۱) هدف از این آزمایش بررسی کاهش انرژی است وقتی که جریان آب از لوله‌های با قطرها و زبری مختلف عبور می‌کند. رابطه‌های مختلف جریان آرام و مغشوش را مطالعه می‌کنیم. فاکتور اصطکاک دارسی را برای دبی‌های مختلف اندازه می‌گیریم.

راهنمای نرم افزار اندازه گیری افت فشار در خطوط لوله

(1) The object of this experiment is to investigate the loss of energy when water flows through pipes of varying diameter and roughness The different relationships of laminar, smooth turbulent and rough turbulent flow will be studied. The Darcy Friction Factor (f) will be determined for different flow rates.

(2) For the purpose of the theory this page shows a diagrammatic representation of the main equipment needed to undertake the investigation. You will require the following items:-

۲) برای هدف تئوری یک دیاگرام و وسایل مورد استفاده جهت این اندازه گیری در این صفحه نشان داده شده است. شما به آیتم‌های زیر نیاز خواهید داشت.

- Fluid Friction Equipment وسیله اندازه گیری اصطکاک سیال
- Stop Watch (ساعت توقف) کرنومتر
- Measuring cylinder استوانه اندازه گیری
- Thermometer ترمومتر (دماسنج)

(3) It will be useful if you obtain a printout of this diagram, by accessing the above PRINT rectangle. After you have studied this diagram you may scroll this window to move onto the Theory Page.

۳) مفید است یک پرینت از دیاگرام را تهیه کرده. بعد از مطالعه این دیاگرام از این پنجره جهت صفحه تئوری بروید

THEORY

Nomenclature:

g = acceleration due to gravity (9.81 m/s^2) شتاب ثقل

Z = height from horizontal datum ارتفاع از افق

Hu = Height in upstream piezometer above the centre line ارتفاع در جریان بالا در پیزومتر بالای خط مرکز

Hd = Height in downstream piezometer above the centre line ارتفاع در جریان پائین پیزومتر بالای خط مرکز

H = Hu - Hd

Hf = head loss due to friction in metres of water کاهش فشار ناشی از اصطکاک در هر متر آب

u = upstream suffix پسوند در جریان سمت بالا

d = downstream suffix پسوند در جریان سمت پائین

V = fluid velocity سرعت سیال

P = fluid pressure فشار سیال

p = density دانسیته

Q = flow rate دبی

A = cross sectional area سطح مقطع عرضی

D = diameter of pipe قطر لوله

Vis = kinematic viscosity (= dynamic viscosity / density) (ویسکوزیته سینماتیکی (برابر است با ویسکوزیته دینامیکی / دانسیته

L = length of pipe طول لوله

f = Darcy coefficient (British) ضریب دارسی

Re = Reynolds Number عدد رینولدز

T = Boundary shear stress due to moving fluid تنش برشی مرزی مربوط به حرکت سیال

Ph = Difference in piezometric head. اختلاف در سطح پیزومتری

(Piezometric head = Pressure Head + Position Head) (ارتفاع موقعیت + ارتفاع فشار = ارتفاع پیزومتری)

theta = angle of pipe (to horizontal) زاویه لوله با افق

Pi = 3.142

Three types of flow can be distinguished: — ۳ نوع جریان می‌تواند مشخص گردد:

LAMINAR - This occurs when Re < 2000 جریان خطی: موقعی که Re<2000 رخ می‌دهد.

٤ SMOOTH TURBULENT - This occurs at higher values of Re, but when the pipe roughness projections lie within the laminar sub-layer and the pipe roughness has no effect on the value of f or on the discharge.

④ جریان آرام: این جریان در مقادیر بالای Re است، اما وقتی که جریان تلاطم لوله به واسطه لایه داخلی آن می‌باشد جریان خطی می‌رود. تلاطم لوله هیچ اثری در مقدار f و میزان تخلیه ندارد.

٥ ROUGH TURBULENT - This occurs in rough pipes. The pipe roughness now significantly affects the flow and the value of f. The laminar sub-layer is now thinner than the height of the roughness projections.

⑤ جریان متلاطم: این جریان در لوله‌های زبر به وجود می‌آید. زبری لوله به مقدار زیادی در مقدار جریان و مقدار f اثر می‌گذارد. اکنون جریان خطی لایه داخلی نازک‌تر از ارتفاع ناهمواری‌ها از اثر جریان تلاطمی است.

Re is the ratio between the viscous forces and the inertia forces. It can be shown that:

Re نسبت بین نیروهای ویسکوز و نیروهای اینرسی است. Re به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$Re = \frac{VD}{Vis}$$

⑥ در یک مقدار مشخص Re (تقریباً ۲۰۰۰) نیروهای برشی ویسکوزیته به اندازه کافی قوی نیستند که جریان از نوع خطی را تأمین کند. نیروهای تولید شده به وسیله حرکت لحظه‌ای سریع‌تر ذرات باعث ایجاد تلاطم در سراسر جریان می‌گردد.

٦ At a certain Re value (approx 2000) the viscous shear forces are no longer powerful enough to maintain the orderly laminar type of flow. The forces produced by the momentum of the faster moving particles then take over resulting in turbulent eddies throughout the flow.

Considering the equilibrium of the control volume of fluid of length L : تعادل کنترل حجم سیال را در ارتفاع L در نظر بگیرید

ارتفاع پیزومتری جریان بالا Piezometric head u = Pu/pg + Zu

ارتفاع پیزومتری جریان پایین Piezometric head d = Pd/pg + Zd

$$Ph = \frac{Pu-Pd}{pg} + Zu - Zd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

نیروی سمت پایین جریان Downward force on upstream end = Pu x A

نیروی سمت بالای جریان Upward force on downstream end = Pd x A

نیروی حاصله مربوط به وزن آب Gravity force component due to weight of water:

= ALpg SIN(theta) = ALpg(Zu - Zd)/L

= Apg(Zu - Zd)

Summing these three force components in the direction of the flow gives: از جمع این ۳ نیرو در جهت حرکت سیال به دست می‌آید :

نیروی کل Total Force = (Pu A)-(Pd A)+(Apg(Zu - Zd))

⑦ This force is balanced by the shear stress T acting over area Pi.D.L, so the opposing total force is T.Pi.D.L (مساحت). Equating the two balancing forces and dividing both sides by (pg) :

$$(Pi/4)D^2\left[\frac{Pu-Pd}{pg} + (Zu - Zd)\right] = \frac{T.Pi.D.L}{pg}$$

⑦ این نیرو با نیروی تنش برشی T که بر روی سطح Pi.D.L عمل می‌کند متعادل گردیده، همچنین نیروی کل مخالف T.Pi.D.L با مساوی کردن این دو نیرو متعادل و تقسیم دو طرف رابطه بر pg :

substituting 1 gives:- از جایگذاری معادله (1) به دست می‌آید

$$Ph = \frac{DTL}{4pg}$$

$\frac{Ph}{L}$ شیب است که در آن کل انرژی از بین می‌رود. از آنجایی که تغییر K.E نداریم :

Ph/L is the rate at which total energy is lost. Since there is no change of K.E., this is equal to:-

$\frac{Hf}{L}$ = i = hydraulic gradient and therefore:- شیب هیدرولیکی و بنابراین :

$$\frac{Hf}{L} = \frac{4T}{pgD}$$

⑧ آزمایش‌ها در ناحیه‌ای از جریان کاملاً متلاطم توسط Frode و دیگران انجام شده است مقاومت کششی را نشان می‌دهد و بنابراین T تقریباً متناسب با V^2 است. این آزمایش به این فرض می‌رسد :

⑧ Experiments in the fully (rough) turbulent flow region by Froude and others indicated that the drag resistance (مقاومت کششی) and hence T is approximately proportional to V^2. This led to the assumption (فرض) that:

T=K.V^2 where K is a constant of proportionality. (For the laminar flow region T=K.V which indicates that K needs to be modified for differing flow rates.) Therefore:

T=K.V^2 که K ضریب تناسب است (برای ناحیه‌ی با جریان خطی T=K.V است که نشان می‌دهد K نیاز به تغییر با دبی‌های متفاوت است). بنابراین :

$$\frac{Hf}{L} = \frac{4}{D}\frac{2gKV^2}{pg\,2g}$$

However 2gK/pg is also a constant and is known as the DARCY FRICTION FACTOR. Its symbol is f. (In fact f is only constant for rough turbulent flow). Rearranging gives the DARCY FORMULA:

بهرحال 2gK/pg همیشه یک ثابت است و به عنوان فاکتور اصطکاک دارسی شناخته شده است. این فاکتور را با f نشان می‌دهند. (در حقیقت f برای جریان متلاطم ثابت است). با مرتب‌سازی فرمول دارسی حاصل می‌شود :

$$Hf = \frac{4fL\ V^2}{D\ \ 2g}$$

۹) از آن جایی که بسیاری از دبی‌ها در لوله‌های تجاری کاملاً متلاطم است فرمول دارسی در کل قابل استفاده میباشد و این فرمول برای همه انواع جریان‌ها بطور مساوی (آرام، متلاطم و خطی) معتبر است در صورتی که مقدار مناسب f مورد استفاده قرار گیرد (آنالیز ابعادی نشان می‌دهد که f تابع Re است) این تحقیق در ارتباط با جریان‌هایی است که از خطی به متلاطم تغییر می‌کنند.

