

TRƯỜNG ĐẠI HỌC VĂN LANG
KHOA MÔI TRƯỜNG

ĐỀ THI, ĐÁP ÁN/RUBRIC VÀ THANG ĐIỂM
THI KẾT THÚC HỌC PHẦN
Học kỳ 1, năm học 2024-2025

I. Thông tin chung

Tên học phần:	Thủy lực trong Kỹ thuật Môi trường		
Mã học phần:	71HYEN30063	Số tín chỉ:	03
Mã nhóm lớp học phần:	241_71HYEN30063_01		
Hình thức thi: Tự luận	Thời gian làm bài:	90	phút
☐ Đề thi có sử dụng phần mềm riêng	GV ghi cụ thể tên phần mềm:		
<i>Thí sinh được tham khảo tài liệu:</i>	☒ Có	☐ Không	

Cách thức nộp bài (Giảng viên ghi rõ yêu cầu): Sinh viên nhận đề thi và giấy thi và nộp lại bài làm (không nộp đề thi) cho cán bộ coi thi khi hết giờ làm bài

II. Các yêu cầu của đề thi nhằm đáp ứng CLO

(Phần này phải phối hợp với thông tin từ đề cương chi tiết của học phần)

Ký hiệu CLO	Nội dung CLO	Hình thức đánh giá	Trọng số CLO trong thành phần đánh giá (%)	Câu hỏi thi số	Điểm số tối đa	Lấy dữ liệu đo lường mức đạt PLO/PI
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
CLO1	Áp dụng các thuật ngữ và các định luật cơ bản về đặc tính chất lỏng, tĩnh học, động học và động lực học chất lỏng trong tính toán thủy lực đường ống/mương dẫn/thoát nước.	Tự luận	15	1,2,3,4,5	1,5	
CLO3	Áp dụng các thuật ngữ và các định luật cơ bản về đặc tính chất lỏng, tĩnh học, động học và động lực học chất lỏng trong tính toán thủy lực đường ống/mương dẫn/thoát nước.	Tự luận	31	1,2,3,4,5	3,1	
CLO4	Tính toán các thông số vận hành của các vấn đề thủy lực.	Tự luận	31	1,2,3,4,5	3,1	
CLO5	Xác định đúng các hạn chế của bản thân đối với kiến thức, năng lực cần có của người kỹ sư CN-KT môi trường và nhận biết các xu hướng hiện đại trong nghề nghiệp	Tự luận	23	1,2,3,4,5	2,3	

III. Nội dung câu hỏi thi

Câu hỏi 1: (2,0 điểm)

- Trình bày phương trình Euler của chuyển động (0,25 điểm). Làm thế nào để xây dựng phương trình Bernoulli từ phương trình Euler (0,25 điểm).
- Trình bày ưu điểm và nhược điểm của thiết bị venturimeter (0,25 điểm) so với thiết bị orifice-meter (0,25 điểm).
- Ống pitot là thiết bị gì (0,25 điểm). Làm thế nào để xác định vận tốc tại bất kỳ một điểm nào trong đường ống với ống pitot (0,25 điểm).
- Orifice-meter là thiết bị gì (0,25 điểm). Chứng minh rằng lưu lượng nước đi qua một thiết bị orifice-meter có thể được tính toán bởi mối liên hệ sau (0,25 điểm)

$$Q = C_d \frac{a_0 a_1}{\sqrt{a_1^2 - a_0^2}} \times \sqrt{2gh}$$

Với a_1 : diện tích ống tại vị trí orific-meter được lắp đặt và a_0 : diện tích của orifice.

Câu hỏi 2: (2 điểm)

Nước chảy qua đường ống có đường kính 100mm dưới áp suất 19,62 N/cm² (được đo bằng đồng hồ đo áp suất) và có vận tốc trung bình 3 m/s. Tính tổng cột áp (total head) của nước tại một mặt cắt nằm ở độ cao 8 m so với mặt chuẩn.

