

# KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU HỆ SỐ ĐỘNG NĂNG CORIOLIS ( $\alpha$ ) TRONG MÁNG KÍNH

TS. LÊ VĂN HÙNG

Bộ môn Thi công, Khoa Công trình- ĐHTL

**Tóm tắt:** Thí nghiệm mô hình thủy lực đòi hỏi phải lựa chọn tiêu chuẩn tương tự, tỷ lệ mô hình... Mô hình dòng chảy đến phía thượng lưu công trình cũng rất quan trọng. Những kết quả thí nghiệm sau đây sẽ minh chứng ý nghĩa quan trọng này.

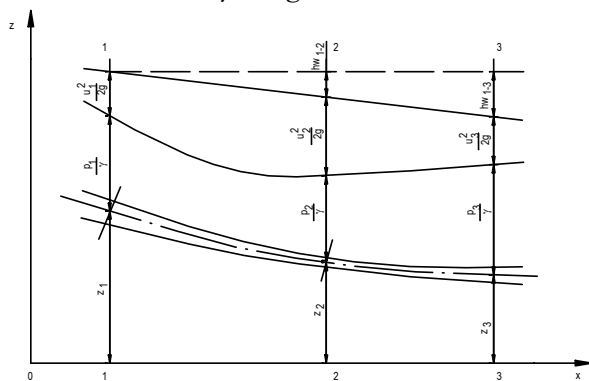
## 1. Các vấn đề lý thuyết về hệ số động năng $\alpha$ (hệ số Coriolis)

### 1.1. Phương trình Becnuii đối với dòng ổn định

Phương trình Becnuii biểu thị qui luật bảo toàn năng lượng trong dòng chảy.

a) Đối với dòng nguyên tố của chất lỏng không nhớt; không nén được, phương trình có dạng:

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = H = \text{const}$$



Hình 1

Đối với chất lỏng thực, ta có phương trình cho các mặt cắt 1-1; 2-2 và 3-3:

$$\begin{aligned} z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} &= z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_{w1,2} \\ &= z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{u_3^2}{2g} + h_{w1,3} = \dots = H = \text{const} \end{aligned}$$

trong đó, mỗi thành phần đều có thứ nguyên chiều dài.

$z$  - độ cao vị trí của điểm ta xét;

$\frac{p}{\gamma}$  - độ cao đo áp hay cột nước đo áp;

$\frac{u^2}{2g}$  - độ cao lưu tốc hay cột nước lưu tốc;

$h_w$  - cột nước tổn thất.

b) Đối với dòng có mặt cắt ngang có kích thước hữu hạn (chất lỏng thực)

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1,2}$$

$$\text{hoặc } E_1 = E_2 + h_{w1,2}$$

trong đó  $v_1$  và  $v_2$  - lưu tốc trung bình ở mặt cắt 1-1 và 2-2

$\alpha_1$  và  $\alpha_2$  - hệ số động năng (hệ số Coriolis) tức là hệ số hiệu chỉnh lúc tính đến động năng đơn vị theo lưu tốc trung bình  $V$  cho cả tiết diện; thường lấy  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ .

Phương trình Becnuii cho dòng chảy được dùng trong điều kiện chuyển động thay đổi dần, lực thành phần chiếu của lưu tốc và gia tốc lên mặt phẳng trực giao với hướng chảy là có thể bỏ qua.

Trị số của hệ số  $\alpha$  phụ thuộc vào phân bố của lưu tốc địa phương trong tiết diện và được xác định theo công thức:

$$\alpha \cong 1 + 3 \frac{\int_{\omega} \Delta u^2 d\omega}{v^2 \cdot \omega} + \frac{\int_{\omega} \Delta u^3 d\omega}{v^3 \cdot \omega}$$

