



سیمان هگمتان



در بهمان ابرام



Simean Hekmatan



سیمان کیلان



Simean Hekmatan



Simean Hekmatan

روشهای مختلف اندازه گیری جریان سیالات

مهدی عاشوری لاری

کارشناس ارشد کنترل صنعتی

سرپرست واحد برق کارخانه سیمان گیلان سبز

Mehdi_Ashori@yahoo.com

چکیده

تولید محصول با کیفیت بالا و قیمت تمام شده پایین مستلزم شناخت دقیق و آگاهی کامل از وضعیت محصول در طی روند تولید میباشد. لذا استفاده از تجهیزات ابزار دقیق که توانایی اندازه گیری دقیق این پارامترها را داشته و با کمترین هزینه اولیه و نگهداری بتوانند در شرایط مورد محیطی، عملکرد صحیحی داشته باشند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله به معرفی و بیان ویژگی‌ها و معایب و مزایای چند روش که در اندازه گیری جریان در سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرد، پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: جریان سیالات، توربینی، آلتراسونیک، حرارتی، مغناطیسی، سطح متغیر، جابه‌جایی مثبت، لوله پیتوت، کوریولیس، اورفیس پلیت، هدف

۱-مقدمه:

انجام فرآیند تولید سیمان مستلزم آگاهی کافی از نقش پارامترهای مختلف می‌باشد و اندازه‌گیری صحیح هر یک از آنها، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. اطلاع از مقدار دقیق هر یک از این پارامترها همانند دما، وزن، فشار، فلو و ... و کنترل آنها باعث تولید سیمانی با کیفیت مطلوب و امکان رقابت بهتر با سایر تولید کنندگان می‌گردد، علاوه بر این با فراهم نمودن امکان بررسی و شناسایی روند تولید، امکان محاسبه حالت بهینه مصرف انرژی و کاهش هزینه تمام شده محصول نهایی می‌شود. به منظور تعیین دقیق هر یک از این پارامترها، روش‌های گوناگون با ویژگی‌های متنوع و با کاربرد در شرایط محیطی مختلف و با مزایا و معایب خاص خود وجود دارد، که مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت آشنایی مختصر تعدادی از این روش‌ها معرفی می‌گردد.

۲-روش توربینی:

در این روش سیگنال دیجیتال اندازه‌گیری شده به طور خطی با سرعت چرخش محور(پره‌ای) توربین که در اثر حرکت سیال در لوله به وجود می‌یابد محاسبه می‌گردد. این ابزار توانایی اندازه‌گیری جریان سیالات، شامل گاز یا مایع در سرعت‌های متغیر را دارا می‌باشد و جهت اندازه‌گیری سرعت مواد با ویزکوزیته پایین و متوسط و نیز محدوده دمایی گسترده‌ای مناسب میباشد. به واسطه نوع و روش اندازه‌گیری این ابزار، پاسخ سریعی به تغییرات جریان دارند. از معایب این روش اندازه‌گیری، هزینه بالا و عدم سازگاری با مواد مختلف و به خصوص با موادی که ذرات معلق جامد دارند و نیز موادی که امکان افزایش سرعت ناخواسته در آنها زیاد است، میباشد. لذا در این موارد نصب فیلتر جهت حفاظت تجهیز



سیمان هگمتان



دریچان ابراهام



سیمان گلستان



سیمان کیلان



سیمان گلستان



دریچان ابراهام

توصیه می‌گردد که این امر سبب به نوبه خود سبب افزایش هزینه راه‌اندازی و نگهداری تجهیز می‌گردد. به واسطه دقت بالای این روش، در اندازه‌گیری میزان عبور سیالات در سنجش میزان فروش، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- روش آلتراسونیک:

