

گزارش کار آزمایشگاه اندازه گیری دبی با استفاده از ونتوری متری

۱- مقدمه: هدف از این آزمایش اندازه گیری دبی دجی جریان آب — در یک لوله افقی با استفاده از دستگاه ونتوری متر است. ونتوری متر با ایجاد افت فشار در گلوگاه خود، امکان محاسب دبی را بر اساس اصول بقای هم رانرژی فراهم می کند. این آزمایش به کمک بهتر مفاهیم مکانیک سیالات مانند اصل برنولی، افت فشار و دبی می گذرد.

۲- شرح آزمایش و روش انجام :

۲-۱: شرح آزمایش و روش انجام: آزمایش با استفاده از یک ونتوری متر انجام می شود که در میریک لوله افقی نصب شده است. این ونتوری متر دارای مشخصات زیر است:

لوله اصلی: قطری برابر از $D_1 = 10$ متر، گلوگاه: بخشی با قطر کمتر که $D_2 = 10.5$ متر است مانومتر: برای اندازه گیری اختلاف فشار بین مقاطع ورودی لوله و گلوگاه ونتوری متر، یک مانومتر لایسط متصل شده است. در این آزمایش، مانومتر با آب پر شده است و مستقیماً اختلاف ارتفاع سونت آب (h) را نشان دهد.

• سیستم تأمین و تخلیه سیال: یک پمپ برای ایجاد جریان آب در لوله و سیرهی برای کنترل دبی و تخلیه هوا استفاده می شود.

۲-۲- شرح سیال :

سیال مورد استفاده در این آزمایش آب است و مشخصات آن به شرح زیر است:

چگالی (ρ): 1000 کیلوگرم بر متر مکعب

ویسکوزیته دینامیکی (μ): 0.01 پاسکال بر ثانیه

۲-۳- روش انجام آزمایش: این آزمایش طی چند مرحله انجام می شود تا دبی های مختلف اندازه گیری و ثبت شوند:

۱- آماده سازی دستگاه :

ابتدا از اتصال صحیح ونتوری متر به لوله و اتصال مانومتر اهمیتیان حاصل شود. سیرهی لوله از هوا تخلیه می گردد تا از ایجاد حباب های هوا که می تواند در اندازه گیری فشار اختلاف ایجاد کند جلوگیری شود. این کار معمولاً با باز کردن سیرهی هواگیری در نقاط

مرتفع سیستم انجام می شود.

همچنین می توانیم که شیر اصلی و تنویری متری بسته است و پس از آن، پمپ را روشن می کنیم

۲- تنظیم دبی :

با تنظیم شیر تخلیه پس از تنویری متر، دبی جریان آب در لوله کنترل می شود. در این گزارش

ما ۵ نقطه اندازه گیری (۵ سطح) دبی داریم
برای هر نقطه اندازه گیری، ابتدا اجازه می دهیم جریان کاملاً پایدار شود. این یعنی سطح آب در
هر دو ساق مانومتر ثابت بماند.

۳- ثبت داده ها :

پس از پایداری جریان، مقادیر زیر در هر مرحله ثبت می شوند:
فشار در درونی لوله (P_1) : این فشار معمولاً به عنوان فشار اتمسفر یا فشار نسبی در نظر
گرفته می شود. در این گزارش ما ۵ فشار اتمسفر (101325) با یک لوله به عنوان P_2 در نظر
گرفته ایم.

فشار در حلقه ها : (P_2) : این فشار از طریق مانومتر به دست می آید.
ارتفاع سطح آب در لوله مانومتر (h) : اختلاف سطح بین دو مایع در مانومتر با سطح
اندازه گیری می شود. این اختلاف ارتفاع مستقیماً با آن دهنده اختلاف فشار است.

۴- تکرار اندازه گیری :

مراحل ۳ و ۴ برای حداقل ۵ سطح دبی مختلف تکرار می شوند تا داده های کافی برای تحلیل جمع آوری
گردد. در این گزارش، ما داده های برای ۵ سطح دبی ارائه کردیم.

۵- خاموش کردن دستگاه :

پس از اتمام ثبت داده ها، پمپ خاموش شده و شیرهای مربوطه بسته می شوند.

۲.۴ ملاحظات :

در هنگام اندازه گیری ارتفاع مانومتر، دقت و صحت خوانش بسیار مهم است.
پایداری بودن جریان در هر مرحله اندازه گیری، شرط اساسی برای دقت نتایج است.

