بالایی به اندازه ΔL جا به جا می شود و خط عمودی AB به موقعیت A'B' تغییر شکل می دهد . صفحه بالایی با سرعت ثابت U حرکت خواهد کرد .ذرات سیالی که در مجاورت صفحه بالایی قرار دارند سرعتی برابر با سرعت U دارند . سیال بین دو صفحه با سرعتی U=U(y) در حال حرکت است که به صورت خطی تغییر می کنند همانطور که در شکل نشان داده شده بنابراین یک گرادیان سرعت $\frac{du}{dy}$ در سیال به وجود می آید . در این حالت خاص مقدار گرادیان سرعت ثابت است زیرا $\frac{dv}{dy}=\frac{u}{b}$ که (ضخامت سیال است)اما در جاهایی که جریانهای پیچیده وجود دارد صدق نمی کند .در این آزمایش که سرعت در مجاورت صفحه پایینی تقریباً صفر بوده و در مکانیک سیالات بسیار مهم و معروف است به شرط عدم لغزش و ویژگی تمام جریانهای سیال لزجت دارا است در فاصله نمو زمانی Δt خط فرضی عمودی AB به اندازه زاویه ΔB تغییر مکان می دهد پس داریم

$$tq\delta B=\delta B=\frac{\delta L}{b}\Rightarrow \delta L=Udt\Rightarrow \delta B=\frac{U\delta t}{b}$$

مشاهده می شود که δB تابعی است از نیروی F که سبب سرعت می شود و همچنین زمان برای محاسبه تنش برشی آهنگ تغییرات δB را بررسی می کنیم . آهنگ تغییر شکل زاویه ای سیال به وسیله رابطه زیر بیان می گردد .

$$\text{آهنگ تغییر شکل زاویه ای}=\lim \delta t\to .\frac{\delta B}{\delta t}$$

که در این حالت خواهیم داشت

$$\text{آهنگ تغییر شکل زاویه}=\frac{U}{b}=\frac{du}{dy}$$

ادامه این آزمایش نشان می دهد که با افزایش تنش برشی به وسیله افزایش نیرو F ($\tau=\frac{F}{A}$) پس آهنگ تغییر شکل زاویه نیز افزایش می یابد . که μ (ضریب) ثابت تناسب است به این تناسب لزجت مطلق دینامیکی یا لزجت گفته می شود .

$\tau *$ آهنگ تغییر شکل زاویه

که μ ضریب تناسب است به این تناسب **لزجت مطلق دینامیکی یا لزجت** $\tau *\frac{du}{dy}\Rightarrow \tau=\mu\frac{du}{dy}$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

گفته می شود.و علت این امر آن است که اثر لزجت سیال فقط در هنگام حرکت ظاهر می شود . در صورتی که خواص قبلی مانند وزن مخصوص و غیره هم در حالت سکون و هم در حالت حرکت ظاهر می شود .معمولاً در بیان و نوشتار از ذکر کلمه دینامیکی صرف نظر می شود لذا مراد از لزجت همان لزجت دینامیکی است . دیماسیون لزجت μ عبارت از : (FT/L^2) (M/LT) و واحد آن عبارت از $(kg/m.s)(Sluq/ft.s)$

نکات

1-سیالاتی که از رابطه یا $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ معادله خطی زیر پیروی می کنند به سیالات نیوتنی معروف اند .

2-سیالات نیوتنی مانند مایعات و گازها اکثراً نیوتنی هستند .

3-سیالاتی که از رابطه بالا یا معادله خطی تبعیت نمی کنند به سیالات غیر نیوتنی معروف اند مانند خمیرها ،دوغابها و گریسها ، رنگ ، خون ، خمیردندان و غیره

4-ویسکوزیته خاصیتی از سیال است که در مقابل حرکت سیال مقاومت از خود نشان می دهند .

5-هر چه مقدار μ بیشتر سرعت زاویه ای کمتر است .

6-سیال مایع : مفهوم عمده آن نیروی بین مولکولی است .

7-سیال گاز : مفهوم عمده آن نرخ انتقال مومنتم مولکولی است .

8-وقتی که دما بیشتر می شود نیروی بین مولکولی ضعیف و فاصه کمتر خواهد شد . پس با افزایش دما ویسکوزیته مایع کم خواهد بود .

9-وقتی که بالا می رود انتقال مولکول های گاز بیشتر خواهد شد و ویسکوزیته گاز بیشتر خواهد شد .

10-بعضی اوقات ضرایب لزجت دینامیکی μ با واحد پواز که با علامت مشخصه P نشان داده می شود یا سانتی پواز cp نشان داده می شود .

11-واحد لزجت در سیستم SI نیوتن –ثانیه بر متر مربع $(N.^s/m^2)$ یا کیلوگرم بر متر ثانیه $(kg/m.s)$ که نام خاصی ندارد . $n.s/m^2$ را می توان به صورت pa-s پاسکال- ثانیه نیز بیان کرد.

