m) = CK_q$$
$$q_{m,1} = f(q_m) = 0{,}983\ 561\ 971\ 8$$

- مرحله تکرار اول

۸- عدد رینولدز از معادله (الف-۴):

$$Re_D = \frac{4q_m}{\pi D\mu_1}$$
$$Re_D = 428\ 528{,}561\ 9$$

۹- برآورد جدید C از $C=C_\infty+C_{Re}$:

$$C = 0{,}607\ 176\ 725\ 2$$

۱۰- برآورد جدید q_m از معادله (الف-۹-۱):

$$f(q_m) = CK_q$$
$$q_m = f(q_{m,1}) = 0{,}991\ 319\ 905\ 8$$

در مرحله اول تصحیحی انجام نمی‌شود ($E_1=0$)، مقدار شروع برای مرحله دوم برابر است با:

shaghool.ir

$q_{m,2}=f(q_{m,1})=0.9913199058$

- مرحله تکرار دوم:

۱۱- عدد رینولدز جدید از معادله (الف-۴):

$$Re_D = \frac{4q_m}{\pi D \mu_1}$$

$$Re_D = 431\,908{,}619\,7$$

۱۲- مقدار جدید C از $C=C_\infty+C_{Re}$:

$$C = 0{,}607\,163\,108\,8$$

۱۳- مقدار جدید q_m از معادله (الف-۹-۱):

$$f(q_m) = CK_q$$

$$q_m = f(q_{m,2}) = 0{,}991\,297\,674\,7$$

۱۴- انحراف از :

$$f(q_{m,2}):\ E_2 = -\frac{1}{f(X_2)}\frac{[f(X_2)-X_2]^2}{[2X_2 - f(X_2) - X_1]}$$

$$E_2 = -\,6{,}408\,057\,577 \times 10^{-8}$$

که کمتر از معیار خروج است. سپس تکرار متوقف می‌شود و نتیجه برابر است با:

$$q_m = 0{,}991\,297\,674\,7\ \mathrm{kg{\cdot}s^{-1}}$$

الف-۲-۵ تعیین Δp

مثال:

برای مثال شرح فرآیند به شکل الف-۴ مراجعه کنید.

فرض کنید تفاضل فشار برای حداکثر آهنگ شارش با امکانات یکسان، اگر قطر صفحه $d_0=0{,}050\mathrm{m}$ باشد.

- سیال: بخار

- آهنگ شارش : $۱\mathrm{kg.s^{-1}}$

- فشار: $(۱۰\mathrm{bar})\ ۱۰\times۱۰^{۵}\mathrm{Pa}$

- دما: $(۵۰۰\ ^{o}\mathrm{C})\ ۷۷۳{,}۱۵\mathrm{K}$

- چگالی $۲{,}۸۲۵\mathrm{kg.m^{-3}}$

shaghool.ir

$d_0 = 0{,}050$ m

$D_0 = 0{,}102$ m

$\mu_1 = 28{,}5 \times 10^{-6}$ Pa·s

$\lambda_d = 16 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

$\lambda_D = 11 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

$\kappa = 1{,}276$

۱۰-۶ معیار خروج است، محاسبه خواهد شد :

- ارزیابی مقادیر شروع :

۱- d از معادله (۴) به دست می‌آید:

$$d = d_0 [1 + \lambda_d (T - T_0)]$$
$$d = 0{,}050\ 384\ 000\ 00$$

۲- D از معادله (۷):

$$D = D_0 [1 + \lambda_D (T - T_0)]$$
$$D = 0{,}102\ 538\ 560\ 0$$

۳- β از :

$$\beta = d/D$$
$$\beta = 0{,}491\ 366\ 369\ 9$$

۴- Re_D از معادله (الف-۴):

$$Re_D = \frac{4q_m}{\pi D \mu_1}$$
$$Re_D = 435\ 690{,}453\ 9$$

۵- C از معادلات (الف-۸-۱) و (الف-۸-۲): $C=C_\infty+C_{Re}$

$$C = 0{,}603\ 572\ 933\ 9$$

۶- $K_{\Delta p}$ از معادله (الف-۹-۶):

$$K_{\Delta p} = \frac{8(1-\beta^4)}{\rho_1}\left(\frac{q_m}{\pi C d^2}\right)^2$$
$$K_{\Delta p} = 115\ 091{,}115\ 8$$

shaghool.ir

۷- ε برابر با ۰٫۹۷ درنظر گرفته می‌شود.

۸- مقدار شروع برای Δp از معادله (الف-۹-۵):

$$f(\Delta p) = K_{\Delta p}\, \varepsilon^{-2}$$

$$\Delta p_1 = f(\Delta p) = 122\ 320{,}242\ 1$$

- مرحله تکرار اول

۹-

$$\varepsilon = 1 - \left(0{,}351 + 0{,}256\beta^4 + 0{,}93\beta^8\right)\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$

$$\varepsilon = 0{,}964\ 125\ 846\ 1$$

۱۰- مقدار بعدی Δp از معادله (الف-۹-۵):

$$f(\Delta p) = K_{\Delta p}\, \varepsilon^{-2}$$

$$\Delta p = f(\Delta p_1) = 123\ 815{,}310\ 0$$

در مرحله اول تصحیحی انجام نمی‌شود (E_1=0)، مقدار شروع برای مرحله دوم برابر است با:

$$\Delta p_2 = f(\Delta p_1) = 123\ 815{,}310\ 0$$

- مرحله تکرار دوم

۱۱- مقدار جدید ε:

$$\varepsilon = 1 - \left(0{,}351 + 0{,}256\beta^4 + 0{,}93\beta^8\right)\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$

$$\varepsilon = 0{,}963\ 680\ 936\ 9$$

۱۲- مقدار بعدی Δp از معادله (الف-۹-۵):

$$f(\Delta p) = K_{\Delta p}\, \varepsilon^{-2}$$

$$\Delta p = f(\Delta p_2) = 123\ 929{,}661\ 7$$

۱۳- انحراف $f(\Delta p_2)$:

$$E_2 = -\frac{1}{f(X_2)}\frac{[f(X_2) - X_2]^2}{[2X_2 - f(X_2) - X_1]}$$

$$E_2 = -7{,}641\ 976\ 350 \times 10^{-5}$$

برای محاسبه دستی، باید اینجا توقف کرد. محاسبه برای نشان دادن تاثیر طرح سریع انجام شده است.

- مرحله تکرار سوم

shaghool.ir

۱۴- مقدار شروع برای مرحله ۳ به دست می‌آید از:

$$\Delta p_{n+1} = (1 - E_n)\, f(\Delta p_n)$$

$$\Delta p_3 = 123\ 939{,}132\ 4$$

یادآوری- اگر تکرار جایگزین ادامه یابد ($\Delta p_{n+1} = f(\Delta p_n)$ برای همه مراحل)، در کل ۵ مرحله تکرار برای تطبیق با معیار خروج لازم است.

