

فهرست دستورالعمل دستگاه

- 1 هدف
- 1 مقدمه
- 1 شرح دستگاه
- 1 روش کار با دستگاه
- 2 روش هواگیری از مانومتر ها

هدف

بررسی قوانین موجود در مورد مقاومت اصطکاکی در مقابل حرکت سیال بر حسب نوع جریان
تعیین ضریب ویسکوزیته سیال توسط معادله پواسلی (Hagen-poiseuille) برای جریان آرام (لایه ای)
تعیین ضریب اصطکاک توسط رابطه "دارسی-ویسباخ"

مقدمه

افت انرژی در اثر اصطکاک در داخل یک لوله مستقیم به صورت کاهش فشار ظاهر می شود. اگر جریان مایعی، از لوله عبور کند اختلاف ارتفاع سطوح مایعات در پیزومتر ها، معرف افت انرژی اصطکاکی یا افت فشار (به ازای واحد وزن سیال جاری) می باشد.

شرح دستگاه

دستگاه اصطکاک در لوله شامل یک لوله مستقیم به طول 60 cm، قطر اسمی 3 mm و سطح مقطع 7.1 mm^2 می باشد که جریان از یک سمت وارد آن شده و از سمت دیگر خارج می گردد. به وسیله این دستگاه می توان دو رژیم جریان آرام (Laminar) و متلاطم (Turbulent) را به وجود آورد. دستگاه توسط جریان آب شهر تغذیه می شود (در صورتی که مقدار املاح آب شهر زیاد باشد بهتر است از یک میز هیدرولیک که دارای آب مقطر است، عبوری تغذیه دستگاه استفاده شود).

برای ایجاد جریان متلاطم، آب دستگاه مستقیماً از جریان آب شهر تامین می گردد و دبی جریان نسبتاً بالاست. به منظور ایجاد جریان آرام، یک تانک (مخزن) در ارتفاع حدوداً یک متری نسبت به لوله جریان، تعبیه شده است که توسط آب شهر از آب پر می شود. به منظور تخلیه آب اضافی مخزن، از یک لوله سرریز استفاده شده است.

در ابتدا و انتهای لوله (در فاصله 60 سانتیمتری از یکدیگر)، دو مانومتر جهت اندازه گیری اختلاف فشار ابتدا و انتهای لوله، و در نتیجه افت فشار در طول لوله، تعبیه شده است. واضح است که در افت فشار های کم (معمولاً جریان آرام) از مانومتر تفاضلی آبی و درافت فشارهای بالا (معمولاً جریان آشفته) از گیج های عقربه ای استفاده می شود. برای اندازه گیری دبی آب در لوله از یک ظرف مدرج و کرومومتر استفاده می شود. دبی جریان توسط شیر ربع گرد خروجی لوله قابل تنظیم است.

روش کار با دستگاه :

1- شیر مخزن و شیر جریان ورودی دستگاه را باز نمایید تا مخزن از آب پر شود. سپس شیرها را ببندید.

2- با استفاده از جریان آب شهر، مانومترها را به روش شرح داده شده در بخش هواگیری مانومترها هواگیری نمایید.

3- به منظور انجام آزمایش اصطکاک در جریان آرام، شیر خروجی لوله و شیر مخزن آب را باز نموده و جریان را برقرار نمایید. دبی جریان با استفاده از شیر خروجی لوله 60 cm قابل تنظیم است و توسط ظرف مدرج و کرنومتر اندازه گیری می شود.

4- برای ایجاد جریان متلاطم، دستگاه از جریان آب شهر تغذیه شده و افت فشار توسط گیج های عقربه ای اندازه گیری می شود.