(9) Since many practical (بسیاری) flow rates in commercial (تجاری) pipes are fully turbulent, the Darcy formula is universally used. It is however equally valid for all other types (smooth turbulent and laminar) provided the appropriate value of f is used. (Dimensional (ابعادی) analysis shows that f is a function of Re). This investigation (تحقیق) is concerned with flows varying from laminar to rough turbulent.

VARIATION (تغییر) OF Hf WITH VELOCITY — تغییر HF با سرعت

If a graph of Log(Hf) against Log(V) is drawn, the result should be a straight line indicating that the relationship is of then form

اگر یک گراف log (HF) در مقابل log V رسم شود نتیجه آن یک خط مستقیم است که نشان دهنده رابطه زیر است:

Hf = CV {since Log(Hf) = Log(C) + n.Log(V) }

Results should show that for laminar flow n=1, for smooth turbulent flow n=1.75 (approx) and for rough turbulent flow n=2.0 (approx)

نتایج نشان می‌دهد که برای جریان خطی n=1، برای جریان آرام n=1.75 و برای جریان متلاطم n=2 است (بطور تقریبی).

VARIATION OF f WITH Re — تغییر f با Re

If a graph of Log(f) against Log(Re) is drawn, the result should be a straight line, indicating that the relationship is of the form:

اگر یک گراف log(f) در مقابل log(Re) رسم شود نتیجه یک خط مستقیم است که نشان دهنده رابطه زیر است:

$$f = C\,Re^{n}$$

(10) Results should show that for laminar flow n=-1 and C=16 (Log(C) is the intercept). For smooth turbulent flow n=-0.25 and C is 0.079. For rough turbulent flow n=0.0 (graph horizontal) and f depends only on the roughness of the pipe

۱۰) نتایج نشان می‌دهد که برای جریان خطی n=-1، C=16 (log(C) در نقطه گرفته می‌شود). برای جریان آرام n=-0.25 و C=0.079، برای جریان متلاطم n=0 (گراف افقی) و f فقط به زبری لوله بستگی دارد.

بنابراین Hence:- LAMINAR (خطی) SMOOTH TURBULENT (آرام) ROUGH TURBULENT (متلاطم)

۱۱) مانومترها: برای مانومترهای اختلافی تنها تغییر در فشار را گزارش میشود. وقتی که نقاط آبگیری در یک سطح هستند. اگر نقاط آبگیری در سطوح متفاوت قرار داشته باشند مانومتر تفاوت در نقطه بالا پیزومتریک را نشان می‌دهد. (مجموع فشار و پتانسیل هد)

$$f = \frac{16}{Re} \qquad f = \frac{0.079}{Re^{0.25}} \qquad f = \frac{constant}{Re^{0.0}}$$

---

(۱۱) MANOMETERS:- Differential manometers only record the difference in pressure head when the tapping points are at the same level. If the tapping points are at different levels the manometer will record the difference in PIEZOMETRIC HEAD (sum of pressure and potential head)

For the Inverted WATER Manometer: مانومتر برای آب معکوس:

اختلاف در هد پیزومتریک DIFFERENCE IN PIEZOMETRIC HEAD = DIFFERENCE IN MANOMETER WATER LEVEL READINGS اختلاف در مانومتر در قرائت های سطح آب

For the MERCURY U Tube Manometer:- برای مانومتر جیوه با لوله U شکل:

اختلاف در هد پیزومتریک DIFFERENCE IN PIEZOMETRIC HEAD = DIFFERENCE IN MERCURY LEVEL READINGS x 12.6 اختلاف در سطح جیوه

۱۲) شبکه لوله را با آب پر کنید. شیرهای مناسب را باز یا بسته کنید تا جریان آب مورد نیاز حاصل شود.

۱۳) دبی را با استفاده از مخزن حجمی در ارتباط با شیر کنترل جریان V6 اندازه بگیرید. برای جریان های کوچک از استوانه های مدرج در ارتباط با شیر کنترل جریان V5 استفاده کنید (V6 بسته است). برای هر دبی اندازه گیری شده نوع مانومتر را گزارش کنید، Hu و Hd ارتفاع سیال در لوله های مانومتر است. سپس کامپیوتر قادر به محاسبه می‌باشد:

برای انجام دستورالعمل ذیل از تجهیزات اصطکاک سطح استفاده کنید:

Use Fluid Friction Equipment to carry out the following procedure:

(۱۲) Prime the pipe network with water. Open and close the appropiate valves to obtain flow of water through the required test pipe.

(۱۳) Measure flow rates using the volumentric tank in conjunction with flow control valve V6. For small flow rates use the measuring cylinder in conjunction with flow control valve V5 (V6 closed). For each measured flow rate record type of manometer, Hu, Hd the heights of fluid in the manometer tubes. The computer will then be able to calculate:

Re, Log(Re), Hf, Log(Hf), V, Log(V), f, Log(f) for each set of readings. برای هر مجموعه از قرائت ها

(۱۴) Graphs of Log(Hf) against Log(V) and Log(f) against Log(Re) are then drawn to ascertain the different relationships of laminar and turbulent flow.

(۱۵) You should ensure that you calculate one set of results for the first set of readings. These results should agree with the computed results and be included in your report.

۱۴) گراف های log (Hf) در مقابل log (V) و (f) log در مقابل log(Re) ترسیم می‌شود تا ارتباط های متفاوت جریان خطی و جریان متلاطم مشخص گردد.

۱۵) شما باید مطمئن باشید اولین قرائت ها را محاسبه کرده اید. این نتایج باید با نتایج کامپیوتری توافق داشته باشد و گزارش تمام این ها را شامل می‌شود.

QUESTION 1

The reason why pipe friction can occur is because:- دلیل اینکه چرا اصطکاک در لوله می‌تواند رخ دهد:

a) the water rubs against the pipe sides a) تماس آب با سطح های جانبی لوله

(b) water has viscosity b) ویسکوزیته آب

c) of the high pressure c) فشار بالا

d) of the effects of gravity d) اثرات وزن

Answer a,b,c or d

(۱۶) جواب صحیح (b) است. اگر سیال ویسکوزیته نداشته باشد (یک سیال ایده‌آل) اصطکاک وجود ندارد. سیال در ارتباط با دیواره‌های لوله ثابت است. (سیالی که ویسکوزیته ندارد، سیال inviscid نامیده می‌شود.)

(۱۶) The correct answer is (b). If the fluid had no viscosity (an ideal fluid) there could be no friction. The fluid in contact with the pipe walls is stationary. (A fluid having no viscosity is often called an inviscid fluid.)

QUESTION 2

For laminar flow the friction is proportional to:- متناسب برای جریان خطی اصطکاک متناسب است با ؟

a) velocity squared a) توان ۲ ویسکوزیته

(b) velocity b) سرعت

c) Reynolds Number raised to the power 0.25 c) عدد رینولدز با توان ۰٫۲۵ بالا برود

d) Reynold Number squared d) مربع عدد رینولدز

Answer a,b,c or d

The correct answer is (b). See theory. (Note for fully turbulent flow the friction is proportional to the velocity squared) جواب صحیح (b) است. تئوری را ببینید. برای جریانات کاملاً متلاطم اصطکاک متناسب با مربع سرعت است

QUESTION 3

It is important to know how much energy is lost through pipe friction for many reasons. Which of the following reasons is INcorrect? خیلی مهم است که بدانیم به دلایل زیادی انرژی از طریق اصطکاک لوله از بین می‌رود. کدامیک از دلایل زیر صحیح نمی‌باشد؟

a) to choose a suitable pump for a piping system a) انتخاب یک پمپ مناسب برای سیستم لوله‌کشی

b) to establish the power consumption of the pump b) تثبیت توان مصرف پمپ

c) to calculate the size of pipe suitable for a piping system c) محاسبه اندازه لوله مناسب برای سیستم لوله‌کشی

d) to estimate the life of the pipes in a piping system d) تخمین عمر لوله در یک سیستم لوله‌کشی

Answer a,b,c or d

The incorrect statement is (d). The friction does not cause any wear of the pipe. The friction occurs within the fluid. جواب غلط (d) می‌باشد. اصطکاک سبب خسارت لوله نمی‌شود. اصطکاک داخل سیال اتفاق می‌افتد.

