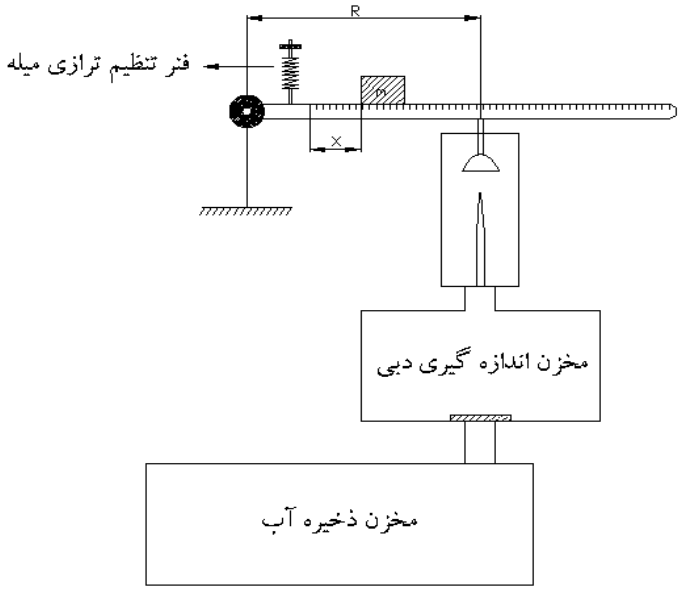
موضوع : نیروی حاصل از حرکت سیال

هدف : تعیین تجربی نیروی سیال ناشی از ضربهٔ جت

مقدمه : سیال می تواند نیروهای عظیمی ایجاد کند که ممکن است باعث تخریب (سیل) شود، یا اینکه بسیار مفید باشد همانند استفاده در توربین ها برای چرخاندن پروانه . کاربردهای مختلف نیروی سیال در صنعت اهمیت اندازه گیری کیفی و کمی نیروی سیال را نشان می دهد.

شرح و توضیح دستگاه : قسمت های مختلف دستگاه عبارتند از : ۱- میلهٔ مدرج ۲- وزنهٔ لغزنده ۳- فنر جهت تراز کردن میله ۴- سیلندر شفاف ۵- نازل عمودی ۶- مخزن مجهز به آب نما جهت اندازه گیری دبی ۷- صفحات(موانع) به اشکال مختلف ۸- پمپ آب که آب را از مخزن به درون نازل پمپ می کند ۹- مخزن ذخیرهٔ آب



میلهٔ مدرج دستگاه حول یک لولا می تواند دوران کند و دارای یک وزنهٔ لغزنده جهت تراز کردن می باشد. در حالتی که جت آب خاموش است برای تنظیم میله مدرج از فنر مخصوص استفاده می شود. صفحهٔ آزمایش در داخل سیلندر از میلهٔ مدرج آویزان است و جت آب به صورت عمودی به صفحه برخورد می کند. برخورد سیال با صفحه نیرویی

ایجاد می کند که باعث بالا رفتن میله شده و می توان با جابجا کردن وزنه از حالت صفر ، میله را تراز نمود. شیر ورود آب میزان دبی یا به عبارتی سرعت خروج آب از نازل را کنترل می کند. آب از کف سیلندر وارد مخزن اندازه گیری دبی می شود. این مخزن دارای یک آب نما ، جهت اندازه گیری دبی می باشد.

تئوری آزمایش : نیروی حاصل از جت آب بر روی صفحه ، گشتاوری بر روی میله ، حول لولا ایجاد می کند که باعث بالا رفتن میله می شود. مقدار این گشتاور توسط جابجا کردن وزنه، خنثی می شود و مقدار فاصلهٔ وزنه از موقعیت تعادل اولیه ، χ خوانده می شود.از طرفی دبی آب مخزن را می توان با زمان سنج و آب نما اندازه گرفت. سیال با سرعت v به صفحه برخورد می کندو با ایجاد یک مومنتوم نیروی ایجاد می کند که باعث بالا رفتن میله می شود ، صفحهٔ برخورد را می توان عوض کرد و نیروهای ایجاد شده را به روش های تجربی و تئوری بدست آورد.

- **محاسبهٔ نیرو به روش تجربی :**

با برقراری تعادل بین گشتاورهای ایجاد شده روی دستگاه خواهیم داشت :

$$mg \times \chi = f_e \times R \Rightarrow f_e = \frac{mg\chi}{R}$$

که در آن ، $m = 0.6kg$ جرم وزنه ، χ فاصلهٔ وزنه از موقعیت صفر، $R = 0.15m$ فاصلهٔ محل صفحه تا حول لولا و F_e نیروی تجربی ، خواهد بود.

