

به نام خداوند بخشنده و مهربان

فلومتر ها

تهیه کنندگان:

مهدی سنائیان

سعید حاجی پروانه

استاد:

مهندس نوری

بهار ۹۰

فلومترهای الکترونیکی

تکنولوژی های اندازه گیری فلو مطرح می شوند در این فصل : مغناطیسی ، ورتکس و آلتراسونیک که هیچ کدام منحصر ا و به طور کامل الکترونیکی نیستند . در واقع آنها یک گروه بندی منطقی اندازه گیری فلو را بیان می کنند . همه آنها دارای قسمت های غیر متحرک هستند و آنها به وسیله تکنولوژی های الکترونیک مصنوعی ساخته می شوند

فلومترهای مغناطیسی به عنوان مثال ، اغلب جریان مستقیم هستند در واقع ، قاعده کلی عملکرد آنها از قانون فاراده استنتاج می شود . اندازه گیرهای ورتکس وابسته اند به سنسورهای پیزو الکترونیک به منظور آشکارسازی و امروزه فلومترهای آلتراسونیک مدیون کاربرد موفق پردازش سیگنال دیجیتال در سطح بالا هستند .

فلومترهای مغناطیسی

عملکرد فلومترهای مغناطیسی بر اساس قانون فاراده القای الکترومغناطیس است . اندازه گیرهای مغناطیسی فقط می توانند فلوی سیالات رسانا را نشان دهند . طرح های اولیه اندازه گیر مغناطیسی برای عملکردشان نیاز داشتند به یک سیال با حداقل رسانایی ۱ الی ۵ میکرو زیمنس . در طرح های جدیدتر مقدار لازم به یک صدم برابر یعنی بین ۰.۰۱ و ۰.۰۵ کاهش یافته است .

فلومتر مغناطیسی شامل یک لوله غیر مغناطیسی پوشیده شده با یک ماده عایق است . یک جفت سیم پیچ مغناطیسی به طوریکه در شکل ۱-۴ نشان داده شده جایگذاری شده است و یک جفت الکتروود نفوذ کرده در لوله که در یک راستا هستند . اگر یک سیال رسانا جاری شود از طریق قطر یک لوله به واسطه یک شدت میدان مغناطیسی که به وسیله سیم پیچ ها تولید شده ، مقدار ولتاژی که در میان الکتروودها توسعه می یابد همانطور که قبلا به واسطه قانون فاراده پیش بینی شده بود متناسب خواهد بود با سرعت مایع . چون شدت میدان مغناطیسی و قطر لوله مقادیر ثابتی هستند لذا آنها می توانند ترکیب شوند نسبت به یک ضریب تصحیح و معادله کاهش می یابد به : $E = KV$

اختلاف سرعت در نقاط مختلف نمودار فلو جبران شده اند به وسیله ضریب سنجش سیگنال جبران سازی همچنین ایجاد شده است به وسیله سیم پیچهای مغناطیسی چنانکه فلوی مغناطیسی هر جا که ضریب سنجش سیگنال کمتر است بزرگتر خواهد بود و برعکس.

تولید کنندگان تعیین می کنند ضریب K هر اندازه گیر مغناطیسی را بوسیله درجه بندی آب هر فلو تیوب . مقدار K از این طریق به طور صحیح برای هر سیال رسانای دیگر به دست می آید و در تمام محدوده فلومتر کاملاً خطی است . به همین دلیل فلو تیوب ها فقط در یک سرعت درجه بندی شده اند . اندازه گیرهای مغناطیسی می توانند فلو را در دو جهت اندازه بگیرند ، چنانکه جهت معکوس پلاریته را تغییر خواهد داد اما اندازه سیگنال را تغییر نمی دهد .

تحریک اندازه گیر مغناطیسی

ولتاژی که در الکترودها توسعه یافته یک سیگنال میلی ولتی است . این سیگنال به طور نمونه به یک جریان استاندارد ۲۰ - ۴ میلی آمپر با فرکانس خروجی ۱۰۰۰ - ۰ هرتز در نزدیکی فلوتیوب تبدیل شده است . ترانسیمترهای مغناطیسی هوشمند با خروجی های دیجیتال اجازه اتصال مستقیم را به یک سیستم کنترل توزیع شده می دهند . چونکه سیگنال اندازه گیر مغناطیسی یک سیگنال ضعیف است لذا سیم رابط باید دارای پوشش محافظ و دارای پیچ خوردگی باشد اگر ترانسیمتر دور است .

سیم پیچهای اندازه گیر مغناطیسی می توانند بوسیله هر دو جریان مستقیم یا متناوب تغذیه شوند (شکل ۲ - ۴) . وقتی تحریک ac مورد استفاده است ، ولتاژ خط به سیم پیچهای مغناطیسی اعمال شده است . در نتیجه ، سیگنال فلو (در فلو ثابت) شبیه یک موج سینوسی خواهد بود . دامنه موج متناسب با سرعت است . در مجموع نسبت به سیگنال فلو ، ولتاژهای نویز می توانند القا شوند در حلقه الکتروود . نویز غیر هم فاز به آسانی فیلتر می شود اما نویز هم فاز نیازمند است که فلو متوقف شود (با لوله پر) و خروجی ترانسیمتر روی مقدار صفر تنظیم شود . مشکل اصلی با طرح های اندازه گیر مغناطیسی ac آن است که نویز می تواند همراه با شرایط پروسه تغییر کند و به طور مکرر به منظور حفظ دقت نیاز به تنظیم مجدد صفر است .

