اگر سوزن کوچکی را با دقت بر روی سطح آب قرار دهیم سوزن در آب فرو نمی رود و این به خاطر همین لایه می باشد .

تشکیل این لایه را می توان بر اساس انرژی سطحی با کار انجام شده در واحد سطح برای رساندن مولکولها به سطح تفسیر کرد. کشش سطحی با حروف یونانی σ (سیگما) ، نمایش داده می شود و برابر است نیروی منتقل شده از سطح سیال به ازای واحد و طول به صورت زیر بیان می گردد .

$\sigma = \frac{F}{L}$ N/M واحد , FL^{-1} بعد آن

که به بیان دیگر کشش سطحی را از انرژی سطحی مولکولهای مایع نیز می نامند . که در این حالت کشش سطحی برابر با انرژی سطحی یا کار انجام شده به ازای سطح واحد است دیمانسیون یا بعد کشش سطحی FL^{-1} واحد آن N/M یا 1bf/ft است .

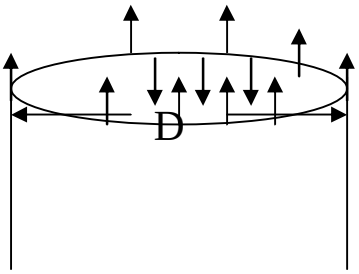
نکته : در نگاه کلی می توان کشش سطحی یک مایع (σ) کاری است که بایستی انجام شود تا مولکولی از داخل مایع به سطح مایع آورده شود و یک سطح جدید از آن ایجاد شود .

اثر کشش سطحي براي يك قطره $P = \frac{2\sigma}{r} = \frac{4\sigma}{d}$

σ: کنش سطحی

D: قطر قطره

r:شعاع قطرهp , : فشار داخل قطره (اختلاف فشار طرفین سطح قطره)



کشش سطحي (p)

فشار

براي قطره $P = \frac{4\sigma}{r} = \frac{8\sigma}{d}$

کشش سطحي روي نيمه يك قطره

مثال(3) :

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

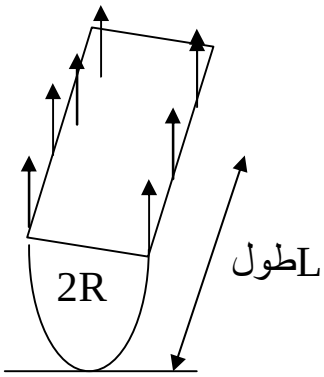
مطلوب است تغییر کشش سطحی یک حساب صابونی با قطر 50mm هنگامی که فشار داخل آن $2/5\ N/M^2$ از فشار خارج حباب بیشتر باشد .

$$P = \frac{2\sigma}{\gamma} = \frac{8\sigma}{D} \Rightarrow 2/5N/m^2 = \frac{8\sigma}{0/05m} \Rightarrow \sigma = \frac{(2/5N/m^2)(0/5)}{8} = /0159N/m^2$$

کشش سطحی $= \sigma = /0156N/m$

مثال (5)

: مطلوب است محاسبه فشار در داخل استوانه ای به طول L و شعاع R از وزن مایع صرفنظر کنید .



$$2RL\,\Delta P = 2\sigma L$$

$$\Delta P = \frac{\sigma}{R}$$

مویینگی

یکی از پدیده هایی که با کشش سطحی سروکار دارد صعود (یا نزولی) مایع در لوله مویینگی است .لوله شیشه ای باریکی را به طور عمودی در داخل مایعی فرو می بریم . اگر چسبندگی مایع به جامد از پیوستگی درون مایع بیشتر شود . در این صورت سطح مایع در لوله بالاتر از سطح مایع خارج از لوله می شود و تشکیل یک سطح هلالی می دهد که به سمت بالا و به طرف جسم انحنا دارد . همانطور که در شکل روبرو می بینیم برای آب و شیشه نشان داده شده در این حالت می گوییم مایع سطح جامد را سر کرده است .



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

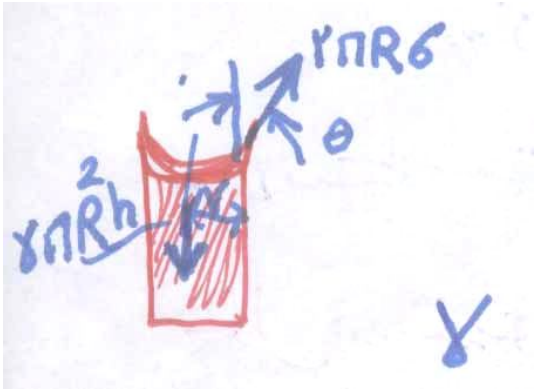
ارتفاع h را می توان با داشتن

کشش سطحی (σ)