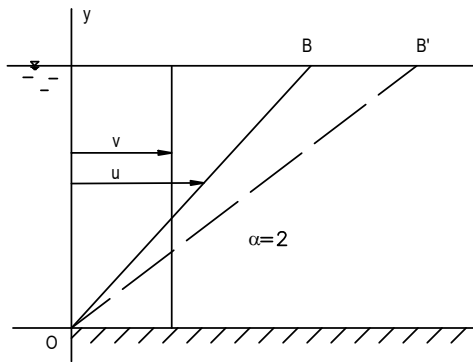
hoặc thông thường trong điều kiện lòng dẫn hở và đường ống, có thể bỏ qua số hạng thứ ba, và ta có công thức sau:

$$\alpha \cong 1 + 3 \frac{\int_{\omega} \Delta u^2 d\omega}{v^2 \cdot \omega} > 1,0$$

trong đó  $\Delta u = u - v$

$u$  - lưu tốc tại điểm  $M$  nào đó của tiết diện (lưu tốc địa phương);

$v = \frac{Q}{\omega}$  - lưu tốc trung bình mặt cắt.



Hình 2

Nếu lưu tốc tại tất cả các điểm trên mặt cắt ướt bằng nhau và bằng lưu tốc trung bình ( $u = v$ ) thì hệ số  $\alpha = 1$ .

Nếu chuyển động là song phẳng và lưu tốc phân bố theo đường thẳng OB hoặc OB' (hình 2) thì hệ số  $\alpha = 2$ . Nếu lưu tốc phân bố theo parabol ứng với phương trình  $u = ky^n$  thì hệ số  $\alpha$  được xác định theo công thức:

$$\alpha \cong 1 + 3 \frac{\int_{\omega} \Delta u^2 d\omega}{v^2 \cdot \omega} = 1 + 3 \frac{n^2}{2n+1}$$

hoặc chính xác hơn:

$$\alpha = 1 + 3 \frac{n^2}{3n+1} \left(1 + \frac{n}{3}\right) = \frac{(n+1)^3}{3n+1}$$

lúc  $n < 1$  thì  $\alpha < 2$ ; lúc  $n > 1$  thì  $\alpha > 2$ .

Theo tài liệu của V.N.Evreinôp có thể lấy gần đúng:

$$\alpha = 1 + \frac{210}{C^2}$$

Trong đó C là hệ số Sêdi trong công thức  $v = C\sqrt{R \cdot i}$

C	20	40	60	80
$\alpha$	1,53	1,13	1,06	1,03

Đối với đường ống tròn, khi lưu tốc phân bố theo qui luật parabol  $u = a(r_0^2 - r^2)$ , ví dụ với dòng chảy tầng thì hệ số  $\alpha = 2$ .

Theo A.Đ.Antsun hệ số  $\alpha$  được xác định bởi công thức:

$$\alpha = 1 + 2,65\lambda$$

trong đó  $\lambda$  là hệ số sức cản dọc đường;

$$h_w = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

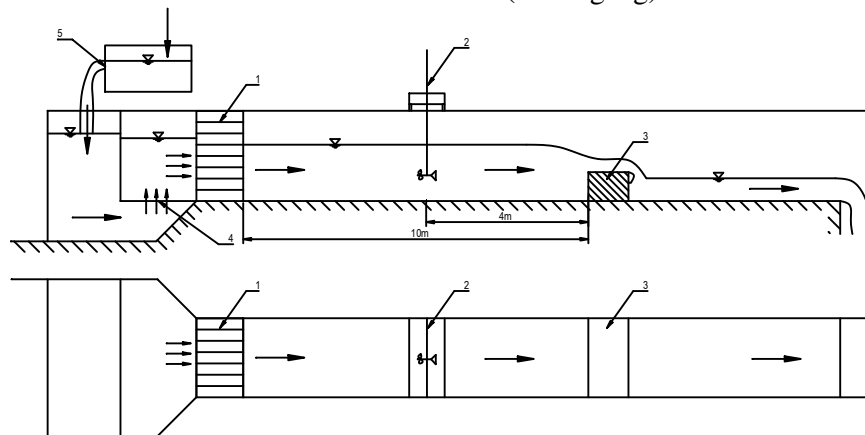
thường người ta lấy  $\alpha = 1,1$ ; trong trường hợp lúc  $\frac{v^2}{2g}$  nhỏ so với  $h_w$ , hoặc trong những tính

toán kém chính xác hơn, có thể lấy:  $\alpha = 1,0$ .