در طرح های تحریک dc ، یک پالس dc فرکانس پایین (۳۰ - ۷ هرتز) برای تحریک سیم پیچ های مغناطیسی استفاده شده است . وقتی سیم پیچها پالس دار شده اند (مطابق شکل ۲ - ۴) ترانسیمتر هم سیگنالهای فلو را می خواند و هم سیگنالهای نویز را . در بین پالس ها ترانسیمتر فقط سیگنال نویز را می بیند . بنابراین نویز می تواند به طور پیوسته بعد از هر سیکل حذف شود .

این یک صفر ثابت را تامین کرده و انحراف صفر را حذف می کند . در مجموع دقت و توانایی بیشتری در اندازه گیری فلوهای کمتر خواهد بود . اندازه گیرهای dc دارای اندازه کوچکتر ، نصب آسان تر ، مصرف انرژی کمتر و قیمت کمتر نسبت به اندازه گیرهای dc هستند .

یک طرح جدید دیگر استفاده می کند از یک طراحی دوبل بی نظیر که پالس های سیم پیچها در فرکانس ۷ هرتز برای ثبات صفر و همچنین در فرکانس ۷۰ هرتز به منظور به دست آوردن یک سیگنال قوی تر به کار می روند . ترانسیمترهای اندازه گیر مغناطیسی می توانند با هر دو انرژی ac یا dc تغذیه شوند .

اندازه گیرهای ac پالس دار شده ای که نیز به تازگی معرفی شده اند ، مشکلات ثبات نقطه صفر طرح های قدیمی را رفع کرده اند . این دستگاهها شامل مداری هستند که در فواصل معین انرژی ac را قطع می کند ، به طور اتوماتیک خارج می کند نقطه صفر را از اثرات نویز پروسه ها بر روی سیگنال خروجی .

امروزه تحریک dc در حدود ۸۵٪ تاسیسات استفاده می شود و اندازه گیرهای مغناطیسی ac ۱۵٪ دیگر را مطالبه می کنند وقتی که به واسطه شرایط زیر توجیه شده باشند :

- وقتی جریان پروسه ها یک مایع لکه دار است و اندازه ذرات جامد یکنواخت نیستند و یا ذرات جامد به طور مشابه و یکجور در داخل مایع مخلوط نشده اند .

- وقتی فلو در یک فرکانس زیر ۱۵ هرتز تحریک شده باشد .

وقتی هر سه شرط بالا وجود داشته باشد خروجی یک اندازه گیر dc احتمالاً نویزی است . در بعضی موارد شخص می تواند مشکل نویز را به حداقل برساند (نگهداشتن نوسان در حدود ۱٪ نقطه تنظیم) بوسیله فیلترینگ و تعدیل سیگنال خروجی . اگر به منظور حذف نویز بیش از ۱ تا ۳ ثانیه تعدیل مورد نیاز است ، در این صورت معمولاً بهتر است که از یک اندازه گیر ac استفاده شود .

الکترودها

در فلوتیوب های مرسوم ، الکترودها با سیال پروسه ها در تماس هستند . آنها می توانند برداشته شوند یا دائم بمانند اگر تولید شده باشند بوسیله یک قطره کوچک مایع پلاتینیوم که رسوب داده شده در میان یک خط سرامیکی و گداخته شده با اکسید آلومینیوم به فرم یک مهر و موم تمام عیار . این طرح به علت قیمت کمترش ترجیح داده شده است . آن هست مقاوم در برابر سایش و فرسایش . نسبت به تشعشع هسته ای حساس نیست و برای کاربردهای بهداشتی مناسب است زیرا حفره هایی در آن که باکتری ها بتوانند رشد کنند وجود ندارد . از طرف دیگر لوله سرامیکی نمی تواند خمیدگی ، کشش ، یا خنک سازی سریع را تحمل کند

در یک طرح جدید کوپل شده خازنی دیگر ، الکترودهای غیر متصل استفاده شده است . این طرح ها استفاده می شود در ناحیه در تنگنا قرار داده شده بین لایه های مواد آنها قابل دسترسی هستند در قطرهایی (ضخامت) با اندازه های کمتر از ۸ اینچ و با پوشش های سرامیکی . اندازه گیرهای مغناطیسی که استفاده می شوند با الکترودهای غیر متصل می توانند اندازه گیری کنند سیالاتی را که رسانایی آنها ۱۰۰ بار کمتر از رسانایی مورد نیاز برای به کار انداختن فلوتیوب های مرسوم است .

پیشرفت های جدید

وقتی یک فلومتر مغناطیسی مجهز شده باشد با یک سنسور سطح خازنی که در پوشش جاسازی شده است در این صورت می تواند همچنین فلو را در لوله هایی که به طور کامل پر نشده اند اندازه گیری کند. در این طرح الکترودهای مغناطیسی قرار داده شده اند در پایین لوله (تقریباً در یک دهم قطر لوله)

پیشرفت جدید دیگر یک فلومتر مغناطیسی است با یک فلوتیوب آهنی بدون پوشش کربن. در این طرح الکترودهای اندازه گیری نصب می شوند در سطح فلوتیوب های بدون پوشش و سیم پیچ های مغناطیسی یک میدان ۱۵ بار قوی تر از یک لوله به وجود می آورند. این میدان مغناطیسی عمیقاً نفوذ می کند در داخل میدان پروسه ها (به جز اطراف الکترودها چون دارای پروب های مغناطیسی استاندارد هستند) مزیت اصلی هست کم بودن هزینه اولیه و هزینه تعویض زیرا فقط سنسورها نیاز به تعویض دارند.

