



RADMAN SANA'T CO.
CONSULTING ENGINEERS

راهنمای راه اندازی و نگهداری

دستگاه ونتوری متر



ونتوری متر

هدف

بررسی دستگاه ونتوری متر و به دست آوردن ضریب سرعت (ضریب تخلیه ونتوری)

تئوری

ونتوری متر جهت اندازه گیری دبی، در لوله‌ها به کار برده می‌شود. این وسیله دارای ساختمانی متشکل از بخش‌های زیر است:

الف) بخش بالادست جریان

ب) یک قسمت مخروطی همگرا

ج) یک گلوگاه استوانه‌ای

د) یک قسمت مخروطی با واگرایی تدریجی که نهایتاً اندازه آن برابر قطر لوله می‌شود.

ه) بخش پائین دست جریان

در قسمت همگرا انرژی فشاری به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود؛ زیرا سطح مقطع لوله به تدریج کم می‌شود و چون دبی سیال ثابت است، لذا سرعت آن افزایش پیدا می‌کند. در قسمت واگرا سطح مقطع لوله تدریجاً زیاد می‌گردد و در این حالت انرژی جنبشی به تدریج به انرژی فشاری تبدیل می‌گردد. واضح است که سرعت سیال در گلوگاه ونتوری از همه نقاط بیشتر است. در عبور از ونتوری انرژی کل سیال کمی کاهش خواهد یافت به هر حال افت فشار در عبور از ونتوری متناسب با دبی سیال است.

اندازه ونتوری متر با قطر لوله و گلوگاه آن مشخص می‌شود. به عنوان مثال، ونتوری متر 6 در 4 سانتی‌متر، یعنی قطر لوله 6 سانتی‌متر و قطر گلوگاه ونتوری متر، 4 سانتی‌متر است. در جریان خروجی از لوله به طرف گلوگاه،

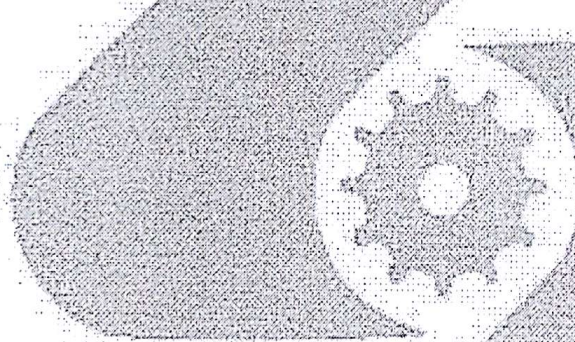


سرعت به مقدار زیادی افزایش و متناظر آن فشار کاهش می‌یابد. مقدار دبی در جریان تراکم ناپذیر تابعی از مقدار نشان داده شده به وسیله مانومتر است.

فشارها در قسمت اولیه و گلوگاه دستگاه فشارهای واقعی هستند و سرعت‌های به دست آمده از معادله برنولی سرعت‌های تئوری خواهند بود. وقتی که در معادله انرژی، افت‌ها را در نظر بگیریم، سرعت‌ها واقعی خواهند بود. ابتدا به کمک معادله برنولی، بدون در نظر گرفتن افت‌ها، سرعت تئوری در گلوگاه را به دست می‌آورند و با ضرب کردن آن در ضریب سرعت C، سرعت واقعی مشخص خواهد شد. سرعت واقعی ضربدر سطح مقطع واقعی گلوگاه دبی واقعی را نشان می‌دهد.

با به کار بردن معادله برنولی و اصل بقای انرژی در حرکت سیالات غیرقابل تراکم به معادله زیر می‌رسیم:

$$\frac{P_1}{(\rho g)} + \frac{V_1^2}{(2g)} + Z_1 = \frac{P_2}{(\rho g)} + \frac{V_2^2}{(2g)} + Z_2 + \Delta H \quad (1)$$



$\frac{P}{\rho g}$: انرژی هیدرواستاتیکی سیال

$\frac{V^2}{2g}$: انرژی جنبشی سیال

Z: انرژی پتانسیل سیال

$\frac{P}{(\rho g)} + \frac{V^2}{(2g)} + Z$: انرژی کلی سیال

افت انرژی کلی بین مقاطع 1 و 2: ΔH

با توجه به معادله برنولی برای هریک از وسایل ونتوری، اوریفیس و روتامتر رابطه خاصی می‌توان به دست آورد. با توجه به این که افت انرژی ΔH در دو انتهای ونتوری ناچیز است، می‌توان از آن صرف‌نظر کرد؛ لذا کاربرد معادله برنولی بین بخش ورودی (1) و گلوگاه دستگاه (2) به صورت زیر نتیجه می‌دهد:

$$\frac{P_1}{(\rho g)} + \frac{V_1^2}{(2g)} = \frac{P_2}{(\rho g)} + \frac{V_2^2}{(2g)} \quad (2)$$

سطح مقطع: A

سرعت متوسط: V



و چون طبق رابطه پیوستگی داریم:

$$\rho V_1 A_1 = \rho V_2 A_2 \quad (3)$$

با حذف V_1 در معادله برنولی خواهیم داشت:

$$V_2 = \left[\frac{2g}{\left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right)} \right]^{1/2} \left(\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} \right)^{1/2} \quad (4)$$

