دانشکده ی مهندسی مکانیک

آزمایشگاه سیالات

آزمایش موییننگی (لوله های موین)

تهیه شده توسط احسان عامری

تحت نظارت دکتر مقیمی

سؤالات اساسی

- لوله ی مویین چیست ومعیار ساخت آن تا چه میزان است؟
- چند نمونه از کاربرد های لوله های مویین در طبیعت را نام ببرید؟
- نیروهای موثر در فرآیند موییننگی را نام ببرید.
- منظور از زاویه سطح مایع با دیواره چیست و چرا این زاویه تشکیل می گردد؟
- شکل محدب و یا مقعر برای سیالات مختلف در داخل لوله های مویین ناشی از چیست؟

هدف آزمایش

اندازه گیری افزایش سطح موییننگی تولید شده در لوله های مویین با قطر های داخلی مختلف

مبانی آزمایش

موییننگی یکی از پدیده‌های فیزیکی ناشی از نیروهای چسبندگی سطحی است. اثر موییننگی روند یا جریانی است که باعث می شود مایع از درون خاک و از طریق ریشه و ساقه های گیاهان بالا آید و به شاخه ها و برگ ها برسد. نفوذ و عبور آب از دستمال کاغذی نیز ناشی از همین جریان است.[۱]

وقتی که یک استوانه ی شیشه ای با قطر کم داخل داخل مایع قرار می گیرد، سطح مایع داخل لوله ممکن است بالاتر یا پایین تر از سطح آزاد مایه بیرون لوله قرار گیرد که این موضوع بستگی به زاویه ی برخورد سطح مایع های مختلف با آن سطح دارد. در مایعاتی مانند آب که سطح لوله را خیس می کنند، نتیجه افزایش سطح مایع داخل لوله است در حالیکه در مایعاتی که سطح لوله را خیس نمی کنند مانند جیوه نتیجه برعکس است.[۲] اگر یک لوله مویین شیشه‌ای را در سیالی مانند آب قرار دهیم آب در لوله بالا می‌رود و سطح آن کاو (مقعر) خواهد بود اما اگر همین لوله را در جیوه مایع قرار دهیم، جیوه از سطح قبلی خود پایین‌تر می‌ایستد

و سطح کوژ (محدب) پیدا می‌کند. بین مولکول‌های آب و شیشه نیروی چسبندگی سطحی قوی‌تر از نیروی پیوستگی بین مولکول‌های آب با یکدیگر است بنابراین مولکول‌های آب هرچه بیشتر به طرف مولکول‌های شیشه در سطح داخلی لوله موئین کشیده می‌شوند و در لوله بالا می‌روند. اما در مورد جیوه برعکس، نیروی پیوستگی بین مولکول‌های جیوه با یکدیگر قوی‌تر از نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های جیوه و شیشه است پس مولکول‌های جیوه به طرف مرکز لوله کشیده می‌شوند و در سطحی برجسته تجمع می‌یابند.[۱]
نیروی جاذبه ای که بر سطح مایه افزایش یافته اعمال می شود باید با توسط کشش سطحی خنثی گردد .این نیرو روی محیط لوله عمل می کند، لذا داریم:

$$\rho g h \frac{\pi d^2}{4} = d(cos\theta)\sigma\pi$$

$$h = \frac{(4\sigma cos\theta)}{\rho g d}$$

d قطر داخلی لوله است.

اگر مایع سطح دیواره ی لوله را خیس کند، زاویه ی برخورد سطح یا θ صفر است، بنابراین داریم:

$$h = \frac{4\sigma}{gd\rho}$$

در این رابطه h افزایش سطح مایع داخل لوله است بر حسب میلی متر ،σ کشش سطحی بین آب و دیواره ی لوله به مقدار ۰,۰۷۴ متر بر نیوتن، متر،ρچگالی آب برابر ۰,۹۹۷ گرم بر سانتی متر مکعب ، g شتاب گرانش زمین بر حسب نیتون متر بر مجذور ثانیه و d قطر داخلی بر حسب متر برای هر لوله است.