انتخاب و اندازه

فلومترهای مغناطیسی می توانند نشان دهند فلو ی تمیز، کثیف، خوردنده، سایش دهنده یا مایع چسبناک آن هست مهم که رسانایی سیال پروسه ها یکنواخت و یکسان باشد. اگر دو مایع با هم مخلوط شده باشند و رسانایی یکی بیشتر باشد اختلافش با دیگر سیال پروسه مهم است. آن هست مهم که آنها کاملاً با هم مخلوط شده باشند قبل از اینکه مخلوط به اندازه گیر مغناطیسی برسد. اگر مخلوط یکنواخت نباشد سیگنال خروجی دارای نویز خواهد بود. به منظور جلوگیری از آن، پاکتهای مختلف رسانایی می تواند حذف شود بوسیله یک مخلوط کننده ساکن در بالای اندازه گیر مغناطیسی.

سایز اندازه گیر مغناطیسی تعیین شده است بوسیله جداول ظرفیت (گنجایش) یا نمودارهای منتشر شده بوسیله سازنده. شکل ۳ - ۴ یک نمودار محاسباتی ظرفیت فلو برای اندازه های پوشش از ۰.۱ اینچ تا ۹۶ اینچ تهیه می کند. برای اغلب کاربردها، سرعت های فلو باید پایین باشد بین ۳ تا ۱۵ فوت بر ثانیه. برای مایعات خوردنده محدوده سرعت نرمال باید بین ۳ تا ۶ فوت بر ثانیه باشد. اگر فلوتیوب به طور مداوم با سرعت کمتر از ۳ فوت بر ثانیه مورد بهره برداری قرار گیرد دقت اندازه گیری بدتر خواهد شد در حالیکه عملکرد مداوم با سرعتی بیشتر از سرعت نرمال عمر اندازه گیر را کوتاه خواهد کرد.

کاربردهای مشکل

اندازه گیر مغناطیسی نمی تواند هوای جاری را از مایع پروسه تشخیص دهد بنابراین حباب های هوا باعث خواهند شد که اندازه گیر مغناطیسی مقدار زیادی را بخواند. اگر هوای در تله انداخته شده به طور یکنواخت

پراکنده نشده باشد قطعا حمل می کند از گلوله های هوا یا حباب های هوای بزرگ (به اندازه الکتروود). این خواهد ساخت یک سیگنال خروجی نویزی . بنابراین در کاربردهایی که هوای هست محتمل ، اندازه گیر باید در اندازه ای باشد که سرعت فلو تحت شرایط نرمال ۶ تا ۱۲ فوت بر ثانیه باشد .

مشکل رایج دیگری از اندازه گیرهای مغناطیسی پوشش الکتروودهاست ، مواد تقویت کننده بر روی سطوح داخلی اندازه گیر می تواند از نظر الکتریکی عایق کند الکتروودها را از مایع پروسه . این می تواند موجب یک اتلاف (از دست دادن) سیگنال یا یک خطای اندازه گیری شود . در هر دو حالت بوسیله تغییر قطر فلوتیوب یا بوسیله محدوده و تغییر مکان صفر . طبیعتا بهترین راه حل پیشگیری است ، یک مرحله پیشگیری سائز اندازه گیر است چنانکه تحت شرایط نرمال ، سرعت فلو نسبتا بالا باشد دست کم ۶ تا ۱۲ فوت بر ثانیه یا در کاربردهای بالا توجه شود به احتمال سایش و خوردگی .

روش دیگر پیشگیری استفاده از الکترودهایی است که به طرف داخل جریان فلو برآمدگی داشته باشند به منظور گرفتن مزیت و اثر شستشو . در بیشتر سرویس های سختگیرانه ، یک سیستم شستشوی مکانیکی نصب شده و به طور متناوب یا پیوسته به منظور پاک کردن پوشش و تقویت کننده ها استفاده می شود .

نصب

فلومتر مغناطیسی باید همیشه از مایع پر باشد . بنابراین مکانی که ترجیح داده می شود برای اندازه گیرهای مغناطیسی در خطوط فلوی عمود به طرف بالا است . نصب در خطوط افقی قابل قبول است به شرطی که قسمت لوله در یک نقطه پایین باشد و الکتروودها در بالای لوله نباشند . این کار از آمدن هوا به سمت اتصال با الکتروودها جلوگیری می کند .

فلومتر ورتکس

همچنانکه یک شخص جوان ماهیگیری می کند در نهادهای کوههای بلند ترانسیلوانیان ، تئودور ون کارمن کشف کرد که وقتی یک چیز جریان غیر خطی (همچنین نامیده می شود یک بلوف بادی) قرار داده شده در قسمتی از جریان یک فلوی سزیم ، مایع به طور متناوب جدا خواهد شد از چیزی که هست بر روی دو سمت جریان پایین و همانطور که لایه مرزی جدا شده است و عقب حلقه ها بر روی خودش است (همچنین نامیده می شود ورتکس) او همچنین یادداشت کرد که فاصله بین حلقه ها بود ثابت و فقط وابسته است به اندازه مکانی که آن را شکل داده است .

روی پهلوی بلوف بادی که حلقه شکلش به وجود آمده است سرعت مایع هست بالاتر و فشار هست پایین تر . چنانکه حرکات حلقه جریان پایین ، آن افزایش می یابد استحکام و اندازه ، و در نتیجه جدا می شود یا انداخته می شود خودش . این هست پیرو حلقه های شکل داده شده به وجود آمده در طرف دیگر بلوف بادی (شکل ۴ - ۴) حلقه های متناوب قرار دارند در فواصل برابر .