لذا میزان تخلیه خواهد بود:

$$Q = A_2 V_2 = A_2 \left[\frac{2g}{\left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right)} \right]^{1/2} \left(\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} \right)^{1/2} \quad (5)$$

به ترتیب ارتفاع آب در لوله‌های فشارسنج دستگاه می‌باشد. $\frac{P_2}{\rho g}$ و $\frac{P_1}{\rho g}$

اما همان‌طور که می‌دانیم، دبی به دست آمده، دبی حاصل از سرعت تئوری است. اگر سرعت تئوری را در ضریب سرعت C ضرب کنیم، سرعت واقعی و در نتیجه دبی واقعی به دست خواهد آمد.

$$Q_{\text{real}} = A_2 V_2 C = Q V_{\text{real}} \quad (6)$$

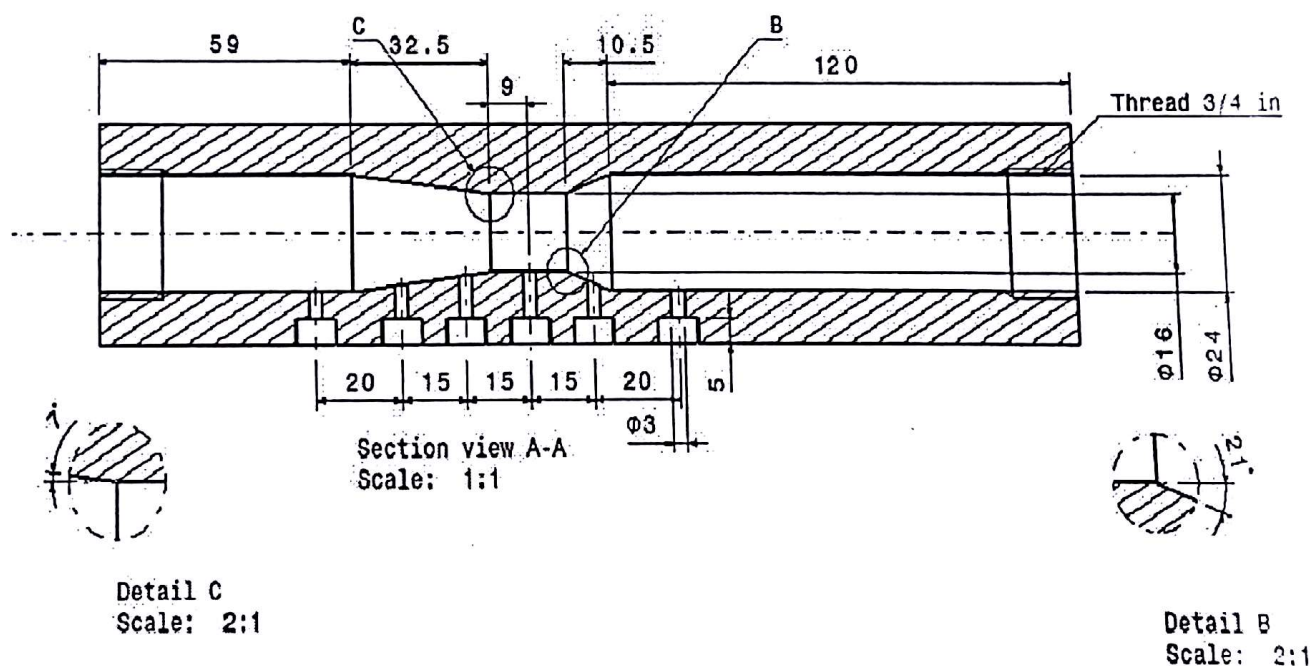
$$Q_{\text{real}} = C A_2 \sqrt{\frac{2g \left(\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} \right)}{1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4}} \quad (7)$$



شرح دستگاه

این دستگاه از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

1. ونتوری متر با قطر پائین دست و بالادست 24 میلی متر و گلوگاه 16 میلی متر و 6 عدد روزنه. (زاویه ونتوری در ورودی جریان 21 درجه و در خروجی آن 7 درجه است).
2. لوله های پیزومتری جهت خواندن فشار استاتیک نقاط مختلف ونتوری
3. شیر کنترل جهت تغییر دبی جریان
4. پمپ باد دستی



شکل (1) - نمای شماتیک از دستگاه ونتوری متر



راه اندازی دستگاه

1. شیرکنترل را در حالتی که دبی کمی از آن عبور کند قرار دهید. (دقت کنید که باید در این آزمایش، دبی را از حالت کم به زیاد تغییر دهید.)
 2. ارتفاع بالا آمده در لوله‌های پیزومتری را خوانده و یادداشت کنید.
 3. به وسیله شیر کنترل، دبی را افزایش دهید و دوباره اختلاف فشار را بخوانید.
- لازم به توضیح است که با استفاده از پمپ باد و شیر تخلیه مربوط به محفظه هوای بالای دستگاه، می‌توان فشار اعمالی به لوله‌های پیزومتری را تنظیم نمود.
4. آزمایش را برای دبی‌های 200 تا 500 لیتر بر ساعت انجام داده و ضریب C را محاسبه کنید. (جهت انجام محاسبات دقیق تر می‌توان رابطه برنولی را بین ورودی h_1 و گلوگاه h_3 بررسی کرد.)

$$A_1 = 0.000452 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 0.000201 \text{ m}^2$$