## 2.Thí nghiệm xác định hệ số Coriolis ( $\alpha$ ) trên máng kính trong phòng thí nghiệm

Mục đích của thí nghiệm là xác định sự phân bố lưu tốc và trị số  $\alpha$ . Qua đó đánh giá mức độ quan trọng của việc làm êm dòng chảy và bảo đảm phù hợp với thực tế của dòng chảy đến ở thượng lưu công trình khi thí nghiệm mô hình thủy lực.

Thí nghiệm đã được thực hiện trên máng kính có mặt cắt chữ nhật với bề rộng đáy  $B=62\text{cm}$ , máng dài 20m. Đập tràn đỉnh rộng ngưỡng chữ nhật đặt cách mặt cắt đầu máng kính là 10m. Vị trí mặt cắt đo phân bố lưu tốc ở cách ngưỡng tràn 4m về phía thượng lưu, nơi mực nước không đổi (nằm ngang).



Hình 3. Sơ đồ thủy lực thí nghiệm trên máng kính

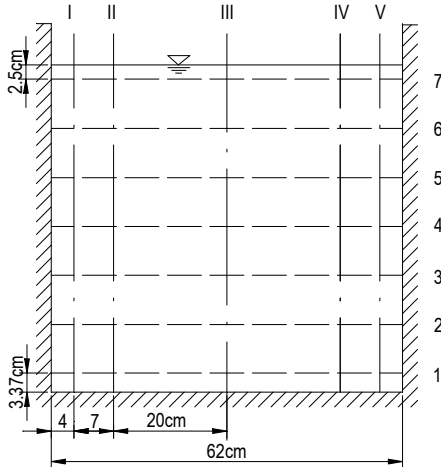
1- Các ống nhựa làm êm dòng chảy vào máng; 2- Vị trí mặt cắt ượ́t đo lưu tốc; 3- Ngưỡng tràn trên máng; 4- Các lỗ làm êm dẫn nước vào khoang trước máng; 5- Tràn thành mỏng cửa tam giác đo lưu lượng.

Nếu trên mặt cắt ượ́t xây dựng được đường đ̣ẳng tốc thì gần đ̣úng ta xác định được hệ số Coriolis ( $\alpha$ ) như sau:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta F_i \cdot v_i^3}{F \cdot v^3}$$

trong đó:  $v_i$  là lưu tốc trung bình trên diện tích ượ́t  $\Delta F_i$  giới hạn giữa hai đường đ̣ẳng tốc;  $F$  là diện tích mặt cắt ượ́t;  $v$  là lưu tốc trung bình của mặt cắt.

Trình tự tiến hành thí nghiệm như sau: Đo lưu tốc tại mặt cắt số 2 (xem hình 3). Dùng lưu tốc kế đo lưu tốc tại các điểm từ 1 đến 7 phân bố theo chiều sâu dòng chảy ở 5 vị trí từ I đến V phân bố theo chiều ngang mặt cắt (xem hình 4).



Hình 4. Phân bố vị trí các điểm đo lưu tốc

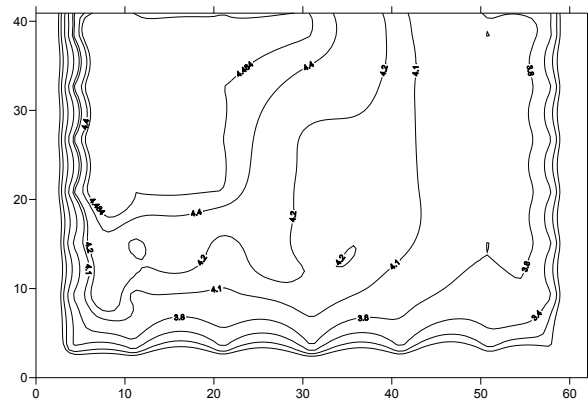
Kết quả thí nghiệm thể hiện trên hình 5 và bảng 1 cho ta những nhận xét:

- Khi dòng chảy phân bố đối xứng, dòng chủ đi qua tim mặt cắt ượ́t thì trị số  $\alpha$  nhỏ. Khi dòng chủ lệch về một phía thì trị số  $\alpha$  tăng mạnh.