QUESTION 4

The piezometric head for water flowing through a pipe is: هد پیزومتریک آبی که در داخل یک لوله جریان دارد:

a) the sum of the pressure and velocity heads. a) مجموع ارتفاع سرعت و ارتفاع فشار

b) the sum of the pressure and potential heads. b) مجموع ارتفاع فشار و ارتفاع پتانسیل

c) the total available head of the fluid. c) کل ارتفاع قابل دسترس سیال

Answer a,b or c

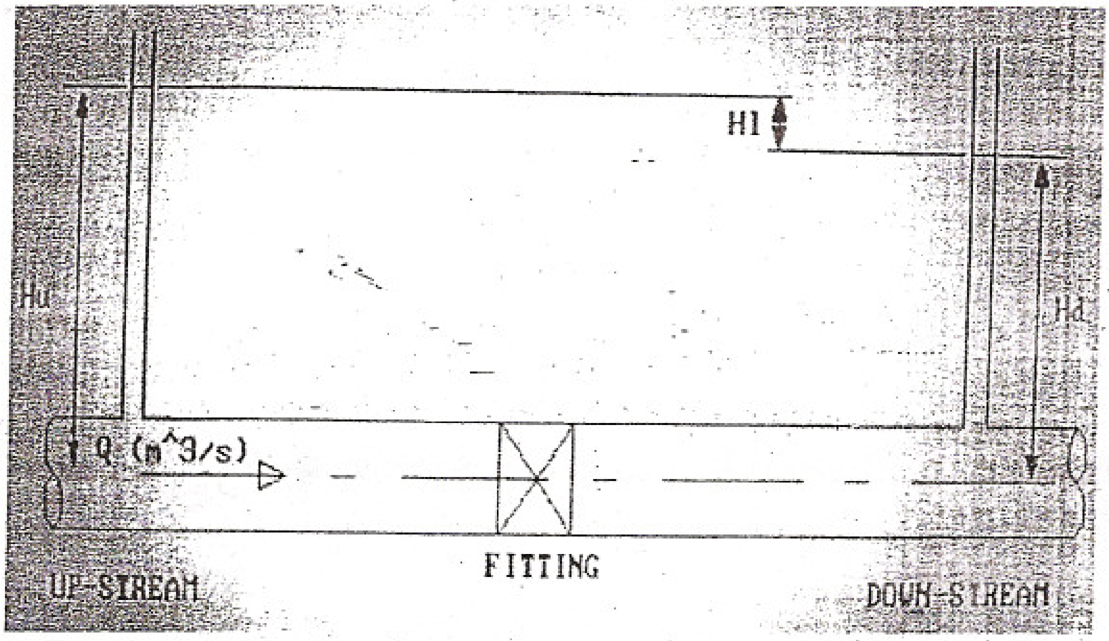
The correct answer is (b). In a uniform pipe the difference in piezometric head between two points is equal to the head loss due to friction, because there is no change in velocity head.

جواب "b" صحیح است. در یک لوله یکنواخت تفاوت در ارتفاع پیزومتریک بین دو نقطه برابر با افت فشار مربوط به اصطکاک است، زیرا تغییری در ارتفاع سرعت داده نشده است.

Energy losses in fitting افت انرژی در اتصالات

۱ The object of this investigation is to demonstrate that there is a loss of energy as fluid flows through a pipe fitting, to find this loss of energy in terms of head of fluid and to find the velocity pressure factor (K value) for a fitting.

۱) هدف از این تحقیق اثبات افت انرژی از طریق اتصالات لوله‌ها در موقعی که سیال جاری است و پیدا کردن افت انرژی بر اساس ارتفاع‌های فشار سیال و پیدا کردن فاکتور فشار سرعت (مقدار K) برای یک اتصال است.



۲) شکل دیاگرام تجهیز مورد استفاده برای این بررسی را نشان می‌دهد. آیتم‌ها مورد نیاز عبارتند از:

تجهیزات مورد نیاز

۲ This page shows a diagrammatic representation of the main equipment needed to undertake the investigation. You will require the following items:

این صفحه را نشان می‌دهد دیاگرام به نمایشی است از

- Fluid Friction Equipment تجهیز اصطکاک سیال
- Stop Watch ساعت توقف (کرنومتر)

۳ It will be useful if you obtain a printout of this diagram, by accessing the above PRINT rectangle. After you have studied these diagrams and noted the abbreviations for the dimensions, you may scroll this window to move onto the Theory Page.

۳) یک پرینت از دیاگرام تهیه کنید که بسیار مفید می‌باشد، بعد از اینکه دیاگرام‌ها و حروف مخفف مورد استفاده جهت ابعاد را مطالعه کردید به صفحه تئوری بروید.

THEORY

Nomenclature: واژه‌ها، اصطلاحات

g = acceleration due to gravity (9.81 m/s^2) شتاب جاذبه

Z = height from horizontal datum ارتفاع از افق

Hu = upstream manometer height ارتفاع مانومتریک جریان بالارونده

Hd = downstream manometer height ارتفاع مانومتریک جریان سمت پائین

Hl = head loss through fitting از دست دادن ارتفاع از طریق اتصال

u = upstream suffix پسوند جریان بالارونده

d = downstream suffix پسوند جریان سمت پائین

V = fluid velocity سرعت سیال

P = fluid pressure فشار سیال

p = density دانسیته

Q = actual flow rate دبی واقعی

Hl_incpt = apparent head loss from graph when V=0 کاهش فشار ظاهری از گراف موقعی که V=0 است

A = cross sectional area سطح مقطع عرضی

K = velocity pressure factor (K value) فاکتور فشار سرعت

Bernoulli's equation (modified for viscous flow):- معادله برنولی (تغییر یافته برای جریان ویسکوز):

$$Zu + \frac{Vu^2}{2g} + \frac{Pu}{pg} = Zd + \frac{Vd^2}{2g} + \frac{Pd}{pg} + Hl$$

Rearranging: پس از مرتب سازی:

از ۲

$$Hl = \frac{Pu-Pd}{\rho g} + \frac{Vu^2-Vd^2}{2g} + (Zu - Zd)$$

چون since $P = \rho g h$

بنابراین therefore:- $Hu - Hd = \frac{Pu-Pd}{\rho g}$ (obtained from manometers) (بدست آمده از مانومترها)

$\frac{Vu^2-Vd^2}{2g}$ can be calculated from the CONTINUITY equation از معادله پیوستگی محاسبه می‌شود.

$$(Q = Au\ Vu = Ad\ Vd)$$

Hence Hl can be calculated for each flow rate. بنابراین HL برای هر دبی محاسبه می‌گردد

متعارف است

Since Hl is dependent on the velocity of the fluid, it is conventional to relate it to KINETIC ENERGY (expressed as metres head of fluid) :

از آنجایی که HL وابسته به سرعت سیال است متعارف است انرژی سینتیک مربوط کنیم (ارتفاع سیال برحسب m بیان شده):

$$Hl = K\frac{v^2}{2g}$$

④ where K is a constant for a fitting and is known as the VELOCITY PRESSURE FACTOR (or K value). The velocity V is the greater of the upstream and downstream velocities. The K value can now be calculated for each flow rate, however in order to obtain a better, more accurate K value for each fitting a graph of Hl against V^2 /2g can be drawn. If the graph is a straight line this would indicate that K is a constant over the flow range. The slope (gradient) of the graph will give the best K value for the fitting.

④ که K یک مقدار ثابت برای یک اتصال است و به عنوان فاکتور فشار سرعت شناخته شده است (یا مقدار K). سرعت V بزرگتر از سرعت‌های جریان بالادست و پایین‌دست می‌باشد. حال مقدار K برای هر دبی محاسبه می‌گردد. هرچند برای بدست آوردن یک مقدار صحیح و دقیق‌تر برای مقدار K هر اتصال، می‌توان گراف HL را در مقابل $\frac{V^2}{2g}$ رسم کرد. اگر گراف خط مستقیم باشد نشان می‌دهد مقدار K در سراسر محدوده جریان ثابت است. شیب گراف بهترین مقدار K را برای یک اتصال ارائه می‌دهد.

ASSUMPTIONS فرضیات

اهداف عملی

⑤ If the graph appears to be a straight line ; for practical purposes it is reasonable to assume that the relationship is linear and hence K is a constant. However it may be seen that this assumption results in an apparent Head loss (Hl_incpt) when the velocity is zero.

⑥ Once K has been determined experimentally, K may be used to obtain the head loss for any flow rate by using the formula:

⑤ اگر گراف خط مستقیم باشد برای اهداف عملی منطقی است که فرض کنیم رابطه خطی است و بنابراین K ثابت است. با این فرض و فرض کردن سرعت صفر (۵) است کاهش ارتفاع ظاهری (HL - incpt) نتیجه می‌گردد.

⑥ یکبار که K از طریق آزمایش تعیین گردید این مقدار K برای بدست آوردن کاهش ارتفاع در هر دبی مورد استفاده قرار گیرد با استفاده از فرمول زیر:

$Hl = K (V^2 /2g)$ برای آنکه معادله با نتایج آزمایش سازگاری بیشتری داشته باشد باید HL-incpt را نیز مورد توجه قرار داد:

However to be really accurate and to be consistent with experimental observations HL_incpt should be taken into account:

$Hl = K (V^2 /2g) + HL\_incpt$

(۷) توجه: تئوری بالا مربوط به جریانات متلاطم عملی است. و نباید برای جریانات خطی و کم مورد استفاده قرار گیرد و این تئوری مسئول خطای ظاهری ناشی از عدم عبور گراف از مبدا می باشد.

(۷) CAUTION: The above theory relates to practical turbulent flow and should not be used for laminar and small flows, and may account for "apparent" error resulting from the graph not passing through the origin.