۱۵- مقدار جدید ε :

$$\varepsilon:\ \varepsilon = 1 - \left(0{,}351 + 0{,}256\beta^4 + 0{,}93\beta^8\right)\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1/\kappa}\right]$$

$$\varepsilon = 0{,}963\ 644\ 081\ 9$$

۱۶- مقدار بعدی Δp از معادله (الف-۹-۵):

$$f(\Delta p) = K_{\Delta p}\ \varepsilon^{-2}$$

$$\Delta p = f(\Delta p_3) = 123\ 939{,}141\ 4$$

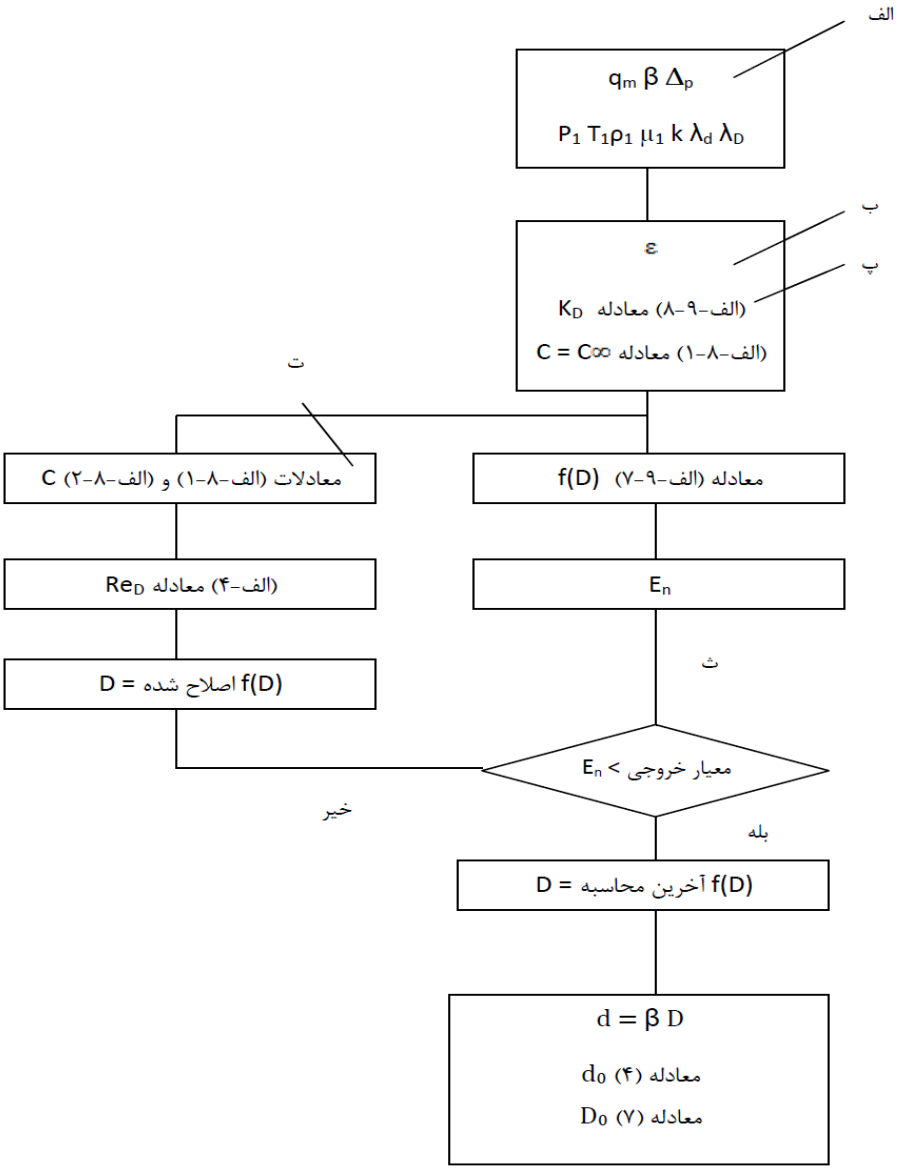
۱۷- انحراف بر روی $f(\Delta p_3)$:

$$E_n = \frac{1}{f(X_n)} \frac{[f(X_n) - X_n][f(X_{n-1}) - f(X_n)]}{[X_n + f(X_{n-1}) - f(X_n) - X_{n-1}]}$$

$$E_3 = -\ 6{,}017\ 524\ 711 \times 10^{-9}$$

سپس تکرار متوقف می‌شود، معیار خروج محقق یافته است. نتیجه $\Delta p = 123\ 939{,}141\ 4$ Pa است.

shaghool.ir



راهنما:

الف ε و ρ_1 تنها برای سیال تراکم پذیر باید معلوم باشد.

ب برای سیال‌های تراکم ناپذیر ε=۱.