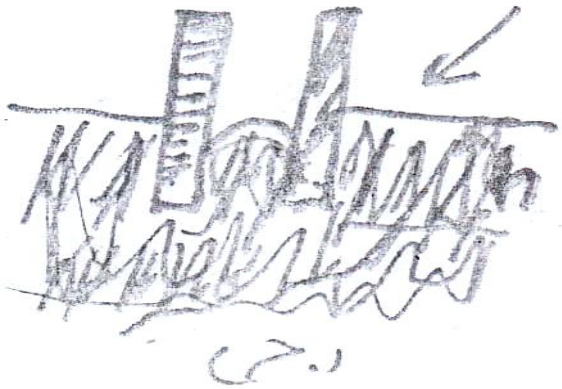
شعاع لوله (R)

وزن مخصوص (γ)

زاویه تماس (θ)



در نمودار آزاد آب شکل روبرو مولفه عمودی نیروی کشش سطحی در سطح مشترک هلالی شکل لوله باید با وزن ستون به ارتفاع h برابر باشد



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

$\gamma \Pi R^2 h = 2\Pi R 6 \cos 0$

$h = \frac{26\cos\theta}{\gamma R} \Rightarrow h = \frac{26\cos\theta}{\gamma R} = \frac{26\cos\theta}{\gamma d}$

$\theta > 90°$ باشد مقدار h منفی می شود . یعنی مایع تر نمی شود .

$\theta < 90°$ باشد مقدار h مثبت می شود یعنی مایع تر کننده است

در شکل (ج) اگر نیروی چسبندگی به شیشه کمتر از پیوستگی درون سیال باشد در این صورت یک نواحی هلالی به وجود می آید که به نسبت پایین انحنا دارد . در این حالت گفته می شود مایع سطح جامد می باشد .

مثال(6)

مطلوب است تعیین ارتفاع مویینگی در لوله ای شیشه ای با شعاع 3mm وقتی که الف) در آب $20°c$ با کشش سطحی /073N/m غوطه ور باشد ،ب) در جیوه $20°c$ با کشش سطحی /48w/m غوطه ور باشد .

الف) زاویه تماس در آب صفر است $h = \frac{26\cos\theta}{\gamma R}$

$h = \frac{2(/073N/m)(\cos 0°)}{(1000kg/m^3)(9/81\ m/s^2)(0/003m)} = /05m$

ب) زاویه تماس در جیوه 130° است .

$h = \frac{2(/48)(\cos 130^\circ)}{(13600)(9/81)(0/003)} = -/0015°m$

علامت منفی نشان دهنده کاهش ارتفاع در لوله است .

مثال (7)

در صورتی که ضریب کشش سطحی آب در هوا 0/07N/n باشد قطر لوله ای که برای نگاه داشتن ارتفاع مویینگی بین /95cm تا 1cm باشد . چقدر می باشد .

$h = \frac{4\sigma}{\gamma d} = \frac{4\times/07}{9/8\times10^3\times D} = \frac{1}{100} = D = 2/86\times10^{-3}m \Rightarrow 2/86mm$

مثال(8)

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

لوله ای با سطح تمیز و قطر داخلی 3mm در مایعی با ضریب کشش سطحی 48N/m/ فرو برده شده است . زاویه برخورد مایع با شیشه 130 درجه فرض می گردد . جرم مخصوص مایع 3600kg/m است . رقوم مایع در لوله نسبه به سطح مایع در بیرون لوله چقدر است .

حل: مایع در لوله مویینگی صعود (یا سقوط) می کند که میزان صعود (یا سقوط) می شود.

$$h = \frac{26\cos\theta}{\gamma R}$$

$$\gamma = \rho q = 13.6\times10^{3}\, m = -3.08mm$$

$$\sigma = 0.48N/m$$

$$R = \frac{3}{2}mm = 1.5\times10^{-3}m$$

$$\theta = 130^{\circ}$$

$$h = \frac{2\times0/48\times\cos130^{\circ}}{(13.6\times10^{3}\times9.81)\times(1.5\times10^{-3})} = -3.08\times10^{-3}m = -3.08mm$$

$h = -3.08mm \Rightarrow$ در حالت سقوط می باشد.

مثال (9)

اگر کشش سطحی در سطح مشترک صابون و هوا 0/088 با N/m باشد فشار درون یک حباب صابون با قطر 3cm را محاسبه کنید .

حل : در حباب صابون دو سطح مشترک وجود دارد .

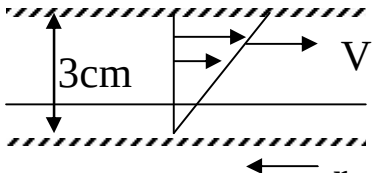
فشار مورد نظر درون یک حباب صابون

$$\Delta P = \frac{4\sigma}{R} = \frac{4\times0.088}{(3/2\times10^{-3})} \Rightarrow \Delta P = 23.47\ N/m^{2}$$

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

مثال (10)

فضای بین دو صفحه موازی با فاصله 3mm روغنی با لزوجت دینامیکی 0/2Pa.s پر شده . اگر صفحه بالایی با سرعت 1/5m/s حرکت کند تنش برشی وارده بر صفحه پایین چقدر است .



