

www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com

Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây

**DỊCH VỤ
DỊCH
TIẾNG
ANH
CHUYÊN
NGÀNH
NHANH
NHẤT VÀ
CHÍNH
XÁC
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: PGS. TS. NGUYỄN THỐNG

E-mail: nguyenthong@hcmut.edu.vn or nthong56@yahoo.fr

Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/>

PGS. TS. Nguyễn Thống | Tél. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719¹

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

NỘI DUNG MÔN HỌC

- Chương 1. Đặc tính chất lỏng.
- Chương 2. Thủy tĩnh học.
- Chương 3. Cơ sở động lực học chất lỏng.
- Chương 4. Đo đạc dòng chảy.
- Chương 5. Tổn thất năng lượng.
- Chương 6. Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.
- Chương 7. Lực tác dụng lên vật cản.
- Chương 8. Dòng chảy ổn định đều trong kênh.
- Chương 9^(*). Dòng chảy ổn định không đều trong kênh.
- Chương 10^(*). Đập tràn.

PGS. TS. Nguyễn Thống | (*) Thủy lực mở rộng

2

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thủy lực 1. TS. Nguyễn Cảnh Cầm và all.
2. Thủy lực 2. TS. Nguyễn Cảnh Cầm và all.
3. Cơ học chất lỏng. PGS. TS. Nguyễn Thống.

(Lưu hành nội bộ)

Tài liệu giảng download từ Web:

<http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong>

Kiểm tra cuối kỳ:

→ Thi viết 90 phút (Cho phép xem tài liệu)

PGS. TS. Nguyễn Thống

3

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

MỤC ĐÍCH MÔN HỌC

- Nghiên cứu các quy luật của chất lỏng khi đứng yên, chuyển động.
- Nghiên cứu sự tác động tương hỗ giữa nước và môi trường liên quan.

• **CHẤT LỎNG** (ví dụ nước)

Không có hình dạng cụ thể, phụ thuộc vào vật chứa.

PGS. TS. Nguyễn Thống

4

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Chương 1

ĐẶC TÍNH CHẤT LỎNG

Nghiên cứu các tính chất vật lý, cơ học cơ bản của chất lỏng (ví dụ nước).

PGS. TS. Nguyễn Thống

5

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

HỆ THỐNG ĐƠN VỊ

Để mô tả các đại lượng vật lý, có 3 đơn vị tham khảo cơ bản là **chiều dài**, **khối lượng** và **thời gian**.

→ Với hệ thống SI (Systeme Internationale):

- cho chiều dài là mét (m)
- cho khối lượng (Kg)
- cho thời gian (s)

→ Hệ thống đơn vị Anh-Mỹ: feet, lb, s

PGS. TS. Nguyễn Thống

6

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

ĐƠN VỊ CỦA LỰC → N (Newton)

*Trọng lượng $W [N] = \text{Khối lượng [Kg]} * g(9.81) [m/s^2]$*
 $[N] (\text{Newton}) = [kg] * [m/s^2]$

TRỌNG LƯỢNG RIÊNG ($\gamma = W/V$ (N/m^3) (V thể tích))

- Trọng lượng riêng γ của một vật thể là trọng lượng của 1 đơn vị thể tích của vật thể đó.
- Cho chất lỏng, γ có thể lấy là hằng số trong trường hợp có sự thay đổi áp suất.
- Trọng lượng riêng đơn vị của nước ở nhiệt độ bình thường $+4^{\circ} C$ là $9810 N/m^3$, của thủy ngân là $134000 N/m^3$.

PGS. TS. Nguyễn Thống 7

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA CỐ THỂ $\rho = P/V$

P: khối lượng (kg), **V** thể tích (m^3)

$\rho = k/\text{lượng}$ của một đơn vị thể tích = γ/g (kg/m^3)

Chú ý: $W = P.g$ (N); $\rho_{\text{nước}} = 1000 kg/m^3$

- **TỶ TRỌNG CỦA CỐ THỂ**

Tỷ trọng của một cố thể là giá trị chỉ tỷ số giữa trọng lượng cố thể và trọng lượng của một đại lượng tham khảo (nước) làm chuẩn có cùng thể tích.

→ Tỷ trọng không có đơn vị (khác với ρ)

PGS. TS. Nguyễn Thống 8

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

TÍNH NHỚT CỦA CHẤT LỎNG

- Mọi chất lỏng đều có tính nhớt. Tính nhớt gây ra sự tương tác của các phân tử chất lỏng khi có sự chuyển động tương đối giữa chúng với nhau.
- Nhớt của chất lỏng là một đặc tính xác định tính chống lại lực cắt.
- Đây là một trong những nguồn gốc gây ra tổn thất năng lượng khi chất lỏng chuyển động.

PGS. TS. Nguyễn Thống 9

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

SƠ ĐỒ THÍ NGHIỆM TÍNH NHỚT CỦA CHẤT LỎNG

Chất lỏng

Tấm bảng cố định

Tấm bảng di chuyển vận tốc V

Lực F

PGS. TS. Nguyễn Thống 10

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Ta có:

$$\Rightarrow F \approx A \frac{V}{y} \Rightarrow \tau \approx \frac{F}{A} = \frac{V}{y}$$

$$\Rightarrow \tau = \mu \frac{dV}{dy}$$

Vì:

$$\frac{V}{y} = \frac{dV}{dy}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 11

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

$F(N)$: lực tác dụng.

$\tau(N/m^2)$: ứng suất tiếp tuyến sinh ra do tính nhớt chất lỏng.

$A(m^2)$: diện tích tiếp xúc.

$\mu(?)$: hệ số nhớt **động lực học**, phụ thuộc loại chất lỏng (xem bảng sau).

$\nu = \mu / \rho$: hệ số nhớt **động học**.

Bài tập: Dùng p/p phân tích đơn vị, xác định đơn vị của μ và ν .

PGS. TS. Nguyễn Thống 12

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Chất lỏng	t °C	μ (kg/ms)
Dầu xăng thường	18	0.0065
Nước	20	0.0101
Dầu hỏa	18	0.025
Dầu mỡ nhẹ	18	0.25
Dầu mỡ nặng	18	0.4
Dầu tourbin	20	1.528
Dầu nhờn	20	1.72
Glycerin	20	8.7

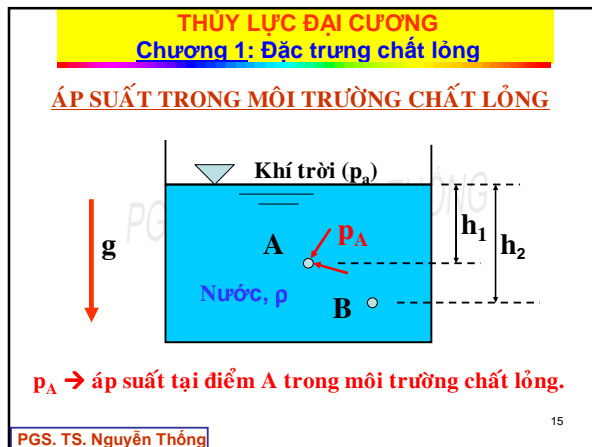
PGS. TS. Nguyễn Thống 13

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

SỨC CĂNG BỀ MẶT – HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

- Một phân tử nằm bên trong chất lỏng cân bằng sẽ bị tác dụng lôi kéo bởi các lực trong mọi hướng, và vectơ tổng hợp của các lực này sẽ triệt tiêu.
- Một phân tử ở bề mặt của chất lỏng còn bị tác dụng bởi một lực dính bên trong và có phương thẳng góc với bề mặt. Do đó sẽ làm di chuyển các phân tử theo hướng ngược lại với lực này, và phân tử ở bề mặt mang nhiều năng lượng hơn là các phân tử ở bên trong.

PGS. TS. Nguyễn Thống 14



THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

XÁC ĐỊNH ÁP SUẤT TRONG CHẤT LỎNG BẰNG P/P PHÂN TÍCH ĐƠN VỊ

Giả thiết $p = f(\rho, g, h) = \rho^x g^y h^z$
 Ta có: $[p] = [\rho]^x [g]^y [h]^z$
 $\rightarrow N/m^2 = (kg/m^3)^x (m/s^2)^y (m)^z$
 Chú ý $N = kg \cdot m/s^2$ ta có :
 $\rightarrow (kg)^1 (m)^{-1} (s)^{-2} = (kg)^x (s)^{-2y} (m)^{y+z-3x}$
 Đồng nhất hóa 2 vế ta có:
 $\rightarrow x = 1; y = 1$ và $z = 1$
Từ đó ta có kết quả: $p = \rho gh = \rho h$ (N/m²)

PGS. TS. Nguyễn Thống 16

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

CHÚ Ý

Áp suất dư \rightarrow Tính áp suất p với giả thiết chọn áp suất khí trời p_a làm chuẩn ($p_a = 0$).

PGS. TS. Nguyễn Thống 17

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Áp suất dư: $p = \rho gh = \rho h$ (N/m²)

Gia tốc trọng trường (9.81m/s²)

Khối lượng riêng đơn vị chất lỏng (nước $\rho = 1000kg/m^3$)

Khoảng cách “thẳng đứng” từ điểm xét đến mặt thoáng (thực hoặc kéo dài)

PGS. TS. NGUYEN THONG 19

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Áp suất tuyệt đối p_t :

$$p_t = \rho gh + p_a = \gamma h + p_a \quad (\text{N/m}^2)$$

Áp suất khí trời

PGS. TS. Nguyễn Thông 19

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

SAI BIỆT ÁP SUẤT GIỮA 2 ĐIỂM TRONG CÙNG MÔI TRƯỜNG CHẤT LỎNG

Áp dụng công thức tính áp suất nêu trên tại hai vị trí ký hiệu 1 & 2 khác nhau ta có:

$$p_1 = \rho gh_1 = \gamma h_1 \quad (1)$$

$$p_2 = \rho gh_2 = \gamma h_2 \quad (2)$$

PGS. TS. Nguyễn Thông 20

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

SAI BIỆT ÁP SUẤT

(1) & (2) \rightarrow

$$p_2 - p_1 = \gamma(h_2 - h_1) \quad (\text{N/m}^2)$$

trong đó $\gamma = \rho g$ là trọng lượng đơn vị của chất lỏng (N/m^3) và $(h_2 - h_1)$ chỉ sai biệt chiều sâu giữa hai điểm xét (m).

$$\Rightarrow p_2 = p_1 + \gamma(h_2 - h_1)$$

PGS. TS. Nguyễn Thông 21

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

PGS. TS. Nguyễn Thông 22

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

- Nếu điểm thứ nhất nằm ở bề mặt tự do của chất lỏng và quy ước h có chiều dương theo hướng phía dưới (vào tâm quả địa cầu), chọn áp suất khí trời làm chuẩn, phương trình trên sẽ trở thành:

$$p = \gamma h \quad (\text{N/m}^2)$$

- Phương trình này được áp dụng với điều kiện γ là hằng số (hay biến đổi rất ít theo h nhằm đảm bảo không sinh ra sai số đáng kể trong kết quả).

PGS. TS. Nguyễn Thông 23

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

TÍNH CHẤT

Giả sử áp suất tại mặt thoáng gia tăng giá trị $\Delta p \rightarrow$ tất cả giá trị áp suất trong môi trường sẽ gia tăng bằng giá trị này.

PGS. TS. Nguyễn Thông 24

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

$p = p_x + \rho gh$
 $\Rightarrow p' = p + \Delta p = p_x + \Delta p + \rho gh$

PGS. TS. Nguyễn Thống 25

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Đơn vị của áp suất được cho bởi:

$p(N/m^2) = \frac{dF(N)}{dA(m^2)}$ Vi phân lực

trong điều kiện ở đó lực F là phân bố đồng nhất trên diện tích A, ta có:

$p(N/m^2) = \frac{F(N)}{A(m^2)}$

PGS. TS. Nguyễn Thống 26

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

NGUYÊN LÝ BÌNH THÔNG NHAU

PGS. TS. Nguyễn Thống 27

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Ta có: $p = \rho gh = \gamma h = \gamma(Z_{\text{mat-thoang}} - Z)$

$\Rightarrow \text{if } \gamma = \text{const} \Rightarrow Z = hs. \Rightarrow p = hs.$

PGS. TS. Nguyễn Thống 28

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Các điểm có cao trình như nhau (có chênh lệch độ cao bằng không) và cùng nằm trong một loại chất lỏng liên tục có ρ (γ) là hằng số \rightarrow có áp suất bằng nhau.

$\rightarrow p_A = p_B$ Mặt chuẩn O-O

PGS. TS. Nguyễn Thống 29

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

CỘT CHẤT LỎNG TƯƠNG ĐƯƠNG

Cột chất lỏng h tương đương với áp suất p là chiều cao của cột chất lỏng (trọng lượng riêng γ) đồng chất được xác định như sau:

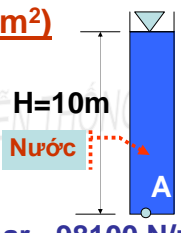
$h(m) = \frac{p(N/m^2)}{\gamma(N/m^3)}$

PGS. TS. Nguyễn Thống 30

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

ĐƠN VỊ ÁP SUẤT (N/m²)

Xét cột nước cao 10m.
 Áp suất tại A:
 $p_A = \rho g H = 98100 \text{ N/m}^2$
 $= 98100 \text{ Pa (Pascal)}$
 $= 1 \text{ at} = 1 \text{ kgf/cm}^2 = 1 \text{ bar} = 98100 \text{ N/m}^2$



Chú ý: $1 \text{ kgf} = 1 \text{ kg} \cdot g (\text{m/s}^2) = 9,81 \text{ N}$

PGS. TS. Nguyễn Thông 31

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

CO DẪN THỂ TÍCH THEO ÁP SUẤT
MODULE ĐÀN HỒI (E)

Định nghĩa: Tỷ số của sự thay đổi giá trị áp suất (dp) tương ứng với sự thay đổi của 1 đơn vị thể tích (dV/V_0):

$$E = - \frac{dp}{dV/V_0} (\text{N/m}^2) \text{ (nước } 0.21 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2)$$

(dấu - vì dp và dV luôn trái dấu và để có E dương)

hệ số co dẫn thể tích theo áp suất (β_v) được định nghĩa bởi:

$$\beta_v = \frac{1}{E} = - \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dp} (\text{m}^2/\text{N})$$

PGS. TS. Nguyễn Thông 32

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

CO DẪN THỂ TÍCH VÌ NHIỆT

Hệ số co dẫn vì nhiệt β_T dùng để chỉ sự biến đổi của thể tích dV , với thể tích ban đầu V_0 khi nhiệt độ thay đổi $dT^\circ\text{C}$:

$$\beta_T = \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dT} (1/^\circ\text{C})$$

Đối với chất lỏng thường các giá trị β_T rất bé, có thể bỏ qua và xem như chất lỏng không co giãn dưới tác dụng của nhiệt độ.

PGS. TS. Nguyễn Thông 33

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 1. Cho biết $V=5 \text{ m}^3$ dầu có trọng lượng $W=41.3 \text{ KN}$. Tính trọng lượng riêng γ và khối lượng riêng ρ của dầu. Cho biết gia tốc trọng trường $g=9.81 \text{ m/s}^2$.

Bài 2. Tìm sự thay đổi thể tích của 1 m^3 nước khi áp suất gia tăng 2 at. Cho biết hệ số co giãn thể tích do sự thay đổi áp suất là:

$$\beta_v = 5 \cdot 10^{-5} (\text{cm}^2/\text{kgf})$$

Lấy $g=9,81 \text{ m/s}^2$.

PGS. TS. Nguyễn Thông 34

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 3. Thể tích nước sẽ giảm đi bao nhiêu khi áp suất tăng từ 1 at lên 51 at, nếu thể tích ban đầu là $V_0 = 100 \text{ dm}^3$. Cho biết hệ số co dẫn thể tích theo áp suất của nước $\beta_v = 5.0 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$ (ĐS. -0.245l).

Bài 4. Biết rằng với thể tích nước ban đầu $V_0 = 4 \text{ m}^3$ sẽ giảm đi 1 dm^3 khi áp suất gia tăng 5 at. Tính module đàn hồi E của nước.

PGS. TS. Nguyễn Thông 35

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 5. Một bể kín chứa đầy dầu dưới áp suất 5 at. Khi tháo ra ngoài 50 lít dầu (bình vẫn đầy), áp suất trong bể giảm xuống còn 3 at. Xác định dung tích bể chứa V_0 , cho biết hệ số co dẫn thể tích theo áp suất của dầu là $\beta_v = 7,55 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$ (337.5 m^3).

Bài 6. Dầu trong một ống dẫn có hệ số nhớt động học $\nu = 0,64 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ và khối lượng riêng $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$. Giả sử gradient vận tốc tại thành đường ống dẫn là $dV/dy = 4 \text{ s}^{-1}$. Tính ứng suất tiếp do ma sát nhớt tại thành ống.

PGS. TS. Nguyễn Thông 36

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 7. Tính áp suất dư p tại A & B cho các trường hợp sau:

(a) $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $h_2 = 2 \text{ m}$, $h_1 = 2 \text{ m}$, $h_1 = 5 \text{ m}$, $h_2 = 3 \text{ m}$

(b) $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $h_1 = 2 \text{ m}$, $h_2 = 3 \text{ m}$

(c) $\rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$, $h_1 = 5 \text{ m}$, $h_2 = 3 \text{ m}$

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

PGS. TS. Nguyễn Thống 37

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 8. Cho bình thông nhau như hình. Hai chất lỏng không trộn lẫn nhau có $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$ và $\rho_2 = 1200 \text{ kg/m}^3$. Tính chênh lệch h của 2 mặt thoáng. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Không khí (p_a)

ρ_2 , ρ_1 , $h = ?$, $H_1 = 2 \text{ m}$

PGS. TS. Nguyễn Thống 38

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 9. Tính H_x :

Bình kín, Khí trời

Không khí $p_{\text{dur}} = 0.4 \text{ at}$

$\rho_2 = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$

$h_2 = 2 \text{ m}$, $h_1 = 8 \text{ m}$, $H_x = ?$

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

PGS. TS. Nguyễn Thống 39

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

Bài 10. Cho thí nghiệm như hình vẽ. Khoảng giữa hai tấm song song cách nhau 4 mm là chất lỏng có hệ số nhớt động lực là $\mu = 1,72 \text{ kg/ms}$. Tấm di chuyển phía trên với vận tốc $v = 0.5 \text{ m/s}$ có diện tích $S = 1 \text{ m}^2$. Xác định lực F .

Tấm di chuyển $V = 0,5 \text{ m/s}$, Dầu, Tấm cố định, $e = 4 \text{ mm}$, F

PGS. TS. Nguyễn Thống 40

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 1: Đặc trưng chất lỏng

HẾT

Xin cảm ơn!

