روز و تاریخ : { دوشنبه 91/8/8

عنوان آزمایش :

ویسکوزیته سیالات

ساعت : ۲ بعدازظهر

اعضای گروه :

مسعود یادگاری

وحید زارعی

ساسان نبی زاده

محسن یارمحمدی

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

آزمایشگاه مکانیک سیالات

۱- هدف:

محاسبه ویسکوزیته سیالات مختلف در آزمایشگاه و مقایسه آن با مقدار تئوری

۲- فهرست علائم:

قطر گلوله ، متر	$d\ (mm)$
شتاب ثقل ، متر بر مجذور ثانیه	$g(m/s^2)$
ارتفاع لوله ، متر آب	$h(\mathrm{m})$
فشار ، پاسکال	$P(\mathrm{pa})$
دما ، درجه سلسیوس	$T(^{\circ}\mathrm{c})$
زمان ، ثانیه	$t(s)$
سرعت گلوله ، متر بر ثانیه	$v(m/s)$
ویسکوزیته ، پاسکال در ثانیه	$\mu(Pa.s)$
ویسکوزیته میانگین ، پاسکال در ثانیه	$\mu_{ave}(Pa.s)$
چگالی سیال ، کیلو گرم بر متر مکعب	$\rho_l(kg/m^3)$
چگالی گلوله ، کیلو گرم بر متر مکعب	$\rho_s(kg/m^3)$

۳- کمیت های مستقل قطعی:

چگالی- شتاب ثقل- ارتفاع لوله ها- قطر گلوله ها

۴- کمیت های مستقل اندازه گیری:

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

۵- روابط و کمیت های وابسته محاسباتی:

$$\mu = \frac{2}{9} r^2 g \left(\frac{\rho_s - \rho_l}{x}\right) t \qquad \rightarrow \qquad \delta\mu = \frac{2}{9}\, r^2 g\, \left(\frac{\rho_s - \rho_l}{x}\right)\delta t$$

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

جدول ۱-۱ شرایط فیزیکی آزمایشگاه	
Pressure(mmHg)	**Temperature(℃)**
۶۶۶.4	**20**

$$\rho_{\text{روغن موتور}} = 890\ \frac{kg}{m^3}\ ,\ \rho_{\text{روغن خوراکی}} = 950\ \frac{kg}{m^3}\ ,\ \rho_{\text{گلیسیرین}} = 1266\ \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{\text{فولاد}} = 7800\ \frac{kg}{m^3}$$

جدول ۲-۱ داده های بدست آمده برای سه سیال (روغن موتور، روغن خوراکی و گلیسیرین) در آزمایش ویسکوزیته				
قطر گلوله $d\ (mm)$	**مراحل↓**	$t(s)$ **روغن موتور**	$t(s)$ **روغن خوراکی**	$t(s)$ **گلیسیرین**
۳,۲ mm	**1**	**1.37±0.005**	**0.48±0.005**	**2.81±0.005**
	2	**1.43±0.005**	**0.56±0.005**	**2.78±0.005**
	3	**1.31±0.005**	**0.5±0.005**	**2.9±0.005**
2.5 mm	**1**	**4.08±0.005**	**0.74±0.005**	**5.06±0.005**
	2	**4.06±0.005**	**0.78±0.005**	**4.81±0.005**
	3	**4.12±0.005**	**0.76±0.005**	**4.98±0.005**

جدول ۳-۱ ویسکوزیته روغن موتور در شرایط فیزیکی آزمایشگاه			
قطر گلوله $d\ (mm)$	**مراحل↓**	$\mu(Pa.s)$	$\mu_{ave}(Pa.s)$
۳,۲ mm	**1**	**0.301896±0.001102**	**0.425773**

	2	**0.315117±0.001102**	
	3	**0.288674±0.001102**	
2.5 mm	**1**	**0.548753±0.00۰۶۷۲**	
	2	**0.546063±0.00۰۶۷۲**	
	3	**0.554133±0.00۰۶۷۲**	

جدول ۴-۱ ویسکوزیته روغن خوراکی در شرایط فیزیکی آزمایشگاه			
قطر گلوله $\boldsymbol{d\ (mm)}$	**مراحل↓**	$\boldsymbol{\mu(Pa.s)}$	$\boldsymbol{\mu_{ave}(Pa.s)}$
۳,۲ mm	**1**	**0.104855±0.00۱۰۹۲**	**0.106734**
	2	**0.122331±0.00۱۰۹۲**	
	3	**0.109224±0.00۱۰۹۲**	
2.5 mm	**1**	**0.098664±0.00۰۶۶۷**	
	2	**0.103998±0.00۰۶۶۷**	
	3	**0.101331±0.00۰۶۶۷**	