حل : چون فاصله بین صفحات خیلی کم است تغییرات سرعت را می توان خطی در نظر گرفت .

$\frac{du}{d\gamma}=\frac{v}{h}=\frac{105}{3\times10^{-3}}=500(s^{-1})$: τ تنش برشی در صفحه پایینی برابر است با

$$\tau=\mu\frac{du}{dy}=0.2\times500=100N/m^2$$

مثال (11)

توزیع سرعت در جریان لزج روی یک صفحه با معادله $U=4\gamma-\gamma^2$ داده شده که درآن U بر حسب سرعت و واحد آن m/s است برای نقطه ای با فاصله y از صفحه است اگر ضریب لزجت دینامیکی برابر 1/5pa.s باشد مقدار تنش برشی را در $y=2m, y=0$ تعیین نماید .

$U=4y-y^2$

$\frac{dU}{dy}=4-2y\Rightarrow\tau=\mu\frac{du}{dy}=\mu(4-2\gamma)$

الف) در $y=0$ $\tau 0\setminus 4U=4\times1.5=6.0\,pasy$

ب) در y=2m

فصل دوم

فشار و روش های اندازه گیری

فشار : «P»

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

فشار عبارتست از نیروی عمودی وارد بر سطح تقسیم بر مساحت آن .در یک نقطه فشار برابر است با حد نیروی عمودی وارد بر سطح هنگامی که سطح به سمت صفر میل می کند . در هر نقطه از یک سیال ساکن فشار در تمامی جهات یکسان می باشد . این بدان معنی است هنگامی یک جزء سطح δA در یک سیال ساکن قرار می گیرد بدون توجه به جهت قرار گیری آن نیروی ثابتی بر تمام سطوح وارد می شود و مقدار آن بستگی به موقعیت این جز در سیال دارد .

$$P_{\text{فشار}} = \frac{F(\text{نیروی وارد})}{A(\text{سطح})}$$

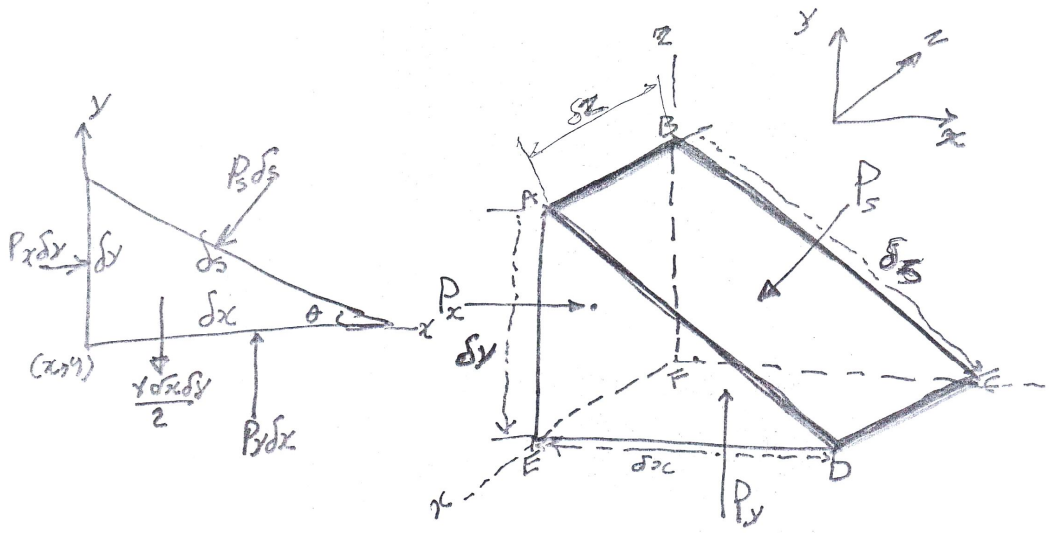
$$P_{\text{فشار در یک نقطه}} = Lim\frac{\Delta F}{\Delta A} = \frac{dF}{dA}$$

فشار استاتیکی

الف) فشار استاتیکی به نام فشار هیدرواستاتیکی (Hydrostatic) هم خوانده می شود و بدین ترتیب که دیدیم می توان آن را به عنوان نیرویی که در هر نقطه در نظر گرفته شود . عمود است و دلیل این امر آن است که هنگامی که سیال به حالت تعادل است تنش های کششی یا برشی را نمی توان تحمل کند . بنابراین تنها برآیند عمودی نیروها موثر خواهد بود به عبارت دیگر فشار هیدروایستاتیک فقط به حالت عمودی بر سطح اثر می کند.

ب) فشار هیدرواستاتیک در هر مقطه در تمام جهات دارای مقدار مساوی است . به عبارت دیگر میزان فشار به امتداد سطحی از آن نقطه در نظر گرفته شده بستگی ندارد .

برای اثبات این مسئله حجمی از یک سیال را که به شکل یک چهار وجهی قائم الزاویه است در نظر گرفت.



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