PGS. TS. Nguyễn Thống 41

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HCM
Khoa KTXD - Bộ môn KTTNN

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: PGS. TS. NGUYỄN THỐNG

E-mail: nguyenthong@hcmut.edu.vn or nthong56@yahoo.fr

Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/>

PGS. TS. Nguyễn Thống | TẾ. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

NỘI DUNG MÔN HỌC

Chương 1. Đặc tính chất lỏng.
Chương 2. Thủy tĩnh học.
Chương 3. Cơ sở động lực học chất lỏng.
Chương 4. Đo đạc dòng chảy.
Chương 5. Tổn thất năng lượng.
Chương 6. Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.
Chương 7. Lực tác dụng lên vật cản.
Chương 8. Dòng chảy ổn định đều trong kênh.
Chương 9^(*). Dòng chảy ổn định không đều trong kênh.
Chương 10^(*). Đập tràn.

(*) - Trường học mở rộng

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

MỤC ĐÍCH

- Nghiên cứu các quy luật của chất lỏng khi nó **chuyển động**
 - Phương trình liên tục.
 - Phương trình Bernoulli.
- Sự tương tác của nó với vật cản khi dòng chảy chuyển động (phương trình động lượng).

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

MỘT SỐ KHÁI NIỆM

- Quỹ đạo :** Quỹ đạo là đường đi của một phân tử chất lỏng trong không gian.
- Đường dòng:** Là đường cong (tương tượng) tại một thời điểm cho trước, đi qua các phân tử chất lỏng có vectơ vận tốc là **tiếp tuyến** của đường cong đó.

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

CHÚ Ý

Hai đường dòng **KHÔNG** BAO GIỜ CẮT NHAU

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

MỘT SỐ KHÁI NIỆM

Dòng nguyên tố: Trong không gian chứa đầy chất lỏng chuyển động, lấy một đường cong kín có diện tích vi phân ds , tất cả các đường dòng đi qua các điểm trên đường cong này tạo thành một mặt có dạng ống gọi là **DÒNG NGUYÊN TỐ**.

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

MỘT SỐ KHÁI NIỆM

Dòng chảy: Tập hợp vô số các dòng nguyên tố đi qua diện tích hữu hạn $S \rightarrow$ DÒNG CHẢY.
Bề mặt bao quanh dòng chảy \rightarrow ỐNG DÒNG
Mặt cắt ướ́t: Mặt thẳng góc các đường dòng.

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

MẶT CẮT Ớ́T \rightarrow
DIỆN TÍCH Ớ́T

$\omega_{ABCD}, \omega_{ABC}$
(xét mặt cắt thẳng góc với dòng chảy)

PGS. TS. Nguyễn Thông

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

ÔN

- Mặt cắt ướ́t $\omega : \omega = (b+mh)h$ hình thang.
- Hệ số mái dốc $m: m = \cotg(\alpha)$

DIỆN TÍCH Ớ́T

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

CHU VI Ớ́T

Xét mặt cắt ướ́t \rightarrow chiều dài tiếp xúc giữa chất lỏng (nước) và lòng dẫn GỌI LÀ CHU VI Ớ́T

CHU VI Ớ́T: $L_{ABCD}; L_{ABC}$ (χ : khi)
BÁN KÍNH THỦY LỰC : $R = \omega_{ABCD} / \chi$

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

- Chu vi ướ́t $\chi : \chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} \rightarrow$ hình thang
- Bán kính thủy lực: $R = \omega / \chi$
- Hệ số mái dốc $m: m = \cotg(\alpha)$

L_{ABCD} or L_{ABC}

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

VÍ DỤ

Bán kính thủy lực của đường ống tròn đường kính d chảy đầy: $R = d/4$.

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHÂN LOẠI DÒNG CHẢY

→ Theo trạng thái
→ Theo áp suất

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHÂN LOẠI THEO TRẠNG THÁI

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

DÒNG CHẢY ỔN ĐỊNH & ĐỀU

(V, h, Q, ... **hằng số theo thời gian & không gian**).

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

DÒNG CHẢY ỔN ĐỊNH KHÔNG ĐỀU

(V, h, Q, áp suất ... **hằng số theo thời gian và đổi theo không gian**)

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

DÒNG CHẢY KHÔNG ỔN ĐỊNH

(V, h, Q, áp suất, ... **thay đổi theo không gian & thời gian**)

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHÂN LOẠI THEO ÁP SUẤT

→ Dòng chảy **CÓ** áp.
→ Dòng chảy **KHÔNG** áp.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

DÒNG CHẢY CÓ ÁP

→ Dòng chảy không có mặt thoáng tiếp xúc không khí

→ Ví dụ: Dòng chảy trong hệ thống cấp nước.

19

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

DÒNG CHẢY KHÔNG ÁP

→ Dòng chảy CÓ mặt thoáng tiếp xúc không khí

→ Ví dụ: Dòng chảy trong sông, rạch thiên nhiên.

20

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHƯƠNG TRÌNH LIÊN TỤC DÒNG CHẢY ỔN ĐỊNH

Cơ sở → Nguyên lý bảo toàn khối lượng của vật chất.

21

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

22

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

- Từ nguyên lý bảo toàn khối lượng của nước:

$$\rho S_1 dx_1 = \rho S_2 dx_2 \Rightarrow S_1 V_1 dt = S_2 V_2 dt$$

$$\Rightarrow S_1 V_1 = S_2 V_2$$

Q vào m/c (1-1) Q ra khỏi m/c (2-2)

Đây là phương trình liên tục của chất lỏng chảy ổn định (đều hoặc không đều)

23

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập ứng dụng phương trình liên tục

- Bài tập 1:** Một đường ống tròn có D thay đổi với $D_1=0.25m$ và $D_2=0.1m$. Vận tốc dòng chảy vào D_1 là $1m/s$. Tính vận tốc đầu ra.
- Bài tập 2:** Một kênh hình thang có $b=5m$, hệ số mái dốc $m=1$. Tại mặt cắt 1-1 kênh có chiều sâu $1,5m$ và vận tốc dòng chảy là $1m/s$. Tính chiều sâu tại mặt cắt 2 khi vận tốc dòng chảy tại mặt cắt này là $1,2m/s$. Cho biết đây là dòng chảy ổn định không đều.

24

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 3: Tính vận tốc hạ của mặt thoáng bình trong hệ thống sau:

Nhận xét khi $S_1 \rightarrow$ rất lớn so với tiết diện ống AB ²⁵

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 4: Người ta muốn có vận tốc tia nước tại đầu ra của một vòi phun nước chữa cháy tăng 25 lần so với vận tốc ở đầu vào ống.

Anh (Chị) cho biết đường kính cuối ống phải tăng (hoặc giảm) bao nhiêu so với đường kính đầu ống.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 5: Cho đường ống tròn rẽ nhánh như hình vẽ. Xác định vận tốc nước V_3 .

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY TẠI MẶT CẮT ƯỚT (E)
(CHẢY CÓ ÁP)

(1-1 & 2-2 : mặt cắt ướT)

$Q = V_1 S_1 = V_2 S_2$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

• Năng lượng dòng chảy E tại mặt cắt ƯỚT bất kỳ (chảy có áp):

$E = Z + p_{\text{đt}}/\rho g + V^2/2g \text{ (mH}_2\text{O)}$

Thế năng

Áp năng (tại tâm m/c ướT)

Động năng

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY TẠI MẶT CẮT ƯỚT
(CHẢY KHÔNG ÁP)

Mặt thoáng

Đáy kênh

Mặt chuẩn

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

• Năng lượng dòng chảy E tại mặt cắt bất kỳ (chảy không áp):

$E = z + h + \frac{V^2}{2g} (\text{mH}_2\text{O})$

Thế năng

Áp năng

Động năng

PGS. TS. Nguyễn Thông 31

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Mặt chuẩn o-o: Là mặt nằm ngang bất kỳ.

- E : năng lượng dòng chảy tại vị trí mặt cắt.
- Z : tung độ tâm m/c so với mặt chuẩn (có áp), **thế năng**.
- z : tung độ đáy kênh (chảy không áp), **thế năng** (chảy không áp).
- h : chiều sâu dòng chảy không áp, **áp năng**.
- p/ρg : **áp năng** (chảy có áp).
- V²/2g: **động năng**.

PGS. TS. Nguyễn Thông 32

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Giải thích

$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = Z_1 + \frac{p_a + \rho g \frac{h_1}{2}}{\rho g} = z_1 + h_1$

PGS. TS. Nguyễn Thông 33

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

KHÁI NIỆM VỀ ĐƯỜNG NĂNG LƯỢNG & ĐƯỜNG CỘT NƯỚC ĐO ÁP TOÀN PHẦN

PGS. TS. Nguyễn Thông 34

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Đường năng lượng khi dòng chảy đi từ A → B

$E = z + p/\rho g + V^2/2g$

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Đường cột nước đo áp toàn phần

$H = z + p/\rho g$

PGS. TS. Nguyễn Thông 36

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

NHÂN XÉT

Theo chiều dòng chảy:

- Đường năng lượng E luôn luôn giảm (nằm ngang).
- Đường cột nước đo áp toàn phần H có thể tăng hoặc giảm hoặc nằm ngang.

PGS. TS. Nguyễn Thống 37

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 1: Trong bài tập 1 (trước), giả thiết áp suất dư tại đầu vào là 0,1at. Chọn mặt chuẩn cách tâm về phía dưới là 2m. Tính năng lượng E dòng chảy tại mặt cắt đầu vào.

Bài tập 2: Trong bài tập 2 (trước), giả thiết mặt chuẩn qua đáy kênh m/c (1-1). Tính năng lượng E_1 dòng chảy tại mặt cắt (1-1).

Bài tập 3: Trong bài tập 3 (trước), giả thiết mặt chuẩn qua trục ống AB. Khoảng cách từ trục ống đến mặt thoáng là 4m. Tính năng lượng E dòng chảy tại mặt thoáng và tại mặt cắt thẳng góc ống AB tại B (ngoài không khí).

(1at=9,81.10⁴ N/m²)

PGS. TS. Nguyễn Thống 38

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 4: Cho sơ đồ sau. Tính năng lượng tại mặt cắt (1-1). Biết rằng bơm X có cột nước bơm là 20m. Áp suất dư tại A là $p_A=0,1at$. Hãy đề nghị p/p xác định áp suất tại B (!).

PGS. TS. Nguyễn Thống 39

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

P./ TRÌNH
BERNOULLI

PGS. TS. Nguyễn Thống 40

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHƯƠNG TRÌNH BERNOULLI

Cơ sở: “**Định lý động năng của hệ thống**”

Một chất điểm khối lượng m & vận tốc $V \rightarrow$ Động năng = $mV^2/2$

PGS. TS. Nguyễn Thống 41

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Định lý động năng: Độ biến thiên động năng của một hệ thống sẽ BẰNG công của tất cả các ngoại lực tác dụng lên hệ thống.

$$\frac{1}{2} mV_2^2 - \frac{1}{2} mV_1^2 = \sum (F \cdot dl)$$

Độ biến thiên động năng

$\frac{1}{2} mV^2 \rightarrow$ Động năng ; $F \cdot dl \rightarrow$ Công

PGS. TS. Nguyễn Thống 42

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

F → lực tác dụng
m → khối lượng

$\frac{1}{2} m V_1^2 - 0 = F L$

PGS. TS. Nguyễn Thống 43

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Tại $t=0$ → Xét chất lỏng g/h bởi 1-1 & 2-2
Tại $t=dt$ → Khối chất lỏng sẽ giới hạn bởi 1'-1' & 2'-2'

PGS. TS. Nguyễn Thống

Khối lượng chất lỏng m

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Độ biến thiên động năng của hệ thống (không kể phần chung g/h bởi 1'-1' và 2-2)

→

$\frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{1}{2} m V_1^2$ [1]

m → khối lượng chất lỏng giới hạn bởi 1-1 & 1'-1' (cũng là g/h bởi 2-2 & 2'-2')

PGS. TS. Nguyễn Thống 45

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

CÔNG CỦA CÁC NGOẠI LỰC

→ Áp lực tại các m/c 1-1 & 2-2:

P_1 $p_1 S_1 dx_1 - p_2 S_2 dx_2$ [2]

→ Thế năng:

$mgz_1 - mgz_2$ [3]

Chú ý: $m = \rho S_1 dx_1 = \rho S_2 dx_2$

PGS. TS. Nguyễn Thống 46

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

ĐỊNH LÝ ĐỒNG NĂNG

[1] = [2] + [3]

$\frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{1}{2} m V_1^2 = p_1 S_1 dx_1 - p_2 S_2 dx_2 + mgz_1 - mgz_2$

Chia 2 vế cho mg ($m = \rho S_1 dx_1 = \rho S_2 dx_2$)

PGS. TS. Nguyễn Thống 47

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g}$

Năng lượng mắt 1-1 **Năng lượng mắt 2-2**

→ Đây là p/t Bernoulli trong trường hợp lý tưởng không có mất (bổ sung) năng lượng khi chất lỏng đi từ 1-1 đến 2-2.

PGS. TS. Nguyễn Thống 48

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHƯƠNG TRÌNH BERNOULLI

Xét dòng chảy đi từ m/c ướ́t (1-1) → (2-2):
 “Năng lượng dòng chảy tại m/cắt ướ́t (1-1)
 + năng lượng bổ sung khi dòng chảy đi từ
 (1-1)→(2-2) (nếu có)
BẰNG
 Năng lượng dòng chảy tại m/cắt ướ́t (2-2)
 + tổng tổn thất năng lượng khi dòng
 chảy đi từ (1-1) → (2-2)”.

49

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

PHƯƠNG TRÌNH BERNOULLI

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + E_{bs} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_w$$

E_{bs} : năng lượng bổ sung (nếu có), $E_{bs} > 0 \rightarrow$ bơm ($H_{bơm}$)
 & $E_{bs} < 0 \rightarrow$ tuabin (H_{tuabin})

$\sum h_w = \sum dh_d + \sum dh_c$: tổng tổn thất năng lượng khi dòng chảy đi từ 1-1 đến 2-2.
 $\sum dh_d; \sum dh_c$: tổn thất đường dài, cục bộ.

50

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Nguyên lý: Dòng chảy luôn di chuyển từ nơi có năng lượng lớn đến nơi có năng lượng bé hơn (ngoại trừ trường hợp có bổ sung năng lượng trên đoạn đường đi).

Quy ước: Khi áp dụng phương trình Bernoulli cho đoạn dòng chảy g/hạn bởi 2 m/cắt ướ́t (1-1) & (2-2) ta quy ước dòng chảy đi từ mặt cắt ướ́t (1-1) → mặt cắt ướ́t (2-2) khi viết phương trình Bernoulli.

51

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

CÁC BƯỚC ÁP DỤNG
PHƯƠNG TRÌNH BERNOULLI

BƯỚC 1: Chọn 2 m/c ướ́t 1-1 & 2-2. Chọn mặt chuẩn o - o.

- Mặt cắt ướ́t là m/cắt thẳng góc với dòng chảy.
- Nên chọn m/c ướ́t sao cho áp suất tại tâm và vận tốc trung bình của m/c **biết càng nhiều càng tốt**.
- Mặt chuẩn là mặt nằm ngang bất kỳ. Nên chọn sao cho $z_1, z_2 \geq 0$.

BƯỚC 2: Áp dụng p/t Bernoulli áp dụng cho đoạn dòng chảy giới hạn bởi 1-1 & 2-2 (viết đầy đủ p/trình ban đầu).

52

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

→ Trường hợp chảy **CÓ ÁP:**

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + E_{bs} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_w \quad (1)$$

→ Trường hợp chảy **KHÔNG ÁP:**

$$z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + E_{bs} = z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_w \quad (1)$$

53

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

BƯỚC 3: Khảo sát các số hạng trong pt. 1.

→ Xác định các giá trị trong p/t nhờ vào số liệu ban đầu và các giả thiết (nếu có).

54

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bước 4: Thay các giá trị vào pt. 1.

Giải p/t Bernoulli thu gọn nếu p/t còn 1 ẩn số. Nếu p/t còn 2 ẩn số, viết bổ sung p/t liên tục cho đoạn dòng chảy và giải hệ p/t.

- Ghi chú:** Nếu p/t Bernoulli thu gọn còn >2 ẩn số → Bạn đã chọn sai các m/c ướ́t. Trở về Bước 1 và chọn lại m/c ướ́t hợp lý hơn !

55

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 1: Tính áp suất tại B (N/m², at) mặt cắt (2-2). Biết rằng tại A có p_A=0,5at. Đường ống có D_A=0,2m & D_B=0,25m và dẫn lưu lượng nước 50l/s. Bỏ qua tổn thất năng lượng khi dòng chảy đi từ A đến B. Lấy g=9,81m/s².

(Chú ý: 1at = 1kgf/cm²
= 9,81(N/cm²) = 9,81.10⁴ (N/m²)

56

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 2: Tính áp suất tại B (N/m², at). Biết tại A có p_{at}=0,8at. Đường ống có D_A=0,25m, D_B=0,1m và dẫn lưu lượng nước 100l/s. Bỏ qua tổn thất năng lượng khi dòng chảy đi từ A → B.

Chú ý: 1at = 1(kgf/cm²)
= 9,81(N/cm²) = 9,81.10⁴ (N/m²)

57

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 3: Cho dòng chảy có áp như sơ đồ sau. Tính áp suất nước tại vị trí B. Bỏ qua tổn thất năng lượng.

p_A=250kN/m²
p_B= ???

58

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 4: Cho dòng chảy có áp qua tuabin X như hình vẽ. Biết áp suất tại A là 0,2at, tại B là 20at. Vận tốc dòng chảy trong ống là 6m/s. Ống có tiết diện 0,5m². Bỏ qua tổn thất năng lượng. Tính H_{tuabin}, từ đó tính công suất của tuabin (P=ηρgQH_{tuabin} watt) với Q là lưu lượng qua ống, η=0,8 hiệu suất tuabin.

59

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 5: Một bơm X hoạt động theo sơ đồ sau. Bơm có H_b=25m. Bơm đang hoạt động với lưu lượng 10l/s. Đường ống có d=0,12m. Bỏ qua tổn thất năng lượng. Tính áp suất (at) tại vị trí ngay trước và sau bơm. Giả thiết nước ở 27°C và sẽ bốc hơi chuyển sang thể khí nếu p_t < 3mH₂O. Nhận xét ?

60

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 6: Tính lưu lượng nước từ bình 1 sang bình 2. Giả thiết mất năng lượng dòng chảy đi từ 1→2 là:

$$\sum h_w = 5.10^{-2} \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Các bình có tiết diện rất lớn so với t/điện ống.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 7: Tính lưu lượng chảy ra khỏi bình 1. Giả thiết mất năng lượng từ bình ra khỏi ống là:

$$\sum h_w = 6.10^{-2} \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Bình có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 8: Một nhà máy thủy điện có sơ đồ làm việc như hình vẽ. Bỏ qua tổn thất năng lượng khi dòng chảy đi từ hồ đến NM. $Q_{NM}=32m^3/s$. Tính công suất (MW) của NM. Biết hiệu suất NM là $\eta=0,8$. Lấy $g=10m/s^2$.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 9: Áp suất tại B là 0,4at và tại A là 0,2at. Đường ống có D hằng số và dẫn lưu lượng $Q=10l/s$. Bỏ qua tổn thất năng lượng khi dòng chảy đi từ A đến B. Tính công suất P của bơm X. Hiệu suất bơm $\eta=0,8$. Lấy $g=10m/s^2$ [$P=\rho g Q H_p / \eta$ (watt)].

