روز و تاریخ : { دوشنبه / 93/8/5

عنوان آزمایش :

رینولدز

ساعت : ۲ بعدازظهر

اعضای گروه :

آرمین بیات

میلاد محمدی

علیرضا معصومی

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

آزمایشگاه مکانیک سیالات

۱- هدف:

مشاهده جریان در حالت آرام، انتقالی و اغتشاشی و بدست آوردن و مقایسه عدد رینولدز در این سه حالت

مقدمه :

در بررسی و محاسباتی که برای جریان در لوله ها انجام می شود، دانستن نوع جریان بسیار مهم است. به طوریکه جریان آرام یک خط منظم و پیوسته ، جریان متلاطم حرکت های کاتوره ای را داراست. در میان این دو جریان ، جریان انتقالی نیز وجود دارد که با توجه به تعریف رینولدز بایستی عددی میان رینولدز آرام و متلاطم باشد.

۲- فهرست علائم:

رینولدز ، بی بعد	Rey
سرعت متوسط جریان در لوله ، متر بر ثانیه	$v(m/s)$
قطر لوله ، متر	$d\ (m)$
چگالی ، کیلو گرم بر متر مکعب	$\rho(kg/m^3)$
ویسکوزیته ، پاسکال در ثانیه	$\mu(Pa.s)$
حجم ، متر مکعب	$V(m^3)$
زمان ، ثانیه	$t(s)$
دبی، متر مکعب بر ثانیه	$Q(m^3/s)$
سطح مقطع لوله ، متر مربع	$A(\mathrm{m}^2)$

۳- کمیت های مستقل قطعی:

قطر لوله – چگالی – ویسکوزیته

۴- کمیت های مستقل اندازه گیری:

زمان با خطای اندازه گیری $\pm 0.005\ s$

حجم با خطای اندازه گیری $\pm 1\ ml$

۵- روابط و کمیت های وابسته محاسباتی

$$Q = \frac{V}{t} \quad \rightarrow \delta Q = \left|\frac{\partial Q}{\partial V}\right| \delta V + \left|\frac{\partial Q}{\partial t}\right| \delta t \quad \rightarrow \delta Q = \left(\frac{1}{t}\right) \delta V + \left(\frac{V}{t^2}\right) \delta t$$

$$v = \frac{Q}{A} \quad \rightarrow \delta v = \left(\frac{\partial v}{\partial Q}\right) \delta Q \quad \rightarrow \delta v = \left(\frac{1}{A}\right) \delta Q$$

$$Rey = \frac{\rho v D}{\mu} \quad \rightarrow \quad \delta Rey = \left(\frac{\rho D}{\mu}\right) \delta v$$

۶-جداول: (کلیه ی واحدها در انجام محاسبات به متریک تبدیل شده است.)

جدول ۱-۲ شرایط فیزیکی آزمایشگاه

Pressure(mmHg)	Temperature(℃)
666.4	20

جدول ۲-۲ داده های بدست آمده از آزمایش رینولدز

متلاطم		انتقالی		آرام	
$t(s)$	$V(ml)$	$t(s)$	$V(ml)$	$t(s)$	$V(ml)$
7.53 ± 0.005	112 ± 1	17.93 ± 0.005	58 ± 1	26.43 ± 0.005	18 ± 1
7.45 ± 0.005	79 ± 1	18.44 ± 0.005	61 ± 1	20.35 ± 0.005	9 ± 1
1.88 ± 0.005	126 ± 1	11.19 ± 0.005	44 ± 1	10.53 ± 0.005	22 ± 1

از جداول برای دمای آزمایش داریم:

$$\rho = 998.2\ \frac{kg}{m^3} \quad , \quad \mu = 1.005 * 10^{-3}\ \frac{N.s}{m^2}$$