لزجت سینماتیکی

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

نسبت ضریب لزوجت دینامیکی به جرم مخصوص سیال با حرف یونای ϑ (nv) نمایش داده می شود زیرا :

الف) $\vartheta = \mu / p = \frac{N.s/m^2}{kg/m^3} = \frac{kg.m^{-1}s^{-1}}{kg.m^{-3}} = m^2/s$

پارامتر ϑ دارای بعد (L^2/T) افت و لزوجت سینماتیکی سیال گفته می شود .

گاهی اوقات لزوجت سینما تیکی نیز با واحدهای لستوک یا سانتی استوک بیان می گردد.

$1stoke = 10^{-4}\ m^2/s$

پس واحد ویسکوزیته سینماتیکی در سیستم SI برابربا m^2/s می باشد .

مثال (1)

لزجت یک مایع 0.005 pas و جرم مخصوص آن $850\ kg/m^3$ است لزجت سینماتیکی مایع را حساب کنید .

حل : با توجه به اینکه $0.005 pas = kg/m.s$ واحد لزجت

$\vartheta = N/P = \frac{0.005 kg/m.s}{850 kg/m^3 kg/m^3} \Rightarrow \vartheta = 5.882 m^2/s$

$\Rightarrow \vartheta = 5.882$

مثال (2)

یک صفحه بی نهایت بزرگ بر روی صفحه دومی که بین آنها لایه ای از روغن با لزجت 29kg/m.s قرار دارد حرکت می کند .اگر V=3m/s و h=2cm تنش برش را حساب کنید .

حل : معادله اساسی عبارتست از

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

با فرض نبودن تغییر فشار در جهت جریان و بررسی تعادل نیروهای وارد بر یک جزء کوچک سیال . تنش برشی در سراسر سیال ثابت باقی می ماند .

$$\frac{du}{dy}=\frac{\Delta U}{\Delta y}=\frac{v-0}{h-0}=\frac{3m/s}{/02m}\Rightarrow\tau=\mu\frac{du}{dy}=(/29kg/ms)\times\frac{3m/s}{/02m}\Rightarrow\tau=43kg/m.s^2=43N/m^2=43pa$$

مثال (3)

توزیع سرعت در یک سیال نیوتنی بین دو صفحه موازی در شکل زیر به صورت $U=\frac{3V}{2}\left[1-\left(\frac{y}{h}\right)^2\right]$ است که V سرعت متوسط سیال است . لزجت سیال /04 ft/s است اگر V=2ft/s و h=/2m باشد مطلوب است محاسبه

الف) تنش برشی وارد بر صفحه پایینی

ب) تنش برشی وارد بر صفحه بالایی

ج) تنش برشی در خط مرکزی بین دو صفحه

حل :

اگر توزیع سرعت : U=U(y) مشخص باشد تنش برشی را در تمام نقاط به وسیله محاسبه گرادیان سرعت : $\frac{du}{dy}$ می توان محاسبه کرد .

برای توزیع سرعت داده شده

$$\frac{du}{dy}=\frac{-3vy}{h^2}$$

در امتداد دیواره پایین $y=-h$ پس داریم :

$$\frac{du}{dy}=\frac{3V}{h}$$

بنابراین تنش برشی از صفحه پایینی :

پایینی $\tau=\mu(\frac{3v}{h})$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

پایینن $\tau = \frac{(0/04\,lbf.s/\,ft^2)(3)(2\,ft/s)}{(0/2in)(1\,ft/12in)} \Rightarrow \tau$ پایین $= 14/4$ در جهت جریان

پایینی $\tau = (14/41bft/\,ft^2)\times(40448N/1bf)(\frac{ft^2}{0/03048^2 m^2})(\frac{pa.m^2}{N})$

τ پایینی $= 6269\,kap$

ب) نظر به اینکه توزیع سرعت متقارن است تنش برش را در امتداد صفحه بالایی برابر است با تنش در صفحه پایینی و در همان جهت است .

ج) در امتداد خط مرکزی بین دو صفحه $y = 0$ بین $\frac{du}{dy} = 0$ بنابراین در وسط دو صفحه τ وسط $= 0$

مثال (4)

توزیع سرعت جریان سیالی با ویسکوزیته $(0/8N^s/m^2)$ بوسیله $V = 3\gamma - 3\gamma^2$ تغییر کند. مطلوب است محاسبه تنش برشی τ در نقطه $\gamma = 0/5m$ به حد میزان خواهد بود.

حل :

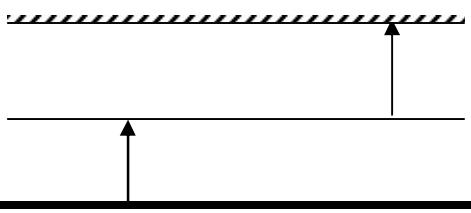
$v = 3\gamma - 3\gamma^2$

$\frac{du}{d\gamma} = 3 - 4y \qquad \gamma$ برای $\gamma = /5m \Rightarrow \frac{dv}{du} = 3 - 6\times/5 \Rightarrow \tau = \mu\frac{du}{ds}$

$\tau = \mu \times 0 \Rightarrow \tau = 0N/m^2$

مثال (5)