طرح اندازه گیر ورتکس

یک فلو متر ورتکس هست ساخته شده از نوعی استیل ضد زنگ ۳۱۶ شامل یک بلوف بادی . ساخت یک سنسور ورتکس و ترانسیمترهای الکترونیکی ، اگرچه اخیرا می تواند همچنین نصب شود در فاصله دور (شکل ۴ - ۵) آنها هستند به طور نمونه قابل استفاده در اندازه های فلنج از ۰.۵ اینچ تا ۱۲ اینچ . قیمت اندازه گیر ورتکس نصب شده هست قابل رقابت با اندازه گیرهای ارفیس در سایزهای زیر ۶ اینچ . دارد قیمت کمتر در حالیکه اندازه گیرهای فلنج ترجیح داده می شوند اگر مایع پروسه هست زیان آور یا هست دمای بالا .

شکل های بلوف بادی (مربع ، مستطیل ، T شکل ، دوزنقه ای) و دارای ابعاد آزمایش شده به منظور رسیدن به مشخصات مطلوب . در اندازه ، بلوف بادی باید داشته باشد یک پهنایی که هست یک قسمت به اندازه کافی بزرگ دوما بلوف بادی باید داشته باشد برآمدگی لبه تیزی بر روی قسمت بالای سطح به منظور ثابت نمودن خطوط تفکیکی فلو علیرغم سرعت فلو . سوما طول بلوف بادی در جهت فلو باید باشد یک مضرب معین پهنای بلوف بادی .

امروزه اکثر اندازه گیرهای ورتکس استفاده می کنند از سنسورهای پیزو الکتریک که آشکار می کنند وسان فشار اطراف بلوف بادی را . پاسخ این آشکارسازها به نوسان فشار با یک سیگنال خروجی ولتاژ کم که دارد فرکانس نوسان یکسان . چنین سنسورهایی هستند مادولار ، ارزان ، جایگزینی راحت .

اندازه و قابلیت رنج

فرکانس ورتکس هست مستقیما متناسب با سرعت مایع در لوله و بنابراین متناسب است با میزان حجم مایع . فرکانس هست مستقل از مشخصات مایع مانند شدت ، ویسکوزیته (چسبندگی) ، رسانایی رابطه بین فرکانس ورتکس و سرعت مایع هست $St = f (d/v)$

f هست فرکانس ورتکس

d هست عرض بلوف بادی

v هست سرعت متوسط مایع

کا فاکتور در کارخانه تعیین میشود. معمولا در یک آزمایشگاه فلو توسط آب کالیبره می شود. زیرا کا فاکتور کاربرد یکسانی برای مایع، گاز و بخار دارد. مقدار تعیین شده از آب کالیبره و زاسیون برای هر سیالی صحیح است. کالیبره و زاسیون کا فاکتور در عدد رینولد عادی، حساس نیست برای لبه های تیز یا ابعاد متغییر که که اثر روزنه اندازه گیر.

اگر چه اندازه گیر ورتکس برابر است با نسبت مقایسه ساده آنها برای سوراخ صفحه. تعداد زیادی قاعده و ملاحظات برای فهم وجود دارد. تولید کنندگان یک نرم افزار کامپیوتری مجانی برای فهم ارائه داده اند. که با آن کاربر خواص سیال (چگالی، گرانروی و تمایل حرکت سیال) و برنامه اتوماتیک اندازه گیر را انتخاب می کند.

نیرو تولیدی توسط فشار پالسی جریان تابعی است از چگالی سیال ضربدر مجذور سرعت سیال. سیال پر تالطم و نیروی کافی برای تحریک کردن سنسور اندازه گیر مورد نیاز است. این نیرو خیلی مناسب است برای تشخیص نویز. به عنوان مثال در یک نوع دو اینچ. اندازه گیر ورتکس فلوی آبی بین رنج ۱۲ تا ۲۳۰ gpm دارد. اگر چگالی یا گرانروی مایعی با آب اختلاف داشته باشد، رنج اندازه گیر تغییر خواهد کرد. برای به حداقل رساندن اختلال اندازه گیر. مهم است که اندازه گیری انتخاب شود که به اندازه کافی هر دو مقدار مینیمم و ماکزیمم را داندازه گیری نماید

آن سفارش شده است که حداقل میزان فلوی اندازه گیری شده کمترین حداقل میزان فلو دوبار شناسایی شود توسط اندازه گیر. ماکزیمم ظرفیت اندازه گیر باید حداقل پنج بار کوچکتر باشد از پیشبینی ماکزیمم میزان فلو

دقت و رنج اندازه گیری

زیرا عدد رینولد مهمترین ضریب نفوذ بدون قطره مانند بالا رفتن ویسکسزیت، رنج فلومتر ورتکس با توجه به مقدار ویسکزیت است.

حد ماکزیمم ویسکزیت، تابعی است مقدار قابل قبول دقت و رنج اندازه گیری، که بین ۸ و ۳۰ سنتی پوز (واحد ویسکزیت) است. یک واحد حامل می تواند قابلیت اندازه گیری بهتری از ۲۰ تا ۱ برای سرویس گاز و بخار داشته باشد و بالا ۱۰ تا ۱ برای مایعات با ویسکزیت کم کاربرد دارد اگر جریان اندازه گیر برای کاربرد مورد درست تنظیم شده باشد.

