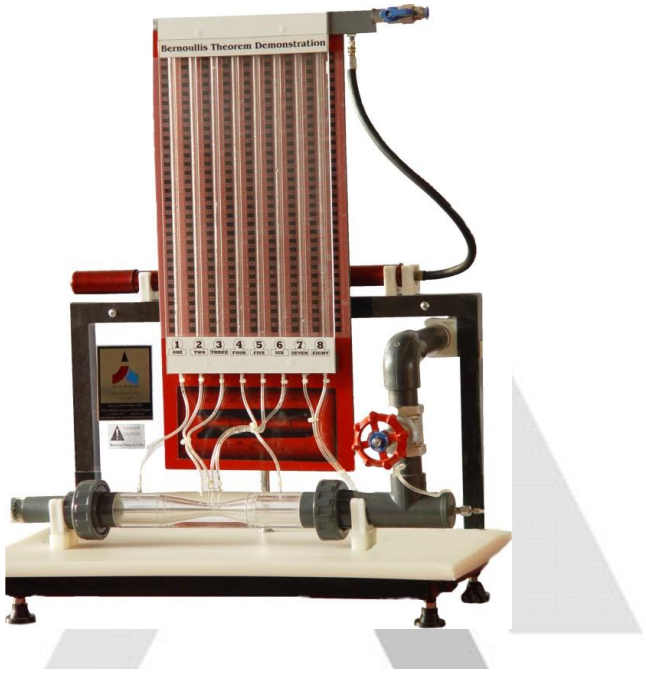
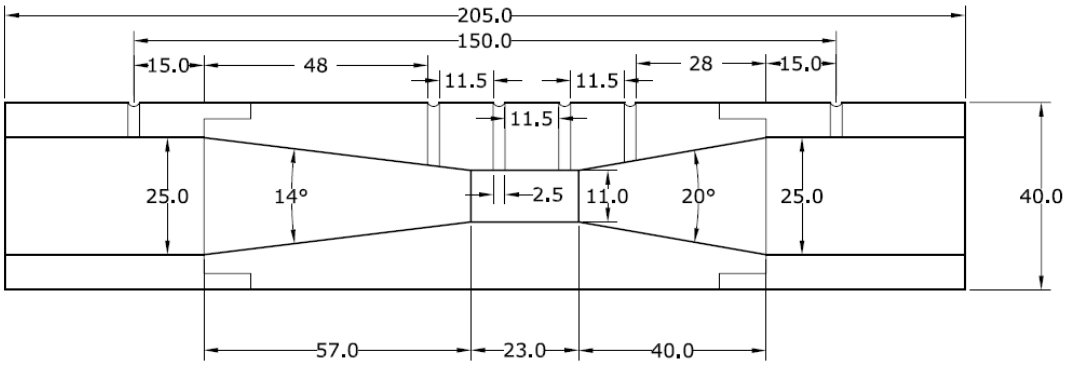
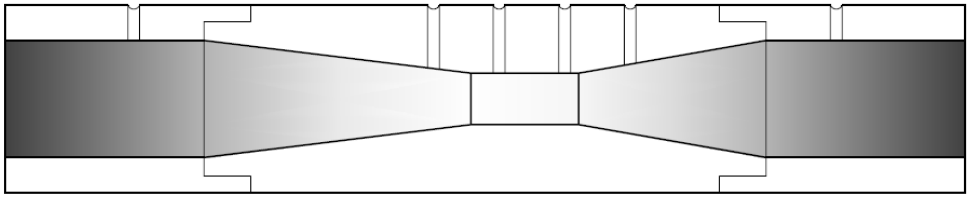
عنوان آزمایش : آزمایش برنولی







هدف از آزمایش : تحقیق صحت رابطه برنولی

در طبیعت مقدار انرژی همواره ثابت است؛این مطلب در مکانیک سیالات تحت عنوان معادله ی انـرژی بیان میگردد. نتیجه ی کاربردی از معادله ی انرژی ، معادله ی برنولی می باشد کـه بـرای جریـان دائمـی و سیال تراکم ناپذیر در طول خط جریان به صورت زیر می باشد. در حقیقت معادله ی معادله ی انـرژی همـان پایستگی انرژی می باشد و عبارت ازاینکه مجموع انرژی مقداریست ثابت .