با توجه به اینکه مانومتر با آب پر شده است، اختلاف فشار $(P_1 - P_2)$ مستقیماً با ارتفاع h

$$\text{حالی } \rho \text{ مرتبط است:}$$
$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

تئوری آزمایش:

و تئوری متر با یک قسمت مخروطی ورودی یک قسمت استوانه ای کوتاه گلوله (و یک قسمت مخروطی خروجی است) با عبور سیال از و تئوری متری، سرعت سیال در گلوله افزایش یافته و در نتیجه فشار آن کاهش می یابد، این افت فشار مستقیماً با دی عبوری از لوله در ارتباط است.

معادله پیوستگی (بقای جرم): $A_1 v_1 = A_2 v_2 = Q$ که در آن

A_1 و A_2 به ترتیب مساحت مقطع ورودی و گلوله و تئوری متر هستند
 v_1 و v_2 به ترتیب سرعت متوسط سیال در مقطع ورودی و گلوله هستند

Q دی جرمی جریان است.
معادله برنولی (برای دو مقطع ۱ و ۲ با فرض ناچیز بودن (تلاف انرژی در و تئوری متر ایده آل)

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

که در آن P_1 و P_2 به ترتیب فشار در مقطع ورودی و گلوله است.
 ρ چگالی سیال است.

$$Q = C_v A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (A_2/A_1)^2)}}$$

با به ملوکلی تر، با در نظر گرفتن افت فشار واقعی که سیال توسط مانومتر اندازه گیری می شود
(P_m) و چگالی سیال مانومتر (ρ_m):

$$Q = C_v A_2 \sqrt{\frac{2gh(P_m - \rho)}{\rho(1 - (A_2/A_1)^2)}}$$

که در آن: Q کتاب گرانس (تقریباً ۹.۸۱ متر بر مجذور ثانیه)
 C_v ضریب انقباض (یا ضریب تخلیه) و تئوری متری

مشخصات دستگاه سیال

و تئوری متر: قطر ورودی لوله $D_1 = 1.1 \text{ m}$ و قطر گلوله $D_2 = 0.05 \text{ m}$
مساحت ورودی $A_1 = 0.00715 \text{ m}^2$ مساحت گلوله $A_2 = 0.00194 \text{ m}^2$

نسبت مساحت $\frac{A_2}{A_1} = 0.27$

ضریب انقباض $C_v = 0.98$

سیال آب - $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ و $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

جدول داده‌های آزمایش :

شماره	P_1	P_2	h	$(P_1 - P_2)$
۱	۱۰۱۴۲۵	۹۹۰۰۰	۰/۴۴	۲۴۲۵
۲	۱۰۱۴۲۵	۹۷۰۰۰	۰/۴۱	۴۴۲۵
۳	۱۰۱۴۲۵	۹۵۰۰۰	۰/۵۹	۴۴۲۵
۴	۱۰۱۴۲۵	۹۳۰۰۰	۰/۷۷	۸۴۲۵
۵	۱۰۱۴۲۵	۹۱۰۰۰	۰/۹۵	۱۰۴۲۵

۵- برای هر آزمایش دبی واقعی و دبی تئوری باید محاسب شود

محاسبه دبی تئوری با این فرمول

$$Q_{\text{تئوری}} = A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (A_2/A_1)^2)}}$$

نمونه حل برای آزمایش ①

$$Q_{\text{تئوری}} = ۰/۰۰۱۹۴ \sqrt{\frac{2 \times ۲۴۲۵}{۱۰۰۰ \times (1 - ۰/۴۵)^2}} \approx ۰/۰۰۴۳۴ \frac{m^3}{s}$$

محاسبه دبی واقعی با استفاده از ضریب انقباض : (C_v)

$$Q_{\text{واقعی}} = C_v \times Q_{\text{تئوری}}$$

حل نمونه برای آزمایش ①

$$Q_{\text{واقعی}} = ۰/۹۸ \times ۰/۰۰۴۳۴ = ۰/۰۰۵۸۴ \frac{m^3}{s}$$

خطای نسبی بین دبی تئوری و واقعی در هر مرحله قابل محاسب است :

$$Error \% = \frac{|Q_{\text{تئوری}} - Q_{\text{واقعی}}|}{Q_{\text{تئوری}}} \times ۱۰۰$$

$$= \frac{|۰/۰۰۴۳۴ - ۰/۰۰۵۸۴|}{۰/۰۰۴۳۴} \times ۱۰۰ = ۳۴/۷ \%$$

خواسته‌های سوال : لطفاً برای آزمایش‌های شماره ۵ تا ۹ دبی تئوری و دبی واقعی و خطای نسبی بین دبی تئوری و واقعی را به دست آورید و راجع به آن بحث کنید .