(۸) مانومترها: مانومترهای مختلف فقط تفاوت ارتفاع فشار را وقتی که نقاط آبگیری در یک سطح هستند نشان می دهند. اگر نقاط آبگیری در سطوح مختلف باشند مانومتر تفاوت ارتفاع پیزومتریک (جمع ارتفاع فشار و ارتفاع پتانسیل) را نشان می دهد. برای مانومترها با جریان معکوس آب:

(۸) MANOMETERS:- Differential manometers only record the difference in pressure head when the tapping points are at the same level. If the tapping points are at different levels the manometer will record the difference in PIEZOMETRIC HEAD (sum of pressure and potential head). For the Inverted (معکوس) WATER Manometer:-

تفاوت در ارتفاع پیزومتریک — تفاوت در قرائت سطح آب مانومتر

DIFFERENCE IN PIEZOMETRIC HEAD = DIFFERENCE IN MANOMETER WATER LEVEL READINGS

For the MERCURY U Tube Manometer: برای مانومتر جیوه ای با لوله U شکل:

DIFFERENCE IN PIEZOMETRIC HEAD = DIFFERENCE IN MERCURY LEVEL READINGS x 12.6

تفاوت در ارتفاع پیزومتریک — تفاوت در قرائت سطح جیوه

Method روش

(۹) برای چندین دبی متفاوت در محدوده دبی خیلی کم تا حداکثر دبی که قرائت ها را بتوان انجام داد، زمان لازم برای جمع شدن مقدار مشخص از سیال را در مخزن اندازه گیری یادداشت کنید. برای هر دبی مقدار Hu و Hd را گزارش کنید. یعنی ارتفاع سیال در لوله های مانومتر در اطراف اتصال مورد نظر. اندازه گیری شود که کامپیوتر قادر خواهد بود محاسبه نماید:

(۹) For several different flow rates ranging from a very small flow rate to the maximum for which readings can be obtained, measure the time taken to collect a known quantity of fluid in the measuring tank. For each measured flow rate record Hu and Hd ie the heights of fluid in the manometer tubes at the sides of the desired fitting. The computer will then be able to calculate:

و K مجزا برای هر مجموعه قرائت محاسبه می گردد.

Hl, $V^2 / 2g$ and the discrete K for each set of readings.

(۱۰) گراف HL در مقابل $\frac{V^2}{2g}$ رسم می گردد که رابطه متناسب را نشان می دهد. بهترین فاکتور K از طریق آماری از شیب این منحنی برای همه جریانات رسم می گردد.

(۱۰) A graph of Hl against $V^2 / 2g$ is drawn to show the proportional relationship. The statistical best K factor for all flows is then calculated from the slope of the graph.

Repeat the above procedure for each fitting being investigated. روش بالا را برای هر اتصال مورد بررسی تکرار کنید.

(۱۱) You should ensure that you calculate the first set of results for one flow rate for each fitting. These results should agree with the computed results and be included in your report.

QUESTION 1

(۱۱) برای اولین دبی هر اتصال خودتان اولین نتایج را محاسبه کنید. این نتایج باید با نتایج حاصل از کامپیوتر هم خوانی داشته باشد و در گزارش خود یادداشت کنید.

(۱۲) Is the pressure loss through a fitting with equal inlet and outlet diameters and with tapping points at the same level equivalent to the energy loss (m head) due to the fitting ?

(۱۲) آیا افت فشار در یک اتصال با قطرهای داخلی و خارجی یکسان و نقاط آبگیری یکسان در یک سطح معادل با افت انرژی (ارتفاع برحسب m) در آن اتصال است؟

a) Yes a) بله

b) No b) خیر

(۱۳) جواب «a» درست است. افت فشار معادل افت انرژی در یک اتصال است زیرا K.E و انرژی پتانسیل بین نقاط آبدهی جریانات رو به بالا و رو به پایین تغییر نکرده.

(13) The correct answer is (a). The pressure loss is equivalent to the energy loss due to the fitting because the K.E. and potential energy have not altered between the upstream and downstream tapping points.

QUESTION 2

کدام یک از عبارات زیر برای یک لوله‌ای که افقی نیست صحیح می‌باشد؟

Which of the following statements is the correct one for a pipe which is not horizontal:

a) اگر جریان نداشته باشیم اختلاف فشار بین نقاط آبدهی وجود دارد.

a) With no flow there would be a pressure difference between the tapping points.

b) اگر جریان نداشته باشیم اختلاف در سطح مانومترها همان اختلاف ارتفاع در نقاط آبدهی می‌باشد

b) With no flow the difference in manometer levels is the same as the height between the tapping points.

c) اگر جریان نداشته باشیم اختلاف فشار بین نقاط آبدهی وجود ندارد.

c) With no flow there would NOT be a pressure difference between the tapping points.

d) اگر در یک لوله جریان داشته باشیم قرائت‌های مانومتر نشانه اختلاف فشار است.

d) With flow in the pipe the manometer readings indicate the pressure difference

(14) The correct answer is (a). The differential manometer only records pressure difference when the pipe is horizontal. When the pipe is not horizontal some of the POTENTIAL energy in the pipe has been converted (تبدیل شده) into PRESSURE energy (or vica versa).

(۱۴) جواب «a» صحیح است. مانومتر اختلافی فقط اختلاف فشار را وقتی که لوله افقی است نشان می‌دهد وقتی که لوله افقی نیست مقداری از انرژی پتانسیل در لوله تبدیل به انرژی فشاری شود.

QUESTION 3

In the experiment the tapping points are at different levels. The manometer used will record directly which of the following:

در آزمایش نقاط آبدهی در سطوح مختلف قرار دارند. مانومتر مورد استفاده مستقیماً کدامیک را ثبت خواهد کرد؟

a) the difference in pressure — a) اختلاف فشار

b) the head lost in friction — b) کاهش فشار به واسطه اصطکاک

c) the difference in level of the tapping points when there is no flow — c) تفاوت در سطح نقاط آبدهی وقتی که جریانی وجود ندارد.

(15) The correct answer is (b). The differential manometer only records pressure difference when the pipe is horizontal. When the tapping points are at different levels and there is zero flow, the manometer readings will be equal.

(۱۵) جواب «b» صحیح است. مانومتر افتراقی فقط اختلاف فشار را وقتی که لوله افقی است نشان می‌دهد. وقتی که نقاط آبدهی در سطوح مختلف باشند و جریان هم صفر باشد، قرائت‌های مانومتر مساوی خواهد بود.

QUESTION 4

چرا برای این تحقیق لازم نیست اختلاف در ارتفاع بین مانومتر نقاط آبدهی را جهت تعیین افت ارتفاع در نتیجه اصطکاک بدانیم؟

Why, for this investigation, is it not essential to know the difference in height between the manometer tappings in determining the head lost in friction.

a) Because the difference in height will not affect the pressure difference.

a) زیرا اختلاف ارتفاع در اختلاف فشار تاثیر نخواهد کرد

b) Because the difference in level of the liquid in the manometer records the difference in piezometric head (sum of pressure and position head), and not pressure difference.

b) زیرا اختلاف در سطح مایع موجود در مانومتر اختلاف در Head پیزومتریک (مجموع فشار و موقعیت head) را نشان می‌دهد نه اختلاف فشار را.

c) زیرا اختلاف در سطح مایع موجود در مانومتر فقط اختلاف فشار را نشان می‌دهد و نه فشار را.

c)Because the difference in level of the liquid in the manometer records the pressure difference and not pressure.

d)Because the air is compressed in the manometer d) زیرا هوا داخل مانومتر فشرده می‌شود.

(۱۶) The correct answer is (b). It is however essential to know the height difference if we wish to determine the pressure difference between the tapping points.

(۱۶) جواب صحیح «b» است. به هر حال ضروری است که اختلاف ارتفاع را بدانیم اگر بخواهیم اختلاف فشار را در بین نقاط انشعاب اندازه بگیریم.

QUESTION 5

Is the pressure loss through a fitting with unequal inlet and outlet diameters and with tapping points at the same level, equivalent to the energy loss (m head) ?

آیا افت فشار در یک اتصال که قطرهای داخلی و خارجی آن یکسان نیست و نقاط انشعاب در یک سطح برابر دارند، معادل با افت انرژی است؟

a) Yes a) بله

b) No b) خیر

The correct answer is (b), because there is a change in the K.E. which affects the pressure.

جواب درست «b» است زیرا یک تغییر در K.E است که در فشار تأثیرگذار است.

QUESTION 6

در آزمایش نقاط انشعاب در سطوح متفاوت قرار دارند. مانومتر مورد استفاده مستقیماً کدام را نشان می‌دهد؟

In the experiment the tapping points are at different levels. The manometer used will record directly which of the following:

a)the difference in pressure a) اختلاف فشار

b)the head lost in friction b) افت فشار حاصل از اصطکاک

c)the difference in level of the tapping points when there is no flow c) تفاوت در سطح نقاط انشعاب وقتی که جریان نداریم.

The correct answer is (b). The differential manometer only records pressure difference when the pipe is horizontal. When the pipe is vertical the readings will be equal for zero flow, although the lower tapping point will have a higher pressur.

جواب صحیح «b» است. مانومتر اختلافی فقط اختلاف فشار را موقعی که لوله افقی است نشان می‌دهد. وقتی که لوله عمودی است قرائت‌ها برای جریان صفر برابر خواهد بود، اگرچه نقاط انشعاب پایینی فشار بالاتری خواهند داشت.