جریان سنج‌های آلتراسونیک جهت اندازه‌گیری جریان در مایعات خورنده بسیار مناسب هستند. این تجهیزات در دو نوع داپلر و زمان - گذر در دسترس می‌باشند. در نوع جریان سنج‌های داپلر، این تجهیز در انتهای یک لوله قرار می‌گیرد و سرعت عبور مواد را در یک سطح کوچک که امواج بر روی آن می‌تابد اندازه‌گیری می‌نماید، لذا با توجه به ابعاد کوچک سطح، از دقت کمی برخوردار است. اصلی‌ترین ویژگی این تجهیز قیمت نسبتاً پایین و نیز ثابت بودن تجهیز به منظور اندازه‌گیری سرعت در لوله‌های با ابعاد مختلف می‌باشد. اصلی‌ترین نقطه ضعف این روش عدم امکان استفاده آن در گازها و مایعات فاقد ذرات معلق می‌باشد. جریان سنج‌های نوع ثابت زمان - گذر اغلب موارد جهت اندازه‌گیری جریان مواد شیمیایی یا مایعات بکار می‌روند، یک یا چند موج آلتراسونیک به سطح مقطع سیال ارسال می‌گردد، موج اول در جهت عبور سیال و دومی در خلاف جهت آن، سرعت عبور مواد بر اساس اختلاف زمانی برگشت موج در دو حالت اندازه‌گیری می‌شود. این نوع از تجهیزات از نوع داپلر گران‌تر بوده و از دقت بالاتری برخوردار می‌باشند.

۴- روش حرارتی:

این جریان سنج‌ها از ویژگی‌های حرارتی سیال جهت اندازه‌گیری میزان جریان سیال استفاده می‌کنند، پروب اندازه‌گیری این تجهیز از دو بخش که بخش اول سیستم گرمایش (هیتر) و دومی سنسور اندازه‌گیری دما می‌باشد، تشکیل شده است. در این روش به بخش هیتر مقدار مشخصی حرارت داده می‌شود، بخشی از این حرارت از طریق قرارگیری پروب در معرض عبور سیال تلف می‌شود. مقدار حرارت تلف شده بستگی به نحوه طراحی پروب و ویژگی‌ها و جنس و نوع آن و نیز خواص گرمایی سیال دارد ولی عمدتاً مقدار آن بسیار ناچیز است. بخش دوم، مقدار دما را در این پروب در تمام لحظات اندازه‌گیری می‌نماید. در این روش با اندازه‌گیری دقیق مقدار انرژی الکتریکی که جهت گرم کردن هیتر استفاده شده و دمایی که سنسور حرارتی ثبت کرده است، جهت محاسبه مقدار دبی جریان عبوری استفاده می‌شود. از آنجاییکه در این روش با تغییر سیال عبوری، خواص و ویژگی‌های حرارتی آن نیز تغییر می‌یابد، جهت اندازه‌گیری سیال‌های نا همگن مناسب نیست و در صورت وجود ناخالصی در سیال از میزان دقت تجهیز کاسته می‌شود. از دیگر معایب این نوع سنسور، محدود بودن دامنه تغییرات سرعت سیال می‌باشد که اندازه‌گیری در سرعت‌های بالاتر یا پایین‌تر با خطا همراه خواهد بود. از این نوع سنسور عمدتاً در اندازه‌گیری جریان گازها همانند نیتروژن، آرگون و ... استفاده می‌گردد.

۵- روش مغناطیسی:

جریان سنج‌های مغناطیسی از قانون القا فارادی جهت اندازه‌گیری سرعت عبور مواد استفاده می‌کنند. طبق این قانون عبور مواد رسانا از درون یک میدان مغناطیسی سبب القا یک سیگنال ولتاژ می‌شود. طبق قانون فارادی ولتاژ تولید شده با حرکت سیال متناسب است. در اکثر سیال‌ها، میزان عبور جریان در نقاط مختلف متفاوت بوده که این مساله روند اندازه‌گیری را دچار اختلال می‌نماید، ولی در این روش چون سیگنال اندازه‌گیری شده در اثر میدان القا شده از حرکت میلیون‌ها ذره در تمام نقاط سیال می‌باشد، سرعت سیال به طور دقیق‌تری قابل اندازه‌گیری است. از دیگر ویژگی‌های این نوع سنسور قابلیت استفاده آن در طیف وسیعی از مواد با سرعت و فشار و دمای مختلف می‌باشد، ضمن اینکه وجود این تجهیز تغییری در فشار یا سرعت عبور مواد ایجاد نمی‌نماید.