Câu hỏi 3: (2 điểm)

Một ống Venturi nằm ngang với đường kính cửa vào là 30 cm và đường kính đoạn thu hẹp là 15 cm được sử dụng để đo lưu lượng dầu có tỷ trọng riêng (specific gravity) là 0,8. Lưu lượng dầu qua ống venturi là 50 lít/giây. Xác định giá trị chênh lệch áp suất trên máy đo giữa dầu-thủy ngân. Biết $C_d = 0,98$.

Câu hỏi 4: (2 điểm)

- Tổn thất năng lượng lớn và tổn thất năng lượng nhỏ trong ống là gì? (0,5 điểm)
- Thế nào là đường năng lượng tổng, đường độ dốc (gradient) thủy lực, ống nối tiếp nhau, các ống song song? (1,0 điểm)
- Xây dựng biểu thức của tổn thất cột áp do: (1) Đường ống bị mở rộng đột ngột và (2) Đường ống bị thu hẹp đột ngột. (0,5 điểm)

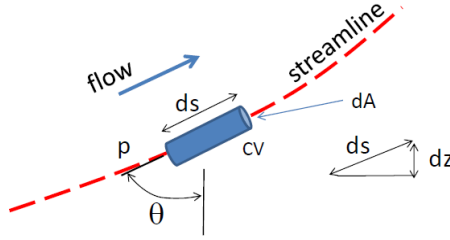
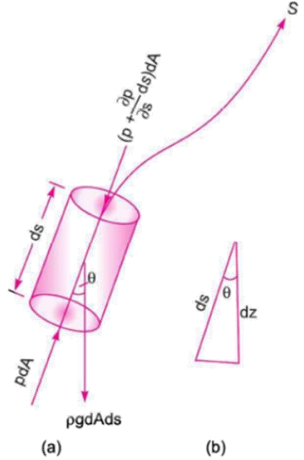
Câu hỏi 5: (2 điểm)

- Tính lưu lượng nước chảy qua ống có đường kính 300 mm, khi chênh lệch cột áp giữa hai đầu ống cách nhau 400 m là 5 m cột nước. Biết giá trị $f = 0,009$. (1,0 điểm)

$$h_f = \frac{4fLV^2}{d2g}$$

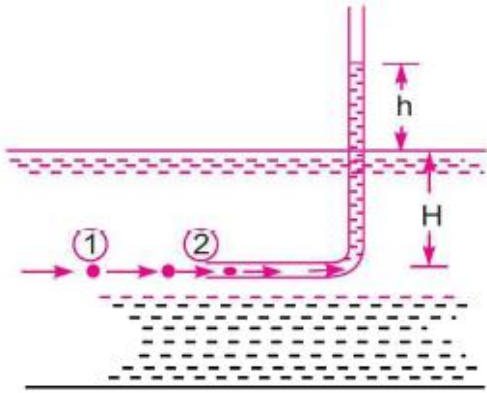
- Lưu lượng qua một ống là 200 L/giây. Tìm tổn thất cột áp khi đường kính ống mở rộng đột ngột từ 150 mm lên 300 mm. (1,0 điểm)

ĐÁP ÁP VÀ THANG ĐIỂM

Phần câu hỏi	Nội dung đáp án	Thang điểm	Ghi chú
I. Tự luận			
Câu 1		2,0	
a. Trình bày phương trình Euler của chuyển động (0,25 điểm). Làm thế nào để xây dựng phương trình Bernoulli từ phương trình Euler (0,25 điểm)	  và (a) (b) Theo định luật 2 của Newton cho chuyển động dọc theo phương x: $F_x = m a_x$. Với chất lỏng chuyển động, các lực tác dụng lên chất lỏng gồm: F_g: trọng lực F_p: lực áp suất F_v: lực do độ nhớt F_t: lực do chuyển động rối F_c: lực do CL nén được Tích hợp các lực $F_x = (F_g)_x + (F_p)_x + (F_v)_x + (F_t)_x + (F_c)_x$ - Nếu chất lỏng nén được: $F_x = (F_g)_x + (F_p)_x + (F_v)_x + (F_t)_x$ Phương trình Reynold - Cho dòng chất lỏng chảy tầng: $F_x = (F_g)_x + (F_p)_x + (F_v)_x$ Phương trình Navier-Stokes - Cho dòng chất lỏng lý tưởng: $F_x = (F_g)_x + (F_p)_x$ - Phương trình Euler	0,5	