و قطر لوله ی آزمایش:

$$d = 10\ mm$$

$$A = \frac{\pi}{4}.d^2 \rightarrow A = 7.85*10^{-5}$$

جدول ۳-۴ دبی، سرعت و عدد رینولدز برای جریان های آرام، انتقالی و متلاطم

نوع جریان	جهت جریان	$Q(m^3/s)$	$v(m/s)$	Rey	$\sum Rey$
آرام	رفت اول آرام » متلاطم	1.33E-06 ±0.0000000335	1.70E-02 ±0.000427	168.62159 ± 4.24	250.9846
	برگشت اول متلاطم » آرام	2.38E-06 ±0.0000000668	3.03E-02 ±0.000850	300.51372 ± 8.44	
	رفت دوم آرام » متلاطم	2.24E-06 ±0.0000000667	2.86E-02 ±0.000850	283.81851 ± 8.44	
انتقالی	رفت اول آرام » متلاطم	4.96408E-06 ±0.0000000670	6.32E-02 ±0.000852	627.78774 ± 8.46	615.6178
	برگشت اول متلاطم » آرام	4.79735E-06 ±0.0000000847	6.11E-02 ±0.00108	606.70297 ± 10.71	
	رفت دوم آرام » متلاطم	4.84211E-06 ±0.000000108	6.17E-02 ±0.00137	612.3626 ± 13.63	
	رفت اول	9.99021E-06	1.27E-01	1263.4232 ± 13.00	1252.615

متلاطم	آرام » متلاطم	± 0.000000103	± 0.00131	
	برگشت اول متلاطم » آرام	1.10895E-05 ± 0.000000102	1.41E-01 ± 0.00131	1402.4461 ± 12.98
	رفت دوم آرام » متلاطم	8.63454E-06 ± 0.000000104	1.10E-01 ± 0.00133	1091.9771 ± 13.24

۷- منابع خطای آزمایش:

الف)خطاهای انسانی از قبیل نگه داشتن زمان کرنومتر و حجم آب جمع شده؛

ب)در هنگام آزمایش به دلیل حساسیت بالای جریان در عبور از ناحیه ی انتقالی(گذار)، سر و صدا، تکان خوردن میز و ارتعاش ناشی از پمپ باعث خطاهای بسیار زیادی شده؛

ج)هنگام رفت از ناحیه ی آرام به متلاطم و بالعکس در برقراری و تشخیص ناحیه ی انتقالی دچار مشکل شدیم که باعث خطا میشود و حتی در قسمتی مجبور به تکرار کار شدیم؛

د)خطاهای دستگاه از قبیل چکه کردن شیر و اتصالات؛

ه)لوله ی دستگاه به علت کهنگی (زبری) در نوع جریان تاثیر داشت.

۸- نتیجه گیری:

همانطور که از قبل با توجه به فرمول رینولدز پیش بینی میشد با افزایش سرعت، عدد رینولدز افزایش و به طبع آن نوع جریان تغییر کرد. به دلیل خطای زیاد آزمایش عدد رینولدز در ناحیه ی انتقالی و متلاطم بسیار کمتر از آنچه در مراجع آمده (یعنی عدد رینولدز در حدود ۲۳۰۰ الی ۳۰۰۰ برای ناحیه ی انتقال و اعداد بیشتر برای ناحیه ی متلاطم) بدست آمد. عدد رینولدز ناحیه ی انتقال برای آزمایش ما حدود ۶۱۵ بدست آمد. اما با توجه

به اینکه عدد رینولدز بحرانی یا ناحیه گذار تا حدود زیادی تابع شرایط آزمایش و شرایط لوله از قبیل زبری، مدت استفاده از آن و... است این عدد ممکن است برای آزمایش ما منطقی باشد. همچنین با توجه به سنگین بودن آب همدان و بالا بودن میزان املاح آن، امکان رسوب در دیواره لوله و بالا رفتن میزان زبری امکان‌پذیر است، که این خود می‌تواند به اغتشاش زود هنگام جریان و پایین آمدن عدد رینولدز حالت گذار کمک کند.

همچنین می بینیم که در حالت جریان از آرام به متلاطم نسبت به جریان از متلاطم به آرام، عدد رینولدز ناحیه گذار بیشتر است. شاید دلیل این باشد که؛ هنگام برگشت از ناحیه ی متلاطم به آرام شرایط ناحیه ی گذار دیرتر و مشکل تر برقرار میشود. همانگونه که در آزمایش هم مجبور شدیم شیر را بسیار بیشتر از آنچه در حالت رفت بستیم، ببندیم و این سرعت را کاهش میداد و عدد رینولدز پایین میامد.