سیمان هگمتان



دریغیان آبرام

مشکل اصلی این روش این است که تنها قادر به اندازه‌گیری جریان در مواد مغناطیسی می‌باشد و لذا قادر به اندازه‌گیری گازها و نیز طیف وسیعی از هیدروکربن‌ها نمی‌باشد. از دیگر معایب این روش هزینه بالای خرید تجهیزات و نگهداری از آنها است و نیز هزینه اضافه جهت ایمن کردن کردن تجهیزات شامل باتری و منبع تغذیه و سایر قطعات در مواقعی که تجهیز در محیطی که خطر انفجار دارد نصب شود. این نوع فلومترها اغلب در اندازه‌گیری مایعات اسیدی پیشنهاد می‌گردد. در تجهیزات به روز شده این نوع جریان سنج، سطح میدان مغناطیسی به طور پربودیک تغییر می‌یابد و صفر می‌شود تا امکان کالیبره صفر تجهیز در جهت افزایش دقت آن وجود داشته باشد و نیز در دیواره لوله‌های محل قرارگیری سنسور از پوشش سرامیکی استفاده می‌شود، وجود این لایه بدون تاثیر بر روی میدان مغناطیسی، با ایجاد پوشش روی الکترودها باعث افزایش طول عمر تجهیز می‌گردد.

۶- روش سطح متغیر:

روش اندازه‌گیری سطح متغیر در طیف وسیعی از تجهیزات که میزان جریان در آنها کم بوده یا یک نشانگر محلی نیاز است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این تجهیز در تست کردن تجهیزات و مصارف عمومی استفاده می‌شود. این تجهیز در دو نوع با لوله شیشه‌ای و فلزی ساخته شده است. در نوع شیشه‌ای با مشاهده جسم شناور در درون لوله و تغییر ارتفاع آن می‌توان مقدار جریان سیال را محاسبه کرد. از محاسن این روش می‌توان به عدم نیاز به منبع تغذیه، هزینه پایین، بکارگیری در فشارهای پایین، در مایعات و گازها و حتی موادی که خواص ویسکوزیته دارند می‌باشد. از معایب این روش اندازه‌گیری، لزوم نصب عمودی تجهیز (به دلیل استفاده از نیروی جاذبه)، سایز کوچک، دقت پایین، طراحی بر اساس کارکرد در فشارهای پایین می‌باشد. نوع فلزی این تجهیز قابلیت اندازه‌گیری در فشارهای بالاتر نیز داشته و با ساخت در ابعاد بزرگتر میتوان جریان سیال بیشتری را اندازه‌گیری نمود، ولی نوع ماده سیال که تجهیز جهت اندازه‌گیری جریان در آن بکار رفته، باید روان بوده و فاقد چسبندگی یا ناخالصی باشد. در بعضی از انواع این تجهیزات یک عدد فتر قرار داده شده است تا جایگزین اثر نیروی جاذبه باشد، با این روش می‌توان تجهیز را به هر حالتی نصب نمود.