	- Với đường dòng theo phương s, xét dòng nguyên tố chất lỏng hình trụ, mặt cắt dA và có chiều dài ds. Các lực tác dụng lên gồm: - Lực do áp suất $p dA$ theo phương s - Lực do áp suất $\left(p + \frac{\partial p}{\partial s} ds\right) dA$ ở hướng đối diện - Trọng lực $= \rho g \cdot dA \cdot ds$ - Gọi θ là góc, F_R là lực tổng hợp và a_s là gia tốc theo phương s. Từ định luật 2 Newton: $F_R = m \cdot a_s$ $p dA - \left(p + \frac{\partial p}{\partial s} ds\right) dA - \rho g \cdot dA \cdot ds \cdot \cos\theta = \rho \cdot dA \cdot ds \cdot a_s$ (i) - Với $a_s = \frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial s} \frac{ds}{dt} + \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{v \partial v}{\partial s} + \frac{\partial v}{\partial t}$ (với $\frac{ds}{dt} = v$) - Hay $a_s = \frac{v dv}{ds}$ (ii) - Từ (i) và (ii): $-\frac{\partial p}{\partial s} ds dA - \rho g \cdot dA \cdot ds \cdot \cos\theta = \rho \cdot dA \cdot ds \cdot \frac{v dv}{ds}$ (iii) - Chia cho $\rho g \cdot dA \cdot ds$ và thay $\cos\theta = \frac{dz}{ds}$ (iii) $\Leftrightarrow \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial s} + g \cdot \frac{dz}{ds} + \frac{v dv}{ds} = 0 \Leftrightarrow \frac{dp}{\rho} + g \cdot dz + dv = 0 \rightarrow$ Phương trình Eurler Tích phân phương trình $\int \frac{dp}{\rho} + \int g \cdot dz + \int v dv = constant \Leftrightarrow \frac{p}{\rho} + gz + \frac{v^2}{2} = const$ $\frac{p}{\rho g} + Z + \frac{v^2}{2g} = const \text{ (iv)} \rightarrow \text{Phương trình Bernoulli}$		
b. Trình bày ưu điểm và nhược điểm của thiết bị venturimeter (0,25 điểm) so với thiết bị orifice-meter (0,25 điểm).	Ưu điểm Hiệu suất cao hơn: Venturimeter có thiết kế phân hội tụ và phân kỳ mượt mà, giúp giảm thiểu tổn thất năng lượng so với Orifice Meter, vốn có cạnh sắc gây ra dòng chảy rối và tổn thất năng lượng đáng kể. Độ chính xác cao hơn: Nhờ giảm thiểu tổn thất ma sát và duy trì dòng chảy ổn định, Venturimeter cung cấp độ chính xác cao hơn trong việc đo lưu lượng so với Orifice Meter. Tuổi thọ dài hơn: Thiết kế thu hẹp dần của Venturimeter giúp giảm mài mòn, làm cho nó bền hơn theo thời gian. Giảm áp suất ít hơn:	0,5	