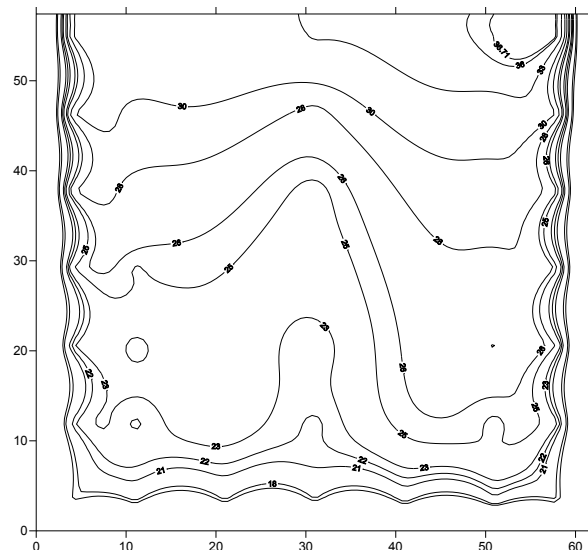
- Khi lưu lượng lớn (tỷ số  $H/B > 1$ ) thì ảnh hưởng của thành bên rất rõ rệt. Phân bố lưu tốc càng không đều, chủ lưu thay đổi dẫn đến việc lấy trị số  $\alpha = 1.00 \div 1.10$ , như chúng ta vẫn

thường sử dụng, sẽ dẫn đến sai khác đáng kể, nhất là đối với thí nghiệm mô hình thủy lực có tỷ lệ mô hình nhỏ.

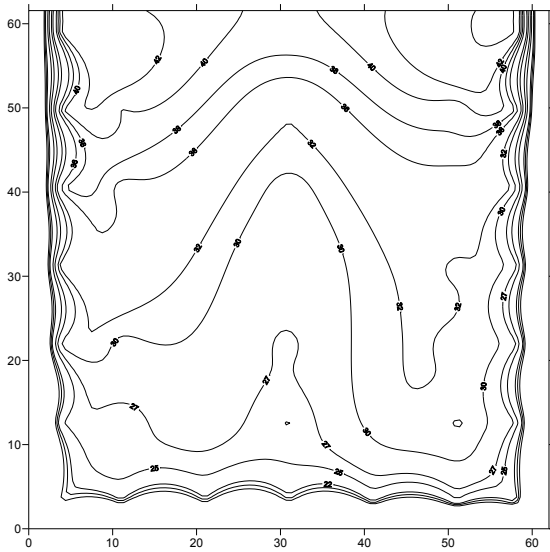
Trong thực tế thí nghiệm mô hình, nếu chúng ta không có biện pháp mô tả chính xác hướng của dòng chảy tới gần công trình thì kết quả thu được có sai khác rất lớn. Ví dụ như trong máng kính, nếu ta thiếu hệ thống ống để nắn thẳng ống dòng trước khi vào máng sẽ xuất hiện dòng ngoằn ngoèo, chủ lưu thay đổi liên tục. Hay ví dụ như dòng chảy từ thượng lưu về công trình trong mô hình bị đổi dòng chủ tùy tiện hay chảy vòng xoáy thì kết quả thí nghiệm mô hình sẽ thiếu độ tin cậy.