روش هواگیری مانومترها :

قبل از شروع آزمایش می بایست دستگاه را هواگیری نمود. به این ترتیب که ابتدا، تمامی شیرهای دستگاه اعم از شیر خروجی لوله 60 سانتی متری، شیرهای هواگیری و شیرهای ورودی هوای مانومترها در حالت بسته باشد. پس از اتصال دستگاه به جریان آب شهری یا میز هیدرولیک، شیر ورودی لوله را باز نمایید. به منظور هواگیری مانومتر آبی، شیر ربع گرد هواگیری منیفولد سمت چپ (منیفولد مربوط به مانومتر آبی) را باز نمایید و اجازه دهید جریان آب و در نتیجه حباب های درون شیلنگ های شفاف مانومتر، از این قسمت خارج شوند. (توجه داشته باشید در این حالت شیر اگزوزی سمت راست منیفولد بسته باشد) پس از اطمینان از خروج کلیه حباب ها، شیر هواگیری را بسته، سپس شیر ورودی آب را هم بسته و جریان آب ورودی به دستگاه را هم قطع کنید. سپس با باز کردن شیر خروجی لوله و شیر ربع گرد اگزوزی سمت راست منیفولد به مقدار کم، اجازه دهید مقدار کمی (دلخواه) هوا از بالای مانومتر وارد آن شود. بعد از این که سطح آب درون شیلنگ ها به میزان دلخواه پایین آمد مجدداً شیر ورودی هوا را ببندید تا دیگر هوا وارد نشود.

فهرست دستور آزمایش ها

- 1 هدف
- 1 تئوری
- 3 روش انجام آزمایش
- 4 خواسته ها

هدف :

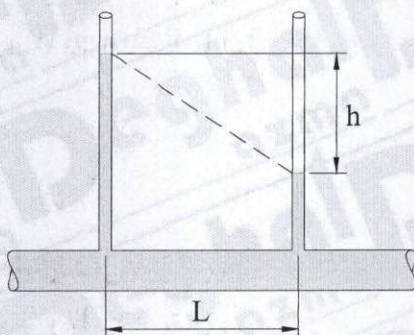
بررسی قوانین موجود در مورد مقاومت اصطکاکی در مقابل حرکت سیال بر حسب نوع جریان
تعیین ضریب ویسکوزیته سیال توسط معادله پواسلی (Hagen-poiseuille) برای جریان آرام (لایه ای)
تعیین ضریب اصطکاک توسط رابطه "دارسی-وایسباخ"

تئوری :

افت انرژی در اثر اصطکاک در داخل یک لوله مستقیم به صورت کاهش فشار ظاهر می شود. اگر جریان مایعی، از لوله
شکل (1) عبور کند اختلاف ارتفاع سطوح مایعات (h) در پیزومترهای A و B معرف افت انرژی اصطکاکی یا افت
فشار (به ازای واحد وزن سیال جاری) می باشد.

نظر به اینکه افت فشار به ازای واحد وزن سیال دارای بعد طول است به آن افت هد یا افت ارتفاع هم می گویند.

$$h = h_1 - h_2$$



شکل 1: افت فشار در طول L

برای جریان آرام در لوله داریم :

$$\frac{h}{L} = \frac{32 \mu u}{\rho g D^2} \quad (1)$$

μ : ویسکوزیته

u : سرعت متوسط سیال در داخل لوله

ρ : دانسیته سیال

D : قطر لوله

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu} \quad (2)$$

$$\frac{h}{L} = \left(\frac{64}{Re} \right) \times \left(\frac{u^2}{2 g D} \right) \quad (3)$$

برای جریان آشفته و آرام از رابطه دارسی استفاده می شود :

$$h / L = \left(\frac{f}{D} \right) \times \left(\frac{u^2}{2 g} \right) \quad (4)$$

f ضریب اصطکاک لوله

مقدار f برای جریان آرام تنها به Re بستگی دارد.

$$f = \frac{64}{Re} \quad (5)$$

f در جریان آشفته تابعی است از زبری نسبی داخلی لوله و عدد رینولدز جریان

$$f = F(Re, \varepsilon / d) \quad (6)$$

برای محاسبه f در جریان آشفته تجربیات زیادی انجام گرفته است که به فرمول کلی (فرمول کلبروک) زیر منجر شده است.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log \left(\frac{\varepsilon}{d} + \frac{9.28}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (7) \quad \text{: Colebrook Equation}$$

$$Re < 2100$$

laminar

$$2100 < Re < 5000$$

transition

$$5000 < Re$$

turbulent

در جریان آشفته برای لوله های صاف ضریب اصطکاک تنها تابع عدد رینولدز است. یکی از معادلاتی که برای محاسبه ضریب اصطکاک در این لوله ها استفاده می شود، معادله بلازیوس است که برای $Re \leq 10^5$ صادق است:

$$f = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} \quad (8)$$

در عمل رابطه h/L بر حسب سرعت را بصورت رابطه زیر نشان می دهند که k و n برای یک جریان و لوله معین ثابت می باشد.

$$\frac{h}{L} = K u^n \quad (9)$$

مقدار n در ناحیه جریان آشفته بین 1.7 تا 2 می باشد و به عدد رینولدز و زبری سطح داخلی لوله بستگی دارد.