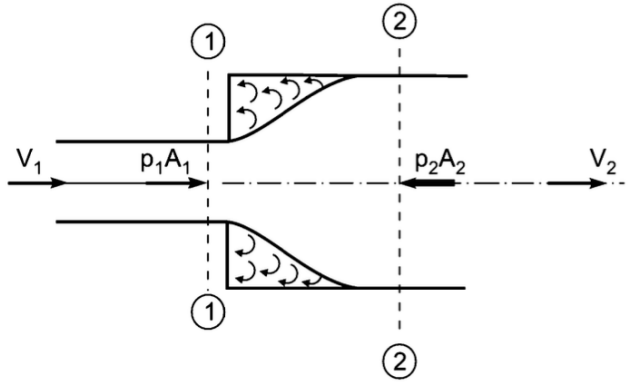
	Venturimeter gây ra tổn thất áp suất cố định nhỏ hơn, giúp bảo toàn năng lượng của dòng chất lỏng tốt hơn. Phù hợp cho đường ống lớn: Venturimeter phù hợp hơn với các đường ống lớn nhờ hiệu suất cao và độ bền lâu dài. Nhược điểm Chi phí ban đầu cao: Venturimeter đắt hơn trong sản xuất và lắp đặt do kích thước lớn và cấu trúc phức tạp. Cồng kềnh và chiếm nhiều không gian: Venturimeter yêu cầu nhiều không gian lắp đặt hơn và nặng hơn, khiến nó ít phù hợp với các hệ thống nhỏ gọn. Bảo trì và vệ sinh khó khăn: Việc làm sạch và bảo trì Venturimeter khó khăn hơn do cấu trúc phức tạp, đặc biệt trong các đường ống có nhiều chất rắn lơ lửng. Không phù hợp cho lưu lượng thay đổi: Venturimeter kém thích nghi với những thay đổi đột ngột của lưu lượng so với thiết kế đơn giản hơn của Orifice Meter. Lắp đặt phức tạp hơn: Việc căn chỉnh và lắp đặt Venturimeter đòi hỏi độ chính xác cao hơn, làm tăng độ phức tạp khi lắp đặt.		
c. Ống pitot là thiết bị gì (0,25 điểm). Làm thế nào để xác định vận tốc tại bất kỳ một điểm nào trong đường ống với ống pitot (0,25 điểm).	Pitot-tube là một thiết bị được sử dụng để đo vận tốc của chất lỏng tại một điểm bằng cách chuyển đổi động năng của dòng chảy thành năng lượng áp suất. ▪ $P_1, P_2 =$ áp suất tại (1) và (2) ▪ $V_1, V_2 =$ vận tốc ~ 0 ▪ $H =$ độ sâu đặt ống trong dung dịch ▪ $h =$ độ dâng của chất lỏng trong ống phía trên dung dịch ▪ Phương trình Bernoulli giữa (1) và (2) $\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ ▪ Vì $z_1 = z_2$ (cùng độ cao) và $v_2 = 0$ ○ $\frac{P_1}{\rho g} =$ cột áp áp suất tại (1) = H ○ $\frac{P_2}{\rho g} =$ cột áp áp suất tại (2) = $(H + h)$ ▪ $H + \frac{v_1^2}{2g} = h + H \Leftrightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$ (lý thuyết)	0,5	Định nghĩa và hình 0,25 điểm. Xây dựng công thức 0,25 điểm

	▪ $v_{act} = C_v \times \sqrt{2gh}$ 		
d. Orifice-meter là thiết bị gì (0,25 điểm). Chứng minh rằng lưu lượng nước đi qua một thiết bị orifice-meter có thể được tính toán bởi mối liên hệ sau (0,25 điểm)	Orifice meter được sử dụng để đo lưu lượng ▪ P_1, P_2 = áp suất tại (1) và (2) ▪ V_1, V_2 = vận tốc ▪ A_1, A_2 = diện tích mặt cắt ▪ Phương trình Bernoulli giữa (1) và (2) $\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$ ▪ $\left(\frac{P_1}{\rho g} + z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + z_2\right) = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$ ▪ $h (\sim \text{head difference}) = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$ ▪ $v_2 = \sqrt{2gh + v_1^2}$ ▪ Let C_c = Co-efficient of contraction, then: $C_c = A_2/A_0 \Leftrightarrow A_2 = C_c \times A_0$ ▪ Sử dụng phương trình liên tục giữa (1) và (2) $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Leftrightarrow v_1 = \frac{A_2 \cdot v_2}{A_1} = \frac{C_c \cdot A_0}{A_1} \times v_2$ ▪ Do đó : $v_2 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_0}{A_1}\right)^2 \times C_c^2}}$	0,5	