این اثر مویینگی ممکن است باعث خطاهای جدی در هنگام اندازه گیری های مختلف شود البته فقط برای لوله های با قطر خیلی کوچک.[۲]

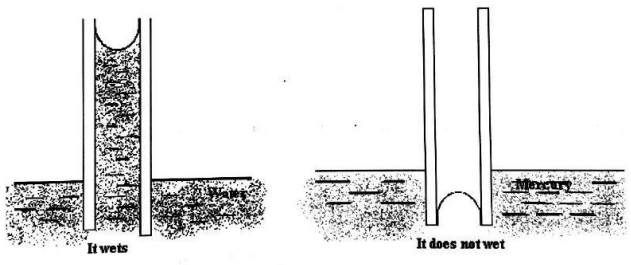


Figure 3.5.1

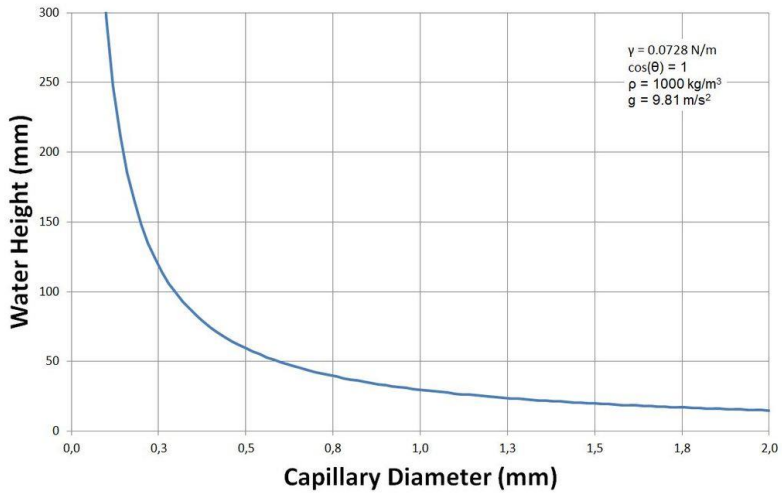
شماتیکی عملکرد اثر مویینگی برای دو نوع سیال مختلف[۲]

شرح دستگاه

دستگاه آزمایش مویینگی موجود در آزمایشگاه سیالات دارای بخش‌های مختلف زیر است:

سه لوله ی مویین با قطر های داخلی ۱,۲، ۱,۷ و ۲,۲ میلی متر به همراه صفحه ی مدرج نگه دارنده

نمایی از شکل دستگاه آزمایش مویینگی در آزمایشگاه سیالات دانشگاه علم و صنعت ایران



نمایی از ارتفاع آب در مویینگی در برابر قطر مویینگی[۱]

در شکل (۴-۲) نمایی از دستگاه آزمایش مویینگی و لوله های مویین آن مشخص است. هم چنین در شکل (۴-۳) نمایی از ارتفاع آب در مویینگی در برابر قطر مویینگی نشان داده شده است که جالب توجه است. با توجه به این نمودار هرچه قطر لوله ی مویین کم تر باشد، ارتفاع آب داخل لوله ی مویین بیش تر است. در ادامه به روش انجام آزمایش اشاره می‌شود.

روش انجام آزمایش و خواسته ها

۱- ابتدا مطمئن شوید که لوله های مویین کاملا تمیز باشند.

۲- صفحه ی لوله های مویین را داخل محفظه ی آب با سطح مشخصی از آب قرار دهید به طوری که لوله های مویین کاملا داخل آب قرار گیرند.

۳- ارتفاع آب داخل هر لوله را رو به روی قطر داخلی مشخص شده یادداشت کنید.(دقت شود که این ارتفاع آب نسبت به سطح آزاد آب در بیرون لوله است.)

۴- می توانید برای بهتر خواندن ارتفاع آب داخل هر لوله، سطح آزاد آب داخل محفظه را کم یا زیاد نمایید.

۵- برای دقت در یادداشت ارتفاع آب داخل هر لوله می توان از صفحه ای برای علامت زدن یا عکس برداری استفاده نمود.

۶- با استفاده از فرمول $\mathrm{h}_{calculation} = \frac{4.\sigma}{\rho.g.d}$ مقدار ارتفاع آب داخل لوله را محاسبه کنید و با مقدار تجربی مقایسه نمایید. ($\sigma = 0.074\ N/m$) [۲]

جدول ثبت داده‌ها در هر بار آزمایش

d (mm)	h (mm)	Calculated h (mm)
1.2		
1.7		
2.2		

نمونه نتایج و محاسبات

d (mm)	h (mm)	Calculated h (mm)
1.2	۵	۲۵,۲۴

$$h = \frac{4\sigma}{gd\rho}$$

$$h(mm) = \frac{4 * 0.074(\frac{N}{m})}{9.8(\frac{N}{kg}) * 1.2 * 0.001(m) * 0.997(\frac{gr}{cm^3})}$$

$$h = 25.25\ (mm)$$

مراجع

[1] https:// wikipedia.org

[2] Edibon Co. /Manuals/Spain

تهیه شده توسط احسان عامری

تحت نظارت دکتر مقیمی

این اطلاعات متعلق به دانشکده ی مهندسی مکانیک دانشگاه علم و صنعت می باشد.