روش انجام آزمایش :

قبل از شروع آزمایش ابتدا می بایست دستگاه را هوا گیری نمود. این کار توسط تکنسین آزمایشگاه صورت خواهد گرفت. سپس آزمایش را در دو مرحله (که در یکی معمولاً جریان آرام است و در دیگری معمولاً جریان آشفته) انجام دهید.

مرحله اول : جریان آرام

برای انجام مرحله اول آزمایش، شیر ورودی دستگاه و جریان آب شهر را باز کنید. سپس شیر ورودی تانک آب را باز نمایید تا اینکه تانک پر شود. پس از پر شدن تانک، شیر ورودی دستگاه را بسته، شیر خروجی تانک و شیر ربع گرد ورودی تانک به لوله را باز کنید تا آب از تانک به داخل لوله مورد آزمایش هدایت شود. توسط مانومتر تفاضلی آبی می توان افت فشار (افت هد) را قرائت نموده و نتیجه را یادداشت کرد. با بستن تدریجی شیر ربع گرد در انتهای لوله، این مرحله از آزمایش را برای چند دبی مختلف انجام دهید. اندازه گیری دبی در هر مرحله توسط ظرف مدرج و کروномتر انجام می گیرد. سپس جدول زیر را تکمیل نمایید.

ضریب ویسکوزیته μ	عدد رینولدز Re	ضریب اصطکاک f	سرعت جریان $u(m/s)$	$\Delta P (Pa)$	اختلاف ارتفاع (mm)	دبی آب در لوله (m^3/sec)	
							جریان آرام

مرحله دوم : جریان آشفته

برای انجام مرحله دوم آزمایش، دقت داشته باشید که شیرهای هواگیری باز نباشد. شیر ربع گرد ورودی و خروجی تانک را بسته و شیر ورودی دستگاه را باز نمایید. نظر به اینکه در چنین حالتی فشار خروجی پمپ در لوله مورد آزمایش اثر دارد لذا معمولاً جریان آشفته برقرار می شود. در این مرحله چون افت فشار زیادتر است از گیج های عقربه ای برای تعیین آن استفاده می شود. مقدار دبی را می توان با استفاده از ظرف مدرج و کروномتر تعیین نمود. با بستن تدریجی شیر ربع گرد مستقر در انتهای لوله این مرحله از آزمایش را برای چند دبی مختلف انجام داده و جدول زیر را تکمیل نمایید.

ضریب ویسکوزیته μ	عدد رینولدز Re	ضریب اصطکاک f	سرعت جریان $u(m/s)$	$\Delta P (Pa)$	اختلاف فشار bar	دبی آب در لوله (m^3/sec)	
							جریان متلاطم

لازم است که درطول آزمایش دمای متوسط آب اندازه گیری شود.

خواسته ها :

نظر به اینکه افت فشار اندازه گیری شده در مرحله دوم آزمایش بر حسب میلی متر جیوه است لذا می بایست تفاضل ارتفاع مانومترها $(h_1 - h_2)$ در عدد 13/55 ضرب گردد تا به میلی متر آب تبدیل گردد.

1. مقدار ضریب اصطکاک (f) را از رابطه داری بدست آورید. مقادیر f بدست آمده از رابطه داری را بر حسب عدد رینولدز (Re) رسم نمایید. به کمک نمودار زبری نسبی را بدست آورید.

2. تغییرات $\log h/L$ را بر حسب $\log u$ رسم کنید و مقدار n رابدست آورید.

3. به کمک رابطه $poiseuille$ مقدار ضریب ویسکوزیته را بدست آورید و با مقدار بدست آمده از نمودار 3 مقایسه کنید.

4. برای هر لوله از معادله $colebrook$ زبری نسبی را بدست آورده و با داشتن d زبری مطلق را حساب کنید.