راهنمای نرم افزار اندازه گیری ضرائب سرریز

Flow over weirs آزمایش جریان سرریزها

۱) هدف از این آزمایش این است که چگونه سرریز می‌تواند جهت اندازه‌گیری دبی جریان در یک کانال باز مورد استفاده قرار گیرد و از آن طریق ضریب تخلیه (آبدهی) پیدا شود. ۳ سرریز از وسیله ۱ تا ۱۳ مورد بررسی قرار گیرد: سرریز مستطیلی، ۲ سرریز با شکاف شکل VEE

Object

① The object of this experiment is to demonstrate how a weir can be used as a meter to measure fluid discharge in an open channel and to find the coefficient of discharge (Cd) of the device. Three weirs from F1-13 apparatus will be considered; a rectangular and a VEE shaped notch weir.

② This page shows a diagrammatic representation of the equipment needed to undertake the investigation. You will require the following items:

۲) این صفحه در واقع توصیف دیاگرامی تجهیزات مورد نیاز جهت بررسی بوده ما به اقلام زیر نیاز خواهیم داشت:

- Hydraulics Bench F1-10 میز هیدرولیک
- Basic Weirs F1-13 سرریزها
- Stop Watch ساعت توقف

۳) نحوه استفاده مطالعه گردید

③ You will find it useful to obtain a printout of these diagrams by accessing the above PRINT rectangle. After you have studied these diagrams and noted the abbreviations for the dimensions, you may scroll this window to move onto the Theory Page.

THEORY

Nomenclature: (also see diagram)

g = acceleration due to gravity (9.81 m/s^2) شتاب ثقل

Z = height from horizontal datum

H = distance between crest and still water surface

i = upstream suffix

j = downstream suffix

V = fluid velocity

P = fluid pressure

p = density

Qa = actual flow rate

Qt = theoretical flow rate

Qincpt = apparent flow rate from graph when H=0

dA = small element of area of thickness dh

آز ۳

Cd = coefficient of discharge ضریب تخلیه

K = meter constant ثابت اندازه گیری

theta = angle of wier edge from vertical زاویه بین لبه سرریز از خط عمودی

w = width of rectangular weir پهنای سرریز مستطیلی

Refer to the diagrammatic representation on the Equipment Page for other symbols. برای درک کردن مفهوم سایر علائم به نمودار تجهیزات مراجعه کنید.

Cd is an experimental correction factor, which must be applied to the theoretical discharge value to obtain the actual discharge, hence:

Cd یک فاکتور تصحیح آزمایشی است که باید در محاسبه میزان تخلیه تئوری بکار گرفته شود تا میزان تخلیه واقعی بدست آید، بنابراین:

$$Cd = \frac{\text{actual measured discharge}}{\text{theoretical discharge}}$$

تخلیه اندازه گیری شده واقعی / تخلیه تئوری

معادله برنولی Bernoulli's equation :

$$Z_i + \frac{V_i^2}{2g} + \frac{P_i}{\rho g} = Z_j + \frac{V_j^2}{2g} + \frac{P_j}{\rho g}$$

④ حرکت یک ذره از سیال را از جهت i به j در نظر بگیرید (دیاگرام را ببینید) سرعت جریان بالا را صفر فرض کنید (آب راکد) و فشار جریان پایین را در حد فشار اتمسفر در نظر گرفته بنابراین عملیات در فشار سنج ذیل انجام می‌پذیرد:

④ Consider the motion of a particle of fluid flowing from i to j (see diagram). The upstream velocity is be assumed to be zero (still water) and the downstream pressure (in the nappe) is assumed to be atmospheric, so working in gauge pressure:

$$\frac{P_i}{\rho g} + Z_i = \frac{V_j^2}{2g} + Z_j \quad \text{.................. } 1$$

از دیاگرام داریم From the diagram $H = Z_i + x$

The upstream pressure is obviously x metres head of water, so:- فشار جریان بالا در x متر بالای سطح آب آشکار می‌شود بنابراین:

$$H = Z_i + \frac{P_i}{\rho g}$$

Also from the diagram $H = Z_j + h$, equating and rearranging:- همچنین از دیاگرام داریم که $H = Z_j + h$ پس از معادل سازی و مرتب کردن معادله بالا داریم:

$$\frac{P_i}{\rho g} = Z_j - Z_i + h$$

۳:۰

pg

substituting in 1, rearranging and cancelling:- مقدار بالا را در معادله ۱ قرار دهیم و ساده سازی صورت زیر بدست می آید

Vj = SQRT(2gh)

From CONTINUITY (dQ = dAi Vi = dAj Vj) considering the flow through the elemental ضخامت thickness dh (see diagram) : از پیوستگی (dQ = dAi Vi = dAj Vj) جریان را در ضخامت dh بدست آوریم (دیاگرام را ببینید):

برای سرریز مستطیلی FOR RECTANGULAR WEIR

----

dQt = SQRT(2gh) w dh

بدون توجه

The total flow is found by integrating between zero and H (neglecting the lowering of the surface of the water) جریان کل از طریق انتگرال گیری در فاصله صفر تا H بدست می آید (بدون توجه به پایین آمدن سطح آب):

Qt = 2/3 SQRT(2g) w H^1.5

------------------------ این معادله به صورت $Qt = KH^{1.5}$ نوشته می شود که K ثابت سرریز است و معادل است با $K = \frac{2}{3}$ SQRT

معادله

This equation may be written as :- Qt = K H^1.5 where K may be called the Weir Constant and equals:- K=2/3 SQRT(2g) w Introducing the Coefficient of Discharge (Cd) takes account of

the following assumptions: ضریب تخلیه Cd با فرضیات زیر در نظر گرفته می شود

a) Upstream of weir, the water is still. a) جریان بالای سرریز آب راکد است

b) Effect of drop down is neglected. b) اثر افت ذرات نادیده فرض می شود

c) Pressure throughout the sheet of liquid (or nappe) is atmospheric. c) فشار در سرتاسر لایه مایع فشار اتمسفری است

d) Effects of viscosity (friction) and surface tension are negligible. d) اثرات ویسکوزیته و کشش سطحی جزئی است

e) The contraction of the nappe due to curvature of streamlines. e) تراکم جریان مربوط به انحنای خطوط جریان

دبی جریان واقعی می شود ACTUAL FLOW RATE (Qa) = Cd K H^1.5

برای سرریز با مقطع VEE FOR VEE NOTCH WEIR

For the VEE Notch Weir it can be shown by using elementary trigonometry that the width of an element is 2(H-h) tan(Theta) so:

برای سرریز با مقطع VEE پهنای یک المان $2(H-h)\,tg\,\theta$ است. بنابراین:

۳۰ از

dQt = SQRT(2gh) 2(H-h) tan(theta) dh

Integrating between zero and H gives: که با انتگرال گیری در فاصله صفر تا H داریم؛

Qt = 8/15 SQRT(2g) tan(theta) H^2.5

so for the Vee Shaped Weir:- K = 8/15 SQRT(2g) tan(theta)

ACTUAL FLOW RATE (Qa) = Cd K H^2.5

If Cd as well as K is constant, a graph of Qa against H^1.5 for a rectangular weir or H^2.5 for a VEE Notch Weir will be a straight line having a slope equal to Cd K.

Qa and H are found by experiment, K can be calculated. Hence the best value of the Coefficient of Discharge may be found.

FURTHER ASSUMPTIONS

If the Cd graph appears to be a straight line, for practical purposes it is reasonable to assume that the relationship is linear and hence Cd is constant. However it can be seen that this assumption results in an apparent discharge Qincpt when H=0

زمانی که Cd از طریق آزمایش حاصل می‌شود با مشاهده H در وسیله اندازه‌گیری با استفاده از فرمول؛

Once Cd has been determined experimentally the meter may be used to measure any flow rate by observing H and using the formula:

Q = Cd K (H^1.5) (rectangular)

به هر حال جهت دقت بیشتر Qincpt بایستی در فرمول زیر قرار بگیرد؛

However to be really accurate Qincpt should be taken into account

Q = Cd K (H^1.5) + Qincpt (rectangular)

④ توجه: تئوری بالا مربوط به جریان‌های متلاطم عملی است و نباید برای جریان‌های آرام و خطی مورد استفاده قرار گیرد و همچنین در مواقعی که با خطای ظاهری ناشی از عدم عبور گراف از مبدأ روبرو هستیم.

④ CAUTION:- The above theory relates to practical turbulent flow and should not be used for laminar and small flows, and may account for "apparent" error resulting from the graph not passing through the origin.

استفاده از تجهیزات سرریزهای اصلی F1-13 و انجام روش عملی:

Use the Armfield Basic Weirs Equipment F1-13 and carry out the following procedure:

⑤ Install the appropriate weir plate with the sharp edge of the weir facing downstream. Admit water to the channel until the water discharges over the weir plate. Close the flow control valve and allow the water level to stabilise. Set the Vernier Height Gauge to a datum reading using the top of the hook. The datum is the apex of the Vee notch or the sill of the rectangular weir. In practice (در عمل) it is easier to fill the channel with water and use the minimum water level as the datum - although not strictly accurate this method will prevent damage to the weir plate. Position the gauge about half way between the notch plate and stilling baffle.