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

Bài tập 10: Tính áp suất tại B (N/m²). Biết rằng áp suất dư tại A là 0,2at. $D_A=D_B=0,2m$. Bơm X có cột nước bơm là 20m. Bỏ qua tổn thất năng lượng khi dòng chảy đi từ A đến B. Lưu lượng bơm là 40l/s. Tính công suất bơm với $\eta=0,8$.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 3: Cơ sở động lực học chất lỏng

HẾT CHƯƠNG

Xin cảm ơn!

PGS. TS. Nguyễn Thống

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HCM
Khoa KTXD - Bộ môn KTTN

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: PGS. TS. NGUYỄN THÔNG
E-mail: nguyenthong@hcmut.edu.vn or nthong56@yahoo.fr
Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/>

PGS. TS. Nguyễn Thông | Tél. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

NỘI DUNG MÔN HỌC

Chương 1. Đặc tính chất lỏng.
Chương 2. Thủy tĩnh học.
Chương 3. Cơ sở động lực học chất lỏng.
Chương 4. **Đo đặc dòng chảy.**
Chương 5. Tổn thất năng lượng.
Chương 6. Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.
Chương 7. Lực tác dụng lên vật cản.
Chương 8. Dòng chảy ổn định đều trong kênh.
Chương 9^(*). Dòng chảy ổn định không đều trong kênh.
Chương 10^(*). Đập tràn.

(*) Trường hợp môn Thủy lực cơ sở mở rộng

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

NỘI DUNG

Các ứng dụng
phương trình
BERNOULLI.

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

THIẾT BỊ ĐO

→ **ỐNG PITÔT**
→ **ỐNG VENTURI**

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

CÁC ỨNG DỤNG P/T BERNOULLI

1. Đo vận tốc – Ống Pitôt.

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

- Áp dụng p/t Bernoulli cho đoạn d/chảy g/hạn bởi 1-1 và 2-2. Mặt chuẩn O-O là trục ống.

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + E_{bs} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_w$$

- Với $E_{bs}=0, V_2=V_A=0, V_B=V, Z_1=Z_2=0, \sum h_w=0$

Từ đó thí: $\frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma} = h \rightarrow V = \sqrt{2gh} \text{ (m/s)}$

Từ giá trị h đọc được trên thiết bị → tính được V.

Ví dụ: Tìm V với ống dò Pitot có h=3cm.

PGS. TS. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

2. Đo lưu lượng – Ống Venturi.

TÌM Q CHẢY QUA ỐNG ?

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

- Áp dụng p/t Bernoulli cho đoạn d/chảy g/hạn bởi 1-1 và 2-2. Mặt chuẩn O-O là trục ống.

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + E_{bs} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_w$$

Với $E_{bs}=0, z_1=z_2=0, \sum h_w = 0, \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} = h$

$$V_1 = \frac{4Q}{\pi D^2}; V_2 = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad \mu = \frac{\pi d^2 \gamma}{(h/số\ l/ượng)} \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4}$$

Và thay vào p/t ta có:

$$Q = \mu \sqrt{h} (m^3 / s)$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

Bài tập:

- Một ống dò Pitôt cho thấy $h=5$ cm. Đường kính ống $d=0,25$ m. Tính vận tốc \rightarrow lưu lượng qua ống.
- Một thiết bị Venturi có $D=0,2$ m, $d=0,1$ m. Tính lưu lượng qua ống trong các trường hợp:
 - $h=2$ cm.
 - $h=4$ cm.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

Thiết lập công thức tính Q cho thiết bị Venturi có dạng sau:

THIẾT LẬP CT. TÍNH Q CHẢY QUA ỐNG THEO : h, rho_2, rho_1

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 4: Đo đặc dòng chảy

HẾT CHƯƠNG

Xin cảm ơn!

PGS. TS. Nguyễn Thống

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: PGS. TS. NGUYỄN THÔNG

E-mail: nguyenthong@hcmut.edu.vn or nthong56@yahoo.fr

Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/>

PGS. TS. Nguyễn Thông | Tél. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719

1

NỘI DUNG MÔN HỌC

- Chương 1. Đặc tính chất lỏng.
- Chương 2. Thủy tĩnh học.
- Chương 3. Cơ sở động lực học chất lỏng.
- Chương 4. Đo đạc dòng chảy.
- Chương 5. Tồn thất năng lượng.
- Chương 6. Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.
- Chương 7. Lực tác dụng lên vật cản.
- Chương 8. Dòng chảy ổn định đều trong kênh.
- Chương 9^(*). Dòng chảy ổn định không đều trong kênh.
- Chương 10^(*). Đập tràn.

PGS. TS. Nguyễn Thông | (*) Trường Đại học Thủy lợi mở rộng

2

MỤC ĐÍCH

- Nghiên cứu các trạng thái chảy (dòng chảy tầng, dòng chảy rối).
- Nghiên cứu các dạng mất năng lượng dòng chảy tầng và dòng chảy rối.

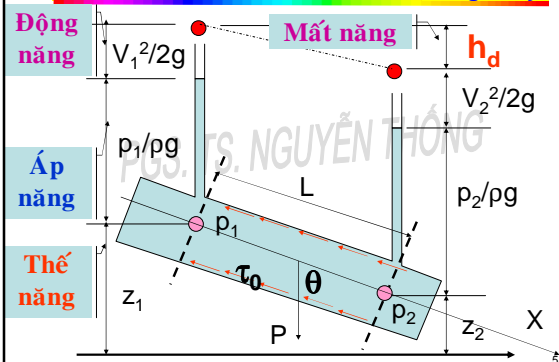
PGS. TS. Nguyễn Thông

3

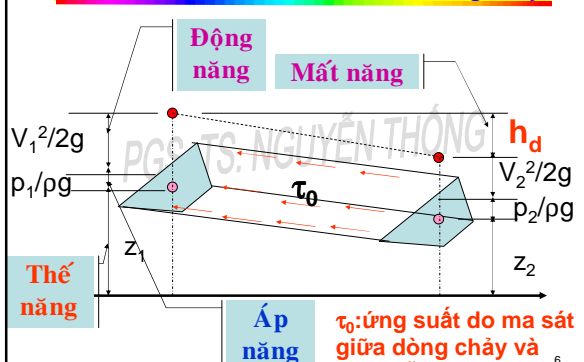
GIỚI THIỆU HIỆN TƯỢNG MẤT NĂNG LƯỢNG

PGS. TS. Nguyễn Thông

4



PGS. TS. Nguyễn Thông



PGS. TS. Nguyễn Thông

τ_0 : ứng suất do ma sát giữa dòng chảy và lòng dẫn

6

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

THÍ NGHIỆM REYNOLDS

Nước màu

Bổ sung nguồn nước

Van điều tiết I/lượng

Chảy tầng → a)

Chảy quá độ → b)

Chảy rối → c)

Đường ống trong suốt

PGS. TS. Nguyễn...

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Chảy tầng

Chảy quá độ

Chảy rối

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Chảy rối

Lớp mỏng chảy tầng

THÀNH LÒNG DẪN

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Chảy rối

Lớp mỏng chảy tầng

THÀNH LÒNG DẪN

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔNG HỢP CÁC TRẠNG THÁI CHẢY

Tầng biên giới chảy tầng

Tầng biên giới chảy rối đang phát triển

Lõi rối

Đoạn đầu lồi

Đòng rối chảy đều

Chảy thể

Chảy xoáy

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Đòng chảy tầng

$U=0$

U_{max}

PROFILE VẬN TỐC

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Tiêu chuẩn xác định trạng thái chảy:

- Số Reynolds: $R_e = \frac{VL}{\nu}$
- V: vận tốc trung bình điển hình dòng chảy.
- L: chiều dài đặc trưng (bán kính thủy lực, D ống)
- ν hệ số nhớt động học của nước (0,0101 cm²/s).
- Chảy tầng:** $R_e < R_{gh-1}$ $R_{gh-1} \approx 2000$
- Chảy rối:** $R_e > R_{gh-2}$ $R_{gh-2} \approx 3000 - 100000$
- Chảy quá độ:** $R_{gh-1} < R_e < R_{gh-2}$

PGS. TS. Nguyễn Thống 13

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỶ SỐ TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG Σh_w

$\Sigma h_w = \Sigma dh_d + \Sigma dh_c$

Ứng suất tiếp
tuyến do ma sát

Tổn thất năng lượng cục bộ

Tổn thất năng lượng đường dài

PGS. TS. Nguyễn Thống 14

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

CÔNG THỨC LÝ THUYẾT
XÁC ĐỊNH MẤT NĂNG
ĐƯỜNG DÀI CHO
DÒNG CHẢY ỔN ĐỊNH

PGS. TS. Nguyễn Thống 15

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

PHƯƠNG TRÌNH
CƠ BẢN
CHẤT LỎNG
CHẢY ĐỀU

PGS. TS. Nguyễn Thống 16

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Động năng: $V_1^2/2g$

Áp năng: $p_1/\rho g$

Thế năng: z_1

Mất năng: h_d

Áp năng: $p_2/\rho g$

Thế năng: z_2

Động năng: $V_2^2/2g$

L

τ_0

θ

P

X

PGS. TS. Nguyễn Thống 17

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

XÉT PHƯƠNG TRÌNH LỰC ĐOẠN DÒNG CHẢY ĐỀU THEO PHƯƠNG TRỤC DÒNG CHẢY

$p_1 \omega - p_2 \omega - \tau_0 \chi L + \gamma \omega L \cos(\theta) = 0$

$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} - \frac{\tau_0 L}{R \gamma} + L \cos(\theta) = 0$

Áp lực thủy tĩnh thượng hạ lưu

Lực ma sát

Trọng lượng bản thân

Chú ý: $\cos(\theta) = (z_1 - z_2)/L$

PGS. TS. Nguyễn Thống 18

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tồn thất năng lượng dòng chảy

$$\frac{(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) - (z_2 + \frac{p_2}{\gamma})}{L} = \frac{\tau_0}{\gamma} \cdot \frac{1}{R}$$

Áp dụng phương trình Bernoulli cho đoạn dòng đều giới hạn bởi (1-1) & (2-2) [cả có và không có áp]:

$$(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) - (z_2 + \frac{p_2}{\gamma}) = h_d$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 19

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tồn thất năng lượng dòng chảy

Từ đó: $\Rightarrow \frac{h_d}{L} = \frac{\tau_0}{\gamma} \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{\tau_0}{\gamma} = R \cdot J$

Với $J = h_d/L \rightarrow$ độ dốc thủy lực b/kính thủy lực

Áp dụng cho dòng chảy tròn đều, chú ý $R = d/4 = r/2$:

$$\Rightarrow \frac{\tau}{\gamma} = J \frac{r}{2} \quad (\text{phương trình cơ bản dòng chảy đều})$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 20

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tồn thất năng lượng dòng chảy

TỒN THẤT NĂNG LƯỢNG ĐƯỜNG DÀI
Trường hợp chảy tầng

Xét dòng chảy trong ống tròn, ứng suất tiếp tuyến do tính nhớt chất lỏng (kết quả cuối chương 1):

$$\tau = -\mu \frac{du}{dr} \quad (1)$$

μ chỉ hệ số động lực nhớt, u chỉ vận tốc phân tử chất lỏng cách tâm ống khoảng cách r .

PGS. TS. Nguyễn Thống 21

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tồn thất năng lượng dòng chảy

- Ngoài ra, trong dòng chảy chảy đều ta còn có quan hệ:

$$\tau_0 = \gamma J R$$

- τ_0 ứng suất tiếp, R bán kính thủy lực, J độ dốc thủy lực.
- Xét cho trường hợp chảy có áp trong ống tròn:
- $\rightarrow R = r/2$

$$\tau = \gamma J \frac{r}{2} \quad (2)$$

- Và tại thành ống ($r = D/2$):

$$\tau_0 = \gamma J \frac{D}{4}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 22

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tồn thất năng lượng dòng chảy

- Từ (1) và (2) ta sẽ xác định được quy luật phân bố vận tốc dòng chảy tầng trong đường ống như sau:

$$\tau = \gamma J \frac{r}{2} = -\mu \frac{du}{dr} \rightarrow du = -\frac{\gamma J}{2\mu} r dr$$

$$\rightarrow u = -\frac{\gamma J}{4\mu} r^2 + C$$

C hằng số tích phân sẽ xác định theo đ/k biên.

PGS. TS. Nguyễn Thống 23

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tồn thất năng lượng dòng chảy

Áp dụng điều kiện biên: Tại thành ống $r = r_0 \rightarrow u = 0$.

$$\rightarrow u = \frac{\gamma J}{4\mu} (r_0^2 - r^2)$$

$$\rightarrow u_{\max} = \frac{\gamma J}{4\mu} r_0^2 = \frac{\gamma J}{16\mu} D^2$$

Với D chỉ đường kính ống.

\rightarrow Phân bố vận tốc trong ống tròn chảy tầng

PGS. TS. Nguyễn Thống 24

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

• Từ đó phân bố vận tốc tại mặt cắt ống tròn có thể viết:

$$\rightarrow u = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right]$$

Đây là phương trình của một paraboloid tròn xoay.
Bài tập: Tính Q từ phân bố vận tốc u nói trên và tính vận tốc trung bình V theo u_{\max} .

Đáp số:

$$Q = \frac{\pi \gamma}{128 \mu} J d^4 \quad V = \frac{u_{\max}}{2}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

→ $dS = 2\pi r \cdot dr$
 → $dQ = 2\pi r dr \cdot u$
 → Q

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG ĐƯỜNG DÀI

Từ đó ta có thể xác định tổn thất năng lượng đường dài trong chảy tầng như sau ($J=h_d/l$):

$$h_d = \frac{32 \mu l}{\rho g D^2} V$$

Dạng CT phổ biến xác định TT năng lượng đường dài

$$h_d = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Với $Re = Vd/\nu$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG ĐƯỜNG DÀI

Trường hợp chảy rối – Công thức Darcy

Ứng suất tiếp trên thành:

$$\tau_0 = f(V, D, \Delta, \rho, \mu)$$

Phương pháp phân tích thứ nguyên:

$$\tau_0 = C V^a D^b \rho^c \mu^d \Delta^e$$

Giải ra ta có: $a=2-d$; $c=1-d$; $b=-d-e$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG ĐƯỜNG DÀI

Trường hợp chảy rối – Công thức Darcy

Từ đó:

$$\tau_0 = f_1\left(Re, \frac{\Delta}{D}\right) \rho \frac{V^2}{2}$$

Kết hợp với kết quả dòng chảy đều: $\tau_0 = \gamma R J$

$$\tau_0 = \gamma R J = f_1\left(Re, \frac{\Delta}{D}\right) \rho \frac{V^2}{2}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG ĐƯỜNG DÀI

Trường hợp chảy rối – Công thức Darcy

Lưu ý với $J=h_d/l$ ta có:

$$h_d = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1) \quad \lambda = f\left(Re, \frac{\Delta}{D}\right)$$

Công thức (1) gọi là công thức Darcy (1856)
 Ôn: Nếu chảy tầng $\lambda = \frac{64}{Re}$

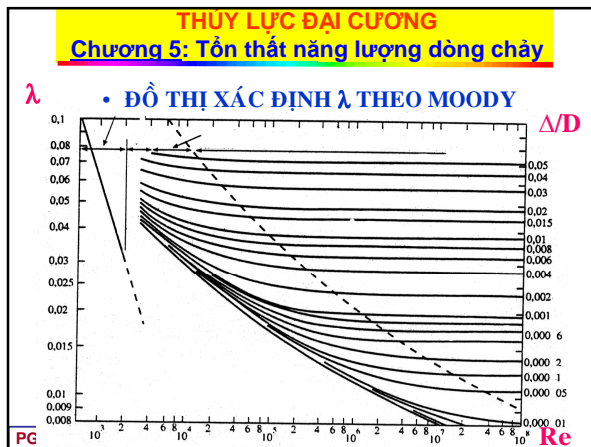
PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

XÁC ĐỊNH λ BẰNG THỰC NGHIỆM

- Theo Nicuraste
- Theo Moody
- Hai tác giả dùng phương pháp thí nghiệm để xác định λ theo quy luật định nghĩa trong phương trình Darcy.

PGS. TS. Nguyễn Thống 31



THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG ĐƯỜNG DÀI

Theo Hazen-Williams (phổ biến dòng chảy có áp)

- Công thức thực nghiệm tính tổn thất năng lượng đường dài cho dòng chảy rối theo Hazen-Williams:

$$dh = \frac{10,68.L}{D^{4,87}} \left(\frac{Q}{C_{HW}} \right)^{1,85} \text{ (m)}$$

- Trong đó $C_{HW}=90 \rightarrow 140$ là hệ số phụ thuộc tình trạng ống. Ống càng "tốt" giá trị C_{HW} lớn.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

MẤT

NĂNG LƯỢNG

CỤC BỘ

PGS. TS. Nguyễn Thống 35

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

Xảy ra khi có sự thay đổi "đột ngột" về kết cấu dòng chảy tại vị trí cục bộ trên dòng chảy:

- tạo dòng chảy "xáo trộn" cục bộ
- ma sát cục bộ của các phân tử chất lỏng
- tổn thất năng lượng cục bộ..

PGS. TS. Nguyễn Thống 36

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ Σh_c

Dòng chảy xoáy cục bộ

PGS. TS. Nguyễn Thống 37

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

$$dh_c = \zeta \frac{V^2}{2g} (m)$$

ζ : gọi là hệ số tổn thất năng lượng cục bộ, được xác định từ thực nghiệm (xem sau).
 $V(m/s)$ vận tốc trung bình.