توزیع سرعت لوله برابر : $U = 20y - 10y^2$ است (y به متر و u متر در ثانیه) لزجت یا ویسکوزیته برابر 1 نیوتن بر متر مربع و شعاع r_0 برابر $/20$ متر است تنش برشی در دیوار لوله چقدر است ؟



τ_0

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

$\tau = \mu \frac{du}{dy}$ y

$U = 20y - 10y^2 \Rightarrow \frac{du}{dy} = 20 - 20y \Rightarrow 20(1-\gamma)$

$\tau = \mu \frac{du}{dy}$ $\Pi \Rightarrow$ I و $\Pi \Rightarrow \tau = \mu \times [20(1-y)] \Rightarrow y = 0 \Rightarrow \tau = 20 \times (1-0] \Rightarrow \tau = 20\ Pa$

مثال (6)

توزیع سرعت یک مایع لزج $((\mu = /9 N.s/m^3))$ بر روی یک سطح شیب دار برابر است $U = /68\gamma - \gamma^2$ داده نشده است .

U سرعت مایع بر حسب m/s در فاصله γ متر از سطح جسم صلب می باشد .تنش برشی در نقطه $y = /17m$ سطح به چه میزان می باشد ؟

$\tau = \mu \frac{du}{dy} \Rightarrow U = /68\gamma - y^2 \Rightarrow du = /68 - 2\gamma$

$\tau = 0/9 \times (0/68 - 2y) = y - 0/17m \Rightarrow$

$\tau = 0/9 \times (0/68 - 2 \times 0/17) \Rightarrow \tau = 0/306 N/m^2$

مثال (7)

سیالی با لزجت دینامیکی $\mu = /0095 N.s/m^2$ در لوله ای به قطر 10 cm جریان دارد . توزیع سرعت آن به صورت سهمی و طبقه معادله :

معادله : $V = /1372\left[1 - (\frac{r}{R})^2\right]$

است که در آن v بر حسب m/s و r_0 فاصله شعاعی از مرکز لوله و R شعاع لوله است . تنش برشی وارده بر جداره لوله چند N/m^2 است .

$\tau = \mu \frac{du}{dy}$ $V = /1372\left[1 - (\frac{r}{R})^2\right]$

$\Rightarrow \frac{du}{dy} = 0/1372 \times (\frac{-2r}{R^2}) \Rightarrow \tau = /00958 \times /1372 \times (\frac{2r}{R^2})$

$r = R = 0/05$ Π زابطه

$\Rightarrow \tau = /00958 \times /1372 \times (\frac{-2 \times 0/05}{0/05^2}) \Rightarrow \tau = /0526\ N/m^2$ و Π و I از رابطه

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

انواع سیالات

انواع سیالات حقیقی :

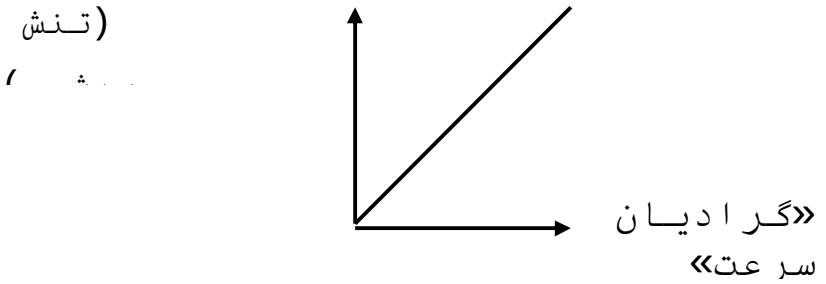
سیالات نیوتنی

سیالات غیر نیوتنی

سیالات ایده آل سیالی است که غیر قابل تراکم بوده و گرانروی یا لزوجت آن صفر باشد.صفر بودن لزوجت به این معنی است که ذرات سیال ضمن حرکت هیچگونه چسبندگی نداشته و در آن هیچ گونه تنش برشی موثر نباشد و چنین سیالی در طبیعت وجود ندارد .

سیالات نیوتنی : (fluid . newtoninas)

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$



در این دسته از سیالات ضرایب گرانروی مستقل از تنش برشی لزوجت (یا گرادیان سرعت) بوده و به طوریکه دیدم از فرمول بالا : $\tau = \mu \frac{dv}{dy}$ به عبارت دیگر در مورد این دسته f ضریب گرانروی در یک درجه حرکت معین مقدار ثابتی می باشد .با توجه به شکل بالا تغییرات تنش برشی τ نسبت به گرادیان سرعت به صورت خط مستقیم و ضریب زاویه این خط ضریب گرانروی μ می باشد .سیالات نیوتن را می توان مانند مایعات رقیق و گازها عنوان کرد . مانند آب و هوا.

سیالات غیر نیوتنی

در این دسته از سیالات ضریب گرانروی در فشار و دمای معینی ثابت نیست بلکه تابعی از گرادیان سرعت می باشد سیالاتی مثل کلوئیدها ، امولسیون وگل ها را می توان جزء این دسته منظور نمود .به عبارت دیگر رابطه بین تنش برشی موثر و سرعت تغییر شکل زاویه ای غیر خطی است .



Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)