⑤ صفحه سرریز مناسب را که لبه تیز آن سمت جریان پایین است نصب کنید. آب را وارد کانال کنید تا تخلیه آب از بالای صفحه سرریز صورت پذیرد. شیر کنترل جریان را بسته و اجازه دهید تا سطح آب ثابت شود. گیج (Gauge) ارتفاع ورنیر (Vernier) را در سطح مبداء تنظیم کنید ... از سمت بالای هوک ... امکان‌پذیر باشد: مبداء برای سرریز با مقطع VEE بالاترین نقطه آن است و برای سرریز مستطیلی سطح هموار پایین آن است.

۳ از ۱

۵) در عمل آسان‌تر است که کانال را با آب پر کنیم و پایین‌ترین سطح آب را مبدا در نظر بگیریم. اگرچه این روش کاملاً صحیح نباشد ولی کار بردن این روش از حفاری زدن بوسیله صفحه سرریز جلوگیری می‌کند. موقعیکه در نقطه راه‌بین صحیح هنوز و مانع ثابت قرار دهید اجازه دهید تا آب از کانال عبور کند و پخش شود. جریان را تنظیم شده تا آب به قسمتی برسد (ارتفاع H) ابدیه. افزایش جریان آب را در مراحل ... تنظیم کنید. برای هر میزان جریانی شرایط را ثبت کنید و شدت جریان را اندازه گرفته و H را گزارش دهید. با خواندن حجم و زمان و استفاده از مخزن حجمی برای تعیین شدت جریان استفاده کنید.

Admit water to the channel, adjust flow control valve to obtain heads, H, increasing in steps of about 10 mm. For each flow rate stabilise conditions, measure and record H. Take readings of volume and time using the volumetric tank to determine the flow rate.

پس کامپیوتر قادر به محاسبه خواهد بود:

The computer will then be able to calculate:- Q, Cd, H^1.5 for the Rectangular Weir and H^2.5 for the Vee Notch Weir for each set of readings.

کامپیوتر Q و Cd و H^1.5 برای سرریز مستطیلی و H^2.5 برای سرریز با مقطع VEE را برای هر مجموعه قرائت ارائه می‌دهد.

A graph of Q against H^1.5 (rect) or H^2.5 (vee) is then drawn to find the accurate Cd for the meter.

گراف Q در مقابل H^1.5 (برای مستطیل) و گراف Q در مقابل H^2.5 (برای با مقطع VEE) رسم می‌شود در نتیجه مقدار Cd برای منحنی محاسبه می‌شود.

۶) برای اطمینان از صحت نتایج کامپیوتری برای هر سرریز باید یک مجموعه جدا از نتایج حاصل از قرائت‌های اولیه توسط کامپیوتر محاسبه گردد. این نتایج باید در گزارش شما بیاید.

⑥ For each weir you should ensure that you calculate a single set of results from the first set of readings to verify the computed results. These should be included in your report.

۷) صفحه‌ای که مقادیر قرائت شده وارد می‌گردد منحنی رسم می‌گردد. مقادیر منحنی از قبل تنظیم می‌گردد. شما می‌توانید درجه‌بندی ستون‌های گراف را برای تطبیق مقادیر قرائت شده تغییر دهید. واحدهایی را که برای محاسبات گراف مناسب‌تر هستند یادداشت کنید در حالی که واحدهایی که برای ورود داده‌ها به کامپیوتر مورد استفاده قرار می‌گیرند برای تجهیزات مورد استفاده مناسب‌تر است.

⑦ his is the Readings Page. As the readings are entered the appropriate graph is drawn.The graph scales have been preset, however you may alter the graph axes to suit your readings. Note that the units used on the graph are more appropriate to the calculations, whereas the units used for entering the readings are more appropriate for the equipment.

Move the cursor to appropriate rectangles and enter the sets of experimental readings in the following order:

کرسر موجود در صفحه کامپیوتر را به جدول هدایت کنید و قرائت‌های حاصل از آزمایش را وارد کنید به ترتیب زیر:

1. H (mm) The height of the water surface above the crest of the weir. — ۱. ارتفاع سطح آب صفحه بالای سرریز

۲. برای سرریز با مقطع VEE

2. Vol (l) The volume of water collected in litres.

3. t (s) The time taken to collect that volume of water. — ۳. زمان طول کشیده برای جمع‌آوری آن حجم آب برحسب ثانیه

بعد از آن که هر مجموعه از داده‌ها وارد شد محاسبات زیر انجام می‌شود و در صفحه نمایش داده می‌شود.

After each set of readings have been entered the following will be calculated and displayed:

1. H^1.5 (m^1.5) For the Rectangular Weir — برای سرریز مستطیلی

or H^2.5 (m^2.5) For the VEE Notch Weir — برای سرریز با مقطع VEE

2. Q (m^3/s x 10^-3) or (l/s) The flow rate. — دبی جریان

3. Cd The apparent coefficient of discharge calculated for that unique set of readings only.

۳. Cd ضریب تخلیه ظاهری محاسبه شده برای یک مجموعه قرائت.

QUESTION 1

سرریزهای مورد استفاده در این آزمایش به عنوان منافذ لبه تیز شناخته شده‌اند. چرا شما فکر می‌کنید که آنها با لبه تیز ساخته شده‌اند؟

The weirs used in this experiment are known as sharp edge notches. Why do you think they are made with sharp edges ?

a) to prevent the water springing clear — به منظور جلوگیری از بالا روی و جهش آب

b) to reduce the amount of viscous friction — به منظور کاهش میزان اصطکاک چسبندگی

بسم ۳

c) easier to manufacture آسانتر بودن تولید

d) to increase the amount of viscous friction افزایش میزان اصطکاک چسبندگی

(b) is correct, but in practice the edge is not a knife edge, but manufactured with a small flat.
See the next question for an explanation.
جواب (b) درست است، اما در عمل لبه‌ها مثل چاقو نیستند بلکه با سطح کوچک ساخته شده‌اند. برای توضیح سؤال بعدی را ببینید.

QUESTION 2

Why are the notches not made with sharp knife edges چرا شکاف‌ها با لبه‌های تیز چاقو ساخته نشده‌اند؟

a) because they would be dangerous to handle زیرا کار کردن با آنها خطرناک است

b) because the water would erode the edge زیرا آب لبه آنها را سائیده می‌کند

c) because they would be expensive to manufacture تولید آنها گران است

d) because the water would spring clear چون آب بطور واضح بالا می‌رود

The correct answer is (b). The main reason is that erosion would have an adverse effect on weir performance.
جواب (b) صحیح است، دلیل اصلی این است که سایش اثر معکوس بر روی کارایی سرریز دارد.

QUESTION 3

In the experiment the approach velocity is assumed to be zero. When would the approach velocity be of importance ?
در آزمایش سرعت ورودی صفر در نظر گرفته شده است. چه زمانی سرعت ورودی اهمیت دارد؟

a) in a wide channel - در یک کانال پهن

b) when measuring high flow rates موقع اندازه‌گیری دبی‌های زیاد

c) when the channel is deep وقتی که کانال عمیق است

d) when the channel is narrow وقتی کانال باریک است

The correct answer is (d). As the cross sectional area decreases, the velocity increases, making the assumption less justifiable
جواب (d) صحیح است، همانطور که سطح مقطع عرضی کاهش می‌یابد، سرعت افزایش می‌یابد. در نظر گرفته شده دلیل منطقی نمی‌باشد.

QUESTION 4

The upstream depth measurement should be taken: اندازه‌گیری عمق جریان بالادست باید:

a) as close as possible to the weir تا حد امکان نزدیک سرریز باشد

b) as far upstream as practical تا جایی که جریان سمت بالا عملی است

c) just clear of the drop-down curve درست تا جایی که منحنی سرریزی آب به سمت پایین افت می‌دهد

d) as far downstream as possible تا جایی که جریان سمت پایین فراهم شود.

(c) جواب صحیح است، حرکت بیشتر به طرف بالادست آب سبب خطاهایی مربوط به شیب سطح آب ایجاد می‌کند. نزدیک شدن بیش از حد به سرریز مقدار غیر صحیح ارائه می‌دهد به خاطر منحنی پایین افتاده باشد.

(c) is the correct answer. To move further upstream would introduce errors due to the slope of the water surface. To go too near the weir would give an incorrect value because of the drop_down curve.

QUESTION 5

اگر Cd در یک سرریز مستطیلی ۰٫۶ باشد و ثابت سرریز ۰٫۰۹ باشد مشخص کنید کدامیک از مقادیر زیر تخمین خوبی از تخلیه است درصورتی که عمق آب ۰٫۰۷۷ متر باشد.

If the Cd of the rectangular weir is 0.6, and the weir constant is 0.09 (all in consistent units). Indicate which of the following values gives a good estimate of the discharge if the depth of water is 0.077 metres:

a) 6.6 l/s

b) 5.6 l/s

c) 3.4 l/s

d) 1.2 l/s

e) 0.05 l/s

جواب (d) صحیح است، شما باید از فرمول Q = Cd K H^1.5 استفاده کنید.