صفحهٔ تخت	$\chi(mm)$	۴	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲	۲۶	۳۰
	$f_e(N)$	۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۵۵	۰/۷۱	۰/۸۶	۱/۰۲	۱/۱۸

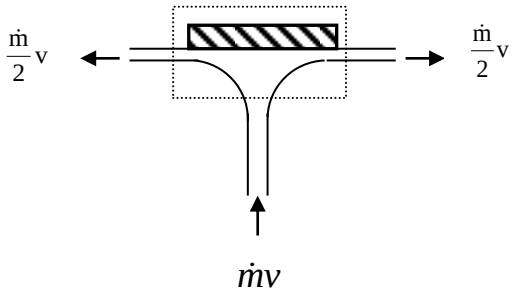
صفحهٔ مخروطی	$\chi(mm)$	۶	۱۲	۲۰	۴۴	۶۲	۶۷	۶۸
	$f_e(N)$	۰/۲۴	۰/۴۷	۰/۷۸	۱/۷۳	۲/۴۳	۲.۶۳	۲/۶۷

- **محاسبهٔ نیرو به روش تئوری :**

با اندازه گیری دبی جریان در هر مرحله و دانستن قطر سوراخ سر جت و دانسیتهٔ آب می توان از طریق معادلهٔ مومنتوم، نیروی تئوری را محاسبه کرد :

$$\rho = 998\frac{kg}{m^3}$$

$$d = 10mm \Rightarrow A = \pi(d/2)^2 = 7.85\times10^{-5}m^2$$



در این راستا، نیروها با هم خنثی می شوند : $\sum f_x = 0 \Leftrightarrow$

$$\sum f_y = (\dot{m}v)_{out} - (\dot{m}v)_{in} \Rightarrow \sum f_y = \dot{m}v = \rho A v^2 = \frac{\rho Q^2}{A}$$

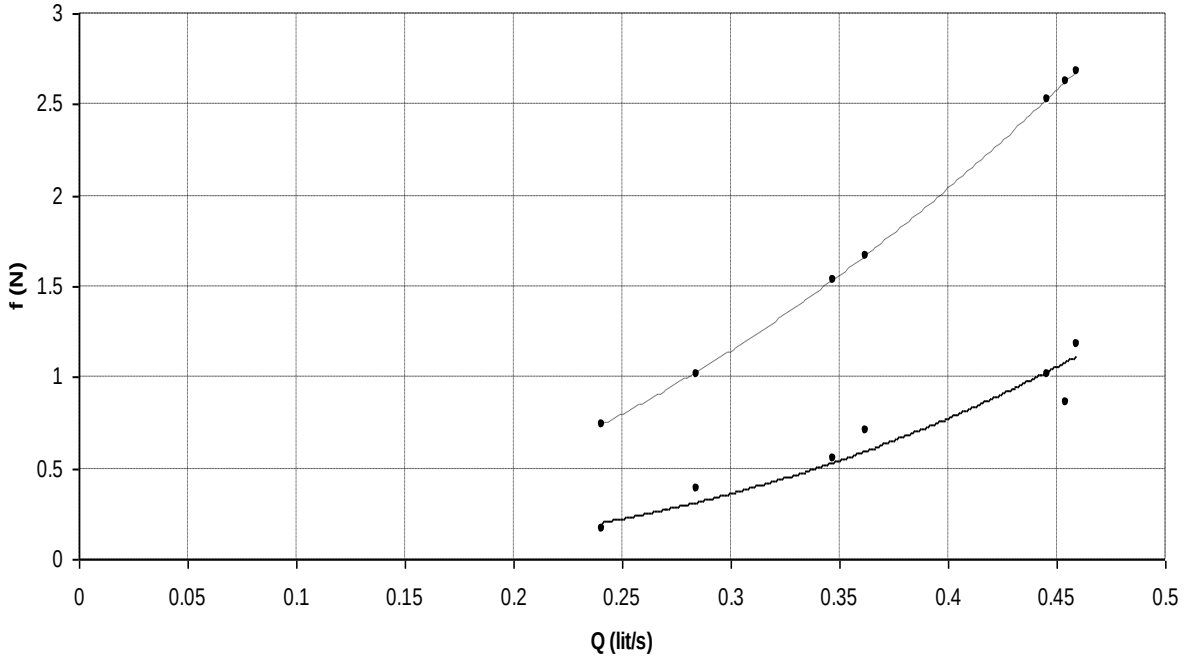
صفحهٔ تخت	$Q(\frac{lit}{s})$	۰/۲۴۱	۰/۲۸۴	۰/۳۴۷	۰/۳۶۲	۰/۴۵۴	۰/۴۴۶	۰/۴۵۹
	$f_t(N)$	۰/۷۴	۱/۰۲	۱/۵۳	۱/۶۷	۲/۶۲	۲/۵۳	۲/۶۸

در این راستا، نیروها با هم خنثی می شوند : $\sum f_x = 0 \Leftrightarrow$

$$\sum f_y = (\dot{m}v)_{out} - (\dot{m}v)_{in} \Rightarrow \sum f_y = 2(\frac{\dot{m}}{2}v\cos30^\circ) - (-\dot{m}v) = \dot{m}v(\cos30^\circ + 1) = \frac{\rho Q^2}{A}(\cos30^\circ + 1)$$

صفحهٔ مخروطی	$Q(\frac{lit}{s})$	۰/۲۰۷	۰/۲۵۸	۰/۳۰۳	۰/۴۳۵	۰/۳۹۵	۰/۴۲۴	۰/۴۲۵
	$f_t(N)$	۱/۰۲	۱/۵۸	۲/۱۸	۴/۵۰	۳/۷۱	۴/۲۷	۴/۲۹

(صفحة تخت)



(صفحة مخروطى)