میزان خطای بیشتر اندازه گیر ها بین ۰.۵٪ تا ۱٪ برای رینولد نامبر بالای ۳۰,۰۰۰ می باشد. به عنوان مثال رینولد نامبر افت کند خطای اندازه گیر افزایش می یابد. رینولد نامبر کمتر از ۱۰,۰۰۰ می تواند خطایی در حدود ۱۰٪ با مقدار واقعی داشته باشد.

زمانی که بیشتر فلومترها ادامه می دهد برای نشان دادن در نزدیکی صفر جریان ، اندازه گیر ورتکس تنظیم هست بوسیله نقطه کات آف. پایین بودن این سطح، خروجی اندازه گیر به صورت اتوماتیک در نقطه صفر نگه داشته می شود (۴ میلی آمپر برای ترانسمیتر). نقطه قطع برابر است با رینولد نامبر یا دمیده شده ۱۰۰۰۰.

پیشرفت های جدید

اندازه گیرهای ورتکس هوشمند یک سیگنال دیجیتال خروجی تولید می کنند که حاوی بیشتر اطلاعات از میزان فلو است. میکروپرسور درون فلومتر می تواند به صورت اتوماتیک تصحیح کند نارسایی لوله راست را در شرایط، برای اختلاف بین قطر سوراخ و لوله متصل به آن، برای انبساط حرارتی بدنه و برای تغییرات کافکتور زمانی که رینولد نامبر افت می کند به ۱۰۰۰۰-

ترانسمیتر های هوشمند می توانند شروع کنند یک تست ساده برای مشخص کردن مشکلات اندازه گیر و هم کار کرد آن. همچنین آنها بر حسب تفاضی تست می توانند به استاندارد ISO 9000 توجه کنند بعضی از فلومتر های جدید ورتکس معرفی شده میتوانند جرم سیال را تشخیص دهند. یکی چنین طرحی به طور همزمان حرکت سیال و نیروی ضربه سیال را اندازه گیری کند. از این نظریات ، جرم مخصوص پروسه سیال می تواند تعیین شود و حجم سیال برای محدوده ۲٪ حساب میگردد.

در طراحی های جدید با چندین سنسور نه تنها برای تشخیص میزان فلو بلکه برای اندازه گیری دما و فشار سیال در پروسه نیز عرضه شده اند. مبنی بر اینکه اطلاعات آن تعیین کننده برای میزان چگالی و جرم است. این اندازه گیر عرضه می شود با یک میزان دقت ۱/۲۵٪ در هنگام اندازه گیری جرم فلو مایع و میزان ۲٪ دقت برای گازها و بخار. علم فشار پروسه و مقدار دما برای علت های دیگر هستند. این اندازه گیر یک وسیله مناسب است.

کاربرد ها و محدودیت ها

اندازه گیر های ورتکس معمولا سفارش نشده اند برای کاربرد های دسته ای یا نوبتی کردن فلو . فشار کم (چگالی کم) گاز ها یک فشار قوی برای تولید پالس فشار تولید نمی کنند. مخصوصا اگر سرعت سیال کم باشد.

رنج اندازه گیری اندازه گیر کم است و جریان پایین قابل اندازه گیری نیست از سویی دیگر اگر رنج تنظیمات کاهش یابد آن قابل قبول است و اندازه گیر به درستی سیال معمولی را نشان می دهد. فلومتر ورتکس را میتوان به صورت ثابت در نظر گرفت.

اگر پروسه سیال از طریق پوشش محافظت و یا درون بدنه ماده ای قرار بگیرد مانند سرویس در گل ولای و لجن. سرانجام اندازه گر کوفاکتور تغییر می کند. فلومترهای ورتکس سرپوشیده توصیه نشده اند برای این چنین کاربردهایی. اگرچه یک سیال کثیف تنها مقدار محدود جامدات شامل نیست. موارد استعمال قابل قبول است. این بود توضیحاتی در دو سال تست بر روی دوغاب آهکی. در پایان تست، کافاکتور فهمیده بود تنها ۰.۳٪ از مقدار کالیبرزاسیون کارخانه تغییر کرده است. اگر چه در زمان چند حالت فلو (ذرات جامد در گاز یا مایع، حباب گاز در مایع، قطرات مایع در گاز) دقت اندازه گیر ورتکس کاهش می یابد

زیرا اندازه گیر برای تفکیک بین حالات ناتوان است. رطوبت، کم کیفیتی بخار یکی از این قبیل موارد استعمال است. حالت مایع باید به طور یکنواخت در داخل بخار پراکنده شده باشد و از خطوط عمودی جریان برای جلوگیری از ضربه باید اجتناب کرد. زمانی که لوله افقی می باشد حالت سیال برای حرکت در کف لوله مناسب است و از این رو سطح درونی لوله باید در ته باز نگه داشته شود. این می تواند بدست آید توسط نصب بالوف بادی به صورت افقی

بی دقتی اندازه گیری در چنین کاربرد هایی در حدود ۵٪ از مقدار واقعی است، اما با قابلیت تکرار پذیری خوب.

