

معرفی جریان سنج های بخار - قسمت اول

شرکت پارس جم کنترل
نویسنده مقاله: مهندس زهرا کبیر

مقاله پیش رو شامل معرفی انواع جریان سنج های مورد استفاده در سیستم بخار، ویژگی ها، مزایا و معایب آنها است. تطابق و تناسب جریان سنج با کاربرد مورد نظر، بمنظور اطمینان از دقت و ثبات عملکرد، الزامی می باشد. انواع جریان سنج های مناسب مورد استفاده در سیستم بخار عبارتند از:

- جریان سنج های روزنه ای¹
- جریان سنج های توربینی²
- جریان سنج های سطح متغیر³
- جریان سنج های سطح متغیر فنری⁴
- جریان سنج های سطح متغیر مستقیم در خط⁵
- لوله های پیتو
- جریان سنج های گردابی⁶

جریان سنج های روزنه ای

این گروه از جریان سنج ها به جریان سنج های اختلاف فشار نیز معروف می باشند. به زبان ساده، سیال از داخل اریفیس داخل لوله عبور کرده و اختلاف فشار در لحظه گذر از مانع محاسبه می شود. بر اساس تحقیقات صورت گرفته توسط دانیل برنولی⁷ در سال 1738، سرعت سیال در زمان عبور از روزنه متناسب با ریشه دوم (جذر) افت فشار دو سر آن است. سایر جریان سنج های موجود در گروه جریان سنج های اختلاف فشار، دارای لوله ونتوری و نازل می باشند. در یک جریان سنج روزنه ای، مانع به شکل صفحه ای روزنه دار هم مرکز با لوله حامل سیال است. این صفحه به عنوان مهمترین قسمت جریان سنج محسوب می شود.