۷- روش جا به جایی مثبت (PD):

زمانی که مقدار دقیق جریان سیال، جهت فروش یا سایر موضوعات مهم باشد، با روش جا به جایی مثبت (PD) از جریان نمونه برداری کرده و میزان جریان سیال مشخص می‌گردد. در این روش حجم ثابتی از مایع نمونه برداری شده و از قسمت داخلی نمونه گیر به خارج از آن ارسال می‌گردد. با شمارش تعداد این نمونه‌ها میتوان مقدار حجم جریان را محاسبه نمود. روش طراحی شده که از این روش در اندازه‌گیری استفاده می‌کنند متنوع بوده و شامل مدل پیستون چرخنده، اوال دنده ای، توربین صفحه‌ای و ... میباشد. دقت اندازه‌گیری در این روش بسیار بالا بوده و برای اندازه‌گیری میزان جریان سیال با ویسکوزیته بالا بسیار مناسب است. در این روش مقدار جریان اندازه‌گیری شده قابل مشاهده بوده و نیازی به منبع تغذیه ندارد و زمانی که از یک ترانسیمتر جهت انتقال اطلاعات مربوط به میزان جریان استفاده میشود، سیگنال خروجی با جریان رابطه خطی دارد. به دلیل وجود قطعات متحرک زیاد و قرار گیری کامل مانع در مسیر عبور سیال و بسته شدن مسیر توسط آن، زلال بودن مایع سیال از اهمیت بالایی برخوردار است. از معایب این روش نیاز به کالیبره مرتب تجهیز، مخصوصا در مواقعی که سیال از روانی کافی برخوردار نیست، میباشد. از معایب دیگر، هزینه بالای نصب آن است چون به همراه تجهیز باید قطعات اضافی همچون شیرهای بای پس و همچنین فیلتر و .. نصب گردد.





سیمان هگمتان



در پیچان ابرام



Simean Hekmatan



سیمان کیلان

سیمان گولستان
BEYKAND GOLESTAN CEMENT CO

سرایان

۸- روش لوله پیتوت:

در این روش یک لوله نازک دو سر باز در یک لوله که جهت اندازه گیری جریان استفاده میشود قرار دارد. اختلاف فشار بین این مقدار اندازه گیری شده در این مجرا و فشار واقعی لوله، مقدار جریان سیال اندازه گیری میشود. این روش با کمترین هزینه و کاهش فشار، روشی موثر برای اندازه گیری مقادیر زیاد جریان سیال میباشد. محدودیت این روش این است که فقط سرعت سیال را در یک نقطه اندازه گیری مینماید و حتی پس از کالیبره هم در صورت تغییرات سرعت، سرعت سیال اندازه گیری شده تغییر مییابد. از این روش در مواقعی که دقت پایین مورد نظر باشد مورد استفاده قرار میگیرد. به دلیل آنکه در این روش یک لوله (بخش کوچک) در درون لوله اصلی قرار میگیرد نیاز به نگهداری و چک کردن مرتب دارد. جهت کاهش تاثیر تغییرات سرعت و بهبود دقت اندازه گیری چندین لوله پیتوت در مسیر لوله قرار داده میشود تا روند اندازه گیری بهبود داده شود.

۹- روش کوریولیس:

در این روش از پدیده ای به نام کوریولیس جهت اندازه گیری جریان سیال استفاده میشود. در این جریان سنج دو لوله مرتعش با فرکانس نوسان ثابت مورد استفاده قرار میگیرد، که در مسیر عبور سیال قرار میگیرد، به نحوی که در اثر عبور جریان سیال و نوسان لوله، سیال عبوری نیز شروع به نوسان مینماید. در بخش دیگری از لوله یکسری سیم پیچ های کوچک و آهنربا نصب گردیده است، در اثر نوسان سیال و نیروی مقاومت سیال در برابر این ارتعاش این بخش از لوله شروع به نوسان میکند و متناسب با این نوسان مقدار اندکی جریان الکتریکی در سیم پیچ ها القا میگردد که این مقدار با مقدار با چگالی جرمی جریان متناسب است. از این روش میتوان جهت اندازه گیری جریان سیالات خورنده یا سیالاتی که ذرات معلق دارند میتوان استفاده کرد. از مزایای این روش میتوان به اندازه گیری مستقیم جرم سیال عبوری، نصب آسان و عدم نیاز به کالیبره مجدد نام برد. از معایب این روش ابعاد بزرگ تجهیز و قیمت بالای آن نسبت به تجهیزات مشابه است.