جدول ۵-۱ ویسکوزیته گلیسیرین در شرایط فیزیکی آزمایشگاه			
قطر گلوله $\boldsymbol{d\ (mm)}$	**مراحل↓**	$\boldsymbol{\mu(Pa.s)}$	$\boldsymbol{\mu_{ave}(Pa.s)}$
۳,۲ mm	**1**	**۱.۰58552±0.00۱۰۴۲**	**1.060961**
	2	**۱,۰57927±0.00۱۰۴۲**	
	3	**۱,۰60427±0.00۱۰۴۲**	
2.5 mm	**1**	**۱,۰64352±0.00۰۶۳۶**	
	2	**۱,۰61173±0.00۰۶۳۶**	
	3	**۱,۰63335±0.00۰۶۳۶**	

۷- منابع خطای آزمایش :

ابتدا خطای ویسکوزیته آزمایشگاهی را نسبت به مقدار تئوری محاسبه میکنیم؛

جدول ۶-۱ مقایسه ویسکوزیته میانگین داده های آزمایشگاهی و تئوری برای سه سیال (روغن موتور، روغن خوراکی و گلیسیرین)			
نام سیال	$\mu_{the}(Pa.s)$	$\mu_{ave}(Pa.s)$	**درصد خطا**
روغن موتور	**0.54**	**0.425773**	**21.153%**
روغن خوراکی	**0.12**	**0.106734**	**11.055%**
روغن گلیسیرین	**1.5**	**1.060961**	**29.269%**

حال خطاها را به صورت زیر بیان میکنیم:

الف) خطای انسانی از قبیل دقت کار با کرنومتر و خطای دید. در این آزمایش سرعت عمل هنگام کار با کرنومتر بسیار زیاد در نتیجه تاثیر دارد. به خصوص برای روغن خوراکی که ویسکوزیته کمی داشت و گلوله خیلی سریع به انتهای لوله می رسید؛

ب) مخلوط شدن سیال ها به هنگام تغییر سیال مورد آزمایش و انداختن گلوله از یک لوله به لوله ی دیگر که باعث ناخالص شدن سیال و تغییر در چگالی می شود و نهایتا منجر به بروز خطا در محاسبه ی ویسکوزیته می گردد؛

ج) ممکن است ویسکوزیته ی تئوری از نمودارهای موجود در کتب مرجع با خطا بدست آمده باشد که در مقایسه ی نتایج تاثیر دارد؛

د) در فرمول ها فرض بر این است که گلوله با سرعت ثابت مسیر ۱۷۵ میلیمتری درون سیال را طی کرده است، در صورتی که در ابتدای حرکت گلوله (نرسیده به سیال) حرکت شتابدار بوده که در نتیجه بر حرکت گلوله در سیال تاثیر گذاشته و باعث می شود حرکت دقیقا به صورت سرعت ثابت نباشد و این یعنی پیش فرض های موجود در شکل گیری معادله رعایت نشده است؛

ه)مقادیر قطر گلوله ی مورد آزمایش و ارتفاع لوله سیال که توسط مسئول آزمایشگاه در اختیار ما گذاشته شد، ممکن است دقیق نباشند. همچنین ممکن است گلوله کاملا به صورت کروی نباشد.

و)معادلات مورد استفاده برای محاسبه ی ویسکوزیته برای جریان خزشی با سرعت حد خیلی کم صادق هستند در حالی که سرعت حد گلوله در این آزمایش زیاد بوده و در نتیجه پیش فرض های معادلات را ارضا نمی کند و این خود باعث افزایش درصد خطا بین ویسکوزیته تئوری و ویسکوزیته آزمایشگاهی می گردد.

۸- نتیجه گیری:

هنگامی که قطر گلوله افزایش می یابد، به علت افزایش وزن، سرعت افزایش و در نتیجه زمان عبور گلوله کاهش می یابد. با توجه به فرمول در تئوری با افزایش سرعت باید ویسکوزیته کاهش یابد. در عمل این نتیجه در مورد روغن موتور و گلیسیرین صدق می کند ولی در مورد روغن خوراکی اینطور نیست و این نشان از خطای آزمایش در اندازه گیری زمان دارد. در هنگام انجام آزمایش هم دیدیم که گرفتن زمان در این مورد خیلی سخت بود.

با کاهش قطر گلوله نیروی دراگ وارده کم می شود و با توجه به اینکه سرعت با دراگ رابطه ی مستقیم دارد پس سرعت هم کم می شود که دیدیم در آزمایش هم چنین بود.

در آخر اینکه خطای این آزمایش زیاد بوده و علت اصلی این خطا، اندازه گیری زمان و استفاده از معادلاتی است که برای شرایط این آزمایش صدق نمی کنند.

پیشنهاد می شود ارتفاع لوله ی آزمایش بیشتر گردد و یا اینکه از سنسورهایی برای اندازه گیری زمان استفاده شود تا خطا کم گردد.