کنترل

¹ Orifice Plate Flowmeters

² Turbine Flowmeters

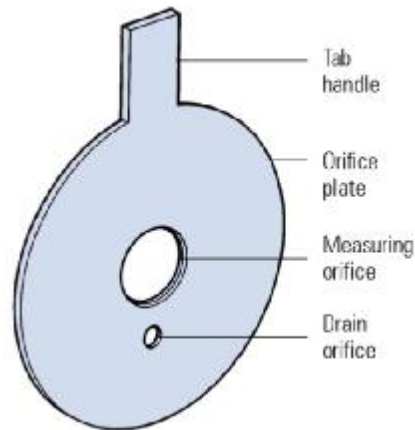
³ Variable Area Flowmeters

⁴ Spring Loaded Variable Area Flowmeters

⁵ Direct in-line Variable Area(DIVA) Flowmeters

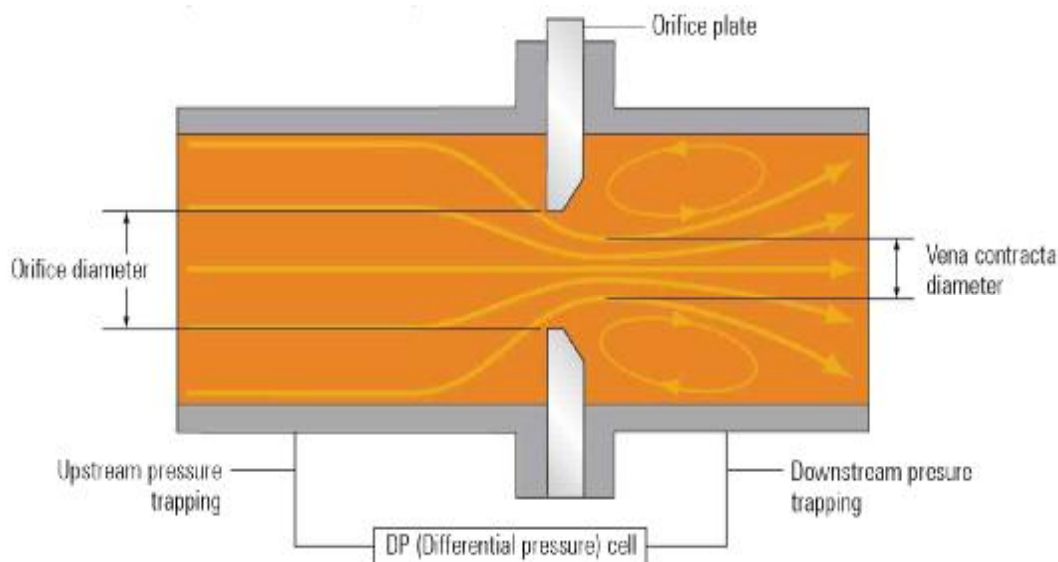
⁶ Vortex Shedding Flowmeters

⁷ Daniel Bernoulli



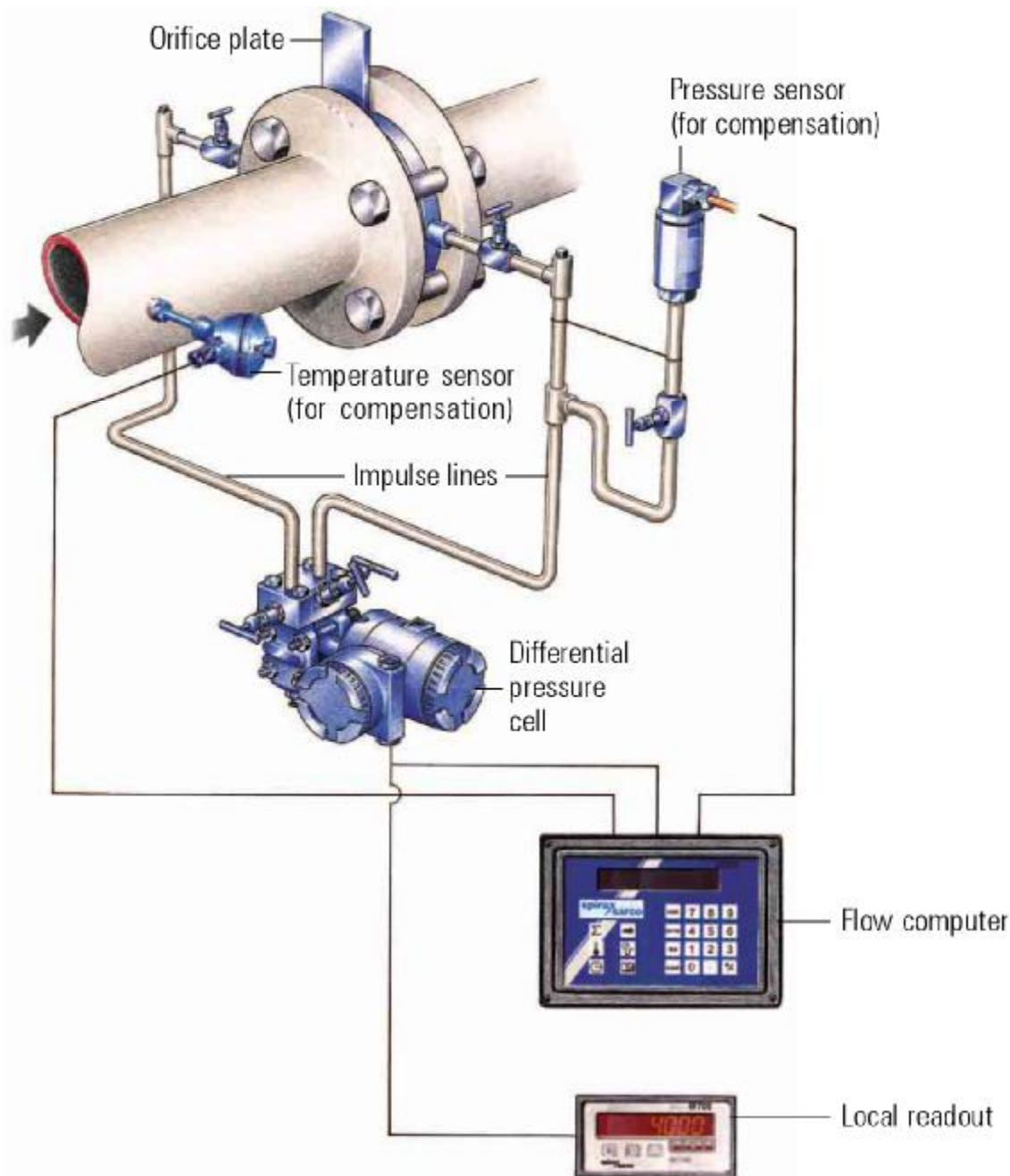
شکل شماره ۱: صفحه ی روزنه دار

بمنظور محاسبه اختلاف فشار در لحظه گذر سیال، اتصالاتی از فشار بالادست و پایین دست، به دستگاه ثانویه تحت عنوان سنسور و انتقال دهنده های اختلاف فشار متصل می شود.