PGS. TS. Nguyễn Thống 38

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

1. Trường hợp co hẹp đột ngột:

$$\zeta_c = 0,5 \left(1 - \frac{\omega}{\Omega}\right)$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 39

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

2. Miệng vào ống:

Sắc mép: $\zeta_c = 0,5$
Mép tròn, thuận: $\zeta_c = 0,2$
Mép rất thuận: $\zeta_c = 0,05$

PGS. TS. Nguyễn Thống 40

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

3. Miệng ra của ống (Công thức Borda):

$$\zeta_c = \left(1 - \frac{\omega}{\Omega}\right)^2$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 41

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

4. Ống uốn cong “đột ngột” với $d < 50mm$:


α	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
ζ	0,2	0,3	0,4	0,55	0,7	0,9	1,1

PGS. TS. Nguyễn Thống 42

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

4. Ống uốn cong 90° với và $d > 200\text{mm}$:



d	200	250	340	390	490		
ζ	1,7	1,3	1,1	1,0	0,83		

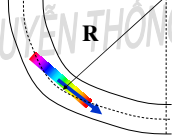
43

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

4. Ống bán kính r uốn cong dần 90° với bán kính cong R:



r/R	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ζ	0,13	0,14	0,16	0,21	0,29	0,44	0,66	0,98	1,4	1,98

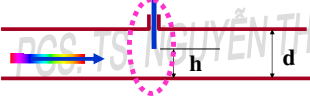
44

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

5. Cửa van phẳng trong ống tròn:



(d-h)/d	0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
ζ	0	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17	97,8

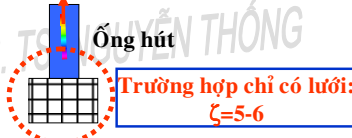
45

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

6. Van 1 chiều trong bơm và có lưới chắn rác:



d	50	75	100	125	150	200	250	300	400
ζ	10	8	7	6,5	6	5	4,5	4	3

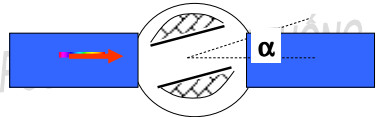
46

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG CỤC BỘ

7. Khoá nước:



α°	5	10	20	30	40	50	60	70	80
ζ	0,05	0,29	1,56	5,47	17,3	52,6	206	486	>>

47

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

VAN BƯỚM (BUTTERFLY)-Xem sau

α°	10°	20°	30°	40°	50°
ζ	670	145	47	18	7
α°	60°	70°	80°	90°	
ζ	3	1,4	0,7	0,36	

48

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy



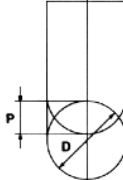

VAN BƯỚM
(Butterfly Valve)

49

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

VAN CỬA (GATE VALVE)-Xem sau

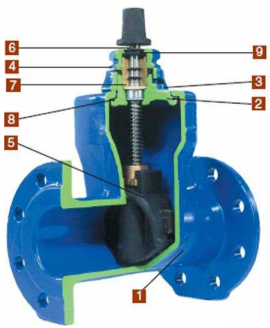



Closed				
p/D	1/8	2/8	3/8	4/8
ζ	0,07	0,26	0,81	2,1
p/D	5/8	6/8	7/8	
ζ	5,5	17	98	

50

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

VAN CỬA (Gate Valve)

51

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TÓM TẮT VỀ MẤT NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY

→ **Mất năng lượng dài theo Manning:**

$$dh_d = \lambda \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \text{ (mH}_2\text{O)}$$

→ **Hoặc theo Hazen-Williams cho dòng chảy có áp:**

$$dh_d = \frac{10.68L}{d^{4.87}} \left(\frac{Q}{C_{HW}} \right)^{1.85} \text{ (mH}_2\text{O)}$$

52

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TÓM TẮT VỀ MẤT NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY

- λ hệ số mất năng lượng dài
- L chiều dài
- d đường kính
- C_{HW} hệ số phụ thuộc tình trạng ống
- V vận tốc trung bình
- Q lưu lượng

53

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

TÓM TẮT VỀ MẤT NĂNG LƯỢNG DÒNG CHẢY

→ **Mất năng cục bộ:**

$$dh_c = \zeta \frac{V^2}{2g} \text{ (mH}_2\text{O)}$$

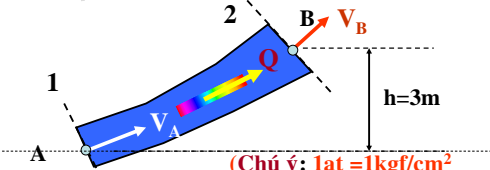
ζ → hệ số mất năng cục bộ.

54

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 1: Tính áp suất tại B (N/m², at) của đường ống sau. Biết tại A có $p_A=0,5at$. Ống có đường kính tại A & B là $D_A=0,2m$, $D_B=0,25m$ và dẫn lưu lượng nước 50l/s. Tổn thất năng lượng đường dài lấy theo Manning có $\lambda=0,04$; $d_{tb}=0,22m$ và $L_{AB}=20m$.



(Chú ý: 1at = 1kgf/cm²
= 9,81(N/cm²) = 9,81.10⁴ (N/m²))

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 2: Giống số liệu trên, biết rằng tổn thất đường dài dh theo Hazen-Williams như sau:

$$dh(m) = \frac{10,68L}{d^{4,87}} \left(\frac{Q}{100} \right)^{1,85}$$

Với $L(m)$ chiều dài ống, $d(m)$ đường kính ống, $Q(m^3/s)$ lưu lượng qua ống.

Cho biết $L_{AB}=20m$. Lấy $d=d_{tb}=0,22m$ khi tính mất năng lượng đường dài trong AB. Tính p_B .

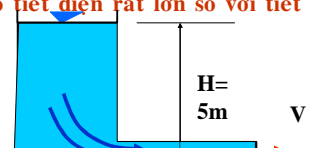
PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 3: Biết ống tròn AB có $L=10m$, $d=0,05m$. Tổn thất năng lượng đường dài theo Manning có $\lambda=8 \cdot 10^{-2}$.

- Tính V và từ đó suy ra Q qua ống (bỏ qua t/t cục bộ).
- Tổng tổn thất cục bộ tại A & B có $\zeta_c=1,2$. Tính Q trong trường hợp này.

Giả thiết bình có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống AB.

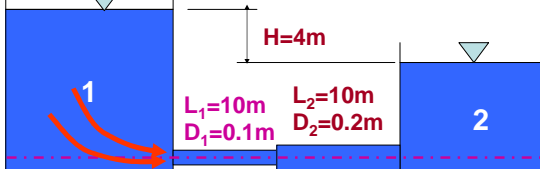


Trục ống AB

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

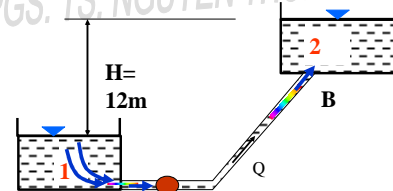
Bài tập 4: Tính lưu lượng nước từ bình 1 sang bình 2. Mất năng lượng đường dài theo Manning có $\lambda=4 \cdot 10^{-2}$. Mất năng cục bộ bằng 50% tổng mất năng lượng đường dài. Các bình có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống.



PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

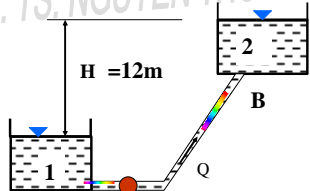
Bài tập 5: Bơm X có cột nước bơm $H_b=15m$. Ống AB có $L=30m$, $d=60mm$. Tổn thất năng lượng đường dài theo HW có $C_{HW}=100$. Bỏ qua tổn thất cục bộ. Tính Q từ bình 1 lên bình 2. Cho biết 2 bình có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống AB.



PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 6: Bơm X có $H_b=15m$. Ống AB có $L=30m$, $d=60mm$. Tổn thất đường dài theo Manning có $\lambda=10^{-2}$. Tổn thất cục bộ có $\zeta_c=1,5$. Tính Q từ bình chứa 1 lên bình chứa 2. Cho biết 2 bình có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống AB.



PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 7: Bơm X có $H_p=14\text{m}$. Ống AB có $L=30\text{m}$, $d=60\text{mm}$. Tổn thất đường dài theo Manning có $\lambda=0.2 \cdot 10^{-2}$. Tổn thất cục bộ có $\zeta_c=0.5$. Tính Q từ bình chứa 1 lên bình chứa 2. Cho biết bình 1 có tiết diện 0.4m^2 và bình 2 có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống AB.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 8: Người ta muốn bơm nước từ bể chứa 1 lên bể chứa 2 có chênh lệch cao độ 2 mặt thoáng là 20m. Lưu lượng bơm là 3l/s. Đường ống 34mm, dài 30m. Mất năng đường dài theo HW có $C_{HW}=120$. Mất năng cục bộ bằng 25% tổng mất năng đường dài. Bể có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống.

1. Tính cột nước bơm.
2. Tính công suất bơm (kw). Bơm có hiệu suất $\eta=0.85$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 9: Cho hệ thống như sau. Mất năng đường dài theo Manning có $\lambda=6 \cdot 10^{-2}$. Mất năng cục bộ bằng 50% tổng mất năng đường dài. Các bình có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống.

1. Tính lưu lượng nước từ bình 1 sang bình 2.
2. Tính áp suất tại B. Nhận xét ?

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 10: Cho một hệ thống bơm nước như hình vẽ sau. Bơm X có cột nước bơm là 17m. Cho biết hồ A có tiết diện rất lớn. Đường ống có $d=60\text{mm}$ và có chiều dài $L=30\text{m}$. Tổn thất đường dài theo Manning có $\lambda=10^{-2}$. Tổn thất cục bộ lấy bằng 40% tổn thất đường dài.

- Xác định lưu lượng nước chảy ra ở B (không khí).

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 11: Một bơm ly tâm hoạt động với lưu lượng thiết kế là 36l/s. Đường ống hút dài $L=12\text{m}$, $d=120\text{mm}$. Biết rằng tổn thất đường dài dh_L theo Manning có $\lambda=1.5 \cdot 10^{-2}$ và tổn thất cục bộ do van 1 chiều có $\zeta_c=1.5$. Cao trình đặt bơm so với mực nước bể hút là 6m. Tính áp suất chân không tại miệng vào của bơm (xem sơ đồ sau).

$dh_L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$

$dh_c = \zeta_c \frac{V^2}{2g}$

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 12: Bơm X bơm nước từ hồ A lên hồ B với lưu lượng là 20 l/s. Cho biết hồ A và B có tiết diện rất lớn. Đường ống có $d=150\text{mm}$ và chiều dài $L=50\text{m}$. Tổn thất đường dài theo Hazen-Williams có $C_{HW}=100$. Tổn thất cục bộ bằng 40% tổn thất đường dài.

- Xác định cột nước bơm H_b (m).
- Cho biết bơm có hiệu suất $\eta=0.9$, tính công suất bơm N (kW) [$N=pgQH_b/\eta$ (watt)].

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Công suất bơm: $N=pgQH_b/\eta$ (watt)

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 13: Một nhà máy thủy điện có sơ đồ làm việc như hình vẽ. Đường ống có $D=1\text{m}$, $L=400\text{m}$. Mất năng đường dài theo HW có $C_{HW}=100$, tổn thất cục bộ có $\zeta=5$. Lưu lượng $Q=4.5\text{m}^3/\text{s}$. Tính công suất (MW) của NM. Biết hiệu suất NM là $\eta=0.8$. Lấy $g=10\text{m/s}^2$.

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 14: Người ta muốn bơm $1,2\text{ m}^3$ nước lên bể chứa 1 nhà cao tầng ($H=50\text{m}$ kể từ mặt đất) trong thời gian 5phút (bể chứa có tiết diện lớn). Bơm có cột nước bơm H_b và đường ống có $d=60\text{mm}$, dài 75m. Tổn thất năng lượng đường dài theo Manning có $\lambda=1.10^{-2}$. Tổn thất cục bộ bằng 40% tổn thất đường dài.

- a. Tính cột nước bơm H_b (mH₂O).
- b. Tính công suất N (kw) bơm biết rằng hiệu suất bơm $\eta=0,9$ [$N=pgQH_b/\eta$ (watt)].

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 15: Cho một hệ thống bơm nước như hình vẽ sau. Bơm X bơm nước từ hồ A lên hồ B với lưu lượng là 12 l/s. Cho biết hồ A và B có tiết diện rất lớn. Đường ống có $D=100\text{mm}$ và có chiều dài $L=50\text{m}$. Tổn thất đường dài theo Hazen-Williams có $C_{HW}=100$. Tổn thất cục bộ trong đường ống lấy sơ bộ bằng 40% tổn thất đường dài.

- Xác định cột nước bơm H_b (m).
- Cho biết bơm có hiệu suất $\eta=0.9$, tính công suất cần có của bơm X (kW).

73

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Công suất bơm: $P = \rho g Q H_b / \eta$ (watt)

Bơm X

74

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 16: Cho một hệ thống 2 bình như hình vẽ sau. Cho biết bình A và B có tiết diện rất lớn. Đường ống có $D=100\text{mm}$ và có chiều dài $L=50\text{m}$. Tổn thất đường dài theo Manning có $\lambda=10^{-2}$. Tổn thất cục bộ trong đường ống lấy sơ bộ bằng 40% tổn thất đường dài.

Xác định lưu lượng nước chảy từ A → B

75

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Đường ống

76

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập 17: Cho hệ thống sau. Tổn thất năng lượng đường dài theo Manning có $\lambda=5 \cdot 10^{-2}$. Giả thiết bình có tiết diện lớn so với các ống. Tính lưu lượng chảy ra khỏi BC & BD.

77

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập nâng cao 1: Cho hệ thống sau. Bình là hình vuông có cạnh $a=2\text{m}$ và đường ống dẫn có $d=0,05\text{m}$. Tại thời điểm $t=0$ mực nước bình là $H=3\text{m}$. Tổn thất đường dài theo Manning có $\lambda=5 \cdot 10^{-2}$. Tổn thất cục bộ bằng 40% tổn thất đường dài. Tính thời gian cần thiết để nước chảy cạn bình.

78

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

Bài tập nâng cao 2: Lấy hệ thống như bài tập trên. Tuy nhiên tiết diện bình A và B là bằng nhau và là hình vuông có cạnh $a=1\text{m}$ và đường ống dẫn là hình vuông có cạnh $b=0,1\text{m}$. Tại thời điểm $t=0$, chênh lệch mực nước 2 bình như hình vẽ ($H=3\text{m}$).

Tính thời gian cần thiết để mực nước trong 2 bình A và B là ngang nhau ?

PGS. TS. Nguyễn Thống

79

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 5: Tổn thất năng lượng dòng chảy

HẾT CHƯƠNG

Xin cảm ơn !

PGS. TS. Nguyễn Thống

80

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HCM
 Khoa KTXD - Bộ môn KTTNN

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: **PGS. TS. NGUYỄN THÔNG**

E-mail: nguyenthong@hcmut.edu.vn or nthong56@yahoo.fr

Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong>

1
12/6/2010

TÉL. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
 Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

NỘI DUNG MÔN HỌC

Chương 1. Đặc tính chất lỏng.
Chương 2. Thủy tĩnh học.
Chương 3. Cơ sở động lực học chất lỏng.
Chương 4. Đo đạc dòng chảy.
Chương 5. Tổn thất năng lượng.
Chương 6. Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.
Chương 7. Lực tác dụng lên vật cản.
Chương 8(*). Dòng chảy ổn định đều trong kênh.
Chương 9(*). Đập tràn.
Chương 10(*). Trạm thủy điện.

(*) Trường hợp môn Thủy lực cơ sở

2
12/6/2010

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
 Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

MỤC ĐÍCH

- Tính toán thủy lực trong một mạng lưới đường ống có dòng chảy có áp.
- Xác định các thông số cần thiết một mạng lưới đường ống.

3
12/6/2010

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
 Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

MANG LƯỚI HỒ (CUT)

4
12/6/2010

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
 Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

MẠNG LƯỚI VÒNG (có 6 vòng khép kín)

5
12/6/2010

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG
 Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

MẠNG LƯỚI HỖN HỢP (vòng + hở)

6
12/6/2010

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Tính thủy lực mạng lưới hở (cụt)

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

ÔN

Phương trình Bernoulli:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + E_{bs} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + dh_{1-2}$$

Xét đoạn ống chảy có áp dẫn lưu lượng Q (không có nhập hoặc xuất lưu), đường kính d không đổi.

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

ÔN

$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + dh_{1-2}$

$H_1 = H_2 + dh_{1-2}$

H=z+p/pg → cột nước đo áp toàn phần

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

LOẠI BÀI TOÁN

- Xác định đường kính đường ống;
- Xác định cột nước áp suất đầu nguồn;
- Các yếu tố khác đã cho trước (như cầu dùng nước, cao độ nút, chiều dài đoạn ống,...).

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

CÁC BƯỚC TÍNH CƠ BẢN

→ Giả thiết **TUYẾN ĐƯỜNG ỐNG CHÍNH!**

→ Là tuyến nối **NGUỒN** nước và **ĐIỂM LẤY NƯỚC** có $p/pg = h_{min}$

- h_{min} là cột nước đo áp yêu cầu tối thiểu tại điểm lấy nước.

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bước 1: Xác định lưu lượng trong mỗi đoạn ống d_i .

- Bắt đầu từ ống nhánh trước và từ cuối mạng tiến dần về hướng nguồn.
- Dùng p/t điều kiện cân bằng về lưu lượng tại nút cuối đoạn ống tương ứng.

$$\sum_i Q_{vao-nut} = \sum_j Q_{ra-nut}$$

→ Ví dụ cho sơ đồ trên:

PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Phương trình cân bằng lưu lượng nút D:

$$\sum_i Q_{\text{vao-D}} = \sum_j Q_{\text{ra-D}}$$

$\Rightarrow q_{CD} = q_D$

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 13

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Tính Q_{CD} : Xét cân bằng /lượng nút D:
 $Q_{CD} = Q_D$

Tính Q_{BE} : Xét cân bằng /lượng nút E:
 $Q_{BE} = Q_E$

Tính Q_{BC} và Q_{AB} : Xét cân bằng /lượng lần lượt nút C và B:
 $Q_{BC} = Q_{CD} + Q_{CF}$ và $Q_{AB} = Q_{BC} + Q_{BE}$

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 14

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bước 2: Có Q_i cho mỗi đoạn ống sẽ xác định d_i :

Có 2 trường hợp tính:

Trường hợp 2a: Tính toàn bộ đường kính các đoạn ống \rightarrow khi đến bước 5 sẽ tính theo 5a.

Trường hợp 2b: Chỉ tính đường kính ống trên tuyến đường ống chính \rightarrow khi đến bước 5 sẽ tính theo 5b.

Công thức kinh nghiệm: $d_i(\text{m}) = (0,8 \rightarrow 1,2) Q_i^{0,42}$
 \rightarrow chọn đường kính có trong thị trường.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 15

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bước 3: Có Q_i, L_i, d_i xác định tổn thất năng lượng cột nước dh_i :

Theo Hazen-Williams $dh_i = \frac{10.679 * L_i}{d^{4.871} C_{HW}^{1.852}} Q_i^{1.852}$

Theo Manning:

$$dh_i = \frac{Q_i^2}{K_i^2} L_i \quad \text{hay} \quad dh_i = \lambda \frac{L_i}{d_i} \frac{V_i^2}{2g}$$

với $K_i = \omega_i C_i \sqrt{R_i}$

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 16

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bước 4: Tính chiều cao đài $H_{\text{đài}}$.

