



CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

ĐÃ DUYỆT

Ngày....tháng....năm 1999

MÔN HỌC : Thủy lực
SỐ TIẾT : 33
BỘ MÔN : Cơ sở chuyên ngành
CHUYÊN NGÀNH Cầu đường bộ

I- VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT, MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU CỦA MÔN HỌC :

1/- Vị trí tính chất của môn học :

Thủy lực là một trong các môn cơ sở chuyên ngành có vai trò khá quan trọng. Đó là môn khoa học nghiên cứu các quy luật cân bằng và chuyển động của chất lỏng, đặc biệt là nước. Và các phương pháp ứng dụng các quy luật đó vào trong thực tế sản xuất và trong đời sống xã hội.

2/- Mục đích:

Nhằm trang bị cho học viên hiểu được các quy luật về sự cân bằng của chất lỏng tĩnh cũng như của chất lỏng chuyển động ổn định. (Trong đó có chuyển động ổn định đều và chuyển động ổn định không đều). Trên cơ sở đó có thể tính toán được trong khi thiết kế, thi công các công trình giao thông như cầu, cống nhỏ, kênh mương, cống thoát nước...

3/- Yêu cầu:

Học viên cần nắm được các quy luật của thủy tĩnh học và thủy động lực học để nhằm mục đích:

- + Tính toán áp lực nước tác dụng lên công trình.
- + Tính toán được lưu lượng thoát nước qua kênh lắng trụ và thiết kế được kênh, rãnh thoát nước, lượng nước thoát và thiết kế cống thoát nước qua đường.
- + Tính được lượng nước thoát qua đập tràn đỉnh rộng và gia cố hạ lưu đập.

II/- NỘI DUNG TỔNG QUÁT VÀ PHÂN PHỐI THỜI GIAN:

Chương	Nội dung môn học	Phân bố thời gian (tiết)			
		LT	BT	KT	T.số
Bài mở đầu	Giới thiệu khái quát môn học	0,5			0,5
Chương 1	Áp suất thủy tĩnh	0,5	1		6,5
Chương 2	Cơ sở thủy động lực học	7	1	1	9
Chương 3	Dòng chảy đều trong kênh hở và trong ống có áp	3,5	1		4,5
Chương 4	Dòng chảy không đều- đập tràn	10	1,5	1	12,5
	Tổng số	26,5	4,5	2	33

III/- NỘI DUNG CHI TIẾT VÀ PHÂN PHỐI THỜI GIAN :

Mục	Nội dung môn học	Phân bố thời gian (giờ)			
		L.T	B.T	K.tra	T.số
1	2	3	4	5	6
	Bài mở đầu: Giới thiệu khái quát môn học				
	CHƯƠNG 1: ÁP SUẤT THỦY TĨNH				
1.1	Áp lực thủy tĩnh và áp suất thủy tĩnh				
1.2	Hai tính chất của áp suất thủy tĩnh				
1.3	Công thức cơ bản của thủy tĩnh học				
1.4	Các loại áp suất; chiều cao đo áp				
1.5	Tính áp lực thủy tĩnh				
1.5.1	Trị số áp lực thủy tĩnh				
1.5.2	Áp lực thủy tĩnh tác dụng vào mặt tiếp xúc dạng phẳng hình chữ nhật				
1.5.3	Áp lực thủy tĩnh tác dụng vào mặt tiếp xúc phẳng hình chữ nhật bằng giản đồ áp suất				
	CHƯƠNG 2: CƠ SỞ THỦY ĐỘNG LỰC HỌC				
2.1	Các yếu tố mô tả dòng chất lỏng chuyển động	0,5			0,5
2.2	Các yếu tố thủy lực của dòng C/Lchuyển động	1			1
2.3	Phân loại dòng chảy	1			1
2.4	Phương trình liên tục của dòng chảy ổn định	0,5			0,5
2.5	Phương trình Béc-nu-li	1,5	0,5		2,0
2.6	Tổn thất thủy lực				
2.6.1	Khái niệm và phân loại	0,5			0,5
2.6.2	Hai trạng thái chảy- thí nghiệm Rây-nôn	1,0			1,0
2.6.3	Tính tổn thất cột nước	1,0	0,5		1,5
Cộng	Kiểm tra chương (1+2)			1	1
	CHƯƠNG 3: DÒNG CHẢY ĐỀU TRONG KÊNH VÀ TRONG ỐNG				
3.1	Dòng chảy đều trong kênh hở				
3.1.1	Khái niệm và các công thức cơ bản	1			1
3.1.2	Tính toán thủy lực dòng đều trong kênh hở	1,5	1		2,5
3.2	Dòng chảy đều có áp trong ống tròn	1			1