شکل شماره ۲: جریان سنج روزنه ای

اطلاعات از طریق سنسور اختلاف فشار به یک نمایشگر جریان یا یک محاسبه کننده جریان، دما و/یا فشار متصل می شود. این محاسبه گر توانایی جبران تغییرات چگالی سیال را نیز به سیستم می دهد. در خطوط افقی بخار، آب (یا کندانس) در قسمت بالادست جلو صفحه روزنه دار انباشته می شود. به منظور جلوگیری از این اتفاق، یک سوراخ درین بر روی صفحه، در بخش زیرین لوله ایجاد می کنند. مشخصاً، تاثیر این کار هنگام تعیین اندازه های صفحه روزنه دار بایستی لحاظ شود. دقت در اندازه گذاری و نصب صحیح صفحه های روزنه دار الزامی بوده به صورتی که در استاندارد بین المللی ISO 5167 به طور جامع به آن پرداخته شده است.



شکل شماره 3: نصب جریان سنج روزنه ای

توصیه های نصب

- تعدادی از مهمترین نکات ذکر شده در ISO 5167 به شرح زیر می باشد:
- محل اخذ سنسورهای فشار - این سنسورها توسط لوله هایی با قطر کوچک، جهت انتقال فشارهای بالادست و پایین دست صفحه روزنه دار به سنسور اختلاف فشار استفاده می شود. رایجترین محل های نصب این اتصالات عبارتند از:
 - استفاده از فلنج های مخصوص همراه با صفحه روزنه دار. استفاده از این فلنج ها ساده به نظر رسیده، ولی در عین حال به دلیل احتمال گرفتگی روزنه زیرین در این اتصالات، نیاز به مراقبت بیشتری دارد.
 - در صورت اخذ مستقیم اتصال سنسور فشار از لوله، فاصله اتصال ورودی تا جریان سنج برابر با قطر لوله و فاصله اتصال خروجی تا جریان سنج برابر با نصف قطر لوله خواهد بود.

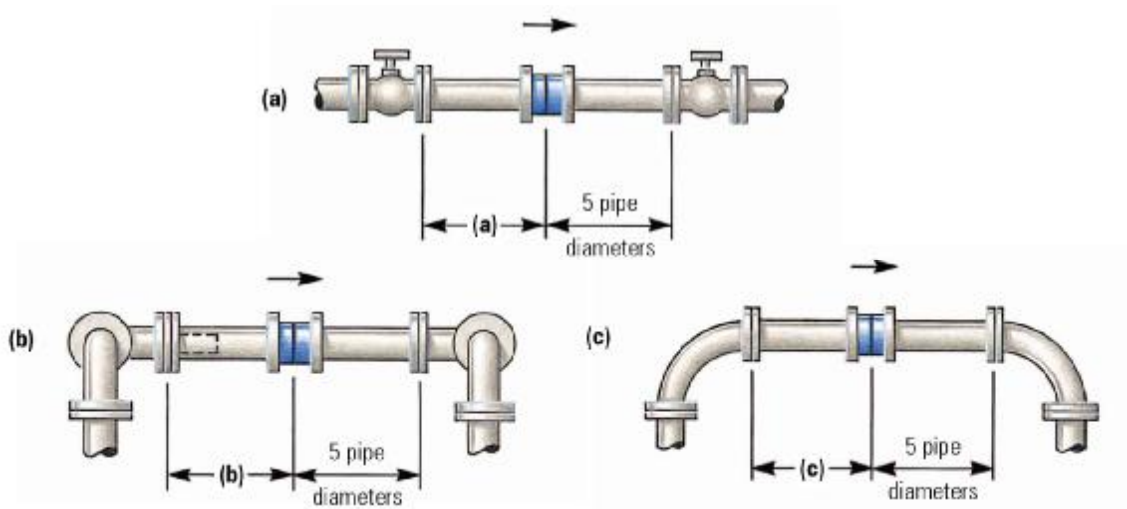
لوله کشی - بمنظور کاهش اثر اختلالات لوله کشی، نیاز به نصب لوله مستقیم با طول حداقل پنج برابر قطر آن در پایین دست صفحه روزنه دار می باشد.

میزان طول لوله های مستقیم مورد نیاز در قسمت بالادست صفحه روزنه دار، بطریق زیر برآورد می شود :

§ نسبت β ؛ این نسبت رابطه بین قطر روزنه و قطر لوله بوده که به طور معمول 0/7 می باشد.

$$\beta = \frac{d \text{ (orifice diameter)}}{D \text{ (pipe diameter mm)}}$$

§ نمونه های از شماتیک نصب صفحه روزنه دار در شکل زیر نمایش داده شده است:



جدول شماره 1 شامل نسبت β و اندازه های مورد نیاز لوله کشی جهت ارائه طول خط مستقیم نسبت به قطر لوله، بر اساس شکل شماره 4 می باشد.