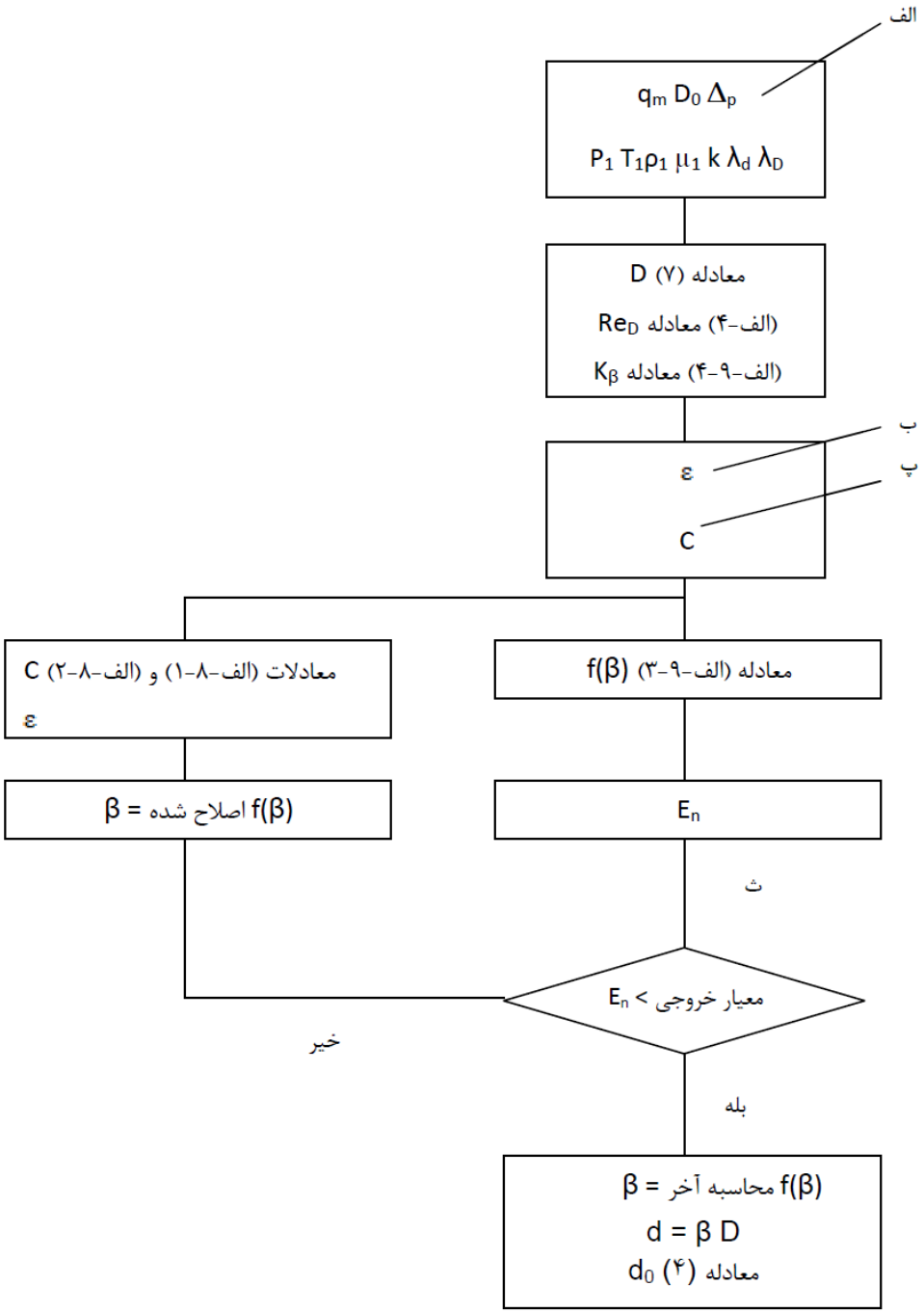
پ برای لوله‌های ونتوری رده‌ای و نازل‌های ونتوری $C= C_\infty$ و حلقه ضروری نیست.

ت برای مرحله اول ، E_1= ۰ ، پیش روید تا "خیر" به جز برای لوله‌های ونتوری رده‌ای و نازل ونتوری

ث به جز برای صفحه‌های اریفیس نقاط فشارسنجی فلنچی، تنها C_{Re} باید محاسبه شود و سپس به C_∞ قبلا محاسبه شده اضافه شود.

شکل الف – ۱ – مثال شرح فرآیند– محاسبه قطر لوله D

shaghool.ir



راهنما:

الف ε و ρ_1 تنها برای سیال‌های تراکم پذیر باید معلوم باشد.

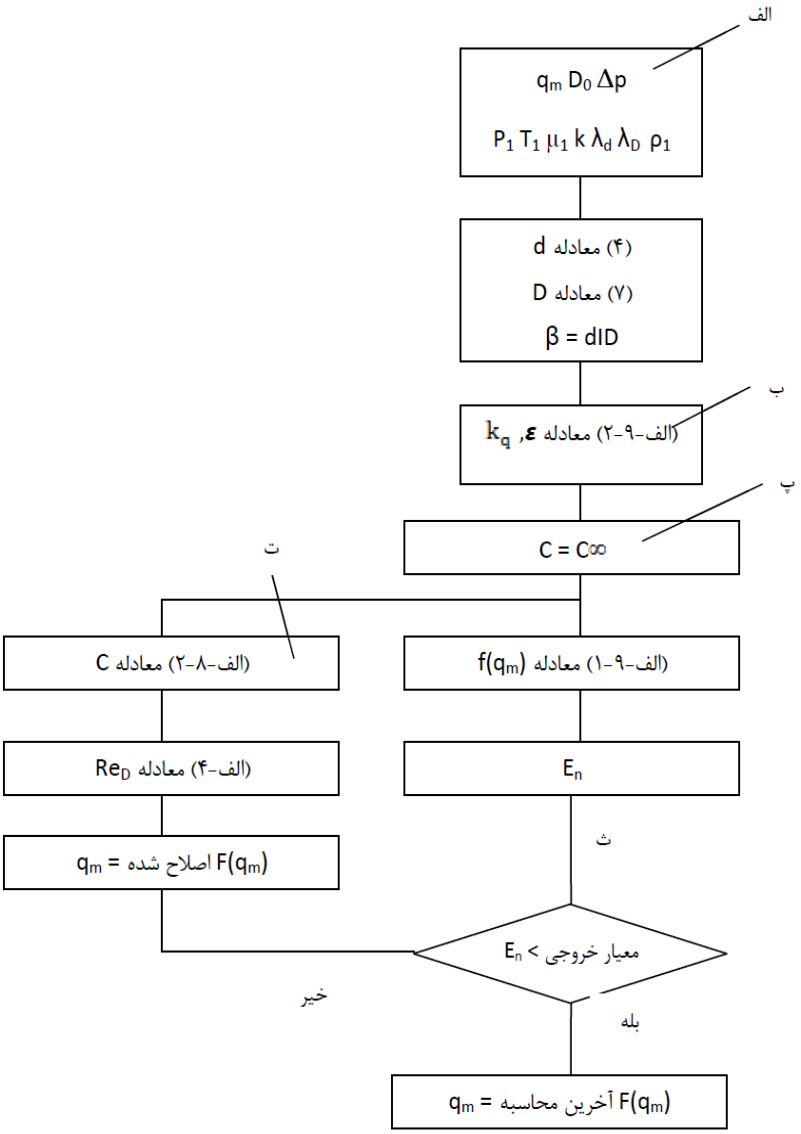
ب برای سیال تراکم ناپذیر ε=۱ و نیازی به انجام دوباره محاسبات نیست.

پ برای لوله‌های ونتوری رده‌ای، C ثابت است و نیازی به محاسبه دوباره آن نیست، همچنین برای سیال تراکم ناپذیر نیازی به تکرار آن نیست.

ت برای مرحله اول با، E_1= ۰ ، پیش روید تا "خیر" به جز برای لوله‌های ونتوری که با سیال غیر قابل‌تراکم مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

شکل الف-۲- مثال شرح فرآیند: محاسبه قطر d و نسبت قطر β

shaghool.ir



راهنما:

الف ε و ρ_1 تنها برای سیال تراکم پذیر باید معلوم باشد.

ب برای سیال تراکم ناپذیر ε=۱ و نیازی به انجام دوباره محاسبات نیست.