افت فشار دائمی عبوری از یک فلومتر ورتکس در حدود نیمی از سوراخ صفحه است، تقریباً دو ولوسیتی هد (یک ولوسیتی هد تعریف شده $V/2g$ ، در جایی که V سرعت فلو است و g ثابت گرانش در مطابق واحد) اگر لوله و اندازه گیر به طور مناسب درست و هم اندازه باشند. افت فشار تنها در فشار های پایین پذیرفتنی است. اگرچه در سائز کوچک برای این منظور افزایش رینولد می تواند افزایش دهد افت هد را برای بیش از ۱۰ psi. همچنین باید فشار اتصال لوله ها چک شود تا کوچکترین نشتی در فشار بخار پروسه سیال نداشته باشد، زیرا سبب ایجاد سوراخ می گردد، طبعاً اگر فشار برگشتی به اندازه گیر کم باشد، فشار بخار پروسه سیال در یک لحظه خواهد بود و مقدار خوانده شده توسط اندازه گیر بی معنی خواهد بود.

مزیت اصلی اندازه گیرهای ورتکس حساسیت پایینشان برای ناپایداری شرایط پروسه و استهلاك کم در مورد دهانه یا توربین اندازه گیر است. همچنین هزینه اولیه و نگهداری پایینی دارند. به همین دلیل، آنها دارای بهره قابل قبول در میان کاربران دارند.

توصیه های دستگاه

در زمان نصب کردن یک ورتکس فلومتر در پروسه موجود، در جاییکه مقدار فلو مشخص نیست، آنها پیشنهاد شده اند برای اولین انتخاب نزدیک برخی اندازه گیر هاست (فشار سنج کاربردی قابل حمل یا دستگاه محکم مافوق صوت بروی آن). از سویی دیگر تعهدی نیست مبنی بر اینکه یک اندازه گیر ورتکس همیشه کار کند.

اندازه گیر ورتکس نیاز دارد یک شستشوی خوب و یک فلوی با سرعت متقارن، بدون پیچش و چرخش. این مجبور می کند استفاده شود از به طور مستقیم و لوله کشی با جریان پایین برای شرایط فلو. طول لوله راست باید با اندازه گیر ، یکسان باشد و طول آن باید در حدود اندازه نیاز برای نصب یک روزنه همراه با نسبت ۲ به ۰.۷.

بیشتر کارخانجات فلومتر های ورتکس قطر لوله ۳۰ برای جریان پایین شیر های کنترل ، و قطر لوله ۳ تا ۴ بین اندازه گیر و شیر پیشنهاد داده اند. دمای عناصر باید کم و محل قرار گیری در جریان کم با قطر ۵ تا ۶ باشد

در حدود نیمی از اندازه گیر های ورتکس نیاز دارند به گلوگاه زیر در لوله کشی پروسه های بزرگ توسط مبدل ها و بسط دهنده های هم مرکز. حتی اگر جریانی های صاف وجود داشته باشد.

فلومتر های ورتکس می توانند به طور عمود، افقی یا با هر زاویه ای نصب شوند . اندازه گیر می تواند نگه دارد طغیان را توسط نصب آن در عمودی در خطوط جریان رو به بالا (شکل 4-6B). زمانی که فلومتر به صورت مایل به پایین نصب (شکل 4-6C) یا افقی (شکل 4-6D) سیال نصب می شود، لوله های جریان پایین باید بلند انتخاب شوند.

چک کردن شیرها کمک می کنند برای کنترل کل مایع خطوط لوله زمانی که جریانی وجود ندارد. مانع و مسیر فرعی در شیر ها مورد نیاز است جهت تعویض سنسور در طراحی مخصوص ، متوقف کردن حرکت سیال و باز کردن پروسه نیاز هستند

اتصال لبه های لوله باید هم اندازه قطر لوله و یکسان با قطر داخلی فلومتر باشد. اتصال لبه مقدم هستند و از لبه های کوتاه شده نباید استفاده نمود.

سطح درونی اتصالات لوله باید خالی از رسوب فروفتگی، سوراخ باشد سوراخ های اندازه گیر، درزگیر ه و اطراف خطوط لوله برای رفع هر گونه مانع باید به دقت تنظیم شوند.

ارتعاش زیاد لوله ها می تواند باعث رفع شود، توسط نگه داشتن لوله در دو طرف اندازه گیر یا چرخش اندازه گیر برای اینکه سنسور تغییر مکان دارد در جای ارتعاش.

بیشتر انداز گیرهای الکتریکی اجازه می دهند برای افزایش تنظیمات صافی فیلتر. اما افزایش نویز معمولا کاهش می دهد همچنین حساسیت فلومتر را در فلوهای پایین را نیز کاهش می دهد. یک انتخاب جابه جایی اندازه گیر برای کاهش نویز در قستی از پروسه است.

بعضی از کارخانجات تولید کننده سیستمهای ترانسدیوسر که عملکرد آن به صورت برش است، یک پالس سیگنال ارسال می کند و در برگشت یک سیگنال دریافت می کند. عموماً سیستمها هستند در ارتباط با راهرو یک طرفه.

پهنای باریکه سیستمها غلبه می کند بر باریکه و نیروی بیشتر در تغییر چگتلی مایع و دما است. با آمدن سیگنال های سیگنال پروسه، این مکان برای بکار بردن کدهای دیجیتال سیگنال در سیگنال های انتقال وجود دارد. آن می تواند خیلی از مشکلات مربوط به اغتشاش و تغییرات شیمیایی مایع را حذف کند.

جابه جایی داپلر

در سال ۱۸۴۲، کریستین داپلر کشف کرد که طول موج صدا دریافت میشود توسط یک آشکار ساز زمانی که منبع صدا در حال حرکت است. ثابت، خیلی کوتاه آشکار میشود. این جابه جایی در فرکانس مبنای تمام فلومتر های آلتراسونیک جابه جایی داپلر است.