(Để tính $H_{\text{đài}}$ ta sẽ tính H_A và từ đó suy ra $H_{\text{đài}}$)
 Xét trên tuyến đường ống chính ABCD \rightarrow theo chiều dòng chảy từ C đến D:
 $\rightarrow H_C = H_D + dh_{CD}$ (suy ra từ p/t Bernoulli)
 Với $H_D = p_D/\gamma + z_D = (p_D/\gamma)_{\text{min}} + z_D$
 Tiếp tục: $H_B = H_C + dh_{BC}$
 $\rightarrow H_A = H_B + dh_{AB}$

Nhận xét:
 $H_A = H_D + \sum dh_i$ với i là các đoạn trên đường ống chính ABCD (AB, BC, CD)

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 17

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Vì $H_A = p_A/\gamma + z_A \rightarrow$ Từ đây tính p_A .

Chiều cao đài nước: $H_{\text{đài}} = p_A/\gamma$

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 18

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Ví dụ xét đoạn CD:

$\rightarrow H_D = Z_D + p_D/\rho g = Z_D + p_{\min-D}/\rho g$
Xét dòng chảy đi từ C \rightarrow D:
 $\rightarrow H_C = H_D + dh_{C \rightarrow D}$

19

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bước 5 (kiểm tra cột nước đo áp tại các điểm lấy nước còn lại): Có 2 trường hợp:

5a. Trường hợp d_i ống nhánh đã có:
 Cột nước đo áp tại cuối các ống nhánh sẽ là (ví dụ nhánh BE):
 $H_E = H_B - dh_{BE} \rightarrow p_E/\gamma$
 So sánh p_E/γ và $(p_E/\gamma)_{\min}$. Có 2 khả năng:

- Nếu $p_E/\gamma \geq (p_E/\gamma)_{\min}$ (tương tự tại tất cả các ống nhánh khác còn lại) \rightarrow Ok.
- Nếu $p_E/\gamma < (p_E/\gamma)_{\min} \rightarrow$ chọn lại tuyến đường ống chính \rightarrow về lại bước 4.

20

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

5b: Trường hợp d_i ống nhánh chưa tính:
 Đối với các đoạn ống nhánh (ví dụ BE), với H_B và H_E đã biết, do đó tổn thất cột nước sẽ là: $dh_{BE} = H_B - H_E$
 Với H_E lấy theo cột nước yêu cầu.

- Từ đó, ta sẽ xác định đường kính đường ống nhánh.
- Ví dụ $d_{BE}^{4.871} = \frac{10.679 * L_i}{dh_{BE} * C_{HW}^{1.852}} Q^{1.852} \rightarrow d_{BE}$

21

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Chú ý: Theo dòng chảy \rightarrow
 $H_{\text{đầu}} = H_{\text{cuối}} + dh_{\text{đầu} \rightarrow \text{cuối}}$
 (với $H = z + p/\rho g$)
 (Quan điểm năng lượng khi áp dụng Phương trình Bernoulli cho dòng chảy từ m/c đầu đến m/c cuối)

22

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Ví dụ 1. Xem sơ đồ sau với số liệu:
 $AB=CD=1000m; BC=500m; BE=CF=250m;$
 $q_D=0.1m^3/s; q_F=0.05m^3/s; q_E=0.2 m^3/s.$ Cao độ các nút B, C, D, E & F là như nhau ($z_i=z_0$), ngoại trừ A có cao độ $Z_A=17m+z_0$. Yêu cầu cột nước tự do $(p/\gamma)_{\min}$ tại các điểm lấy nước D, E, F ít nhất là $14 mH_2O$. Quy luật tổn thất năng lượng dòng chảy:

$$dh_i (m) = \frac{10.68L_i}{d_i^{4.87}} \left(\frac{Q_i}{100} \right)^{1.85}$$

23

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Tính thủy lực mạng lưới hở (cụt)

24

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Đường kính ống d (m) sơ bộ: $d = 0.8 * Q^{0.42}$

Thị trường có: d (mm) : 160, 225, 250, 280, 315, 400, 500, 600, 700, 800. Chọn d theo đường ống có d gần nhất của thị trường.

a. Xác định cột nước đo áp tại vị trí nút A, từ đó xác định chiều cao đài nước (từ chân đài đến mặt thoáng nước) và cột nước đo áp tại các điểm lấy nước E, F.

b. Xét trường hợp cột nước tự do yêu cầu tại F là 15m và cao độ của F bây giờ là $7m+z_0$.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 25

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bài tập: Cho sơ đồ mạng lưới hở như sau. Áp suất yêu cầu tối thiểu tại các điểm lấy nước tại 3,4,6 là $p/\gamma=14m$ và tại 5 là $p/\gamma=18m$. Xác định lưu lượng trong các ống và áp lực nước cần có tại nút 1. Tổn thất năng lượng theo Hazen-Williams có $C_{HW}=100$. Cao độ các nút là như nhau (z_0) ngoại trừ nút 1 là (z_0+8m).

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Số liệu đường ống

	1-2	2-3	2-4	4-5	4-6
L(m)	200	200	200	200	200
d(mm)	250	150	250	150	150

Giả thiết tuyến đường ống chính là 1-2-4-5.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 27

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Bài tập: Cho sơ đồ mạng lưới hở như sau. Áp suất yêu cầu tối thiểu tại các điểm lấy nước tại 3,4,6 là $p/\gamma=10m$, tại 5 là $p/\gamma=14m$, tại 7 là $p/\gamma=15m$. Xác định lưu lượng trong các ống và áp lực nước cần có tại nút 1. Tổn thất năng lượng theo Hazen-Williams có $C_{HW}=100$. Cao độ các nút là như nhau (z_0) ngoại trừ nút 1 là (z_0+6m).

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

Số liệu đường ống

	1-2	2-3	2-4	4-5	4-6	2-7
L(m)	200	200	200	200	200	200
d(mm)	250	150	250	150	150	150

Giả thiết tuyến đường ống chính là 1-2-4-6.
(Tuyến ống chính đúng 1-2-4-5 !!!)

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 29

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

CHẢY CÓ ÁP TRONG
MẠNG LƯỚI VÒNG

PP. Hardy Cross

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 30

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG
Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống

MANG LƯỚI CẤP NƯỚC KHU VỰC

1 2 3 4 5
 6 7 8 9
 10 11 12 13

• Đài nước
 • Nguồn nước
 ~~~~~ Điểm lấy nước

**MẠNG LƯỚI VÒNG**

31

PGS. Dr. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

**Tính thủy lực mạng lưới vòng – Phương pháp Hardy Cross.**

**$Q_A = Q_B + Q_C$ : đ/k cân bằng**

$Q_A = q_{AB} + q_{AC}$  (1)  
 $q_{AB} = Q_B + q_{BC}$  (2)  
 $Q_C = q_{BC} + q_{AC}$  (3)  
 (hệ p/t phụ thuộc)

**$q_{AB}, q_{BC}, q_{AC}$ : ẩn số**

32

PGS. Dr. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

**Tính thủy lực mạng lưới vòng – Phương pháp Hardy Cross.**

- Gọi  $Q_i$  là lưu lượng ước lượng trong đường ống thứ  $i$  và  $\Delta Q$  là lưu lượng hiệu chỉnh cho vòng kín tương ứng này; lưu lượng trong đường ống sau lần lặp sẽ là:
 
$$Q = Q_i + \Delta Q$$

$Q$  lưu lượng cần tìm.  
 Quy luật thủy lực  $dh_L = K(Q_i + \Delta Q)^m$

33

PGS. Dr. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

$$dh_L = K Q_i^m \left( 1 + \frac{\Delta Q}{Q_i} \right)^m$$

với khai triển đa thức trên trong đó loại bỏ các số hạng bé bậc cao sẽ cho ta (giả thiết  $\Delta Q \ll Q$ ):

$$dh_L = K Q_i^m \left[ 1 + m \frac{\Delta Q}{Q_i} \right]$$

Xét cho mỗi vòng khép kín ta có:

$$\sum_i (dh_L)_i = \sum_i K Q_i^m + m \Delta Q \sum_i K Q_i^{m-1} = 0$$

34

PGS. Dr. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

**Tính chất: Tổng đại số các tổn thất cột nước chi 1 vòng khép kín luôn bằng 0.**

$dh_{AB} = H_A - H_B$   
 $dh_{BC} = H_B - H_C$   
 $dh_{AC} = H_C - H_A$   
 $\Sigma dh = 0$

35

PGS. Dr. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

Từ đó lưu lượng hiệu chỉnh  $\Delta Q$  được tính như sau:

$$\Delta Q = \frac{-\sum_i K Q_i^m}{m \sum_i \left( \frac{K Q_i^m}{Q_i} \right)} = \frac{-\sum_i (dh_L)_i}{m \sum_i \left( \frac{(dh_L)_i}{Q_i} \right)}$$

với  $m = 1.85$  (phương trình Hazen-Williams)

36

PGS. Dr. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

**CÁC BƯỚC ÁP DỤNG P/P HARDY-CROSS**

a. Kiểm tra (tính) điều kiện cân bằng vĩ mô về lưu lượng của toàn hệ thống:

$$\sum_i Q_{\text{vao.mang.lui}} = \sum_i Q_{\text{ra.mang.lui}}$$

Xác định các vòng khép kín, chọn chiều dương quy ước theo chiều kim đồng hồ.

b. Giả thiết phân phối lưu lượng ban đầu. Chú ý tại mỗi nút  $\sum Q_{\text{vao}} = \sum Q_{\text{ra}}$

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 37

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

- Gọi M là số đoạn ống và N là số nút trong mạng lưới, số giá trị lưu lượng giả thiết trong mạng lưới là (M-N+1).

Xét vòng khép kín 1-2-3

$q_{12} > 0$   
 $q_{23} > 0$   
 $q_{13} < 0$

M = 5 (đoạn ống) ; N = 4 (nút)

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 38

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

- Các giá trị lưu lượng các ống còn lại sẽ xác định bằng các phương trình cân bằng lưu lượng tại nút. Nên bắt đầu từ các nút “đơn giản” trước.
- Tính tổn thất cột nước cho các đường ống dẫn nhờ vào quan hệ theo Hazen-Williams:

$$|dh_L|_i = K_i |Q_i|^{1.852}$$

(dấu của  $dh_L$  cùng dấu với  $Q_i$ )

- Lập bản tính (tham khảo trong tài liệu).
- Tính giá trị lưu lượng hiệu chỉnh  $\Delta Q$  cho từng vòng khép kín nhờ vào quan hệ sau đây:

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 39

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

$$\Delta Q = \frac{-\sum_i (dh_L)_i}{m \sum_i \left( \frac{(dh_L)_i}{Q_i} \right)}$$

- Kiểm tra điều kiện sai số cho phép.

$$\max(\Delta Q_i) \leq [\Delta Q]$$

- $[\Delta Q]$  sai số cho phép
- Trường hợp (1) không thỏa: Áp dụng lưu lượng hiệu chỉnh vào từng vòng khép kín.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 40

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

1-2, 1-4, 3-4, : ống riêng.  
 1-3 : ống chung.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 41

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

Ví dụ vòng khép kín 1 :

- Trường hợp ống riêng :  $(Q_i)_{\text{mới}} = Q_i + \Delta Q_1$
- Trường hợp ống chung :  $(Q_i)_{\text{mới}} = Q_i + \Delta Q_1 - \Delta Q_2$

$\Delta Q_1, \Delta Q_2$  : lưu lượng hiệu chỉnh lần lượt cho vòng khép kín 1 và 2.

**Chú ý: Phải tính lặp lại cho tất cả các vòng khép kín.**

- Trở lại các bước (c), (d), (f) cho đến khi (1) thỏa.
- Trường hợp (1) thỏa  $\rightarrow$  kết thúc.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 42

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

• Ví dụ: Cho một mạng lưới đường ống như sau:

• Đặc trưng các đường ống như sau:

| Đoạn ống | AB   | BC   | AC   |
|----------|------|------|------|
| D(mm)    | 200  | 200  | 300  |
| L(m)     | 1500 | 1000 | 1000 |

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 43

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

• Sử dụng phương pháp Hardy-Cross để xác định lưu lượng trong các đường ống. Sai số tối đa cho phép 0.08 l/s. Cho biết tổn thất cột nước:

$$dh(m) = \frac{10,68L}{d^{4,87}} \left( \frac{Q}{100} \right)^{1,85}$$

trong đó Q chỉ lưu lượng (m<sup>3</sup>/s) và d đường kính ống (m).

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 44

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

**Bài tập:** Cho mạng lưới cấp nước sau:

| Ống   | 1-2 | 2-3 | 2-4 | 3-4 | 4-5 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| D(mm) | 300 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| L(km) | 0,5 | 1   | 1   | 1   | 0,5 |

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 45

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

• Quy luật thủy lực theo H-W:

$$dh(m) = \frac{10,68L}{d^{4,87}} \left( \frac{Q}{100} \right)^{1,85}$$

L(m) chiều dài, d(m) đường kính. Cột nước tự do yêu cầu tối thiểu tại nút 5 là 12m, tại nút 3 là 16m.

- Quy đổi ql thành lưu lượng nút.
- Tính lưu lượng vào, ra khỏi mạng vòng 2-3-4. Giả thiết q<sub>2-4</sub>=40 l/s, tính phân phối lưu lượng trong mạng 2-3-4 với sai số 0,1 l/s bằng p/p Hardy Cross.
- Tính áp lực nước tự do cần thiết tại nút 1. Cho biết cao độ của 1 là 25m, các điểm còn lại là 10m.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 46

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

Giả sử p/bố lưu lượng b/dầu trong mạng lưới như sau:

| Đoạn ống | AB | BC | AC |
|----------|----|----|----|
| Q(l/s)   | 50 | 10 | 50 |

**Lập lần 1**

| Đoạn | Lưu lượng           | D     | L    | dh    | dh/Q                |
|------|---------------------|-------|------|-------|---------------------|
|      | (m <sup>3</sup> /s) | (m)   | (m)  | (m)   | (s/m <sup>2</sup> ) |
| AB   | 0,05                | 0,200 | 1500 | 35,27 | 705,42              |
| BC   | 0,01                | 0,200 | 1000 | 1,20  | 119,74              |
| CA   | -0,05               | 0,305 | 1000 | -3,02 | 60,33               |
|      |                     |       |      | 33,45 | 885,49              |

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 47

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

•  $\Delta_{11} = -\frac{33,45}{1,85 * 885,49} = -0,0204 \text{ (m}^3/\text{s)}$

**Lập lần 2:**

| Đoạn | Q                   | D     | L    | dh    | dh/Q                |
|------|---------------------|-------|------|-------|---------------------|
|      | (m <sup>3</sup> /s) | (m)   | (m)  | (m)   | (s/m <sup>2</sup> ) |
| AB   | 0,0296              | 0,200 | 1500 | 13,36 | 451,51              |
| BC   | -0,0104             | 0,200 | 1000 | -1,29 | 124,00              |
| CA   | -0,0704             | 0,305 | 1000 | -5,68 | 80,72               |
|      |                     |       |      | 6,38  | 656,23              |

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 48

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

•  $\Delta_{12} = -\frac{6.38}{1.85 * 656.23} = -0.0053 \text{ (m}^3/\text{s)}$

**Lặp lần 3**

| Đoạn | Q<br>(m <sup>3</sup> /s) | D<br>(m) | L<br>(m) | dh<br>(m) | dh/Q<br>(s/m <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------|----------|----------|-----------|-----------------------------|
| AB   | 0,0243                   | 0,200    | 1500     | 9,30      | 382,36                      |
| BC   | -0,0157                  | 0,200    | 1000     | -2,75     | 175,45                      |
| CA   | -0,0757                  | 0,305    | 1000     | -6,49     | 85,81                       |
|      |                          |          |          | 0,06      | 643,62                      |

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 49

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**

$\Delta_{13} = -\frac{0.06}{1.85 * 643.62} = -0.00005 \text{ (m}^3/\text{s)}$

- Ta thấy  $\Delta_{13}$  đã nhỏ hơn sai số cho phép (0.05 l/s < 0.08 l/s).
- ➔ Ta chấp nhận kết quả tính sau lần lặp thứ 3.

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 50

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 6: Dòng chảy có áp trong mạng lưới đường ống**



# HẾT CHƯƠNG

# Xin cảm ơn!

12/6/2010 PGS. Dr. Nguyễn Thông 51

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HCM**  
 Khoa KTXD - Bộ môn KTTN

# THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: **PGS. TS. NGUYỄN THÔNG**  
 E-mail: [nguyenthong@hcmut.edu.vn](mailto:nguyenthong@hcmut.edu.vn) or [nthong56@yahoo.fr](mailto:nthong56@yahoo.fr)  
 Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/>  
 PGS. TS. Nguyễn Thông | Tél. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

### NỘI DUNG MÔN HỌC

**Chương 1.** Đặc tính chất lỏng.  
**Chương 2.** Thủy tĩnh học.  
**Chương 3.** Cơ sở động lực học chất lỏng.  
**Chương 4.** Đo đạc dòng chảy.  
**Chương 5.** Tổn thất năng lượng.  
**Chương 6.** Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.  
**Chương 7. Lực tác dụng lên vật cản.**  
**Chương 8.** Dòng chảy ổn định đều trong kênh.  
**Chương 9(\*)**. Đập tràn.  
**Chương 10(\*)**. Trạm thủy điện.  
 (\*) : Thủy lực cơ sở mở rộng

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

### NỘI DUNG

→ **Tính toán lực tác dụng của chất lỏng chuyển động khi gặp vật cản cố định.**

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

### GIỚI THIỆU HIỆN TƯỢNG

**Lực T do ma sát giữa đáy sông & vật cản**

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

### GIỚI THIỆU HIỆN TƯỢNG

$d=0.2m$   
 $V=10m/s$

**Lực F=??? → lực tia nước Tác dụng lên vật cản**

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

### ÔN

- Xét khối chất điểm  $m$  có vận tốc  $V$ . Động lượng của nó được định nghĩa :  $m \vec{V}$
- ĐỊNH LÝ ĐỘNG LƯỢNG**
- Độ biến thiên động lượng của 1 hệ thống sẽ bằng xung lượng nhận được trong cùng thời gian:

$$d(m\vec{V}) = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Biến thiên động lượng      Xung lượng

PGS. TS. Nguyễn Thông

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**THIẾT LẬP  
PHƯƠNG TRÌNH  
ĐỘNG LƯỢNG**

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

Xét dòng nguyên tố sọc:

Áp dụng phương trình động lượng cho dòng nguyên tố:

$$(\rho d\omega_2 \cdot dl_2) \vec{u}_2 - (\rho d\omega_1 \cdot dl_1) \vec{u}_1 = d\vec{F} \cdot dt$$

Chú ý: Đoạn dòng chảy giới hạn 1'-1' và 2-2 có động lượng giống nhau.

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

$$(\rho d\omega_2 \cdot |u_2| dt) \vec{u}_2 - (\rho d\omega_1 \cdot |u_1| dt) \vec{u}_1 = d\vec{F} \cdot dt$$

$$(\rho dQ dt) \vec{u}_2 - (\rho dQ dt) \vec{u}_1 = d\vec{F} \cdot dt$$

$$\rho dQ [\vec{u}_2 - \vec{u}_1] = d\vec{F} \quad (1)$$

Chú ý:  $|\vec{u}| = |\vec{V}| \pm \Delta|\vec{u}|$

Xác định các số hạng trong phương trình như sau:

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Giải thích:**

Giá trị vận tốc trung bình

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

Ta có:  $\rho \int_{\omega} u dQ = \rho \int_{\omega} u^2 d\omega = \rho \int_{\omega} (V \pm \Delta u)^2 d\omega$

$$= \rho V^2 \int_{\omega} d\omega + 2\rho V \int_{\omega} \pm \Delta u \cdot d\omega + \rho \int_{\omega} (\Delta u)^2 d\omega$$

Vì:  $Q = \int_{\omega} u d\omega = \int_{\omega} (V \pm \Delta u) d\omega = Q \pm \int_{\omega} \Delta u \cdot d\omega$

$$\Rightarrow \int_{\omega} \Delta u d\omega = 0$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

Ta có:

$$\rho \int_{\omega} u dQ = \rho V^2 \omega \left[ 1 + \frac{\int_{\omega} (\Delta u)^2 d\omega}{V^2 \omega} \right]$$

$$\Rightarrow \rho \int_{\omega} u dQ = \alpha \rho V^2 \omega = \alpha \rho V Q$$

$$\alpha \in [1,02 \div 1,05]$$

$\alpha \rightarrow$  Hệ số sửa chữa động lượng.  
nếu không đề cập thường lấy bằng 1.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

Tích phân (1) lên toàn bộ dòng chảy → Phương trình động lượng (dưới dạng vector):

$$\alpha_2 \rho Q \vec{V}_2 - \alpha_1 \rho Q \vec{V}_1 = \sum_i \vec{F}_i$$

Động lượng dòng chảy ra khỏi m/c ướt 2-2

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

- Phương trình động lượng theo **phương X**:

$$\alpha_2 \rho Q V_{2X} - \alpha_1 \rho Q V_{1X} = \sum_i F_{X,i} \quad (1)$$

- Phương trình động lượng theo **phương Y**:

$$\alpha_2 \rho Q V_{2Y} - \alpha_1 \rho Q V_{1Y} = \sum_i F_{Y,i} \quad (2)$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

$V_1, V_2$ : vận tốc trung bình của dòng chảy tại m/cắt ướt 1-1 và 2-2.  
 $V_{1X}, V_{2X}$ : hình chiếu lên phương X của vận tốc  $V_1$  và  $V_2$ .  
 $V_{1Y}, V_{2Y}$ : hình chiếu lên phương Y của vận tốc  $V_1$  và  $V_2$ .  
 $\sum_i F_{X,i}, \sum_i F_{Y,i}$ : tổng hình chiếu lên phương X, Y của tất cả ngoại lực tác dụng lên khối chất lỏng giới hạn bởi 1-1 và 2-2.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**CÁC BƯỚC ÁP DỤNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LƯỢNG**

1. Chọn 2 mặt cắt ướt (1-1) & (2-2) & hệ trục tọa độ XOY.
2. Lần lượt áp dụng phương trình động lượng HÌNH CHIẾU lên phương X (khi cần xác định lực tác dụng lên phương X) và tương tự cho phương Y.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Phương X:**

$$\alpha_2 \rho Q V_{2X} - \alpha_1 \rho Q V_{1X} = \sum_i F_{X,i} \quad (1)$$

**Phương Y:**

$$\alpha_2 \rho Q V_{2Y} - \alpha_1 \rho Q V_{1Y} = \sum_i F_{Y,i} \quad (2)$$

3. Xác định các giá trị trong phương trình nhờ vào các số liệu & giả thiết (nếu có).

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

4. Giải phương trình thu gọn nếu nó còn 1 ẩn số.

**Chú ý:** Nếu còn 2 ẩn số có thể xem xét bổ sung phương trình liên tục.

5. Áp dụng nguyên lý lực & phản lực để xác định lực của nước tác dụng lên vật cản cố định.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**CHÚ Ý**

→ Trong bước 3, “**TƯỜNG TƯỢNG**” CỘ LẬP KHỐI CHẤT LỎNG GIỚI HẠN BỜ (1-1) & (2-2) → XEM XÉT **TẤT CẢ CÁC NGOẠI LỰC TÁC DỤNG LÊN NÓ** ! → XEM XÉT HÌNH CHIẾU LÊN X & Y

→ Nếu không có ghi chú, lấy  $\alpha=1$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Ví dụ:** Cho một hiện tượng như hình sau. Tính lực tác dụng của dòng nước lên vật cản ABCD. Cho biết  $H_1=3.2m$ ,  $H_2=3.0m$ . Lưu lượng qua kênh  $Q=15m^3/s$ . Kênh chữ nhật rộng  $b=3m$ .

PGS. TS. Nguyễn T

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bước 1:** Chọn 2 mặt cắt ướ́t & hệ trục XOY như hình.

**Bước 2:** Áp dụng phương trình động lượng theo phương X:

$$\rho Q(V_{2x} - V_{1x}) = \sum_i F_{x,i} \quad (3)$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bước 3:** Xác định các giá trị trong pt:

Ta có:  $V_1 = Q/(b \cdot H_1)$   
 $V_2 = Q/(b \cdot H_2)$

Lực tương đương tác dụng lên các mặt cắt ướ́t (áp lực thủy tĩnh, Ch.2):

$$P_1 = \rho g \frac{H_1^2}{2} b \quad P_2 = \rho g \frac{H_2^2}{2} b$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

Ta có:  $V_{1x} = V_1$  ;  $V_{2x} = V_2$  (dòng chảy nằm ngang)

Xét hình chiếu lực:  $\sum_i F_{x,i} = P_1 - P_2 + T_x$

với  $T_x$  là hình chiếu lên phương X của lực do khối ABCD tác dụng lên khối nước g/h bởi 1-1 và 2-2.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bước 4:** Thay tất cả vào (3):

$$P_1 - P_2 + T_x = \rho Q(V_2 - V_1)$$

$$T_x = \rho Q(V_2 - V_1) - \rho g \frac{H_1^2}{2} b + \rho g \frac{H_2^2}{2} b$$

Áp dụng bằng số ta có:  $T_x = -17037,5 N$   
Vì  $T_x < 0$  → lực của khối cố định tác dụng lên khối nước **NGƯỢC** chiều X.

PGS. TS. Nguyễn Thống



**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bước 5: Áp dụng nguyên lý lực & phản lực, lực của khối nước tác dụng lên vật cản chiều lên phương X:**

$$T_x^* = -T_x = 17037.5N$$

→  $T_x^*$  CÙNG chiều với X và có giá trị là + 17037,5N.  
Áp dụng tương tự cho phương Y →  $T_y^* = 0$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 25

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bài tập 1:** Xác định và vẽ lực  $F(F_x, F_y)$  của tia nước AB có tiết diện S tác dụng lên gối cố định nằm ngang. Hiện tượng xảy ra trong không khí:  
 $S=0.005m^2$   
 $Q=40 l/s$

**Chú ý:** Tia nước có tiết diện không đổi.

PGS. TS. Nguyễn Thống 26

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bài tập 2:** Lấy lại ví dụ trước nhưng bây giờ dòng chảy AB là có áp và áp suất dư tại A&B là 0.5at.

$S_{AB}=0.005m^2$   
 $Q=40 l/s$

**Chú ý:** Tia nước có tiết diện không đổi.

PGS. TS. Nguyễn Thống 27

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bài tập 3:** Tia nước nằm ngang có đường kính d. Xác định lực F của tia nước tác dụng lên vật cản cố định đặt thẳng góc tia nước đến. Bỏ qua trọng lượng nước:

$d=0.1m$   
 $V=10m/s$

PGS. TS. Nguyễn Thống 28

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Hướng dẫn:** Chọn các mặt cắt ướn như sau:  
(**Chú ý:** Mặt 2-2 là một mặt cong theo “chủ vi” vật cản cố định).

PGS. TS. Nguyễn Thống 29

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bài tập 4:** Tia nước chữ nhật rộng  $b=1m$ , dày  $e=0.25m$  tác dụng lên tấm nghiêng cố định như hình. Xác định lực tia nước tác dụng lên tấm nghiêng. Bỏ qua trọng lượng nước:

$V=8m/s$   
 $e=0,25m$   
 $\alpha=30^\circ$

PGS. TS. Nguyễn Thống 30

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bài tập 5:** Một vòi nước chữa cháy AB đặt nằm ngang có  $d_1=16\text{cm}$  và  $d_2=4\text{cm}$  như hình vẽ. Áp suất dư của nước trong ống là  $p=4at$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 31

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

- Giả thiết bỏ qua tổn thất năng lượng trong vòi, tính lưu lượng  $Q$  qua vòi.
- Tính lực của nước tác dụng lên vòi (gối cố định).

PGS. TS. Nguyễn Thống 32

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Bài tập 6:** Cho sơ đồ như hình vẽ. Tia nước ra khỏi ống là thẳng đứng. Cho biết tấm AB có khối lượng  $m=3\text{kg}$  và nằm ngang. Hồ chứa nước có tiết diện rất lớn so với tiết diện ống. Lấy  $g=10\text{m/s}^2$ . Tổn thất năng lượng trong đường ống theo Manning có  $\lambda=8 \cdot 10^{-3}$ . Đường ống có  $L=40\text{m}$ ,  $D=40\text{mm}$ .

- Tính vận tốc  $V$  tia nước ra khỏi ống và tác dụng vào AB để AB cân bằng dưới tác dụng của trọng lượng bản thân và lực tác dụng của tia nước.
- Tính  $h$  để có được vận tốc  $V$  yêu cầu nói trên.

PGS. TS. Nguyễn Thống 33

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Sơ đồ:**

PGS. TS. Nguyễn Thống 34