The correct answer is (d). You should have used the following formula:- Q = Cd K H^1.5

QUESTION 6

The triangular Vee Notch Weir is more accurate than the Rectangualar Notch Weir for flow mesurement because:

برای اندازه‌گیری جریان سرریز ۳ زاویه‌ای با مقطع VEE صحیح‌تر از سرریز با مقطع مستطیلی است زیرا:

a) it can cater for larger flow rates چون می‌تواند برای دبی‌های بیشتر به کار رود

b) the head rises quicker as the discharge increases هد سرریز سریع‌تر بالا می‌رود هنگامی که تخلیه افزایش می‌یابد

c) as the flow rate increases the water surface rises proportionally هرچه دبی افزایش پیدا کند سطح آب متناسب با آن بالا رود

d) because the water must be deeper زیرا آب باید عمیق‌تر باشد

The correct answer is (c). Because of the shape of a Rectangular Weir, a small change in a low flow rate is difficult to measure.

جواب (c) صحیح است، زیرا در نوع سرریز مستطیلی اندازه‌گیری تغییر کوچک در سرعت جریان‌های پایین مشکل است.

QUESTION 7

In the formulae used, H is always the: در فرمول مورد استفاده H همیشه:

a) measured head + velocity head based on the depth to the weir crest سر سرریز اندازه‌گیری شده + سرعت وابسته به عمق تا تاج سرریز

b) measured head + velocity head based on the depth to the channel base سر سرریز اندازه‌گیری شده + سرعت وابسته به عمق کانال

c) height of the upstream water above the weir crest ارتفاع جریان آبی بالارونده نسبت به تاج سرریز

d) height of the upstream water above the channel base- ارتفاع جریان آب بالارونده نسبت بالای کانال

The correct answer is (a). The datum for H is always the lowest point of the weir, i.e. the crest of the weir.

جواب (a) صحیح است، مبدأ H همیشه پایین‌ترین نقطه سرریز است برای مثال تاج سرریز.

راهنمای نرم افزار اندازه گیری ونتوری متر، اوریفیس متر، پیتومتر و اندازه گیری افت اتصالات (ونتوری متر)

Venture meter

The object of this experiment is to:

1. Find the coefficient of discharge (Cd) of a venturi meter and to demonstate how it can be used to measure fluid discharge through a pipeline.

2. Show how the head lost as the fluid passes through the meter varies with the velocity head.

۲- نشان دادن اینکه چطور کاهش ارتفاع به عنوان جریان عبور کرده از جریان ونتوری‌متر با سرعت متفاوت است.

این صفحه نشان می‌دهد یک دیاگرام ارائه شده از تجهیزات اصلی مورد نیاز برای این بررسی را، سیستم‌های مورد نیاز شما عبارتند از:

This page shows a diagrammatic representation of the main equipment needed to undertake the investigation. You will require the following items:

- Fluid Friction Apparatus پایه اندازه‌گیری اصطکاک سیال
- Stop Watch ساعت توقف

① This investigation is concerned with the Venturi Meter, which is illustrated above. It will be useful if you obtain a printout of this diagram, by accessing the above PRINT rectangle. After you have studied this diagram and noted the abbreviations for the dimensions, you may scroll this window to move onto the Theory Page.

① این تحقیق مربوط با ونتوری متر است که اشاره می‌کند به بالا این مفید خواهد بود برای شما که بدست آورید یک پرینت از این دیاگرام بوسیله از بابر (accessing) صفحه پرینت بالا. بعد از اینکه شما مطالعه کردید این دیاگرام را یادداشت کردید خلاصه را برای ابعاد شما ممکن است حرکت دهید این صفحه رو برود به صفحه تئوری.

THEORY

Nomenclature:- فهرست واژه‌ها و اصطلاحات

g = acceleration due to gravity (9.81 m/s^2) شتاب وابسته به ثقل

Z = height from horizontal datum ارتفاع از سطح افق

Hu = upstream piezometric height ارتفاع پیزومتریک جریان رو به بالا

Hd = downstream piezometric height ارتفاع پیزومتریک جریان رو به پائین

Ht = throat piezometric height ارتفاع پیزومتریک گلوگاه

Hl = head loss through meter (Hu - Hd) کاهش ارتفاع از میان متر

H = Hu - Ht ارتفاع پیزومتریک جریان رو به بالا - ارتفاع پیزومتریک گلوگاه

Ha = difference between upstream and throat manometer heights in mm of mercury or mm of water depending on the manometer

تفاوت بین ارتفاع مانومتر گلوگاه و جریان رو به بالا در mm از جیوه یا mm آب وابسته به نوع مانومتر

Hb = difference between upstream and downstream manometer heights in mm of mercury or mm of water depending on the

تفاوت بین ارتفاع مانومتر جریان رو به پائین جریان رو به بالا در mm از جیوه یا mm آب وابسته به نوع مانومتر

manometer used.

u = upstream suffix پسوند جریان رو به بالا

t = throat suffix پسوند گلوگاه

d = downstream suffix پسوند جریان رو به پایین

V = fluid velocity in pipe سرعت جریان در لوله

P = fluid pressure فشار جریان

p = density چگالی

Qa = actual flow rate میزان جریان واقعی

Qt = theoretical flow rate میزان جریان تئوری

Qincpt = apparent flow rate from graph when H=0 میزان جریان واقعی از گراف هنگامی که H=0

A = cross sectional area

Cd = coefficient of discharge

K = meter constant ثابت سنجش

$$Cd = \frac{actual\ \text{meashured discharge}}{\text{theoritical discharge}}$$

تخلیه اندازه گیری شده واقعی / تخلیه تئوری

Bernoulli's equation :

$$Zu + \frac{Vu^2}{2g} + \frac{Pu}{pg} = Zt + \frac{Vt^2}{2g} + \frac{Pt}{pg} \quad ......$$

Zu = Zt hence:

$$\frac{Pu-Pt}{pg} = \frac{Vt^2-Vu^2}{2g} \quad ....\ 1$$

because P = p g h and H = Hu - Ht :

$$Hu - Ht = \frac{Pu-Pt}{pg}$$

$$H = \frac{Pu - Pt}{\rho g} \quad \text{and from 1} \quad H = \frac{Vt^2 - Vu^2}{2g}$$

Continuity:- Qt = Au.Vu = At.Vt

$$Vt = \frac{Au.Vu}{At}$$

substitute: جایگزین

$$H = \frac{\frac{Au^2 - Vu^2}{At^2} - Vu^2}{2g}$$

rearranging:

$$H = \frac{Vu^2\left((Au^2/At^2) - 1\right)}{2g}$$

rearranging: مرتب سازی

Vu = SQRT[2gH / ((Au^2 / At^2) -1)] (SQRT = ^0.5)

substituting in continuity جایگزینی در معادله پیوستگی

Qt = Au SQRT[2gH / ((Au^2 / At^2) - 1)] (SQRT = ^0.5)

Let:- K = Au SQRT[2g / ((Au^2 / At^2) - 1)]

Qt = K SQRT(H)

This is the theoretical flow rate. Introducing the coefficient o discharge (Cd) takes account of friction:

ACTUAL FLOW RATE (Qa) = Cd. K. SQRT(H)

If Cd as well as K is constant a graph of Qa against SQRT(H) will be a straight line having a slope equal to Cd.K .

Qa and H are found by experiment, K can be calculated from Au and At. Hence the best value of the coefficient of discharge (Cd) may be found.

HEAD LOSS

The overall losses (Hl = Hu - Hd) increase as the flow rate increases and should be proportional to the velocity head (V^2/2g). This can be confirmed by plotting a graph of Hl against V^2/2g.

ASSUMPTIONS

If the Cd graph appears to be a straight line, for practical purposes it is reasonable to assume that the relationship is linear and hence Cd is constant. However it can be seen that this assumption results in an apparent discharge Qincpt when H=0.

Once Cd has been determined experimentally the meter may be used to measure any flow rate by observing the manometer readings and using the formula:

Q = Cd K SQRT(H)

However to be really accurate Qincpt should be taken into account

Q = Cd K SQRT(H) + Qincpt

CAUTION:- The above theory relates to practical turbulent flow and should not be used for laminar and small flows, and may account for "apparent" error resulting from the graph not passing through the origin. مانومترهای مختلف دقیقا تفاوت ارتفاع مساوی را وقتی که نقاط آبرو در یک سطح هستند نشان می دهند. اگر نقاط
آبرو در سطح متفاوت باشند مانومترها تفاوت ارتفاع پیزومتریک را نشان می دهند. بدین مانومترها با جریان معکوس آب تفاوت در قرائت سطح آب مانومترها

MANOMETERS:- Differential manometers only record the difference in pressure head when the tapping points are at the same level. If the tapping points are at different levels the manometer will record the difference in PIEZOMETRIC HEAD (sum of pressure and potential head).

For the Inverted WATER Manometer:

DIFFERENCE IN PIEZOMETRIC HEAD = DIFFERENCE IN MANOMETER WATER

LEVEL READINGS

For the MERCURY U Tube Manometer:-

DIFFERENCE IN PIEZOMETRIC HEAD = DIFFERENCE IN MERCURY LEVEL

۲) ونتوری‌متر برای تجهیزات اصطکاک سیال استفاده می‌شوند. مراحل زیر را:
شبکه لوله را با آب پر کنید. شیر مناسب را باز کنید تا جریان آب از فلومترها و دستگاه سنجش جریان عبور کند. برای چندین سرعت جریان مختلف از میزان
جریان خیلی کم تا حداکثر برای قرائت‌هایی که می‌توانند به دست آیند، زمان مورد نیاز جهت جمع شدن مقدار مشخص از سیال را از مخزن اندازه‌گیری
یادداشت کنید. برای هر دبی گزارش کنید ارتفاع سیال در لوله‌های مانومتر را، مانومتر مورد استفاده و کامپیوتر قادر خواهد بود محاسبه نماید.