See Figure 4.3.4	Recommended straight pipe diameters upstream of an orifice plate for various β ratios and preceding obstruction						
	< 0.32	0.45	0.55	0.63	0.70	0.77	0.84
a	18	20	23	27	32	40	49
b	15	18	22	28	36	46	57
c	10	13	16	22	29	44	56

جدول شماره 1

مزایای جریان سنج های روزنه ای:

- ساده و نیرومند.
- دقت خوب.
- قیمت مناسب.
- عدم نیاز به کالیبراسیون و کالیبراسیون مجدد. (به شرط انجام محاسبات، در نظر گرفتن تیرانس ها و نصب کاملا منطبق بر ISO 5167)

معایب جریان سنج های روزنه ای :

- نسبت بین حداقل و حداکثر میزان جریان⁸ بین 4:1 و 5:1 محدود شده است.
- در سیستم های با طراحی و نصب نادرست، احتمال صدمه دیدن صفحه روزنه دار در اثر ضربات چکشی وجود خواهد داشت.
- لبه ی قائم صفحه روزنه دار در طول زمان خورده می شود، به خصوص در شرایطی که در تماس با بخار مرطوب یا کثیف باشد. این مشکل عملکرد صحیح صفحه را مخدوش کرده و دقت جریان سنج را تحت تاثیر قرار می دهد.
- رعایت طول مناسب مسیر مستقیم لوله جهت نصب جریان سنج روزنه ای بسیار مهم می باشد. طول مورد نیاز جهت کسب حداکثر دقت، حداقل 10 برابر قطر لوله در قسمت بالادست و 5 برابر در قسمت پایین دست می باشد.
- اجرای این قانون در سایت های کوچک مشکل می باشد. سیستمی با قطر لوله 100mm، نسبت β برابر با 0/7، و طرحی مشابه شکل 4 (b) را در نظر بگیرید:

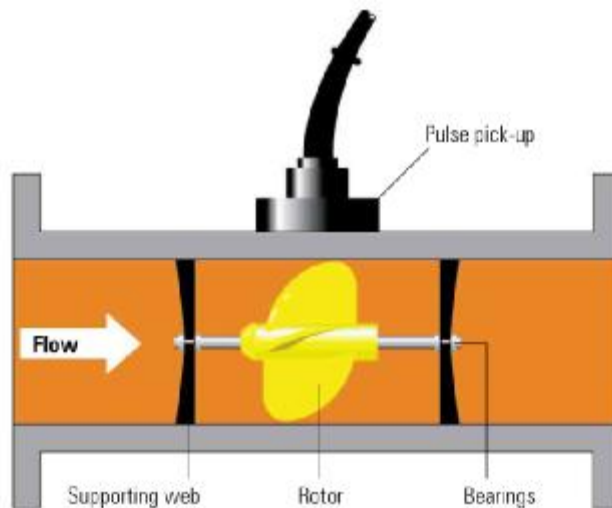
طول لوله کشی مورد نیاز در قسمت بالادست : $36 \times 0.1 \text{ m} = 3.6 \text{ m}$

طول لوله کشی مورد نیاز در قسمت پایین دست : $5 \times 0.1 \text{ m} = 0.5 \text{ m}$

مجموع طول لوله کشی مستقیم مورد نیاز : $3.6 + 0.5 \text{ m} = 4.1 \text{ m}$

جریان سنج های توربینی

بخش مهم و اولیه جریان سنج های توربینی محور گردان چند تیغه ای است. پره های توربین عمود بر جهت جریان دوران نموده و به صورت آزاد در سیال غوطه ور می باشد. قطر تیغه ها تا حدی کمتر از قطر داخلی محفظه جریان سنج بوده و سرعت چرخش آن متناسب با نرخ جریان حجمی می باشد. پالس های متناسب با سرعت چرخش توربین توسط یک سویچ مغناطیس الکتریکی تبدیل و تعیین می گردد.