1	2	3	4	5	6
	CHƯƠNG 4: DÒNG CHẢY KHÔNG ĐỀU TRONG KÊNH- ĐẬP TRÀN				
4.1	Dòng chảy không đều trong kênh hở				
4.1.1	Các khái niệm chung	1,0			1,0
4.1.2	Năng lượng đơn vị mặt cắt và chiều sâu phân giới	3,0	0,5		3,5 2,0
4.1.3	Nước nhảy thủy lực	2,0			
4.2	Đập tràn				
4.2.1	Khái niệm chung; các yếu tố của đập tràn; phân loại đập tràn	1,0			1,0
4.2.2	Dòng chảy qua đập tràn đỉnh rộng	3,0	1,0		4,0

IV/ HƯỚNG DẪN THỰC HIỆN:

1. Thực hành giảng dạy:

Giảng dạy môn Thủy Lực cần gắn liền giữa lý thuyết và chương trình của các môn học có liên quan và ứng dụng. Học viên cần vận dụng tốt những kiến thức đã được củng cố và phát triển để vận dụng tốt cho các môn học khác trong chương trình đào tạo.

Để học viên nắm vững bài học cần có các ví dụ, hệ thống bài tập đa dạng có liên quan và tính ứng dụng đối với các môn học khác.

2. Bài tập:

Sau mỗi chương, mục đều có các bài tập áp dụng lý thuyết đã học và để học viên luyện tập, củng cố. Hệ thống bài tập cần biên soạn gắn liền với các môn học khác và chuyên ngành cầu- đường có ứng dụng sau này.

IV/- TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Nguyễn Cảnh Cầm, Nguyễn Văn Cung, Lưu Công Đào. Thủy lực- Trường Đại học Bách khoa- Hà Nội - 1975.

2. Đặng Hưng Lâm, Trần Văn Nhân, Bùi Hữu Ánh. Giáo trình Thủy lực- Trường Trung học Thủy lợi Trung ương 1977

Ngày tháng năm 1999
TỔ TRƯỞNG BỘ MÔN

MỤC LỤC	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	3
BÀI MỞ ĐẦU	5
Chương 1. ÁP SUẤT THỦY TĨNH	9
1.1 Áp lực thủy tĩnh-áp suất thủy tĩnh	9
1.2 Hai tính chất của áp suất thủy tĩnh	10
1.3 Công thức cơ bản của thủy tĩnh học	12
1.4 Các loại áp suất-chiều cao đo áp	14
1.5 Áp lực thủy tĩnh	16
-Câu hỏi,bài tập.	27
Chương 2. CƠ SỞ THỦY ĐỘNG LỰC HỌC	28
2.1 Các yếu tố mô tả dòng chất lỏng chuyển động	28
2.2 Các yếu tố thủy lực của dòng chất lỏng chuyển động	30
2.3 Phân loại dòng chảy	31
2.4 Phương trình liên tục của dòng chảy ổn định	33
2.5 Phương trình Béc-nu-li	34
2.6 Tổn thất thủy lực	39
-Câu hỏi,bài tập	45
Chương 3. DÒNG CHẢY ĐỀU TRONG KÊNH VÀ TRONG ỐNG	46
3.1 Dòng chảy đều trong kênh hở	46
3.2 Dòng chảy đều có áp trong ống tròn	50
-Câu hỏi,bài tập	55
Chương 4. DÒNG CHẢY KHÔNG ĐỀU TRONG KÊNH	56
4.1 Dòng chảy không đều trong kênh hở	56
4.2 Nước nhảy	60
-Câu hỏi,bài tập.	66
Chương 5. SÔNG VÀ CÁC YẾU TỐ THỦY VĂN CỦA SÔNG	67
5.1 Sông và hệ sông	67
5.2 Các đặc trưng chính của sông	69
5.3 Sự tuần hoàn của nước-phương trình cân bằng nước	71
5.4 Đặc tính của mưa và dòng chảy do mưa rào	73
-Câu hỏi,bài tập	77
Chương 6. ĐO ĐẠC THỦY VĂN SÔNG NGÒI	78
6.1 Đo mực nước sông	78
6.2 Đo lưu tốc dòng chảy	80
6.3 Tính lưu lượng dòng chảy	83
- Câu hỏi,bài tập.	85
Chương 7. XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY ỨNG VỚI TẦN SUẤT THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH	86
7.1 Xác định lưu lượng dòng chảy ứng với tần suất TKCT khi có tài liệu thủy văn	86
7.2 Xác định lưu lượng dòng chảy ứng với tần suất TKCT khi thiếu tài liệu thủy văn	93

-Câu hỏi, bài tập.