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Hướng dẫn a (áp dụng p/t động lượng ph. Y):**

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản

**Hướng dẫn b (áp dụng p/t Bernoulli):**

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

**Bài tập 7:** Tia nước tròn tác dụng lên cung tròn AB, có vận tốc  $V=60\text{m/s}$ ,  $d=10\text{cm}$ .

a. Xác định lực  $F$  của tia nước tác dụng lên AB theo  $\alpha$ .  
b. Dạng của AB (góc  $\alpha$ ) để  $F$  cực đại (Tuabin Pelton).

PGS. TS. Nguyễn Thống 37

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

**Hướng dẫn:** Chọn các mặt cắt ướn như hình vẽ:

Gọi  $F_x$ ,  $F_y$  là hình chiếu lần lượt lên phương X và Y của lực  $F$ , là lực tấm AB tác dụng lên khối chất lỏng g/h bởi (1-1) & (2-2).

PGS. TS. Nguyễn Thống 38

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 7: Lực tác dụng lên vật cản**

# HẾT CHƯƠNG

# Xin cảm ơn !

PGS. TS. Nguyễn Thống 39

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HCM**  
 Khoa KTXD - Bộ môn KTTNN

---

# THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG

Giảng viên: **PGS. TS. NGUYỄN THỐNG**

E-mail: [nguyenthong@hcmut.edu.vn](mailto:nguyenthong@hcmut.edu.vn) or [nthong56@yahoo.fr](mailto:nthong56@yahoo.fr)

Web: <http://www4.hcmut.edu.vn/~nguyenthong/>

PGS. TS. Nguyễn Thống | Têl. (08) 38 640 979 - 098 99 66 719

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

### NỘI DUNG MÔN HỌC

**Chương 1.** Đặc tính chất lỏng.  
**Chương 2.** Thủy tĩnh học.  
**Chương 3.** Cơ sở động lực học chất lỏng.  
**Chương 4.** Đo đạc dòng chảy.  
**Chương 5.** Tổn thất năng lượng.  
**Chương 6.** Dòng chảy có áp trong mạng lưới ống.  
**Chương 7.** Lực tác dụng lên vật cản.  
**Chương 8.** Dòng chảy ổn định & đều trong kênh.  
**Chương 9(\*)**. Đập tràn.  
**Chương 10(\*)**. Trạm thủy điện.

(\*) : Thủy lực cơ sở mở rộng

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

### NỘI DUNG

➔ Nghiên cứu hiện tượng thủy lực dòng chảy không áp ổn định và đều trong kênh hình thang.

➔ Tính toán kích thước kênh (b,h) trong trường hợp dòng chảy ổn định và đều.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

### ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC KÊNH HÌNH THANG

- Diện tích ướt:  $\omega = (b + mh)h$

- Chi vi ướt: Xét mặt cắt ướt → Chiều dài tiếp xúc giữa nước và lòng dẫn.

$$L_{ABCD} \equiv \chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

- Bán kính thủy lực R:  $R = \omega / \chi$

(b: chiều rộng đáy kênh, h: chiều sâu nước, m: hệ số mái dốc kênh).

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

### CÔNG THỨC CHEZY DÒNG CHẢY ỔN ĐỊNH

$$V = C\sqrt{RJ}$$

V (m/s): vận tốc trung bình mặt cắt.

$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ ; theo Manning.

n: hệ số nhám (0,01 → 0,1; đặc tính lòng dẫn).

J: độ dốc thủy lực (-dE/dl).

Trường hợp dòng chảy đều:  $V = C\sqrt{Ri}$

$$\Rightarrow V = \frac{R^{2/3} i^{1/2}}{n}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**LƯU LƯỢNG Q**

→ 
$$Q = \omega V = \frac{\omega R^{2/3} i^{1/2}}{n} (m^3 / s)$$

**Bài tập 1:** Xác định lưu lượng Q dòng chảy ổn định đều qua kênh hình thang có b=10m, hệ số mái dốc m=1,75, độ dốc đáy i=2.10<sup>-4</sup>, hệ số nhám n=0,02 và chiều sâu dòng chảy h=3m.

**Bài tập 2:** Thiết lập p/t xác định chiều sâu h chảy đều trong kênh hình thang có chiều rộng b=3 m, m=2, độ dốc i=10<sup>-4</sup>. Lòng kênh bằng đất sét ở trạng thái bình thường (n=0,0225). Kênh dẫn lưu lượng Q=10 m<sup>3</sup>/s (phương trình phi tuyến theo h → giải đúng dần !!!).

ĐS. h=2,38m

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**MẶT CẮT CÓ LỢI NHẤT VỀ THỦY LỰC**

**Định nghĩa:** Là mặt cắt dẫn được **lưu lượng lớn nhất** khi các yếu tố: **hệ số nhám, độ dốc đáy và diện tích mặt cắt ướt của kênh đã xác định trước.**

$$Q = \omega V = \frac{\omega R^{2/3} i^{1/2}}{n} (m^3 / s) \Rightarrow Max$$

Q → cực đại → R=ω/χ cực đại.

Vì ω giả thiết cho trước không đổi → để R cực đại → χ cực tiểu.

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

Ta có:  $\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2} \Rightarrow Min$

Từ  $\omega = (b+mh)h \rightarrow b$  và thay vào p/t trên:

$$\chi = \frac{\omega}{h} - mh + 2h\sqrt{1+m^2} \Rightarrow Min \quad (1)$$

Với ω, m cho trước → χ là hàm 1 biến theo h.

Để (1) → Min:  $\frac{d\chi}{dh} = 0 \Rightarrow -\frac{\omega}{h^2} - m + 2\sqrt{1+m^2} = 0$

$$-m + 2\sqrt{1+m^2} = \frac{b+mh}{h} \Rightarrow \frac{b}{h} = 2\sqrt{1+m^2} - 2m$$

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

Từ đó, để kênh có lợi nhất về mặt thủy lực tỷ lệ b và h phải thỏa mãn điều kiện:

$$\beta_{in} \equiv \frac{b}{h} = 2\sqrt{1+m^2} - 2m$$

**Nhận xét:** Khi kênh dẫn là hình chữ nhật (m=0), mặt cắt có lợi nhất về mặt thủy lực khi b=2h.

**Chú ý:** Mặt cắt có lợi nhất về mặt THỦY LỰC → khối lượng đào mặt cắt bé → KINH TẾ, NHƯNG chưa đảm bảo TỐT NHẤT về mặt KỸ THUẬT.

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**KÝ HIỆU**

ω<sub>in</sub> → diện tích ướt của m/c có lợi nhất về mặt thủy lực.

R<sub>in</sub> → bán kính thủy lực của m/c có lợi nhất về mặt thủy lực.

b<sub>in</sub>, h<sub>in</sub> → chiều rộng đáy & chiều sâu nước của m/c có lợi nhất về mặt thủy lực.

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**TÍNH KÊNH THEO PHƯƠNG PHÁP ĐỐI CHIẾU VỚI MẶT CẮT CÓ LỢI NHẤT VỀ THỦY LỰC (A-GỜ-RÔT-SKIN)**

**Đặt vấn đề:**

Sử dụng quan hệ Manning & lý thuyết Chezy trong thiết kế xác định mặt cắt kênh (b,h) dẫn đến giải bài toán phi tuyến → giải đúng dần.

Phương pháp tra bảng Ageroskin → tìm lời giải trực tiếp.

PGS. TS. Nguyễn Thông

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Cơ sở lý thuyết phương pháp Ageroskin:**

Từ quan hệ giữa các thông số của kênh cần thiết kế và kênh có lợi nhất về mặt thủy lực.

**MỘT SỐ QUAN HỆ CƠ BẢN**

Đặt:  $\omega = (b + mh)h = \bar{b}h$  với  $\bar{b} = (b + mh)$

$\chi = \bar{b} + m_0h$  với  $m_0 = 2\sqrt{1 + m^2} - m$

PGS. TS. Nguyễn Thống 13

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

Ta có:  $R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{h}{1 + \sigma}$   $h = (1 + \sigma)R$   $\sigma = \frac{m_0h}{\bar{b}}$

$b = \bar{b} - mh = \frac{m_0h}{\sigma} - mh = \left(\frac{m_0}{\sigma} - m\right)h$

→  $b = \left(\frac{m_0}{\sigma} - m\right)(1 + \sigma)R$

PGS. TS. Nguyễn Thống 14

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

Ta có:

$\beta = \frac{b}{h} = \frac{\bar{b} - mh}{h} = \frac{m_0}{\sigma} - m$   $\sigma = \frac{m_0}{m + \beta}$

→  $\omega = \bar{b}h = \frac{m_0h}{\sigma}h = \frac{m_0}{\sigma}(1 + \sigma)^2 R^2$

PGS. TS. Nguyễn Thống 15

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**MẶT CẮT CÓ LỢI NHẤT VỀ THỦY LỰC**

$\beta_{ln} \equiv \frac{b}{h} = 2(\sqrt{1 + m^2} - m)$

$\chi_{ln} = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 4h\sqrt{1 + m^2} - 2mh = 2m_0h$

→  $R_{ln} = \frac{\omega}{\chi_{ln}} = \frac{h}{2}$   $C_{ln} = \frac{R_{ln}^{1/6}}{n} = \frac{(h/2)^{1/6}}{n}$

$\sigma_{ln} = \frac{m_0}{\beta_{ln} + m} = \frac{m_0}{2(\sqrt{1 + m^2} - m) + m} = 1$

PGS. TS. Nguyễn Thống 16

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

Ta có:  $\omega_{ln} = \frac{m_0}{\sigma_{ln}}(1 + \sigma_{ln})^2 R_{ln}^2 = 4m_0R_{ln}^2$

**Chú ý:**  $m_0 = 2\sqrt{1 + m^2} - m$

PGS. TS. Nguyễn Thống 17

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**QUAN HỆ GIỮA MẶT CẮT CÓ LỢI THỦY LỰC & MẶT CẮT THIẾT KẾ**

**Chú ý:** Hai mặt cắt đều dẫn lưu lượng Q.

$Q = \omega C \sqrt{Ri} = \frac{\omega R^{2/3} i^{1/2}}{n}$

**Áp dụng cho mặt cắt có lợi thủy lực:**

$R_{ln}^{2/3} = \frac{nQ}{\omega_{ln} i^{1/2}} \Rightarrow R_{ln} = \left(\frac{nQ}{\omega_{ln} i^{1/2}}\right)^{3/2}$

PGS. TS. Nguyễn Thống 18

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**QUAN HỆ GIỮA MẶT CẮT CÓ LỢI  
 THỦY LỰC & MẶT CẮT THIẾT KẾ**

Áp dụng cho mặt cắt có lợi thủy lực:

$$R_{ln}^{2/3} = \frac{nQ}{\omega_{ln} i^{1/2}} = \frac{nQ}{(4m_0 R_{ln}^2) i^{1/2}}$$

$$R_{ln}^{8/3} = \frac{nQ}{4m_0 i^{1/2}} \Rightarrow R_{ln} = \left( \frac{nQ}{4m_0 i^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R_{ln} = \left( \frac{nQ}{4m_0 \sqrt{i}} \right)^{3/8} \quad [0]$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 19

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**QUAN HỆ GIỮA MẶT CẮT CÓ LỢI  
 THỦY LỰC & MẶT CẮT THIẾT KẾ**

$$Q = \omega C \sqrt{Ri} = \omega_{ln} C_{ln} \sqrt{R_{ln} i}$$

$$\frac{\omega}{n} R^{2/3} = \frac{\omega_{ln}}{n} R_{ln}^{2/3}$$

$$\frac{m_0}{\sigma} (1 + \sigma)^2 R^2 = \frac{m_0}{\sigma_{ln}} (1 + \sigma_{ln})^2 R_{ln}^2$$

$$\frac{m_0}{\sigma} R^{2/3} = \frac{m_0}{\sigma_{ln}} R_{ln}^{2/3}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 20

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**QUAN HỆ GIỮA MẶT CẮT CÓ LỢI  
 THỦY LỰC & MẶT CẮT THIẾT KẾ**

Chú ý:  $\sigma_{ln} = 1$

$$\Rightarrow \frac{R^{8/3}}{R_{ln}^{8/3}} = \frac{4\sigma}{(1 + \sigma)^2} \Rightarrow \frac{R}{R_{ln}} = \left( \frac{4\sigma}{(1 + \sigma)^2} \right)^{3/8}$$

Ta thấy:

$$\frac{R}{R_{ln}} = \left( \frac{4\sigma}{(1 + \sigma)^2} \right)^{3/8} = f_1(\sigma) \quad [1]$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 21

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**QUAN HỆ GIỮA MẶT CẮT CÓ LỢI  
 THỦY LỰC & MẶT CẮT THIẾT KẾ**

Theo kết quả trước:

$$h = (1 + \sigma)R \Rightarrow \frac{h}{R_{ln}} = (1 + \sigma) \frac{R}{R_{ln}}$$

Hay:

$$\frac{h}{R_{ln}} = (1 + \sigma) \frac{R}{R_{ln}} = f_2(\sigma) \quad [2]$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 22

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**QUAN HỆ GIỮA MẶT CẮT CÓ LỢI  
 THỦY LỰC & MẶT CẮT THIẾT KẾ**

Theo kết quả trước:

$$b = \left( \frac{m_0}{\sigma} - m \right) (1 + \sigma) R \Rightarrow \frac{b}{R_{ln}} = \left( \frac{m_0}{\sigma} - m \right) (1 + \sigma) \frac{R}{R_{ln}}$$

Do đó:

$$\frac{b}{R_{ln}} = \left( \frac{m_0}{\sigma} - m \right) (1 + \sigma) \frac{R}{R_{ln}} = f_3(\sigma, m) \quad [3]$$

$$\sigma = \frac{m_0}{\beta + m}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống 23

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**TÓM TẮT**

$$\frac{R}{R_{ln}}; \frac{h}{R_{ln}}; \frac{b}{R_{ln}} = f_i(\sigma, m)$$

→ Hàm phi tuyến theo  $\sigma$

→ Lập bảng với các giá trị  $\sigma$  cho trước → các tỷ số  $R/R_{ln}, h/R_{ln}, \dots$

PGS. TS. Nguyễn Thống 24

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**BẢNG LẬP SẴN BIỂU THỊ QUAN**  
**HỆ GIỮA  $\sigma$  VÀ CÁC GIÁ TRỊ :**

$$\frac{R}{R_{ln}}; \frac{h}{R_{ln}} \& \frac{b}{R_{ln}}$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | $R/R_{ln}$ | $h/R_{ln}$ | $m=0$ | 0.5   | 0.75  | 1     | 1.25  | 1.5   | 1.75  | 2     | 2.5   | $m=3$ |
|----------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.050    | 0.527      | 0.594      | 22.14 | 18.94 | 18.96 | 19.69 | 20.92 | 22.48 | 24.29 | 26.26 | 30.56 | 35.15 |
| 0.055    | 0.544      | 0.574      | 20.89 | 17.84 | 17.85 | 18.52 | 19.66 | 21.13 | 22.82 | 24.67 | 28.70 | 33.00 |
| 0.060    | 0.561      | 0.594      | 19.81 | 16.89 | 16.88 | 17.51 | 18.58 | 19.96 | 21.55 | 23.29 | 27.09 | 31.14 |
| 0.065    | 0.576      | 0.613      | 18.86 | 16.07 | 16.04 | 16.63 | 17.64 | 18.94 | 20.44 | 22.09 | 25.68 | 29.51 |
| 0.070    | 0.590      | 0.631      | 18.03 | 15.33 | 15.30 | 15.85 | 16.80 | 18.03 | 19.46 | 21.02 | 24.43 | 28.08 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**XÁC ĐỊNH  $m_0$  TỪ  $m$**

| $m$   | 0    | 0.25 | 0.5  | 0.75 | 1    | 1.25 |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| $m_0$ | 2.00 | 1.81 | 1.74 | 1.75 | 1.83 | 1.95 |
| $m$   | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.25 | 2.5  | 2.75 |
| $m_0$ | 2.11 | 2.28 | 2.47 | 2.67 | 2.89 | 3.10 |

$$m_0 = 2\sqrt{1+m^2} - m$$

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**THIẾT KẾ KÊNH**

**Loại 1:** Xác định h. Biết Q, b, m, n, i.

**Giải:**

**Bước 1:** Xác định  $R_{ln}$   $R_{ln} = \left( \frac{nQ}{4m_0\sqrt{i}} \right)^{3/8}$

**Bước 2:** Lập tỷ số  $b/R_{ln}$ .

**Bước 3:** Tra phụ lục tìm  $h/R_{ln}$  với giá trị ở bước 2 & m tương ứng, từ đó xác định h.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài 1.** Xác định chiều sâu chảy đều trong kênh hình thang có chiều rộng  $b=3$  m,  $m=2$ , độ dốc  $i=10^{-4}$ . Lòng kênh bằng đất sét ở trạng thái bình thường ( $n=0.0225$ .) Kênh dẫn lưu lượng  $Q=10$  m<sup>3</sup>/s.

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Giải:**

Dùng phương pháp đối chiếu với mặt cắt có lợi nhất về mặt thủy lực.

Ta có:  $m_0 = 2\sqrt{1+m^2} - m = 2,472$

Và:  $R_{ln} = \left( \frac{nQ}{4m_0\sqrt{i}} \right)^{3/8} = \left( \frac{0,0225 \cdot 10}{4 \cdot 2,472 \sqrt{10^{-4}}} \right)^{3/8} = 1,361(m)$

Ta có:  $\frac{b}{R_{ln}} = \frac{3}{1,361} = 2,204 \Rightarrow$  Tra bảng ta có với  $m=2$  có:

Từ đó chiều sâu nước chảy đều trong kênh:  $\frac{h}{R_{ln}} = 1,748$

$\rightarrow h = 1,748 R_{ln} = 2,38$  m

PGS. TS. Nguyễn Thống



**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 2.** Xác định chiều sâu chảy đều trong kênh hình thang có chiều rộng  $b=2$  m,  $m=1$ , độ dốc  $i=8.10^{-4}$ . Lòng kênh bằng bê tông ở trạng thái trung bình ( $n=0.014$ ) Kênh dẫn lưu lượng  $Q=3m^3/s$ .

- **Đáp số:**  $h=0.8$  m

**Bài tập 3:** Tương tự như trên, tính  $h$  cho các kênh có các thông số sau:

a.  $n=0,025$ ;  $b=10m$ ;  $i=3.10^{-4}$ ,  $m=1,5$  và  $Q=40m^3/s$ .  
b.  $n=0,02$ ;  $b=8m$ ;  $i=2.10^{-4}$ ,  $m=1,5$  và  $Q=20m^3/s$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 31

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 2bis.** Xác định chiều sâu  $h$  kênh chữ nhật có  $b=15m$ , độ dốc  $i=2.10^{-4}$ ,  $n=0.02$ . Kênh dẫn lưu lượng  $Q=45m^3/s$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 32

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Loại 2:** Xác định  $b$ . Biết  $Q$ ,  $h$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $i$ .

**Giải:**

- Xác định  $R_{ln}$   $R_{ln} = \left( \frac{nQ}{4m_0\sqrt{i}} \right)^{3/8}$
- Lập tỷ số  $h/R_{ln}$ .
- Tra phụ lục tìm  $b/R_{ln}$  tương ứng với giá trị  $m$ , từ đó xác định  $b$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 33

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 4.** Xác định chiều rộng  $b$  của một kênh hình thang biết rằng chiều sâu nước chảy đều trong kênh  $h=2m$ . Kênh có hệ số mái dốc  $m=2$ , độ dốc  $i=10^{-4}$ . Lòng kênh bằng đất sét có hệ số nhám  $n=0.025$ . Kênh dẫn lưu lượng  $Q=12$  m<sup>3</sup>/s.

**Bài tập 5:** Tương tự như trên, tính  $b$  cho kênh có các thông số sau:  $n=0,025$ ;  $h=2,5m$ ;  $i=2.10^{-4}$ ;  $m=1,5$  và  $Q=40m^3/s$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 34

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 5bis.** Xác định chiều rộng  $b$  kênh chữ nhật có  $h=2m$ , độ dốc  $i=2.10^{-4}$ ,  $n=0.02$ . Kênh dẫn lưu lượng  $Q=28m^3/s$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 35

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Loại 3:** Xác định  $b$ ,  $h$ . Biết  $Q$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $i$ , và  $\beta=b/h$ .

**Giải:**

- Tính  $\sigma = \frac{m_0}{\beta + m}$
- Xác định  $R_{ln}$   $R_{ln} = \left( \frac{nQ}{4m_0\sqrt{i}} \right)^{3/8}$
- Có  $\sigma \rightarrow$  tra phụ lục xác định  $b/R_{ln}$  tương ứng với giá trị  $m$  &  $h/R_{ln}$ . Từ đó xác định  $b$  và  $h$ .

PGS. TS. Nguyễn Thống 36

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 6:** Tính (b,h) của kênh dẫn có các thông số sau:

a.  $Q=25\text{m}^3/\text{s}$ ;  $n=0,02$ ;  $m=1,5$  và  $b/h=4$ ,  $i=2 \cdot 10^{-4}$ .

b.  $Q=40\text{m}^3/\text{s}$ ;  $n=0,02$ ;  $m=1,5$  và  $b/h=6$ ,  $i=2 \cdot 10^{-4}$ .

37

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 6bis.** Xác định (b,h) kênh chữ nhật có  $b/h=5$ , độ dốc  $i=2 \cdot 10^{-4}$ ,  $n=0.02$ . Kênh dẫn lưu lượng  $Q=50\text{m}^3/\text{s}$ .

38

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Loại 4:** Xác định b, h. Biết Q, m, n, i, và v.

**Giải:**

- Xác định  $R_{in}$   $R_{in} = \left( \frac{nQ}{4m_0\sqrt{i}} \right)^{3/8}$
- Xác định R từ quan hệ:  $V = R^{2/3} i^{1/2} / n$
- Lập tỷ số  $R/R_{in}$
- Tra phụ lục xác định  $b/R_{in}$  tương ứng với giá trị m &  $h/R_{in}$ . Từ đó xác định b và h.

39

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 7:** Kênh hình thang dẫn lưu lượng  $Q=30\text{m}^3/\text{s}$  có  $m=1,5$ ;  $n=0,02$ ;  $i=2 \cdot 10^{-4}$ . Kênh được thiết kế có vận tốc  $V=1,2\text{m/s}$ . Tính b & h của kênh.

**Bài tập 8.** Kênh hình thang dẫn lưu lượng  $Q=40\text{m}^3/\text{s}$  có  $m=1,5$ ;  $n=0,02$ ;  $i=2 \cdot 10^{-4}$ . Kênh được thiết kế có vận tốc  $V=1,0\text{m/s}$ . Tính b & h của kênh.

40

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 9:** Kênh hình thang dẫn lưu lượng  $Q=50\text{m}^3/\text{s}$  có  $m=1,75$ ;  $n=0,02$ ;  $i=2 \cdot 10^{-4}$ . Kênh được thiết kế có vận tốc  $V=1,0\text{m/s}$ . Tính b & h của kênh.

**Bài tập 10:** Kênh hình thang dẫn lưu lượng  $Q=40\text{m}^3/\text{s}$  có  $m=2$ ;  $n=0,025$ ;  $i=2 \cdot 10^{-4}$ . Kênh được thiết kế có vận tốc  $V=0,8\text{m/s}$ . Tính b & h của kênh.

41

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**Bài tập 11.** Xác định (b,h) kênh chữ nhật, độ dốc  $i=2 \cdot 10^{-4}$ , vận tốc  $v=1\text{m/s}$ ,  $n=0.02$ . Kênh dẫn lưu lượng  $Q=25\text{m}^3/\text{s}$ .

42

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**  
**BẢNG TRA THIẾT KẾ KÊNH**

| $\sigma$ | R/R <sub>ln</sub> | h/R <sub>ln</sub> | b/R <sub>ln</sub> |       | m=    |       |       |   |  |  |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|--|--|
|          |                   |                   | 0                 | 0.5   | 0.75  | 1     | 1.25  | 3 |  |  |
| 0.050    | 0.527             | 0.554             | 22.14             | 18.94 | 18.96 | 19.69 | 20.92 |   |  |  |
| 0.055    | 0.544             | 0.574             | 20.89             | 17.84 | 17.85 | 18.52 | 19.66 |   |  |  |
| 0.060    | 0.561             | 0.594             | 19.81             | 16.89 | 16.88 | 17.51 | 18.58 |   |  |  |
| 0.065    | 0.576             | 0.613             | 18.86             | 16.07 | 16.04 | 16.63 | 17.64 |   |  |  |
| 0.070    | 0.590             | 0.631             | 18.02             | 15.30 | 15.30 | 15.85 | 16.80 |   |  |  |
| 0.075    | 0.603             | 0.648             | 17.29             | 14.68 | 14.64 | 15.16 | 16.06 |   |  |  |
| 0.080    | 0.616             | 0.665             | 16.62             | 14.10 | 14.05 | 14.53 | 15.39 |   |  |  |
| 0.085    | 0.628             | 0.681             | 16.02             | 13.57 | 13.51 | 13.97 | 14.78 |   |  |  |
| 0.090    | 0.639             | 0.697             | 15.48             | 13.09 | 13.02 | 13.46 | 14.23 |   |  |  |
| 0.095    | 0.650             | 0.712             | 14.98             | 12.65 | 12.58 | 12.99 | 13.73 |   |  |  |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**  