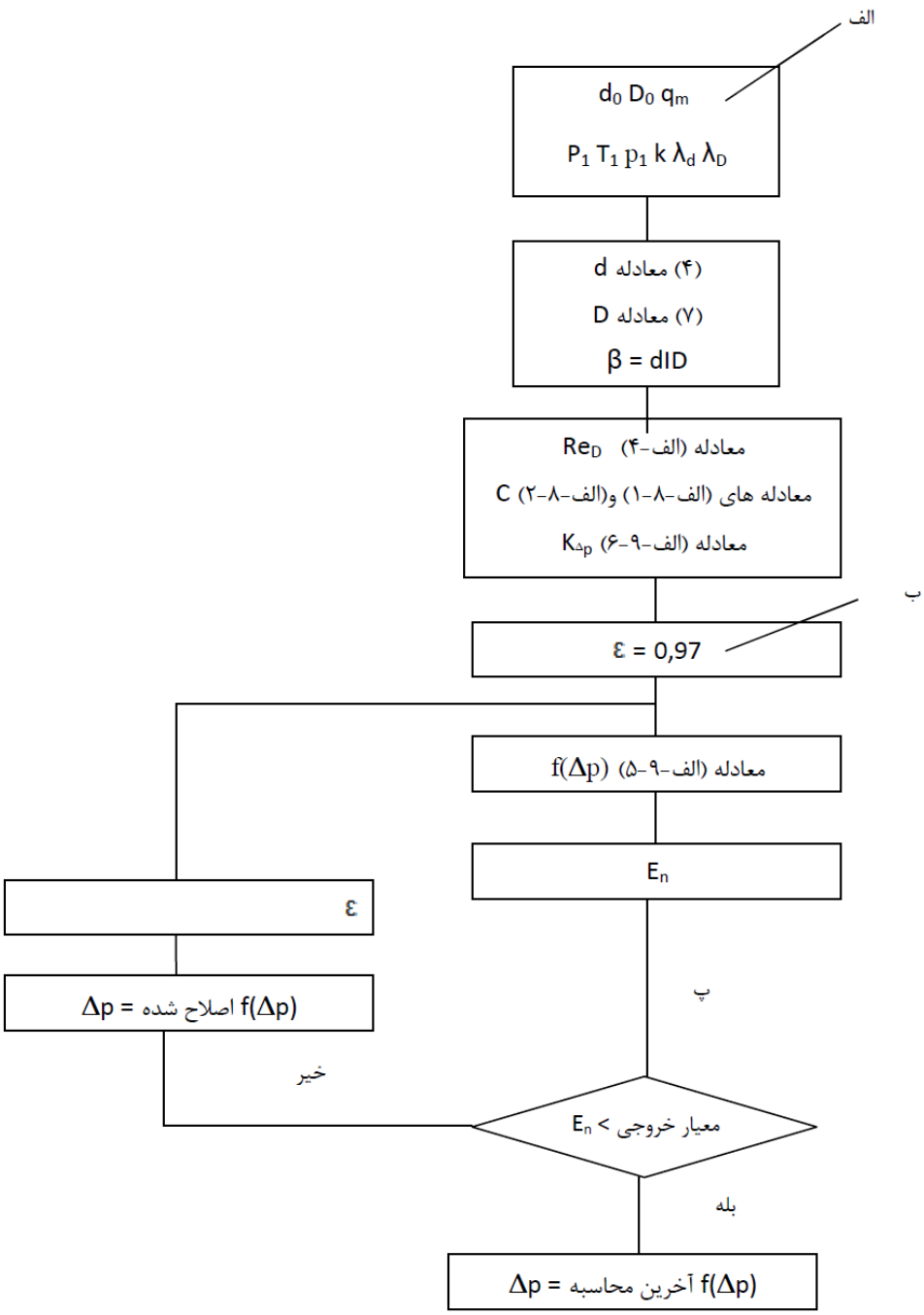
پ برای لوله‌های ونتوری رده‌ای و نازل‌های ونتوری $C= C_\infty$ و تکرار ضروری نیست.

ت برای مرحله اول، E_1= ۰، پیش روید تا "خیر" به جز برای لوله های ونتوری رده‌ای و نازل ونتوری

ث تنها C_{Re} باید در اینجا محاسبه شود و سپس به C_∞ قبلا محاسبه شده اضافه شود.

شکل الف-۳- مثال شرح فرآیند - محاسبه آهنگ شارش q_m

shaghool.ir



راهنما:

الف ε و ρ_1 تنها برای سیال تراکم پذیر باید معلوم باشد.

ب برای سیال تراکم ناپذیر ε=۱ و حلقه ضروری نیست

پ برای مرحله اول، E_1= ۰، پیش روید تا "خیر" به جز برای لوله های ونتوری رده‌ای و نازل ونتوری

شکل الف-۴- مثال شرح فرآیند - محاسبه فشار Δp

shaghool.ir

پیوست ب
(آگاهی‌دهنده)
محاسبه عامل تراکم‌پذیری برای گازهای طبیعی

ب-۱ محاسبه چگالی، ρ

چگالی گاز را می‌توان با یکی از معادله‌های زیر محاسبه کرد:

$$\rho = \frac{pM}{R_u TZ} \qquad (ب-۱)$$

$$\rho = \frac{\rho_0 p T_0 Z_0}{p_0 T Z} \qquad (ب-۲)$$

که در آن:

Z عامل تراکم پذیری؛

ρ چگالی؛

M وزن مولکولی گاز؛

R_u ثابت عمومی گاز .

نمایه‌پایین 0 حالت مرجع دما و فشار را نشان می دهد.

Z تابعی از ترکیب گاز است.

ب-۲ محاسبه عامل تراکم پذیری Z

روش‌های نوین برای محاسبه Z، با فرض پوشش کامل گستره شرایط اندازه‌گیری در انتقال و ترکیب گاز است. این موارد در استاندارد مرجع [2] شرح داده شده است.

استاندارد مرجع [2] سه قسمت است: ۱- مقدمه و راهنمایی‌ها، ۲- محاسبه با استفاده از تجزیه و تحلیل ترکیب مولی، ۳- محاسبه با استفاده از خواص‌های فیزیکی. همه این قسمت‌ها در سال ۲۰۰۶ منتشر شدند و مبتنی بر گزارش مرجع [7] است.

محاسبه Z با استفاده تجزیه و تحلیل ترکیب مولی، که به عنوان «روش مشروح» نیز شناخته می‌شود، تا ۲۱ ترکیب را استفاده می‌کند و برای گستره وسیعی از دماهای خط لوله گاز طبیعی نوعی، فشارها و ترکیب‌های گاز ارزیابی شده است (به مرجع [9] مراجعه شود). اندازه‌گیری‌های با درستی بالا در پنج مخلوط گاز طبیعی مرجع

shaghool.ir

آماده شده وزنی توسط چهار آزمایشگاه در اروپا و آمریکای شمالی انجام شده است. ترکیب‌های گازی توسط نمایندگان شرکت خط لوله اروپایی و آمریکای شمالی انتخاب شدند و مشخصات گستره وسیعی از گازهای طبیعی تجاری در سراسر جهان به دست آمده است.