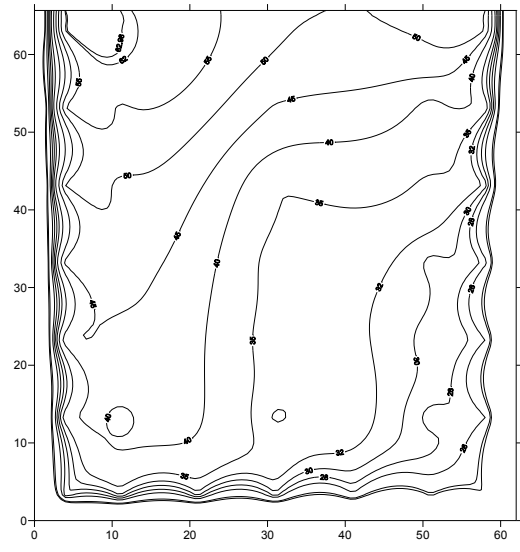
1)  $Q=9.16$  (l/s);  $H=40.91$  (cm);  $V=3.61$  (cm/s)



2)  $Q=90.62$  (l/s);  $H=57.42$  (cm);  $V=25.45$  (cm/s)



3) Q=120.32 (l/s); H=61.56 (cm); V=31.52 (cm/s)



4) Q=153.83(l/s); H=65.67 (cm); V=37.78 (cm/s)

Hình 5. Kết quả xác định phân bố lưu tốc với các trị số lưu lượng khác nhau

Bảng 1. Kết quả xác định  $\alpha$  ứng với các trị số lưu lượng khác nhau

Q= 9.16 (l/s)		H= 40.91 (cm)				
F= 2536.42 (cm <sup>2</sup> )		V= 3.61 (cm/s)				
V(cm/s)	F(cm <sup>2</sup> )	$\Delta F$ (cm <sup>2</sup> )	V <sub>i</sub> (cm/s)	$\Delta F \cdot V_i^3$	$\Delta F \cdot V_i$	$\alpha = (\sum \Delta F \cdot V_i^3) / FV^3$
4.484	0.0	492.6	4.442	43174.8	2188.1	
4.400	492.6	323.7	4.300	25736.4	1391.9	
4.200	816.3	385.7	4.150	27567.3	1600.7	
4.100	1202.0	526.0	3.950	32417.3	2077.7	
3.800	1728.0	217.0	3.600	10124.4	781.2	
3.400	1945.0	107.0	3.200	3506.2	342.4	
3.000	2052.0	62.0	2.850	1435.2	176.7	
2.700	2114.0	422.4	1.350	1039.3	570.2	
0.000	2536.4					
				145000.8	9128.9	1.214

Q= 90.62 (l/s)		H= 57.42 (cm)				
F= 3560.04 (cm <sup>2</sup> )		V= 25.45 (cm/s)				
V(cm/s)	F(cm <sup>2</sup> )	$\Delta F$ (cm <sup>2</sup> )	V <sub>i</sub> (cm/s)	$\Delta F \cdot V_i^3$	$\Delta F \cdot V_i$	$\alpha = (\sum \Delta F \cdot V_i^3) / FV^3$
36.710	0.0	45.8	36.4	2198763.2	1663.6	
36.000	45.8	135.9	34.5	5579725.4	4687.9	
33.000	181.6	421.7	31.5	13179352.3	13282.3	
30.000	603.3	352.9	29.0	8606878.1	10234.1	
28.000	956.2	580.1	27.0	11418108.3	15662.7	
26.000	1536.3	279.2	25.5	4629519.9	7119.6	
25.000	1815.5	655.5	24.0	9061632.0	15732.0	
23.000	2471.0	217.0	22.5	2471765.6	4882.5	
22.000	2688.0	99.9	21.5	992843.7	2147.9	
21.000	2787.9	183.0	19.5	1356922.1	3568.5	
18.000	2970.9	47.0	17.5	251890.6	822.5	
17.000	3017.9	542.1	8.5	332917.2	4607.9	
0.000	3560.0					
				60080318.3	84411.4	1.023

