

تغییرات ویسکوزیته با دما :

- ویسکوزیته گازها با افزایش دما افزایش می‌یابد. در این مورد دو قانون تجربی زیر مفید است :

$$\mu / \mu_0 = \left(\frac{T}{T_0} \right)^n$$

قانون پانزدهم

عدد ویسکوزیته در دمای مطلق $T_0 = 273K$ است.

$$\mu / \mu_0 = \frac{(T/T_0)^{3/2} (T_0 + S)}{T + S}$$

قانون سوترلند

در روابط فوق n و S ثابت‌های هستند که به نوع مایع بستگی دارند. مثلاً برای هوا : $n \approx 0.7$, $S = 110K$

- ویسکوزیته مایعات با افزایش دما کاهش می‌یابد. به این منظور می‌توان از رابطه‌ی تجربی

$$\mu = a e^{-bT}$$

استفاده کرد. فرضیه‌ی رابطه‌ی دقیق‌تر زیر نیز در دسترس است :

$$\ln \frac{\mu}{\mu_0} = a + b \frac{T_0}{T} + c \left(\frac{T_0}{T} \right)^2$$

برای آب داریم : $c = 6.74$, $b = -4.8$, $a = -1.94$, $\mu_0 = 0.001792 \frac{kg}{m \cdot s}$, $T_0 = 273.16 K$

سیالات غیر نیوتنی :

سیالاتی که در آن رابطه‌ی بین تنش و نرخ انکسار کرنش برشی خطی نیست، را سیال نیوتنی گویند.

- در این صورت تغییرات تنش - کرنش ثابت نیست و به آن

ویسکوزیته ظاهری می‌گویند.

سیال انشعابی : این سیالات غلیظ شوند، برشی هستند یعنی

با افزایش آشفته‌ی کرنش مقاومت آنها در مقابل ولت بیشتر می‌شود.

مث : سوپانسون نشاسته در آب یا شن در آب



سیال شبه پلاستیک : این سیال دقیقاً شونده برش است. یعنی با افزایش آهنگ کشش، مقاومت آن

کاهش می‌دهد.

مثال: محلول‌های پلیمری، رنگ، پلاستیک خون، شربت‌ها.

سیال پلاستیک : سیال بسیار دقیقاً شونده را پلاستیک گویند.

پلاستیک بیداره ام : ماده‌ای که تحت یک تنش تسلیم معین، به جریان درمی‌آید.

مثال: سربانیون خاک رس، گل، خمیر دندان، سس، مایونز، سس کوه‌نرنگی.

روش تجربی برای مدل قانون توانی Power-law :

مدلهای تجربی زیادی برای شبیه‌سازی رفتار سیالات غیر نیوتنی پیشنهاد شده است. از این میان می‌توان به

مدل قانون توانی اشاره کرد که در بسیاری از کاربردهای مهندسی قابل استفاده است. برای یک جریان

یک بعدی مدل قانون توانی بصورت زیر است :

$$\tau_{yx} = k \left(\frac{du}{dy} \right)^n$$

n : شاخص رفتار جریان flow behavior index

k : شاخص سازگاری consistency index

برای $n=1$ قانون توانی همان رابطه سیال نیوتنی را ارائه می‌کند.

برای اینده مطمئن باشیم علامت τ_{yx} با $\frac{du}{dy}$ یکسان است رابطه توانی معمولاً بصورت زیر نوشته می‌شود.

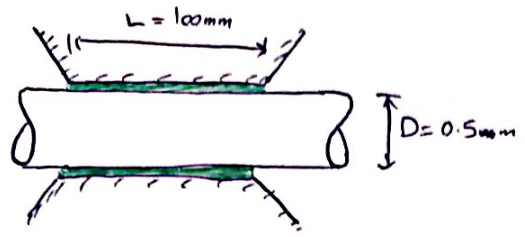
$$\tau_{yx} = k \left| \frac{du}{dy} \right|^{n-1} \frac{du}{dy} = 2 \frac{du}{dy} = \mu_{app} \frac{du}{dy}$$

η : ویسکوزیته ظاهری

- در قانون توانی : $\left. \begin{array}{l} n < 1 : \text{سیال شبه پلاستیک} \\ n > 1 : \text{سیال انقباضی (dilatant)} \end{array} \right\}$

سؤال: برای روانکاری بین یک لُفَت و غلاف از یک لایه روغن با ضخامت 1mm و ویسکوزیته 5 poise [رامه

ویسکوزیته در سیستم (C.G.S) استفاده می شود. قطر لُفَت 0.5m و سرعت دورانی آن $N=200\text{rpm}$ است. اگر



طول غلاف $L=100\text{mm}$ باشد، توان تلف شده را می بیند.

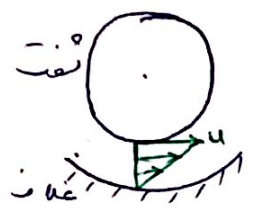
$$P = T\omega$$

$$T = Fd = \tau Ad$$

$$\rightarrow P = (\tau)(2\pi rL)(r)(\omega)$$

سطح لُفَت

$$\tau = \mu \frac{du}{dr} \quad \begin{matrix} \text{بافتن تغییرات} \\ \text{ظرفی سرعت} \end{matrix} \quad \tau = \mu \frac{\Delta u}{\Delta r}$$



$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}} = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 10 \frac{\text{gr}}{\text{cm}\cdot\text{s}} = 10 \text{ poise}$$

$$\mu = 5 \text{ poise} \times \frac{1 \text{ Pa}\cdot\text{s}}{10 \text{ poise}} = 0.5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\rightarrow \omega = 2\pi N/60 = \frac{2 \times 3.14 \times 200}{60} = 20.94 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$u = r\omega \Rightarrow u = 0.25 \times 20.94 = 5.23 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

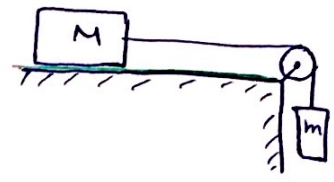
$$\tau = \mu \frac{\Delta u}{\Delta r} = 0.5 \times \frac{5.23}{0.001} = 2615 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ or Pa}$$

لُفَت لایه روغن

$$P = \tau \times 2\pi rL \times r \times \omega = 8597.02 \text{ W} = 8.597 \text{ kW}$$

سؤال: در سیستم مقابل جرم M با سرعت ثابت u در حال حرکت است. اگر ضخامت لایه روغن زیر جرم M برابر h

باشد، و با فرض تغییرات ظرفی سرعت درون فیلم روغن، u را می بیند.



$$\sum F_x = 0 \rightarrow mg = \tau A = \mu \frac{u}{h} A$$

$$\rightarrow u = \frac{mgh}{\mu A}$$