محاسبه Z با استفاده از خواص‌های فیزیکی، که به عنوان «روش ناخالص»[1] شناخته می‌شود، از مجموعه داده ساده شده شامل سه ورودی ارزش گرمازایی(ارزش حرارتی) برتر (ناخالص)، چگالی نسبی، کربن دی اکسید و نیتروژن موجود با فشار و دما است. با این اطلاعات محدود، معادله Z را در گستره فشار و دما از ۰MPa تا ۱۲MPa (۰barتا ۱۲۰bar) و ۲۶۵ K تا ۳۳۵ K (-۸°C تا ۶۲°C) با درستی حدود ۰٫۱٪ تقریبا برابر با همان روش با جزییات پیش بینی می‌شود.

روش‌های محاسبه ناخالص با جزییات در ویژه‌نگاشت‌های[2] فنی توسط گروه اروپایی محققان گازیرز (GERG) منتشر شده‌اند و به عنوان معادله و استاندارد ویریال[3] GERG-88 یا معادله ویریال GERG-88 (SGERG) شناخته می‌شود.

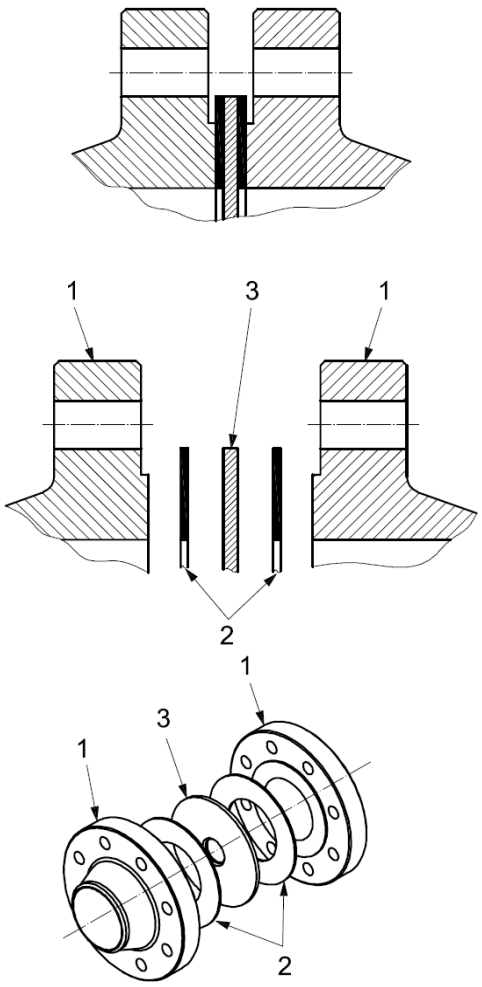
محاسبه‌های ویژگی ترموفیزیکی مناسب در گستره شرایط بهره‌برداری خط‌لوله نیز برای کالیبراسیون کنتورهای اریفیس عمومی با استفاده از نازل‌های صوتی و بررسی کنتورمتقابل[4] لازم است. معادله جزئیات GRI/AGA8، خواص‌های ترموفیزیکی ذاتا سازگار و بسیار درستی در شرایط عملیاتی خط لوله استاندارد فراهم می‌کند. این خواص‌ها شامل سرعت صوت، ظرفیت گرمایی، آنتالپی و آنتروپی لازم برای نازل صوتی هستند و سایر محاسبه های اندازه‌گیری برای ارزیابی و کالیبراسیون اریفیس، توربین و کنتور فراصوت که استفاده می‌گردند. توصیه نمی‌شود که معادله SGERG برای محاسبه خواص‌های ترموفیزیکی به کاربرده شود.

1- Gross method
2- Monographs
3- Virial
4- Cross-meter

shaghool.ir

پیوست پ
(آگاهی دهنده)
مونتاژ صفحه اریفیس

مونتاژ صفحه اریفیس توصیه شده در زیر ارائه شده است.



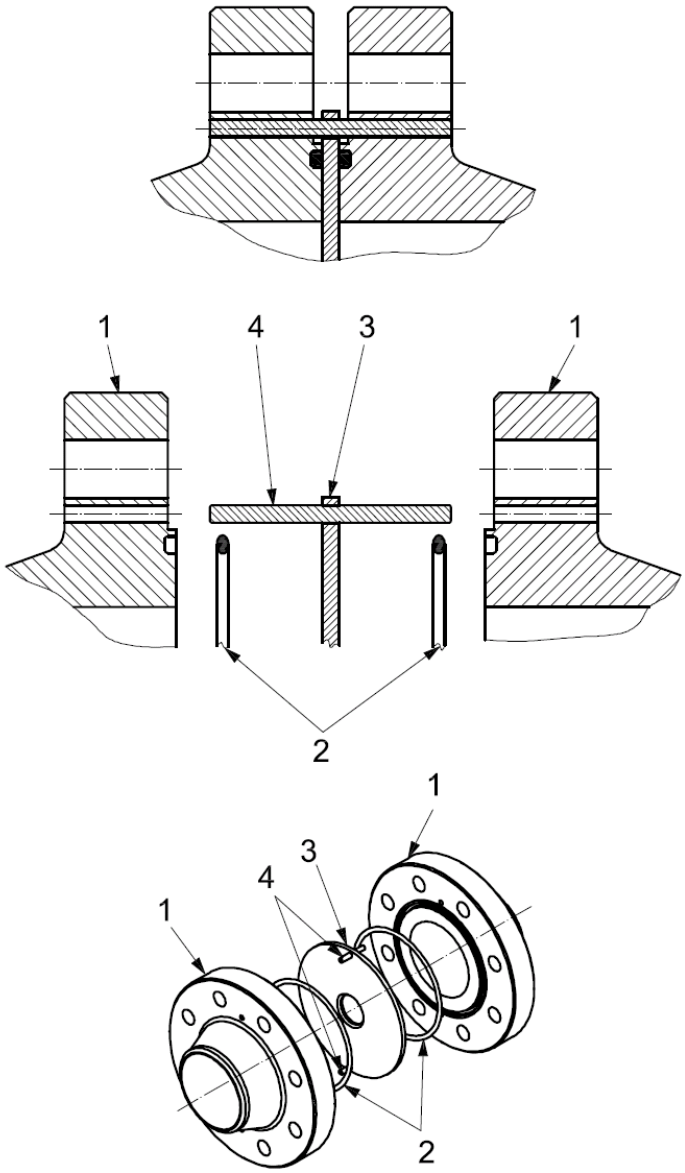
راهنما:

1	رویه برجسته (RF)[1] فلنج
2	واشر
3	صفحه اریفیس

شکل پ-۱- مونتاژ فلنج اریفیس RF استاندارد

1- Raised face

shaghool.ir



راهنما:

1 رویه برجسته (RF) فلنج

2 اورینگ

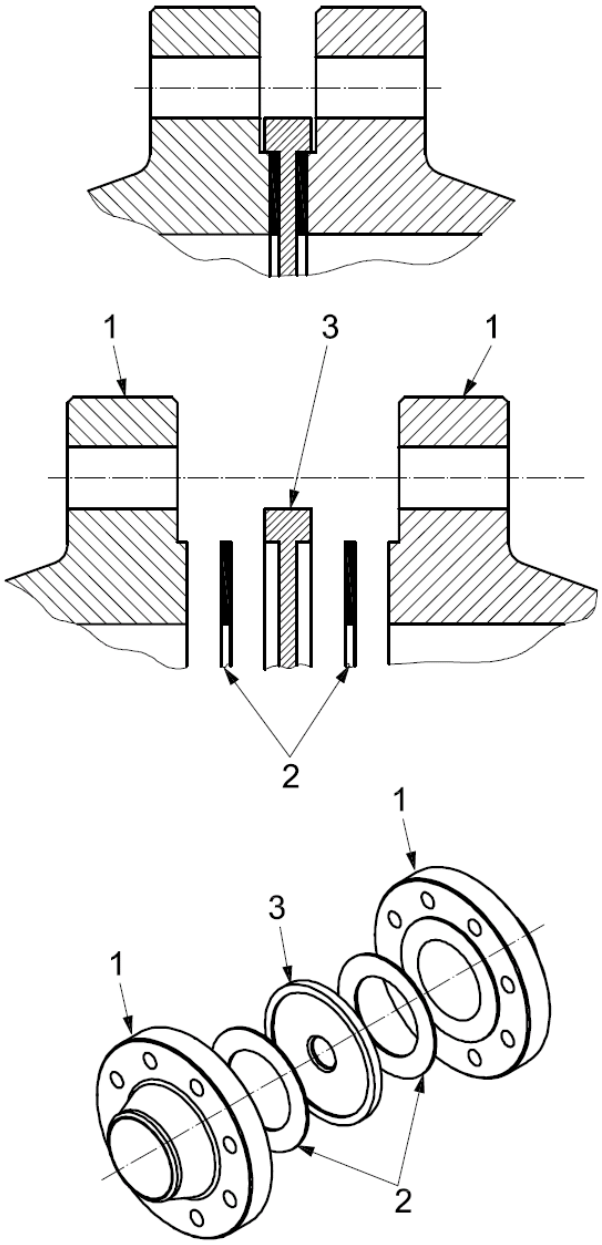
3 صفحه اریفیس

4 پین پرچی(برای تعیین محل)

شکل پ-۲- مونتاژ فلنج اریفیس با میخ پرچی[1]

1- Dowelled

shaghool.ir



راهنما:

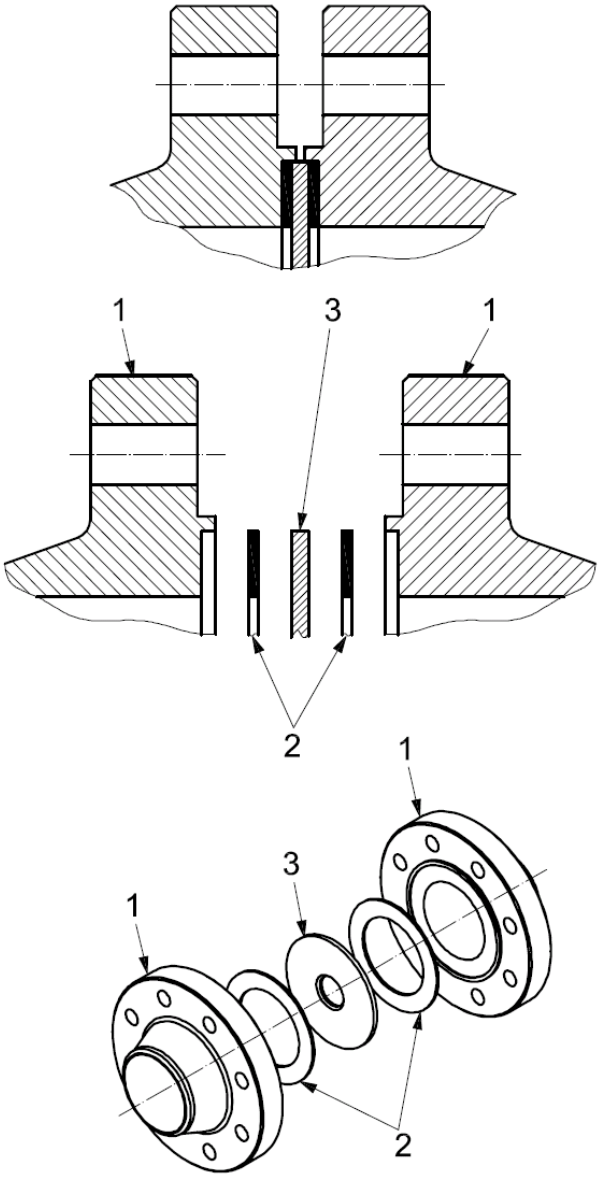
۱ رویه برجسته(RF) فلنج

۲ واشر

۳ صفحه اریفیس (تعیین محل فلنج RF خارج قطر)

شکل پ-۳- مونتاژ فلنج اریفیس

shaghool.ir



راهنما:

1 رویه برجسته(RF) فلنج

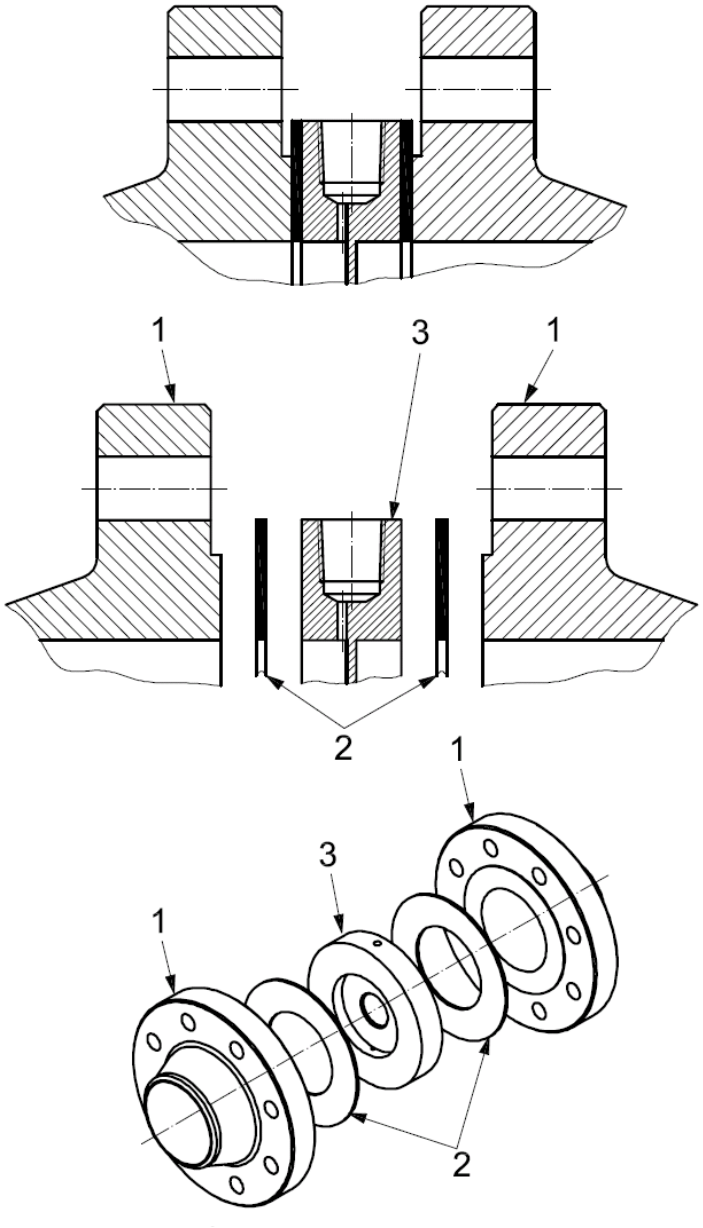
2 واشر

3 صفحه اریفیس(در تورفتگی رویه فلنج مستقر شده)

شکل پ-۴- مونتاژ فلنج اریفیس با رویه زبانه‌دار[1]

1- Tongued

shaghool.ir



راهنما:

1 رویه برجسته(RF) فلنج

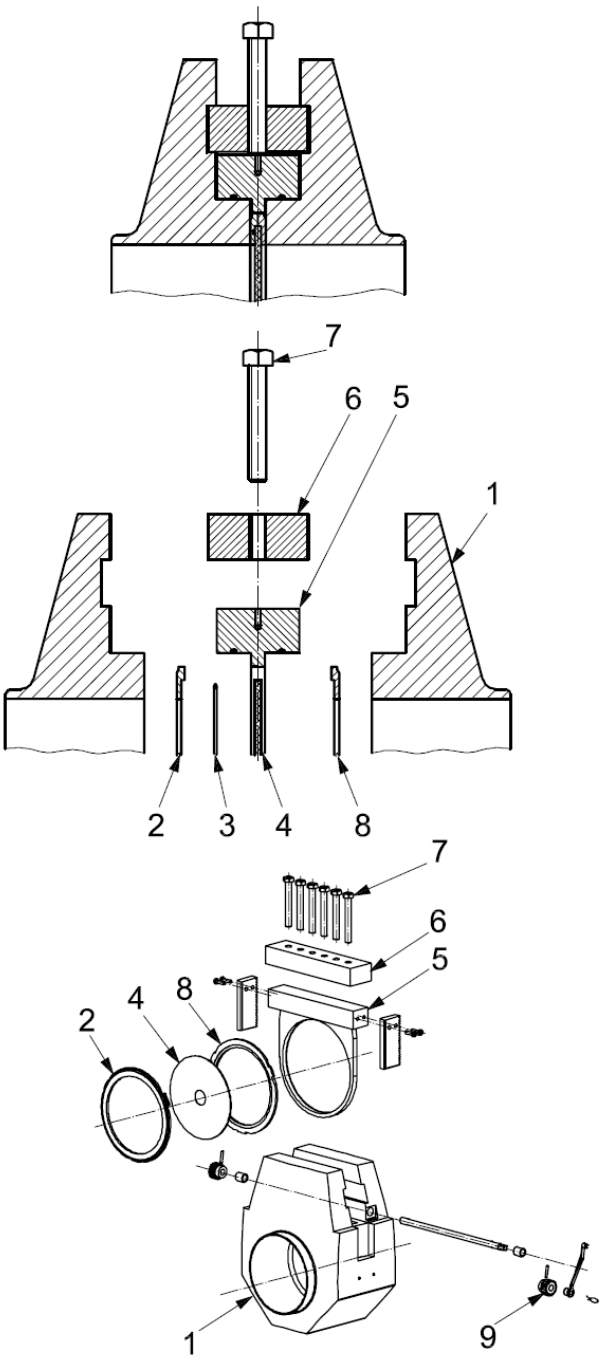
2 واشر

3 حامل یکپارچه

شکل پ-۵- مونتاژ فلنج اریفیس با حامل یکپارچه[1]

1- Integral carrier

shaghool.ir

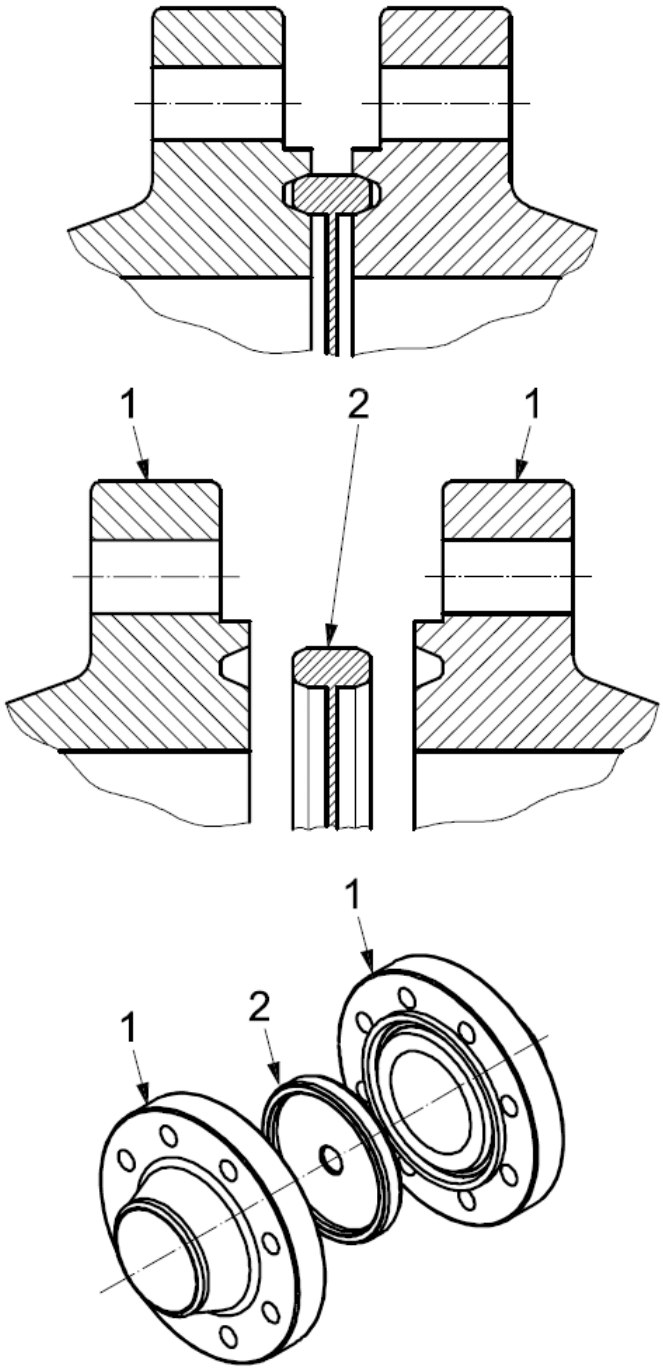


راهنما:

1	بدنه اریفیس با محفظه تکی	4	صفحه اریفیس	7	مهره قفل
2	حلقه آب‌بند بالادست	5	میله آب بند	8	حلقه آب‌بند پایین دست
3	اورینگ	6	میله قفل	9	مکانیزم پیچی برای حذف صفحه اریفیس

شکل پ-۶- مونتاژ اریفیس با محفظه تکی

shaghool.ir



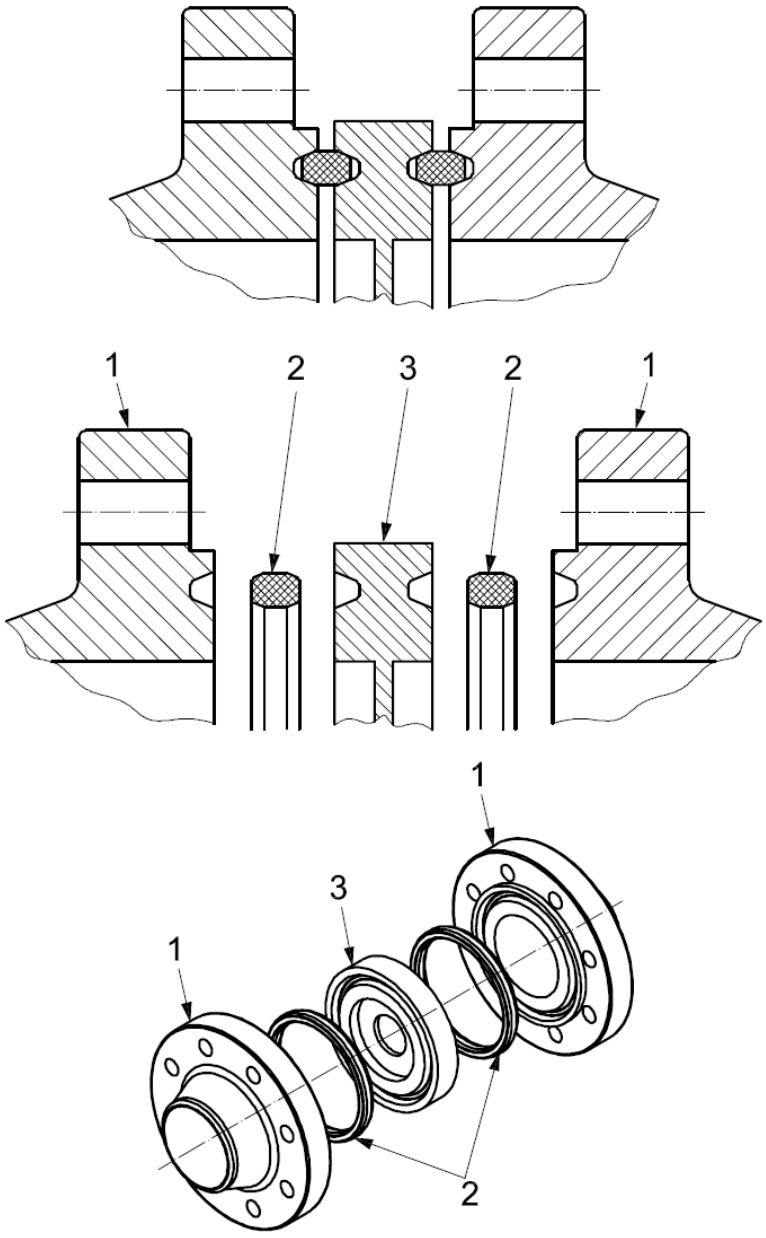
راهنما:

1 اتصال نوع رینگی فلنچ(RTJ)

2 صفحه اریفیس (نرینه یکپارچه RTJ)

شکل پ-۷- مونتاژ فلنج اریفیس RTJ استاندارد

shaghool.ir



راهنما:

1 اتصال نوع رینگی فلنج (RTJ)

2 واشراتصال نوع رینگی

3 صفحه اریفیس (مادگی یکپارچه RTJ)

شکل پ-۸- مونتاژ فلنج اریفیس RTJ استاندارد

shaghool.ir

کتابنامه

[1] ISO 5168:2005, Measurement of fluid flow - Procedures for the evaluation of uncertainties

[2] ISO 12213 (all parts), Natural gas- calculation of compression factor

[3] ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty of measurement __ Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

[4] IEC 60079-0:2007, Explosive atmospheres __ Part 0: Equipment __ General requirements

[5] IEC 60584 (all parts), Thermocouples

[6] IEC 60751, industrial platinum resistance thermometer sensors

[7] AGA Report Number 8, Compressibility factor of natural gas and related hydrocarbon gases. American gas Association, January 1994

[8] BRAIN, T.J.S. and REID, J. Measurement of orifice plate edge sharpness. Measurement and control, 8, 1973, pp. 377-383

[9] GERG Technical Monograph, High Accuracy Compressibility Factor Calculation for Natural Gases and Similar Mixtures by Use of a Truncated Virial Equation. GERG TM2 1998

[10] Matheson Gas Products, The Matheson unabridged gas data book. East Rutherford, New Jersey, 1974

[11] MILLER, R.W. Flow measurement engineering handbook. Third edition, 1996

[12] NORMAN, R., RAWAT, M.S and JEPSON, P. Buckling and eccentricity effects on orifice metering accuracy. International Gas Research Conference, 1983

[13] READER-HARRIS, M.J., GIBSON, J., HODGES, D., NICHOLSON I. and RUSHWORTH, R. the performance of flow nozzles at high Reynolds number. In: Proc 14th international Flow Measurement Conference, FLOMEKO 14, Sandton, South Africa, September 2007

[14] SAVIDGE, J.L. and BEYERLEIN, S.W. GRI Report No. 93/D181, Technical Reference institute, Chicago, lllinois

[15] STARLING, K.E. and SAVDGE, J.L. Compressibility factors of natural gas and other related hydrocarbon gases. American Gas Association, Transmission Measurement committee Report No. 8 and American Petroleum Institute, MPMS chapter 14.2, second edition

[16] ZEDAN, H.F. and TEYSSANDIER, R.G. The effect of recesses on the discharge coefficient of a flange tapped orifice plate, ASME Symposium on Mass Flow Measurement, 1984

shaghool.ir