Q= 120.32 (l/s)		H= 61.56 (cm)				
F= 3816.72 (cm <sup>2</sup> )		V= 31.52 (cm/s)				
V(cm/s)	F(cm <sup>2</sup> )	$\Delta F$ (cm <sup>2</sup> )	V <sub>i</sub> (cm/s)	$\Delta F \cdot V_i^3$	$\Delta F \cdot V_i$	$\alpha = (\sum \Delta F \cdot V_i^3) / FV^3$
47.220	0.0	206.7	44.6	18350045.5	9220.9	

42.000	206.7	192.9	41.0	13294860.9	7908.9
40.000	399.6	246.8	39.0	14639929.2	9625.2
38.000	646.4	202.6	37.0	10262297.8	7496.2
36.000	849.0	663.5	34.0	26078204.0	22559.0
32.000	1512.5	550.5	31.0	16399945.5	17065.5
30.000	2063.0	686.0	28.5	15880299.8	19551.0
27.000	2749.0	271.4	26.0	4770126.4	7056.4
25.000	3020.4	170.3	23.5	2210132.1	4002.0
22.000	3190.7	43.8	21.5	435300.8	941.7
21.000	3234.5	39.5	20.5	340297.4	809.8
20.000	3274.0	531.0	10.0	531000.0	5310.0
0.000	<b>3805.0</b>				
				<b>123192439.5</b>	<b>111546.6</b>
					<b>1.030</b>

Q= 153.83 (l/s)                      H= 65.67 (cm)  
F= 4071.54 (cm<sup>2</sup>)                      V= 37.78 (cm/s)

V(cm/s)	F(cm <sup>2</sup> )	ΔF(cm <sup>2</sup> )	V <sub>i</sub> (cm/s)	ΔF*V <sub>i</sub> <sup>3</sup>	ΔF*V <sub>i</sub>	α=(ΣΔF*V <sub>i</sub> <sup>3</sup> )/FV <sup>3</sup>
62.980	0.0	50.8	62.490	12396391.6	3174.5	
62.000	50.8	173.2	58.500	34674921.5	10132.2	
55.000	224.0	292.5	52.500	42325664.1	15356.3	
50.000	516.5	493.4	47.500	52878603.1	23436.5	
45.000	1009.9	597.5	42.500	45867460.9	25393.8	
40.000	1607.4	567.6	37.500	29932031.3	21285.0	
35.000	2175.0	654.6	33.500	24609932.5	21929.1	
32.000	2829.6	228.8	31.000	6816180.8	7092.8	
30.000	3058.4	195.8	29.000	4775366.2	5678.2	
28.000	3254.2	136.8	27.000	2692634.4	3693.6	
26.000	3391.0	153.4	24.000	2120601.6	3681.6	
22.000	3544.4	33.4	21.500	331941.7	718.1	
21.000	3577.8	459.2	10.500	531581.4	4821.6	
0.000	<b>4037.0</b>					
				<b>259953311.0</b>	<b>146393.2</b>	
					<b>1.184</b>	

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trường Đại học Thủy Lợi 1998, Giáo trình Thủy Lực tập 1, 2, 3. NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội
- [2]. Nguyễn Văn Cung, Sổ tay kỹ thuật thủy lợi tập 1, NXB Nông nghiệp, Hà Nội 1979
- [3]. P.G. KIXÉLEP, Bản dịch của Lưu Công Đào và Nguyễn Tài, Sổ tay tính toán thủy lực, NXB Nông nghiệp Hà Nội & NXB "MIR" Maxcova 1984
- [4]. Trần Quốc Thường, Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình, NXB Xây dựng, Hà Nội 2005

#### Abstract:

### THE RESULTS OF THE CORIOLIS COEFFICIENT (α) EXPERIMENT ON TESTING FLUME

**Dr. Eng. Le Van Hung,**  
Water Resources University

*The hydraulic model experiments require choosing the similarity standards, proportion of the model ... The model of the upstream flow to the construction is also very important. Following results of the experiment will be partly proof of this importance.*

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Văn Quốc