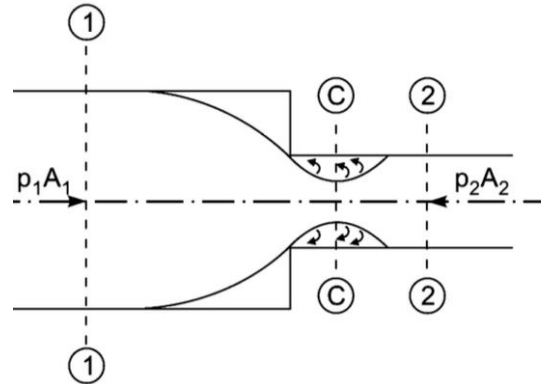
	Lưu lượng: $Q = \frac{C_c \times A_o \times \sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_o}{A_1}\right)^2 \times C_c^2}} = \frac{C_d \times A_o \times A_1 \sqrt{2gh}}{\sqrt{A_1^2 - A_o^2}}$		
Câu 2		2,0	
Nước chảy qua đường ống có đường kính 100mm dưới áp suất 19,62 N/cm ² (được đo bằng đồng hồ đo áp suất) và có vận tốc trung bình 3 m/s. Tính tổng cột áp (total head) của nước tại một mặt cắt nằm ở độ cao 8 m so với mặt chuẩn.	Đường kính ống (D) = 100 mm = 0.1 m Áp suất đo được (P) = 19.62 N/cm ² = 19.62 $\times 10^4$ N/m ² Vận tốc trung bình (v) = 3.0 m/s Chiều cao so với đường mốc dữ liệu (z) = 8 m	0,5	
	Tổng chiều cao cột áp được tính bằng công thức: $\frac{P}{\rho g} + Z + \frac{v^2}{2g} = H$ Trong đó: - H: Tổng chiều cao cột áp (m) - P: Áp suất (N/m²) ρg: Trọng lượng riêng của nước (9810 N/m³) - v: Vận tốc dòng chảy (m/s) - g: Gia tốc trọng trường (9.81 m/s²) - z: Chiều cao cột nước so với mốc (m)	0,5	Phương trình 0,25 Định nghĩa thông số 0,25
	Chiều cao cột áp do áp suất: $\frac{P}{\rho g} = \frac{19,62 \times 10^4}{9810} = 20m$ Chiều cao cột áp do động năng $\frac{v^2}{2g} = \frac{3^2}{2 \times 9,81} = 0,459m$ Chiều cao cột áp địa hình $Z = 8m$	0,75	Cột áp áp suất 0,25 Cột áp động năng 0,25 Vị năng 0,25
	Tổng chiều cao cột áp (H): $H = \frac{P}{\rho g} + Z + \frac{v^2}{2g} = 20 + 0,459 + 8 = 28,459m$	0,25	