انرژی پتانسیل + کار نیروی فشار + انرژی جنبشی + انرژی خارجی =ثابت

$$mgZ + (P \cdot A) \cdot \Delta S + \frac{1}{2} mV^2 = Cte$$

می دانیم $A \cdot \Delta S = \frac{m}{\rho}$ و با در نظر گرفتن انرژی خارجی و انرژی اصطکاکی معادله ی انرژی به صورت زیر در می آید:

$$mgZ + P\frac{m}{\rho} + \frac{1}{2} mV^2 = Cte$$

معادله ی انرژی بدون در نظر گرفتن انرژی خارجی به صورت فوق می باشد. که واحد تک تک جملـات ژول میباشد.

ADAK TAJHIZ IRANIAN. CO

با تقسیم طرفین به وزن سیال $W = mg$ معادله ی برنولی به صورت زیر در می آید:

$$Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = Conset$$

Z: انرژی پتانسیل بر واحد وزن است که بار ارتفاعی یا ارتفاع هندسی نامیده میشود. (بر حسب m)

$$\left[\frac{J}{N} = \frac{N \cdot m}{N} = m\right]$$

$\frac{P}{\gamma}$: انرژی جریانی بر واحد وزن بوده که ارتفاع نظیر فشار یا هد فشار نامیده میشود. (بر حسب m)

$$\left[\frac{P}{\gamma}=\frac{\gamma\cdot h}{\gamma}=h:(m)\right]$$

$\frac{V^2}{2g}$: انرژی جنبشی بر واحد وزن بوده که ارتفاع نظیر سرعت یا هد سرعت نامیده می شود. (بر حسب m)

$$\left[\frac{V^2}{2g}=\frac{m^2/s^2}{m/s^2}=m\right]$$

۲. لوله ی ونتوری:

برای اندازه گیری دبی جریان در لوله ها به کار میرود. ودر این آزمایش یک لوله ی ونتوریمتر وجود دارد که در نقاط مشخص شده با قرائت پیزومتر مربوطه می توان در این نقاط هد ارتفاع را مشخص کرد.($\frac{P}{\gamma}$)

۳.لوله ی پیتو:

بااین لوله می توان با اندازه گیری سرعت در یک مقطع مشخص از جریان ، دبی را مشخص نمود. لوله به گونه ای است که در هر نقطه از مسیر جریان قرار دهیم، می توان از طریق پیزومتر مربوطه مقدار عبارت $\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}$ را در هر نقطه ی دلخواه یافت.

ADAK TAJHIZ IRANIAN. CO

$$\left(\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}\right)-\frac{P}{\gamma}=C\Rightarrow V^2=2gC\Rightarrow V=\sqrt{2gC}$$

با داشتن قطر نقاط در هر یک از نقاط مشخص شده و اندازه گیری دبی با استفاده از میز هیدرولیکی می توان به روش دیگری سرعت معادل هر نقطه یافت.

وسایل مورد نیاز آزمایش:

۱- دستگاه مخصوص این آزمایش که شامل لوله وانتوری با مشخصات معلوم ، پیزومتر که ارتفاع نظیر سرعت را در چند نقطه مشخص نشان می دهد و لوله پیتو (Pitot) می باشد.

۲- میز هیدرولیکی

تئوری و نحوه انجام آزمایش:

۱- معادله اولر: معادله اولر با توجه به سه فرض (a) جریان بی اصطکاک (b) دائم (c) تغییرات در امتداد خط جریان ، به صورت مقابل بیان می شود:

$$\frac{dp}{\rho} + gdz + Vdv = 0$$

۲- معادله برنولی: معادله برنولی برای حالتی که جرم مخصوص ثابت است و با توجه به چهار فرض (a) جریان بی اصطکاک (b) تراکم ناپذیر (c) دائم (d) در طول خط جریان ثابت ، با انتگرال گیری از معادله اولر به صورت مقابل بیان می شود:

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2g} + Z = const$$

ADAKTAJHIZ IRANIAN. CO

جملات معادله فوق معرف انرژی بر واحد جرم می باشد و واحد آنها متر – نیوتن بر کیلوگرم است.

فرم دیگر معادله برنولی بصورت مقابل است:

$$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z = const$$

جملات معادله فوق معرف انرژی بر واحد وزن است و واحد آن متر – نیوتن بر نیوتن می باشد.