۱۰- روش اورفیس پلیت:

مبنای این روش بکارگیری قانون برنولی در حرکت سیالات میباشد. طبق این قانون مجموع افت فشار و سرعت و ارتفاع در یک نقطه برابر با مجموع همین پارامترها در نقطه دیگر به علاوه افت حاصل از اصطکاک. ساده ترین روش جهت بکارگیری این قانون در اندازه گیری جریان سیال ایجاد یک مانع با یک سوراخ (به نام سوراخ اریفیس) در روی آن است. با رسیدن سیال به مانع سرعت عبور سیال کاهش یافته و فشار افزایش مییابد، بلافاصله پس از عبور از سیال از سوراخ اریفیس، فشار به طور ناگهانی کاهش یافته و سرعت افزایش پیدا میکند. با اندازه گیری اختلاف فشار ایجاد شده بین دو قسمت میزان جریان سیال قابل محاسبه است. از این روش میتوان در مایعات ناخالص یا سیالات با دمای بالا استفاده شود. بکارگیری این روش در لوله های کوچک گران بوده و در لوله های بالاتر از شش اینتنج نسبتاً مقرون به صرفه است. از مزایای این روش این است که گستردگی کارکرد زیادی دارد چون میتوان صفحات با ویژگی های و ابعاد مختلف طراحی و نصب کرد و نیز در صورت آسیب دیدن بخش داخلی، باز هم میتواند تا حدود زیادی به کار اندازه گیری جریان سیال ادامه دهد. علاوه بر موارد ذکر شده، در صورت آسیب دیدن بخش خروجی و یا ترانس میتر، میتوان بدون تائی در روند عبور سیال بخش آسیب دیده را تعمیر یا تعویض کرد. از معایب این روش دقت پایین اندازه گیری آن در مواقعی است که جریان سیال پایین تر از مقدار نامی آن است.



سیمان هگمتان

۱۱- روش هدف:

در این روش یک شی ثابت (جسم هدف) در مسیر حرکت سیال قرار می‌گیرد. در اثر جابه جایی سیال یک نیروی الکترونیکی یا پنوماتیکی به شی وارد می‌گردد و به وسیله مدارهای مخصوص اندازه‌گیری می‌گردد. میزان نیروی اندازه‌گیری شده بطور مستقیم با میزان عبور سیال در ارتباط است. اندازه‌گیری به این روش پر هزینه‌تر نسبت به روش اورفیس می‌باشد، ولی به دلیل عدم وجود سطح تغییر فشار و سرعت در مواقعی که ماده سیال چسبنده بوده یا ذرات معلق دارد مفید می‌باشد. از ویژگی‌های این روش عدم وجود قطعه متحرک و دقت پایین و عدم امکان کالیبره آن است.

۱۲- نتیجه گیری:

هر یک از روش‌های اندازه‌گیری جریان در سیالات ویژگی و معایب ویژه خود را دارند و جهت اندازه‌گیری سیال خاصی مناسب می‌باشند. از این رو جهت اندازه‌گیری دقیق‌تر مقدار جریان در سیال، شناخت دقیق از ویژگی سیال و محیط کارکرد آن بسیار مهم بوده و نیز با توجه به دقت مورد نیاز میتوان از روش‌های مختلف با هزینه تمام شده و نگهداری گوناگون استفاده کرد.

۱۳- منابع و ماخذ:

1- E.L. Upp, Paul J. LaNasa, Fluid Flow Measurement, 2010

2- D. J. LOMAS, B. G. LIPTÁK, Flow Measurement, 2007

۳- سیستم‌های اندازه‌گیری جریان بر اساس اختلاف فشار، ابوالفضل وروانی فراهانی ماهنامه اکتشاف و تولید / شماره / 100

اردیبهشت ماه ۱۳۹۲



دره‌جانشان ابرلام



واحد و محیط زیست



سیمان کیلان



بنیاد گلستان



مهرباب