Câu 3		2,0	
Một ống Venturi nằm ngang với đường kính cửa vào là 30 cm và đường kính đoạn thu hẹp là 15 cm được sử dụng để đo lưu lượng dầu có tỷ trọng riêng (specific gravity) là 0,8. Lưu lượng dầu qua ống venturi là 50 lít/giây. Xác định giá trị chênh lệch áp suất trên máy đo giữa dầu-thủy ngân. Biết $C_d = 0,98$.	Đường kính cửa vào (D_1) = 30 cm = 0.3 m - Đường kính họng (D_2) = 15 cm = 0.15 m - Lưu lượng dầu (Q) = 50 L/s - Tỷ trọng riêng của dầu (SG) = 0.8 - Hệ số lưu lượng (C_d) = 0.98 - Tính chênh lệch cột áp của dầu-thủy ngân (h_m)	0,25	
	Tính diện tích mặt cắt: $a_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{\pi 0,3^2}{4} = 0.070685m^2$ $a_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} = \frac{\pi 0,15^2}{4} = 0.017671m^2$	0,25	
	Tính chênh lệch cột áp (h): $a_1^2 = 0.00499m^4$ $a_2^2 = 0.000312m^4$ $a_1^2 - a_2^2 = 0.004678m^4$ $\frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}} = 0.01826$ $h = \frac{\left(\frac{Q_{act}}{C_d 0.01826}\right)^2}{2 \times 9.81} = 0.397m$	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25	
	Tính chiều cao manometer h_m: $\rho_m = 13600 \text{ kg/m}^3$ (thủy ngân) và $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3$ (dầu) $h_m = \frac{h \rho_o}{\rho_m - \rho_o} = 2.48m$	0,25	
Câu 4		2,0	
a. Tổng thất năng lượng lớn và tổn thất năng lượng nhỏ trong ống là gì?	Tổng thất năng lượng lớn (Major Energy Loss): Tổn thất năng lượng lớn xảy ra do ma sát giữa chất lỏng và thành ống khi chất lỏng chảy qua ống. - Đây là tổn thất chính trong dòng chảy qua ống dẫn. - Nguyên nhân: - Tương tác giữa các lớp chất lỏng và thành ống gây ra lực cản. - Dòng chảy càng dài, tổn thất ma sát càng lớn.	0,25 0,25	

	- Công thức tính: - Sử dụng công thức Darcy-Weisbach: $h_f = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot V^2}{d \cdot 2g}$ h_f = tổn thất do ma sát f = hệ số ma sát, là hàm số của số Reynolds $= \frac{16}{Re}$ với $Re < 2000$ (dòng chảy tầng) $= \frac{0,079}{Re^{1/4}}$ với Re dao động từ 4000 đến 10^6 L = chiều dài ống V = vận tốc trung bình của dòng d = đường kính ống Tổn thất năng lượng nhỏ (Minor Energy Loss): Tổn thất năng lượng nhỏ xảy ra tại các vị trí mà dòng chảy thay đổi đột ngột hoặc không đều, chẳng hạn như: - Co hẹp đột ngột. - Mở rộng đột ngột. - Khúc cua hoặc gấp khúc. - Van hoặc các phụ kiện đường ống. - Nguyên nhân: - Dòng chảy không đồng nhất tại các vị trí thay đổi hình dạng hoặc kích thước ống, dẫn đến phát sinh tổn thất năng lượng. - Công thức tính: - Tổn thất năng lượng nhỏ được biểu diễn bằng: $h_{cb} = \frac{kV^2}{2g}$ Với h_{cb} = tổn thất cục bộ, V = vận tốc chất lỏng, k = hệ tổn thất		
b. Thế nào là đường năng lượng tổng, đường độ dốc (gradient) thủy lực, ống nối tiếp nhau, các ống song song?	Đường năng lượng tổng Là đường biểu diễn tổng năng lượng tại mỗi điểm trong dòng chảy, bao gồm: áp suất, động năng và thế năng $\frac{P}{\rho g} + Z + \frac{v^2}{2g} = \text{đường năng lượng tổng cộng}$	0,25 0,25 0,25 0,25	