شکل شماره 5: جریان سنج توربینی

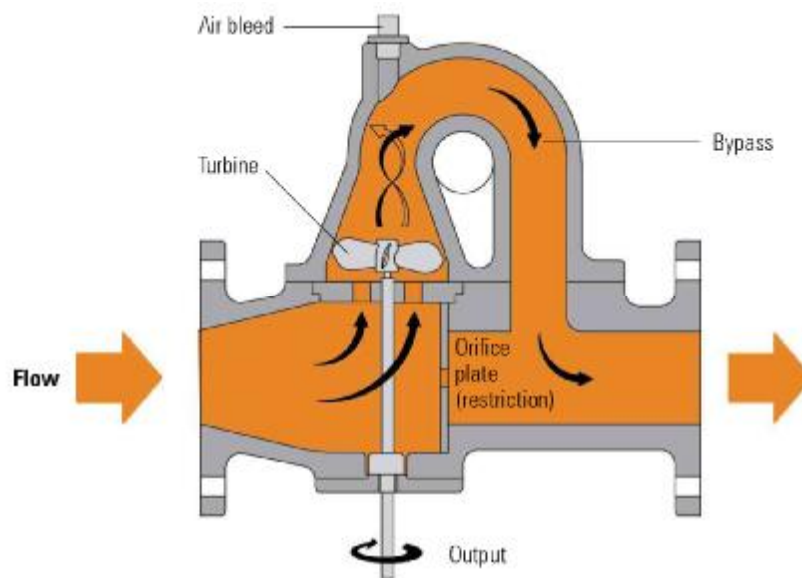
از آنجایی که جریان سنج های توربینی از چندین قسمت متحرک تشکیل شده، فاکتورهای متعددی عملکرد این نوع جریان سنج را متاثر کرده و متعاقبا نیاز به توجه زیادی دارد:

- اندازه گیری دما، فشار و ویسکوزیته سیال.
- خاصیت روان کنندگی سیال.
- اصطکاک و فرسایش یاتاقان.
- تغییر وضعیت و اندازه تیغه ها.
- پروفیل سرعت داخلی و اثرات چرخش.
- افت فشار در جریان سنج.

به دلیل وجود این فاکتورها، کالیبراسیون جریان سنج توربینی باید در شرایط کاری صورت گیرد. در خطوط طولانی، جهت کاهش هزینه ها، می توان قسمت توربینی را در بای پس نصب کرد و یا حتی بدنه جریان سنج را به بای پس متصل و یکپارچه نمود. (شکل شماره 6)

جریان سنج های بای پس دار شامل یک صفحه روزنه دار می باشند. اندازه این صفحه با در نظر گرفتن امکان ایجاد ممانعت کافی جهت نمونه جریانی که از مدار موازی آن عبور می کند تعیین می شود.

در برخی از نمونه های قدیمی تر این نوع جریان سنج ها، میله خروجی دوار نیز نصب شده است⁹ (شکل شماره 6). مسلما، اصطکاک موجود بین شفت توربین و قسمت آب بندی شده، با وجود این ترکیب مکانیکی بارز و مشخص خواهد بود.



شکل شماره 6: جریان سنج توربینی بای پس دار

مزایای جریان سنج های توربینی

- به شرط نصب صحیح و سلامت کاری یاتاقان، نسبت بین حداقل و حداکثر میزان جریان 10:1 قابل اکتساب است.
- از دقت مناسبی برخوردار است. ($\pm 0.5\%$ عدد واقعی)

معایب جریان سنج های توربینی

- عموماً جهت یک فشار مشخص کالیبره شده است و هرگونه تغییر فشار بخار منجر به کاهش دقت در نتایج خواهد شد. به منظور جلوگیری از این مشکل، اضافه کردن یک جبران کننده چگالی پیشنهاد می گردد.
- وجود المان های صاف کننده جریان قبل از جریان سنج ضروری است.
- در صورت نوسان جریان، توربین بیش و یا کمتر از حد تعیین شده کار خواهد کرد که همین موضوع منجر به بی دقتی به دلیل زمان تاخیر می شود.
- بخار مرطوب موجب صدمه زدن به توربین شده و موجب کاهش دقت خواهد شد..
- با توجه به فضای کوچک خالی بین چرخ توربین و لوله، سیال عبوری باید بسیار تمیز باشد (اندازه ذره ها کمتر از $100\mu\text{m}$)
- وجود ذرات و ناخالصی موجب صدمه به چرخ توربین یا فرسایش سریعتر یاتاقان شده، دقت دستگاه را بویژه در نرخ جریان پایین، تحت تاثیر قرار می دهد.

علاقمندان جهت دریافت اطلاعات بیشتر می توانند با شرکت پارس جم (شماره تلفن های 88708223,24 و E-mail : info@pars-jam.com) تماس حاصل فرمایند. به ادامه این مبحث در شماره بعد توجه فرمائید.