READINGS x 12.6

Methed

Use the Armfield Venturi Meter on the Fluid Friction equipment to carry out the following procedure:

(۲) Prime the pipe network with water. Open the appropriate valves to obtain flow of water through the flow meters, For several different flow rates ranging from a very small flow rate to the maximum for which readings can be obtained, measure the time taken to collect a known quantity of fluid in the measuring tank. For each measured flow rate record the height of the fluid in the manometer tubes, and the manometers used. The computer will then be able to calculate: Hl , Q, V^2 / 2g, SQRT(H), Cd for each set of readings.

گراف Q در برابر SQRT(H) کشیده می‌شود تا مقدار Cd واقعی برای اندازه‌گیری، یک گراف از HL در مقابل V^2/2g هم کشیده می‌شود ارتباطشان را نشان می‌دهد.

A graph of Q against SQRT(H) is then drawn to find the accurate Cd for the meter, and a graph of Hl against V^2 / 2g is also drawn to show their relationship.

You should ensure that you calculate one set of results for the first set of readings (ie the first Cd). These results should agree with the computed results and be included in your report.

شما باید مطمئن باشید که محاسبه کرده‌اید نتایج هر مرحله را برای اولین مرحله قرائت‌ها. این نتایج باید با نتایج کامپیوتر یکسان باشند و در گزارش شما شامل شوند.

experimental constants. Check to make sure that these constants are correct for the equipment you are using. The Meter Constant has been calculated from the upstream and throat diameters.

(۳) This is the Readings Page. As the readings are entered the appropriate graphs are drawn. The graph scales have been preset, however you may alter the graph axes to suit your readings. Note that the units used on the graph are more appropriate to the calculations, whereas the units used for entering the readings are more appropriate for the equipment.

Move the cursor to appropriate rectangles and enter the sets of experimental readings in the following order:

حرکت دهید cursor را به صفحه مناسب وارد کنید مراحل قرائت‌های آزمایش را با دستور زیر:

1. Select the water/mercury manometer used for measuring the difference in head between the upstream and throat tapping positions by toggling.

۱) جدا کنید مانومتر جیوه با آب مورد استفاده برای اندازه‌گیری ارتفاع متفاوت بین جریان رو به بالا و گلوگاه موقعیت آبگیری به وسیله toggling

2. Ha (mm) The difference between the upstream and throat manometer readings in mm of manometer fluid اختلاف بین جریان رو به بالا و گلوگاه مانومتر قرائت می‌شود برحسب mm از جریان مانومتر

3. Select the water/mercury manometer used for measuring the difference in head between the upstream and downstream tapping positions by toggling. ۳) انتخاب کنید مانومتر جیوه با آب مورد استفاده برای

اندازه‌گیری اختلاف سر بین جریان رو به بالا و رو به پایین مکان‌های آبگیری به وسیله

4. Hb (mm) The difference between the upstream and downstream manometer readings in mm of manometer fluid اختلاف بین جریان رو به بالا و جریان رو به پایین قرائت‌های مانومتر در mm از جریان مانومتر

5. Vol (l) The volume of water collected in litres. حجم آب جمع شده برحسب لیتر

۵) این صفحه قرائت‌هاست، قرائت‌ها وارد می‌شوند و گراف‌های مناسب کشیده می‌شوند. مقیاس گراف قبلاً مرتب شده است و در هر حال می‌توانید تغییر بدهید محورهای گراف را تا مناسب شوند. ذکر کنید (عنوان کنید) واحدهای مورد استفاده روی گراف‌ها که مناسب‌تر هستند برای محاسبات.

6. t (s) The time taken to collect that volume of water. زمان گرفته شدن در حجم آب (s)

After each set of readings have been entered the following will be calculated and displayed:

بعد از اینکه هر مجموعه قرائت وارد شد (طبق موارد زیر) following که محاسبه می‌شود و نمایش داده می‌شود:

1. Hl (mm) The head loss through the meter in mm of water. افت ارتفاع از میان متر برحسب میلی‌متر آب

2. H^.5 (m^0.5) The square root of Ha

3. Q (m^3/s x 10^-3) or (l/s) The flow rate.

4. V^2 /2g (mm) The velocity head

cd ضریب آشکار از تخلیه محاسبه شده هر مجموعه از قرائت

5. Cd The apparent coefficient of discharge calculated for that unique set of readings only.

این صفحه نتیجه کار است. ضریب تخلیه و جدا کردن روی ستون Q توسط محاسبه قرار می‌گیرد. بوسیله گراف ۱ ثابت مقدار ارتباط متناسب رابطه افت سر و ارتفاع و سرعت. بوسیله گراف ۲ ثابت مقدار ارتباط متناسب رابطه افت سر و ارتفاع سرعت

This is the Conclusion Page. The coefficient of discharge and the intercept on the Q axis has been calculated from graph1. The constant of proportionality relationship between the head loss and velocity head has been calculated from graph2:-

QUESTION 1

Would you expect the pressure at the throat to be more or less than the inlet pressure ?

آیا شما انتظار دارید (expect) فشار در گلوگاه بیشتر یا کمتر است به فشار در ورودی باشد؟

a) Less کمتر

b) More بیشتر

c) Same همانند هم

Observation of the manometer levels should indicate that the pressure at the throat is less than that at the inlet.

مشاهدات از سطح مانومتر باید نشان دهد که فشار در گلوگاه کمتر از ورودی آب است.

QUESTION 2

It is possible to explain the answer to question 1 in terms of energy. We already know that the energy in a fluid comes only in three forms:

این ممکن است که توضیح دهید (شرح دهید) جواب سوال ۱ در عبارت انرژی. ما همیشه می‌دانیم که انرژی در یک جریان می‌آید فقط در سه شکل:

a) Pressure energy انرژی فشار

b) Kinetic energy انرژی سینتیک

c) potential energy انرژی پتانسیل

Which of the three energies increases at the throat ? کدام یک از سه نوع انرژی در گلوگاه افزایش می‌یابد؟

The answer is (b) because the velocity has increased at the throat. جواب صحیح (b) انرژی جنبشی است زیرا سرعت افزایش می‌یابد در گلوگاه

QUESTION 3

The kinetic energy has increased. This increase can only be acquired if another type of energy decreases. Which of the three energies has reduced at the throat ?

انرژی جنبشی یافته است این افزایش می‌تواند فقط اتفاق بیافتد اگر هر یک از انواع انرژی کاهش یابد کدام یک از ۳ نوع انرژی در گلوگاه کاهش می‌یابد

a) Pressure Energy

b) Kinetic Energy

c) Potential Energy

جواب صحیح (a) زیرا انرژی جنبشی افزایش می‌یابد و از آنجایی که لوله افقی است انرژی پتانسیل ثابت می‌ماند بنابراین فقط انرژی باقی می‌ماند

The answer is (a) because the kinetic energy has increased and since the tube is horizontal the potential energy remains constant. This therefore only leaves the pressure energy.

QUESTION 4

بعد از اینکه جریان انشعاب پیدا کرد از قطر مجدد آن (جریان رو به بالا) فقط انرژی فشار کمتر می‌شود نسبت به نقطه ابری جریان رو به بالا آیا این است واسطه به ؟

After the fluid has diverged back to its original (upstream) diameter, the pressure energy is less than at the original upstream tapping point.

Is this due to:

a) rubbing of the fluid on the pipe sides ? سایش جریان در اطراف لوله

b) an increase in kinetic energy ? افزایش در انرژی جنبشی

c) turbulence ? اغتشاش

d) friction within the fluid ? اصطکاک درون جریان

Answer a,b,c or d. Which of these answers is ALWAYS correct ? جواب a و b و c و d کدام یک از این جواب‌ها همیشه درست است؟

(d) is always the correct answer. However, if the flow is turbulent (as is usually the case in practical flows of water), then (c) would also be correct since turbulence causes more fluid friction.

جواب صحیح (d) است به هر حال اگر جریان مغشوش باشد (معمولاً در جریان‌های عملی آب یا مایع‌ها) پس c می‌تواند همچنین درست باشد از آنجایی که اغتشاش باعث اصطکاک جریان می‌شود.

QUESTION 5

After the fluid has diverged back to its original (upstream) diameter, will the pressure be:

بعد از اینکه جریان از نقطه مشاهده رو به بالا انشعاب پیدا کرد فشار خواهد بود:

a) greater than the upstream pressure — بزرگتر از فشار جریان رو به بالا

b) less than the upstream pressure — کوچکتر از فشار جریان رو به بالا

c) same as the upstream pressure — مساوی با فشار جریان رو به بالا

The correct answer is (b). The pressure should be slightly less than that at the upstream position, because of head loss through the meter.

جواب صحیح (b) فشار باید باشد کمتر نسبت به موقعیت جریان رو به بالا به دلیل کاهش یافتن ارتفاع از طریق متر