	Đường độ dốc Là đường biểu diễn năng lượng của dòng chảy, chỉ bao gồm: áp suất và thế năng $\frac{P}{\rho g} + Z = \text{đường độ dốc}$ Ống nối tiếp nhau Là hệ thống ống dẫn trong đó các đoạn ống được nối tiếp nhau theo chiều dòng chảy. Tổng tổn thất cột áp là tổng tổn thất qua từng đoạn ống: $h_f = h_{f1} + h_{f2} + \dots + h_{fn}$ Các ống song song Là hệ thống ống trong đó dòng chảy được phân chia giữa các nhánh ống song song. Tổng lưu lượng (Q) là tổng lưu lượng qua từng ống $Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$		
c. Xây dựng biểu thức của tổn thất cột áp do: (1) Đường ống bị mở rộng đột ngột và (2) Đường ống bị thu hẹp đột ngột.	Tổn thất do mở rộng đột ngột  Xét chất lỏng chuyển động qua đường ống mở rộng đột ngột có mặt cắt 1-1 và 2-2 ở phía trước vào sau chỗ mở rộng • p_1 = độ lớn của áp suất ở mặt cắt 1-1 • V_1 = vận tốc chất lỏng ở mặt cắt 1-1 • A_1 = diện tích mặt cắt 1-1 • p_2, V_2, A_2 là các giá trị tương ứng ở mặt cắt 2-2 Do đường kính thay đổi đột ngột từ D_1 sang D_2, chất lỏng từ ống nhỏ hơn không thể thay đổi biên giới tương ứng $\rightarrow$ hình thành dòng chảy rối. p' = độ lớn của áp suất của xoáy nước tại tiết diện $(A_2 - A_1)$ h_e = tổn thất cột áp do mở rộng đột ngột Phương trình bernoulli tại 1-1 và 2-2	0,25	

	$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \text{tổn thất do mở rộng đột ngột}$ $z_1 = z_2$ do ống nằm ngang $\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_e \text{ hay } h_e = \left(\frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} \right) + \left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \right)$ Xét thể tích chất lỏng giữa 1-1 và 2-2. Lực tác dụng lên chất lỏng theo chiều của dòng chảy $F_x = p_1 A_1 + p'(A_2 - A_1) - p_2 A_2$ Thực nghiệm cho thấy $p_1 = p'$ $F_x = p_1 A_1 + p_1 (A_2 - A_1) - p_2 A_2 = (p_1 - p_2) A_2$ Động lượng chất lỏng/giây ở mặt cắt 1-1 = khối lượng x vận tốc = $\rho A_1 V_1 \times V_1 = \rho A_1 V_1^2$ Động lượng chất lỏng/giây ở mặt cắt 2-2 = $\rho A_2 V_2^2$ Chênh lệch động lượng/giây = $\rho A_2 V_2^2 - \rho A_1 V_1^2$ Từ phương trình liên tục $A_1 V_1 = A_2 V_2 \rightarrow A_1 = \frac{A_2 V_2}{V_1}$ = Chênh lệch động lượng/giây $= \rho A_2 V_2^2 - \rho \frac{A_2 V_2}{V_1} V_1^2$ $= \rho A_2 V_2^2 - \rho A_2 V_1 \times V_2 = \rho A_2 [V_2^2 - V_1 V_2]$ Lực thực tác dụng lên thể tích chất lỏng theo chiều của dòng chảy bằng tốc độ thay đổi động lượng hay sự thay đổi động lượng trên một giây $(p_1 - p_2) A_2 = \rho A_2 [V_2^2 - V_1 V_2]$ Hay $\frac{(p_1 - p_2)}{\rho} = V_2^2 - V_1 V_2 \text{ hay } \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} = \frac{V_2^2 - V_1 V_2}{g}$ Thay vào $h_e = \left(\frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} \right) + \left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \right) = \frac{V_2^2 - V_1 V_2}{g} + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} = \frac{2V_2^2 - 2V_1 V_2 + V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$		
	Tổn thất do thu hẹp đột ngột	0,25	



Xét mặt cắt 1-1 và 2-2 ở phía trước và sau đoạn thu hẹp đột ngột
 Tiết diện CL giảm dần và tối thiểu ở C-C (vena-contracta)