هر یک از جملات معادله برنولی را می توان به صورتی از انرژی دانست و آنها رامی توان بر حسب ارتفاع ستون سیال بیان نمود ، Z که انرژی پتانسیل بر واحد وزن است ، ارتفاع هندسی نامیده می شود. $\frac{P}{\gamma}$ که انرژی جریان بر واحد وزن است ، ارتفاع فشاری نامیده می شود و $\frac{V^2}{2g}$ که انرژی جنبشی بر واحد وزن است ، ارتفاع سرعتی نامیده می شود.

۳- لوله ونتوری: برای اندازه گیری دبی جریان در لوله ها به کار می رود (درمکانیک سیالات)

۴- لوله پیتو: برای اندازه گیری سرعت در لوله ها استفاده می شود (در مکانیک سیالات)

نکته ۱ : معادله برنولی را معادله انرژی جریان نیز می گویند.

نکته ۲ : اگر در دو نقطه از مسیر جریان ، افت انرژی وجود نداشته باشد یا مقدار افت قابل صرف نظر کردن باشد می توان معادله برنولی در هر دو نقطه را مساوی هم قرار داد

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+Z_2$$

اگر دو نقطه نسبت به یک مبنا در یک تراز باشند می توان Z_1 و Z_2 را از طرفین معادله حذف کرد در دستگاه مورد آزمایش یک لوله ونتوری وجود دارد که در نقاط مشخصی از آن با قرائت پیزومتر مربوط به آن نقاط می توان $\frac{P}{\gamma}$ هر یک را به دست آورد.

برای به دست آوردن $\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}$ از لوله پیتو استفاده می کنیم ، لوله به گونه ای است که سر آنرا در هر نقطه از مسیر جریان (درون لوله ونتوری) قرار می دهیم ، از روی قرائت لوله پیزومتر مربوط به پیتو مقدار $\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}$ به دست می آید.

ADAK TAJHIZ IRANIAN CO

نقاط مشخص روی ونتوری را به ترتیب از چپ به راست a ، b ، c ، d ، e ، f نام گـذاری کـرده انـد و دارای اقطار زیر می باشد (بر حسب میلی متر)

a= 25 b = 13.9 c = 11.8 d = 10.7 e = 10 f = 25

با داشتن $\frac{P}{\gamma}$ و $\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}$ در هر یک از نقاط ، می توان مقدار سرعت را برای هر یک از آنها محاسبه کـرد.

$$\left(\frac{P}{\gamma}+\left[\frac{V^2}{2g}\right]\right) - \frac{P}{\gamma} = C \Rightarrow V^2 = 2gC \Rightarrow V = \sqrt{2gC}$$

با داشتن قطر نقاط مشخص شده روی ونتوری ، می توان مساحت سطح مقطع گذرنده از نقاط و عمود بر جریان را به دست آورد (A).

حال با داشتن V و A می توان دبی جریان در هر یک از نقاط را بدست آورد $Q = A \times V$

اگر دبی محاسبه شده برای هر یک از نقاط مقدار نسبتا برابری داشته باشد اصل پیوسـتگی جریـان تحقـق مـی یابد.برای بررسی بهتر موضوع جدولی تشکیل داده و اطلاعات بدست آمده و محاسبات انجـام داده را در آن قـرار می دهیم.

ADAK TAJHIZ IRANIAN. CO

نتایج حاصل از آزمایش:

دبی میز: $Q = \frac{V}{t} = \frac{0.001}{12.15} = 0.0000823 \ \mathrm{m^3/s}$

NO	$\frac{P}{\gamma}$ (mm)	$\frac{p}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}$ (mm)	$\frac{V^2}{2g}$ (mm)	V(m/s)	$A=\frac{\pi d^2}{4}$ (m^2)	Q(m^3/s)= A i × V i
a	95	97	2	0.198	0.00049	0.000097
b	92	97	5	o.31	0.000151	0.0000468
c	86	97	11	0.464	0.000109	0.0000505
d	78	97	19	0.610	0.000089	0.0000542
e	70	97	27	0.727	0.0000785	0.000057
f	72	90			0.00049	0.000097

چون در f افت وجود دارد کمتر از 97 خواهد شد که آنرا در نظر نمی گیریم.

ADAK TAJHIZ IRANIAN. CO
شرکت آداک تجهیز ایرانیان