**BẢNG TRA THIẾT KẾ KÊNH**

| $\sigma$ | R/R <sub>ln</sub> | h/R <sub>ln</sub> | 1.5   | 1.75  | 2     | 2.5   | 3     |
|----------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.050    | 0.527             | 0.554             | 22.48 | 24.29 | 26.26 | 30.56 | 35.15 |
| 0.055    | 0.544             | 0.574             | 21.13 | 22.82 | 24.67 | 28.70 | 33.00 |
| 0.060    | 0.561             | 0.594             | 19.96 | 21.55 | 23.29 | 27.09 | 31.14 |
| 0.065    | 0.576             | 0.613             | 18.94 | 20.44 | 22.09 | 25.68 | 29.51 |
| 0.070    | 0.590             | 0.631             | 18.03 | 19.46 | 21.02 | 24.43 | 28.08 |
| 0.075    | 0.603             | 0.648             | 17.23 | 18.58 | 20.07 | 23.32 | 26.79 |
| 0.080    | 0.616             | 0.665             | 16.50 | 17.80 | 19.22 | 22.32 | 25.64 |
| 0.085    | 0.628             | 0.681             | 15.85 | 17.08 | 18.44 | 21.41 | 24.59 |
| 0.090    | 0.639             | 0.697             | 15.25 | 16.44 | 17.74 | 20.59 | 23.64 |
| 0.095    | 0.650             | 0.712             | 14.71 | 15.84 | 17.10 | 19.83 | 22.77 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**  
**BẢNG TRA THIẾT KẾ KÊNH**

| $\sigma$ | R/R <sub>ln</sub> | h/R <sub>ln</sub> | b/R <sub>ln</sub> |       | m=    |       |       |   |  |  |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|---|--|--|
|          |                   |                   | 0                 | 0.5   | 0.75  | 1     | 1.25  | 3 |  |  |
| 0.10     | 0.660             | 0.726             | 14.53             | 12.25 | 12.17 | 12.55 | 13.27 |   |  |  |
| 0.11     | 0.680             | 0.754             | 13.72             | 11.53 | 11.44 | 11.79 | 12.44 |   |  |  |
| 0.12     | 0.698             | 0.781             | 13.02             | 10.91 | 10.81 | 11.12 | 11.73 |   |  |  |
| 0.13     | 0.714             | 0.807             | 12.41             | 10.37 | 10.26 | 10.54 | 11.10 |   |  |  |
| 0.14     | 0.729             | 0.831             | 11.88             | 9.89  | 9.77  | 10.03 | 10.55 |   |  |  |
| 0.15     | 0.744             | 0.855             | 11.40             | 9.47  | 9.33  | 9.57  | 10.06 |   |  |  |
| 0.16     | 0.757             | 0.878             | 10.97             | 9.09  | 8.94  | 9.15  | 9.61  |   |  |  |
| 0.17     | 0.769             | 0.900             | 10.59             | 8.74  | 8.59  | 8.78  | 9.21  |   |  |  |
| 0.18     | 0.781             | 0.921             | 10.24             | 8.43  | 8.27  | 8.44  | 8.84  |   |  |  |
| 0.19     | 0.792             | 0.942             | 9.92              | 8.14  | 7.97  | 8.13  | 8.50  |   |  |  |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**  
**BẢNG TRA THIẾT KẾ KÊNH**

| $\sigma$ | R/R <sub>ln</sub> | h/R <sub>ln</sub> | 1.5   | 1.75  | 2     | 2.5   | 3     |
|----------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.10     | 0.660             | 0.726             | 14.20 | 15.30 | 16.50 | 19.14 | 21.97 |
| 0.11     | 0.680             | 0.754             | 13.31 | 14.32 | 15.45 | 17.90 | 20.54 |
| 0.12     | 0.698             | 0.781             | 12.54 | 13.48 | 14.53 | 16.83 | 19.30 |
| 0.13     | 0.714             | 0.807             | 11.86 | 12.75 | 13.73 | 15.89 | 18.21 |
| 0.14     | 0.729             | 0.831             | 11.26 | 12.09 | 13.02 | 15.05 | 17.25 |
| 0.15     | 0.744             | 0.855             | 10.72 | 11.51 | 12.38 | 14.31 | 16.39 |
| 0.16     | 0.757             | 0.878             | 10.24 | 10.98 | 11.81 | 13.64 | 15.61 |
| 0.17     | 0.769             | 0.900             | 9.80  | 10.50 | 11.29 | 13.02 | 14.90 |
| 0.18     | 0.781             | 0.921             | 9.40  | 10.06 | 10.81 | 12.47 | 14.25 |
| 0.19     | 0.792             | 0.942             | 9.03  | 9.66  | 10.38 | 11.95 | 13.66 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**  
**BẢNG TRA THIẾT KẾ KÊNH**

| $\sigma$ | R/R <sub>ln</sub> | h/R <sub>ln</sub> | b/R <sub>ln</sub> |      | m=   |      |      |   |  |  |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|---|--|--|
|          |                   |                   | 0                 | 0.5  | 0.75 | 1    | 1.25 | 3 |  |  |
| 0.20     | 0.802             | 0.963             | 9.63              | 7.87 | 7.70 | 7.84 | 8.19 |   |  |  |
| 0.21     | 0.812             | 0.982             | 9.36              | 7.63 | 7.45 | 7.57 | 7.90 |   |  |  |
| 0.22     | 0.821             | 1.002             | 9.11              | 7.40 | 7.22 | 7.32 | 7.63 |   |  |  |
| 0.23     | 0.830             | 1.021             | 8.88              | 7.19 | 7.00 | 7.09 | 7.38 |   |  |  |
| 0.24     | 0.838             | 1.039             | 8.66              | 7.00 | 6.80 | 6.88 | 7.15 |   |  |  |
| 0.25     | 0.846             | 1.057             | 8.46              | 6.81 | 6.61 | 6.68 | 6.93 |   |  |  |
| 0.26     | 0.853             | 1.075             | 8.27              | 6.64 | 6.43 | 6.49 | 6.73 |   |  |  |
| 0.27     | 0.860             | 1.093             | 8.09              | 6.48 | 6.26 | 6.31 | 6.53 |   |  |  |
| 0.28     | 0.867             | 1.110             | 7.93              | 6.33 | 6.10 | 6.14 | 6.35 |   |  |  |
| 0.29     | 0.873             | 1.127             | 7.77              | 6.18 | 5.95 | 5.98 | 6.17 |   |  |  |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**  
**BẢNG TRA THIẾT KẾ KÊNH**

| $\sigma$ | R/R <sub>ln</sub> | h/R <sub>ln</sub> | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5   | 3     |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|-------|-------|
| 0.20     | 0.802             | 0.963             | 8.69 | 9.29 | 9.97 | 11.48 | 13.11 |
| 0.21     | 0.812             | 0.982             | 8.38 | 8.95 | 9.60 | 11.04 | 12.61 |
| 0.22     | 0.821             | 1.002             | 8.09 | 8.63 | 9.25 | 10.63 | 12.13 |
| 0.23     | 0.830             | 1.021             | 7.81 | 8.34 | 8.93 | 10.25 | 11.69 |
| 0.24     | 0.838             | 1.039             | 7.56 | 8.06 | 8.63 | 9.89  | 11.28 |
| 0.25     | 0.846             | 1.057             | 7.32 | 7.80 | 8.34 | 9.56  | 10.89 |
| 0.26     | 0.853             | 1.075             | 7.09 | 7.55 | 8.07 | 9.24  | 10.52 |
| 0.27     | 0.860             | 1.093             | 6.88 | 7.32 | 7.82 | 8.94  | 10.18 |
| 0.28     | 0.867             | 1.110             | 6.68 | 7.10 | 7.58 | 8.66  | 9.85  |
| 0.29     | 0.873             | 1.127             | 6.49 | 6.89 | 7.35 | 8.39  | 9.54  |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | b/R <sub>in</sub> |      | m=   |      |      |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|
|          |                   |                   | 0                 | 0.5  | 0.75 | 1    | 3    |
| 0.30     | 0.879             | 1.143             | 7.62              | 6.04 | 5.81 | 5.83 | 6.01 |
| 0.31     | 0.885             | 1.160             | 7.48              | 5.91 | 5.68 | 5.68 | 5.85 |
| 0.32     | 0.891             | 1.176             | 7.35              | 5.79 | 5.55 | 5.54 | 5.70 |
| 0.33     | 0.896             | 1.192             | 7.22              | 5.67 | 5.43 | 5.41 | 5.56 |
| 0.34     | 0.901             | 1.207             | 7.10              | 5.56 | 5.31 | 5.29 | 5.42 |
| 0.35     | 0.906             | 1.223             | 6.99              | 5.45 | 5.20 | 5.17 | 5.29 |
| 0.36     | 0.910             | 1.238             | 6.88              | 5.35 | 5.09 | 5.05 | 5.16 |
| 0.37     | 0.915             | 1.253             | 6.77              | 5.25 | 4.99 | 4.94 | 5.04 |
| 0.38     | 0.919             | 1.268             | 6.67              | 5.16 | 4.89 | 4.83 | 4.93 |
| 0.39     | 0.923             | 1.283             | 6.58              | 5.07 | 4.79 | 4.73 | 4.82 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | m=   |      |      |      |      |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
|          |                   |                   | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5  | 3    |
| 0.30     | 0.879             | 1.143             | 6.31 | 6.69 | 7.14 | 8.14 | 9.24 |
| 0.31     | 0.885             | 1.160             | 6.14 | 6.50 | 6.93 | 7.89 | 8.96 |
| 0.32     | 0.891             | 1.176             | 5.97 | 6.32 | 6.73 | 7.66 | 8.69 |
| 0.33     | 0.896             | 1.192             | 5.82 | 6.15 | 6.54 | 7.44 | 8.43 |
| 0.34     | 0.901             | 1.207             | 5.67 | 5.99 | 6.36 | 7.23 | 8.18 |
| 0.35     | 0.906             | 1.223             | 5.52 | 5.83 | 6.19 | 7.02 | 7.95 |
| 0.36     | 0.910             | 1.238             | 5.38 | 5.68 | 6.03 | 6.83 | 7.72 |
| 0.37     | 0.915             | 1.253             | 5.25 | 5.53 | 5.87 | 6.64 | 7.50 |
| 0.38     | 0.919             | 1.268             | 5.12 | 5.39 | 5.71 | 6.46 | 7.29 |
| 0.39     | 0.923             | 1.283             | 5.00 | 5.26 | 5.57 | 6.28 | 7.09 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | b/R <sub>in</sub> |      | m=   |      |      |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|
|          |                   |                   | 0                 | 0.5  | 0.75 | 1    | 3    |
| 0.40     | 0.927             | 1.297             | 6.49              | 4.98 | 4.70 | 4.63 | 4.71 |
| 0.41     | 0.930             | 1.312             | 6.40              | 4.90 | 4.62 | 4.54 | 4.60 |
| 0.42     | 0.934             | 1.326             | 6.31              | 4.82 | 4.53 | 4.45 | 4.50 |
| 0.43     | 0.937             | 1.340             | 6.23              | 4.74 | 4.45 | 4.36 | 4.41 |
| 0.44     | 0.940             | 1.354             | 6.16              | 4.67 | 4.37 | 4.27 | 4.31 |
| 0.45     | 0.943             | 1.368             | 6.08              | 4.59 | 4.29 | 4.19 | 4.22 |
| 0.46     | 0.946             | 1.382             | 6.01              | 4.52 | 4.22 | 4.11 | 4.13 |
| 0.47     | 0.949             | 1.395             | 5.94              | 4.46 | 4.15 | 4.03 | 4.05 |
| 0.48     | 0.952             | 1.409             | 5.87              | 4.39 | 4.08 | 3.96 | 3.97 |
| 0.49     | 0.954             | 1.422             | 5.80              | 4.33 | 4.01 | 3.88 | 3.89 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | m=   |      |      |      |      |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
|          |                   |                   | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5  | 3    |
| 0.40     | 0.927             | 1.297             | 4.88 | 5.13 | 5.42 | 6.11 | 6.89 |
| 0.41     | 0.930             | 1.312             | 4.77 | 5.00 | 5.29 | 5.95 | 6.70 |
| 0.42     | 0.934             | 1.326             | 4.66 | 4.88 | 5.15 | 5.79 | 6.52 |
| 0.43     | 0.937             | 1.340             | 4.55 | 4.76 | 5.02 | 5.64 | 6.34 |
| 0.44     | 0.940             | 1.354             | 4.45 | 4.65 | 4.90 | 5.49 | 6.17 |
| 0.45     | 0.943             | 1.368             | 4.35 | 4.54 | 4.78 | 5.35 | 6.00 |
| 0.46     | 0.946             | 1.382             | 4.25 | 4.43 | 4.66 | 5.21 | 5.84 |
| 0.47     | 0.949             | 1.395             | 4.16 | 4.33 | 4.55 | 5.08 | 5.68 |
| 0.48     | 0.952             | 1.409             | 4.07 | 4.23 | 4.44 | 4.95 | 5.53 |
| 0.49     | 0.954             | 1.422             | 3.98 | 4.13 | 4.33 | 4.82 | 5.38 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | b/R <sub>in</sub> |      | m=   |      |      |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|
|          |                   |                   | 0                 | 0.5  | 0.75 | 1    | 3    |
| 0.50     | 0.957             | 1.435             | 5.74              | 4.27 | 3.95 | 3.81 | 3.81 |
| 0.52     | 0.961             | 1.461             | 5.62              | 4.15 | 3.82 | 3.68 | 3.66 |
| 0.54     | 0.966             | 1.487             | 5.51              | 4.04 | 3.70 | 3.55 | 3.52 |
| 0.56     | 0.969             | 1.512             | 5.40              | 3.93 | 3.59 | 3.43 | 3.38 |
| 0.58     | 0.973             | 1.537             | 5.30              | 3.83 | 3.49 | 3.31 | 3.25 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | m=   |      |      |      |      |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
|          |                   |                   | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5  | 3    |
| 0.50     | 0.957             | 1.435             | 3.89 | 4.04 | 4.23 | 4.69 | 5.24 |
| 0.52     | 0.961             | 1.461             | 3.73 | 3.85 | 4.02 | 4.45 | 4.96 |
| 0.54     | 0.966             | 1.487             | 3.57 | 3.68 | 3.83 | 4.23 | 4.69 |
| 0.56     | 0.969             | 1.512             | 3.42 | 3.51 | 3.65 | 4.01 | 4.44 |
| 0.58     | 0.973             | 1.537             | 3.27 | 3.36 | 3.48 | 3.80 | 4.20 |

PGS. TS. Nguyễn Thống

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

|          |                   |                   | $b/R_{in}$ | $m=$ | 0    | →    | 3    |
|----------|-------------------|-------------------|------------|------|------|------|------|
| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | 0          | 0.5  | 0.75 | 1    | 1.25 |
| 0.60     | 0.976             | 1.562             | 5.21       | 3.74 | 3.38 | 3.20 | 3.13 |
| 0.62     | 0.979             | 1.586             | 5.12       | 3.65 | 3.29 | 3.09 | 3.01 |
| 0.64     | 0.982             | 1.610             | 5.03       | 3.56 | 3.19 | 2.99 | 2.90 |
| 0.66     | 0.984             | 1.634             | 4.95       | 3.48 | 3.11 | 2.89 | 2.79 |
| 0.68     | 0.986             | 1.657             | 4.87       | 3.40 | 3.02 | 2.80 | 2.68 |

PGS. TS. Nguyễn Thống 55

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5  | 3    |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
| 0.60     | 0.976             | 1.562             | 3.14 | 3.20 | 3.31 | 3.61 | 3.97 |
| 0.62     | 0.979             | 1.586             | 3.01 | 3.06 | 3.15 | 3.42 | 3.75 |
| 0.64     | 0.982             | 1.610             | 2.88 | 2.92 | 3.00 | 3.23 | 3.53 |
| 0.66     | 0.984             | 1.634             | 2.76 | 2.79 | 2.85 | 3.06 | 3.33 |
| 0.68     | 0.986             | 1.657             | 2.65 | 2.66 | 2.71 | 2.89 | 3.13 |

PGS. TS. Nguyễn Thống 56

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

|          |                   |                   | $b/R_{in}$ | $m=$ | 0    | →    | 3    |
|----------|-------------------|-------------------|------------|------|------|------|------|
| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | 0          | 0.5  | 0.75 | 1    | 1.25 |
| 0.70     | 0.988             | 1.680             | 4.80       | 3.33 | 2.94 | 2.71 | 2.58 |
| 0.72     | 0.990             | 1.703             | 4.73       | 3.25 | 2.86 | 2.62 | 2.49 |
| 0.74     | 0.992             | 1.725             | 4.66       | 3.19 | 2.79 | 2.54 | 2.39 |
| 0.76     | 0.993             | 1.748             | 4.60       | 3.12 | 2.71 | 2.46 | 2.30 |
| 0.78     | 0.994             | 1.770             | 4.54       | 3.05 | 2.64 | 2.38 | 2.22 |
| 0.80     | 0.995             | 1.792             | 4.48       | 2.99 | 2.58 | 2.30 | 2.13 |
| 0.85     | 0.998             | 1.845             | 4.34       | 2.85 | 2.42 | 2.12 | 1.93 |
| 0.90     | 0.999             | 1.898             | 4.22       | 2.71 | 2.27 | 1.96 | 1.74 |
| 0.95     | 1.000             | 1.950             | 4.10       | 2.59 | 2.13 | 1.80 | 1.57 |

PGS. TS. Nguyễn Thống 57

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5  | 3    |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
| 0.70     | 0.988             | 1.680             | 2.53 | 2.53 | 2.57 | 2.72 | 2.94 |
| 0.72     | 0.990             | 1.703             | 2.43 | 2.41 | 2.44 | 2.57 | 2.75 |
| 0.74     | 0.992             | 1.725             | 2.32 | 2.30 | 2.31 | 2.41 | 2.58 |
| 0.76     | 0.993             | 1.748             | 2.22 | 2.19 | 2.19 | 2.27 | 2.40 |
| 0.78     | 0.994             | 1.770             | 2.12 | 2.08 | 2.07 | 2.12 | 2.23 |
| 0.80     | 0.995             | 1.792             | 2.03 | 1.97 | 1.95 | 1.98 | 2.07 |
| 0.85     | 0.998             | 1.845             | 1.80 | 1.72 | 1.68 | 1.65 | 1.68 |
| 0.90     | 0.999             | 1.898             | 1.59 | 1.49 | 1.42 | 1.34 | 1.32 |
| 0.95     | 1.000             | 1.950             | 1.40 | 1.27 | 1.17 | 1.05 | 0.97 |

PGS. TS. Nguyễn Thống 58

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

|          |                   |                   | $b/R_{in}$ | $m=$ | 0    | →    | 3    |
|----------|-------------------|-------------------|------------|------|------|------|------|
| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | 0          | 0.5  | 0.75 | 1    | 1.25 |
| 1.00     | 1.000             | 2.000             | 4.00       | 2.47 | 2.00 | 1.66 | 1.40 |
| 1.05     | 1.000             | 2.050             | 3.90       | 2.36 | 1.88 | 1.52 | 1.25 |
| 1.10     | 0.999             | 2.098             | 3.81       | 2.26 | 1.76 | 1.39 | 1.10 |
| 1.15     | 0.998             | 2.146             | 3.73       | 2.17 | 1.66 | 1.27 | 0.96 |
| 1.20     | 0.997             | 2.193             | 3.66       | 2.08 | 1.55 | 1.15 | 0.83 |
| 1.25     | 0.995             | 2.240             | 3.58       | 1.99 | 1.46 | 1.04 | 0.70 |
| 1.30     | 0.994             | 2.285             | 3.52       | 1.91 | 1.36 | 0.93 | 0.57 |
| 1.35     | 0.992             | 2.330             | 3.45       | 1.83 | 1.27 | 0.83 | 0.46 |
| 1.40     | 0.989             | 2.375             | 3.39       | 1.76 | 1.19 | 0.73 | 0.34 |
| 1.45     | 0.987             | 2.419             | 3.34       | 1.69 | 1.11 | 0.63 | 0.23 |

PGS. TS. Nguyễn Thống 59

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

| $\sigma$ | R/R <sub>in</sub> | h/R <sub>in</sub> | 1.5  | 1.75 | 2    | 2.5  | 3    |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|
| 1.00     | 1.000             | 2.000             | 1.21 | 1.06 | 0.94 | 0.77 | 0.65 |
| 1.05     | 1.000             | 2.050             | 1.04 | 0.87 | 0.73 | 0.51 | 0.34 |
| 1.10     | 0.999             | 2.098             | 0.87 | 0.68 | 0.52 | 0.26 | 0.05 |
| 1.15     | 0.998             | 2.146             | 0.71 | 0.50 | 0.32 | 0.02 |      |
| 1.20     | 0.997             | 2.193             | 0.56 | 0.33 | 0.13 |      |      |
| 1.25     | 0.995             | 2.240             | 0.41 | 0.17 |      |      |      |
| 1.30     | 0.994             | 2.285             | 0.27 | 0.01 |      |      |      |
| 1.35     | 0.992             | 2.330             | 0.14 |      |      |      |      |
| 1.40     | 0.989             | 2.375             | 0.01 |      |      |      |      |
| 1.45     | 0.987             | 2.419             |      |      |      |      |      |

PGS. TS. Nguyễn Thống 60

**THUY LỰC ĐẠI CƯƠNG**  
**Chương 8: Dòng chảy ổn định đều trong kênh hở**

**HẾT CHƯƠNG**

PGS. TS. NGUYỄN THỐNG

**Xin cảm ơn !**

PGS. TS. Nguyễn Thống

61