A_c = diện tích CL ở mặt cắt C-C

V_c = vận tốc CL ở mặt cắt C-C

A_2 = diện tích CL ở mặt cắt 2-2

V_2 = vận tốc CL ở mặt cắt 2-2

h_c = tổn thất cột áp do thu hẹp đột ngột

h_c = tổn thất cột áp thực do mở rộng từ C-C đến 2-2

$$h_c = \frac{(V_c - V_2)^2}{2g} = \frac{V_2^2}{2g} \left[\frac{V_c}{V_2} - 1 \right]^2$$

Từ phương trình liên tục

$$A_c V_c = A_2 V_2 \text{ hay } \frac{V_c}{V_2} = \frac{A_2}{A_c} = \frac{1}{(A_c/A_2)} = \frac{1}{C_c}$$

$$\text{Thay } \frac{V_c}{V_2} \text{ vào } \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{V_2^2}{2g} \left[\frac{V_c}{V_2} - 1 \right]^2$$

$$h_c = \frac{V_2^2}{2g} \left[\frac{1}{C_c} - 1 \right]^2$$

$$\text{Nếu } C_c = 0,62, k = \left[\frac{1}{0,62} - 1 \right]^2 = 0,375$$

$$h_c = \frac{k V_2^2}{2g} = 0,375 \frac{V_2^2}{2g}$$

$$\text{Nếu } C_c \text{ không được cho trước, } h_c = 0,5 \frac{V_2^2}{2g}$$

Câu 5

2,0

a. Tính lưu lượng nước chảy qua ống có đường kính 300 mm, khi chênh lệch cột áp giữa hai đầu ống cách nhau 400 m là 5 m cột nước. Biết giá trị $f = 0,009$. $h_f = \frac{4fLV^2}{d2g}$	Đường kính ống (d) = 300 mm = 0,3m Chiều dài ống (L) = 400m Chênh lệch cột áp (h_f) = 5m Hệ số ma sát (f) = 0.009 Tính lưu lượng dòng chảy (Q).	0,25	
	Vận tốc dòng chảy $v^2 = \frac{h_f \cdot d \cdot 2g}{4fL} = \frac{5,0 \cdot 3,2 \cdot 9,81}{4 \cdot 0,009 \cdot 400} = 2,04375$ $v = 1,43m/s$	0,25 0,25	
	Lưu lượng $Q = A \cdot v = \frac{\pi d^2}{4} 1,43 = 0,101m^3/s$	0,25	
b. Lưu lượng qua một ống là 200 L/giây. Tìm tổn thất cột áp khi đường kính ống mở rộng đột ngột từ 150mm lên 300mm.	Lưu lượng (Q) = 200 L/s = 0.2 m ³ /s Đường kính ban đầu (D_1) = 150 mm = 0.15 m Đường kính sau mở rộng (D_2) = 300 mm = 0.3 m Tính tổn thất cột áp do mở rộng đột ngột (h_e).	0,25	
	Tính diện tích mặt cắt ngang tại các đoạn ống Diện tích mặt cắt tại đoạn trước mở rộng (A_1): $A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = 0.017671m^2$ Diện tích mặt cắt tại đoạn sau mở rộng (A_2): $A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = 0.070685m^2$	0,25	
	Vận tốc tại các đoạn ống trước mở rộng $v_1 = \frac{Q}{A_1} = 11.32m/s$ Vận tốc tại các đoạn ống sau mở rộng $v_2 = \frac{Q}{A_2} = 2,83m/s$	0,25	
	Tổn thất cột áp $h_e = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = 3.672m$	0,25	

Người duyệt đề

TP. Hồ Chí Minh, ngày 24 tháng 11 năm 2024
Giảng viên ra đề

TS. Hồ Thị Thanh Hiền

TS. Lê Minh Trường