ترانسدیوسرهای فلومتر داپلر کار می کند در فرکانس 0.640 MHz و در 1.2MHz برای طراحی سنسورهای رطوبت. ترانسدیوسر ارسال می کند یک پالس آلتراسونیک یا یک شعاع نوری به درون سیال در حرکت. امواج صوتی منعکس میشوند توسط امواج نامنظم کوچک، به دنبال حباب های گاز یا حتی توسط جریان های متلاطم حداکثر رنج خطا بین ۱ تا ۵ درصد است
اندازه گیر شناسایی می کند سرعت های نامنظم بیشتر از سرعت سیال را شناسایی می کند، در محاسبات میزان فلو. سرعت سیال می تواند تعیین شود توسط

$$V = (f_0 - f_1)Ct / 2f_0 \cos(a)$$

Ct سرعت صوت ارسالی از ترانسدیوسر می باشد F₀ فرکانس ارسالی می باشد، f₁ فرکانس بازگشت و a زاویه ترانسسمیتر و کریستال دریافت کننده نسبت به محور لوله است.

به دلیل اینکه $Ct / 2f_0 \cos(a)$ ثابت هستند (k). نسبت می تواند ساده شود به :

$$V = (f_0 - f_1)K$$

همچنین سرعت سیال V (ft/sec) نسبت مستقیم با تغییرات فرکانس دارد. فلو در یک لوله که قطر مشخصی دارد میتواند توسط فرمول زیر بدست آید

$$Q = 2.45V(ID)^2 = 2.45[(f_0 - f_1)K](ID)^2$$

وجود نویز های نا منظم ضروری است برای عملکرد صحیح فلومتر داپلر. به طور کلی حساب تخمینی مورد قبول است که که برای سیگنال انعکاسی حداقل $80-100 \text{ mg/l}$ از حجم همراه با یک ذره به اندازه 200 مش (75 میکرون)

در مورد حباب ها، $100-200 \text{ mg/l}$ با قطر بین $75+$ و $150+$ میکرون مورد قبول است. همچنین اگر اندازه یا غلظت به طور نامنظم تغییر کند، دامنه انعکاس سیگنال تغییر خواهد کرد، که نشان دهنده خطا است فلومترهای داپلر اغلب استفاده می شوند برای اندازه گیری فلو هایی از قبیل سیالات آبکی. اگر غلظت مواد خیلی زیاد باشد (بیش از 45% وزن)، یا اگر هوای خیلی زیاد، یا گاز درون سیال (مخصوصا اگر حباب ها خیلی زیاد باشند). این نا همگونی ضعیف می کند سیگنال داپلر مربوط به جاییکه نمی تواند تشخیص دهد اختلال را در لوله.

منعکس کننده سیگنال داپلر تغییر میکند از انتقال دهنده فرکانسی در حدود 6MHz برای هر فوت بر ثانیه ی سرعت.

برای این منظور، اگر سرعت فلو کمتر از یک فوت بر ثانیه باشد، فلومترهای آلتراسونیک مناسب نیستند. در اینجا به نظر می رسد که حد بالایی برای تشخیص سرعت فلو نیست

اندازه گیری زمانی (زمان عبوری)

در این طراحی، زمان ارسال سیگنال آلتراسونیک اندازه گیری میشود بین دو ترانسدیوسر (یکی در بالای لوله و دیگری در زیر لوله) (شکل 4-7B). اختلاف بین زمان سپری شده موجود یا مقاومت در برابر فلو تعیین کننده سرعت سیال است.

وقتی که فلو صفر است، زمان برای سیگنال $T1$ جهت شروع $T2$ مانند آن است که نیاز به گرفتن $T2$ از $T1$ است.

سرعت فلو می تواند تعیین شود توسط فرمول زیر:

$$V_f = Kdt/TL$$

جاییکه K هست کارخانه کالیبراسیون برای مقدار و زمان واحد استفاده می شود، dt اختلاف زمان بین سنسور بالایی و پایینی و TL گذر زمان فلو صفر است.

فرضا، زمان عبوری اندازه گیر آلتراسونیک می تواند خیلی دقیق باشد. تاکنون خطا در این اندازه گیر ها محدود بوده توسط توانایی سیگنال الکتریکی پروسه برای تعیین زمان عبوری و توسط مقدار، برای اینکه سرعت صوت ثابت است. سرعت صوت در سیال تابعی است از چگالی و دما. بنابراین ، هر دو به جبار تنظیم می شوند برای افزایش، تغییر در سرعت صوت می تواند زاویه شکست را تغییر دهد (شکل 4-7B a) که به عبارت دیگر اثر فاصله باید حرکت کند. در نهایت وضع سیگنال می تواند به طور کل خطا داشته باشد در سنسور پایین لوله.

طراحی تغییر پذیر

در مدل سیگنال سنسور ارسال و دریافت امواج درون یک سنسور قرار دارد که به سوی یک نقطه از سطح لوله (شکل 4-8). در مدل دوسنسوره انتقال امواج تنها از یک سنسور است حال آنکه دریافت تمواج از سنسور دیگر است اندازه گیرهای انتقال زمان از سال ۱۹۷۰ بوده اند. هدفشان برای رقابت در اجرای رطوبت اما بدون نیاز به قطع لوله و از کار انداختن پروسه جهت نصب اندازه گیر.

فلومترهای داپلر مربوط به تدخل با دیواره لوله و خودش است، به علاوه از جای هوای خالی بین سنسور و دیواره. اگر دیواره لوله از فولاد زد زنگ ساخته شده باشد، قابلیت هدایت سیگنال انتقالی خیلی مناسب است برای اینکه بازگشت امواج به اندازه کافی تغییر می کند برای خواندن در خلاف مانع. سطح اطمینان به اندازه کافی وجود دارد برای دو به صورت کامل، سیگنال ارسالی یا سیگنال بازگشتی ضعیف شده. این دیاگرام نمایشی دقت فلومتر کاهش یافته (تنها در حدود ۲۰٪).

تراسدیسرهای با طراحی دوپلر و زمان عبوری فراهم می آورند برای غلبه بر خیلی از سیگنال های محدود و ضعیف. کل لوله اصلی اندازه گیر زمان عبوری شامل یک. همراه با ترانسدیوسر ... رطوبت نصب شده بر روی دیواره لوله ، دیواره های ترانسدیورسر با یکدیگر مخالفت می کنند اما در زاویه ۴۵ درجه در جریان است (شکل 4-9A).

فلومترهای گذر زمان همچنین می توانند یک راه و یا چند راه طراحی شوند (شکل 4-9B)

فلومترهای یک طرفه تولید شده اند از یک جفت ترانسدیوسر که سیگنال خط سرعت اندازه گیر را تولید می کند. آنها استفاده می کنند از یک اندازه گیر عمل که کالیبره کی کند اندازه گیر را برای خنثی کردن اختلاف در شکل سرعت و اختلالات فلو در قسمت های دستگاه.

در طراحی فلومترهای چند راه، چندین دستگاه ترانسدیوسر در تمام راه های مختلف جریان وجود دارد، در نتیجه هدف برای اندازه گیری سرعت در تمام قسمت های لوله است. اندازه گیرهای چند راه استفاده می

شوند در لوله های با قطر زیاد ، از قبیل انبار های کاربردی و کاربرد های دیگری که شکل سرعت جریال یکنواخت نیست

همچنین اندازه گیرهای زمان عبوری می توانند سیالات خیلی داغ و یا خیلی سرد را اندازه گیری نمایند، همچنین می توانند سیال های با سرعت خیلی پایین را شناسایی کنند.

ترانسدیسرها طراحی شده اند برای لوله های کوچک . آنها آکسی آل (محوری نامیده می شوند. این وسایل اجازه به اندازه گیر زمان عبوری اجازه می دهند در امتداد یک مسیر مهم بزرگتر از قطر لوله حساسیت جریان که را افزایش دهد.

در اصل فلومترهای آلتراسونیک جدا شده اند به استفاده آنها در قاعده جابه جایی داپلر و استفاده آنها در قاعده زمان عبوری. به تازگی توانایی اندازه گیری هم سیالات صاف و مخلوط همراه با جامدات را دارند. میکروپرسور

کاربرد و اجرا

فلومترهای داپلر پیشنهاد نشده برای کاربرد در سیالات تمیز.

فلومترهای زمان عبوری از سوی دیگر اغلب استفاده می شوند برای اندازه گیری روغن های خام و بخش ساده در صنعت نفت . آنها همچنین در سیالت چسبناک خوب کار می کنند به شرطی که عدد رینولد در حداقل جریان سیال باشد همچنین کمتر از ۴۰۰۰ یا بالای ۱۰۰۰۰۰.

فلومتر های گذر زمان استاندارد هستند برای اندازه گیری سیالات برودت پایین در 300C- و آنها همچنین استفاده می شوند در اندازه گیری فولاد گداخته.

اندازه گیری سیال آرگون ، نیتروژن، هلیوم و سولفور مذاب اغلب گزارش داده میشود.

Spool-section نوعی فلومتر است که بیشتر استفاده می شود برای کاربرد های ویژه طراحی می شوند.

وست واتر خام معمولاً خیلی کم استفاده می شود در امواج صوتی منفصل فلومترهای داپلر. به عبارت دیگر وست واتر خام به اندازه کافی در تمام زمان بی نقص نیست برای اندازه گیر زمان عبوری. در وست واتر های وابسته . در جامدت متراکم خیلی بهتر می تواند کار کند نسبت به فلومترهای گذر زمان و داپلر. به عبارت دیگر وست واتر مورد استفاده است در مشکل جذب امواج صوتی که اساساً به جنس مواد است در وست واتر امواج آلتراسونیک ضعیف می شوند.

استفاده از فلومترهای چند راه در وستواتر خام و آبهای متلاطم استفاده می شود. در صورتی که داپلر یا ضریب خطا . اغلب استفاده می شوند برای لجن فعال شده و خلاصه کردن فلوی لجن.

برای استخراج سیلات روان فلومتر داپلر به خوبی کار می کند از جمله موثر استفاده لوله های HDPE است زیرا دیواره لوله به اندازه کافی خم میشود برای تغییر قطر مساحت اندازه گیر. در نتیجه دقت اندازه گیر افزایش می یابد. خمیدگی دیواره لوله می تواند اغلب باعث شکست امواج صوتی در خارج از لوله شده و موجب اجاد خطا می شود. یکی دیگر از مشکلات اندازه گیری دغاب از طریق جذب امواج صوتی است، از قبیل دغاب آهک و کائولن است. استفاده از آنها رد شده زیرا جذب زیاد مواد سبب تضعیف سیگنال مورد استفاده می شود. سنسور های فرکانس پایین سبب برای این کار برد مورد آزمایش قرار گرفته اما محدوده پایینی دارند

فلومترهای چند راه و گذر زمان همچنین اندازه گیری می کنند