95

TÀI LIỆU THAM KHẢO

96

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Thủy lực-thủy văn công trình được biên soạn nhằm trang bị cho học viên một số kiến thức cơ bản của chất lỏng ở các trạng thái tĩnh và trạng thái chuyển động, trên cơ sở đó học viên có thể tiếp thu được các kiến thức của các môn học khác và vận dụng vào thực tế xây dựng các công trình, thoả mãn các yêu cầu đòi hỏi về nội dung cũng như sự phát triển của khoa học công nghệ hiện nay.

Nội dung của giáo trình gồm 7 chương:

-Bài mở đầu

Chương 1: Áp suất thủy tĩnh.

Chương 2: Cơ sở thủy động lực học.

Chương 3: Dòng chảy đều trong kênh và trong ống.

Chương 4: Dòng chảy không đều trong kênh.

Chương 5: Sông và các yếu tố thủy văn của sông.

Chương 6: Đo đạc thủy văn sông ngòi.

Chương 7: Xác định lưu lượng dòng chảy ứng với tần suất thiết kế công trình.

-Phụ lục

Công tác biên soạn giáo trình được tiến hành thận trọng với sự tham gia của các giáo viên trong nhà trường, các cán bộ thuộc Công ty tư vấn và khảo sát thiết kế của Tổng công ty xây dựng Trường sơn.

Chúng tôi xin cảm ơn tới các đồng chí trong hội đồng biên soạn giáo trình Nhà trường, Công ty tư vấn và khảo sát thiết kế đã đóng góp nhiều ý kiến quý giá để xây dựng giáo trình này.

Do khả năng còn hạn chế nên cuốn giáo trình còn nhiều thiếu sót, rất mong các đồng chí giáo viên có các ý kiến bổ sung để cuốn giáo trình được hoàn thiện hơn.

TÁC GIẢ

BÀI MỞ ĐẦU

1. Nội dung môn học:

Thủy lực- thủy văn công trình là môn khoa học nghiên cứu các quy luật cân bằng và chuyển động của chất lỏng, đặc biệt là nước, và ứng dụng các quy luật đó vào trong thực tế lao động sản xuất.

Môn học gồm hai phần là phần Thủy lực và thủy văn công trình.

Phần thủy lực nghiên cứu các quy luật của chất lỏng ở các trạng thái tĩnh và trạng thái chuyển động đều và không đều.

Phần thủy văn nghiên cứu các quy luật của dòng chảy trong hệ thống sông, suối và xác định lưu lượng các trận lũ, lưu tốc và lưu lượng dòng chảy trong sông...

2. Các tính chất vật lý chủ yếu của chất lỏng

a) Khối lượng riêng

Một khối chất lỏng đồng chất có khối lượng là M , thể tích V , khi đó khối lượng riêng của chất lỏng là: $\rho = M/V$ (kg/m^3)

b) Trọng lượng riêng

Cũng khối chất lỏng nói trên có trọng lượng là G , khi đó trọng lượng riêng γ của chất lỏng là: $\gamma = G/V$ (KG/m^3); (KN/m^3); (N/m^3).

Trong trường hợp chất lỏng là nước (ở nhiệt độ 4°C) thì: $\gamma_n = 9810 \text{N/m}^3$

c) Sự co giãn của chất lỏng

Chất lỏng có tính co giãn khi áp suất hay nhiệt độ tác dụng vào khối chất lỏng thay đổi, tuy vậy sự thay đổi này rất nhỏ nên trong thực tế có thể bỏ qua được, vậy ta có thể xem nước không bị co giãn khi các yếu tố trên thay đổi.

d) Tính nhớt của chất lỏng

Tính nhớt của chất lỏng có liên quan đến lực ma sát trong của chất lỏng, nó phụ thuộc vào nhiệt độ (Độ nhớt giảm khi nhiệt độ tăng). Trong tính toán thủy lực cần chú ý đến tính nhớt của chất lỏng vì nó có ảnh hưởng lớn đến các yếu tố thủy lực và thủy văn trong quá trình tính toán dòng chảy.

Chương 1 ÁP SUẤT THỦY TĨNH

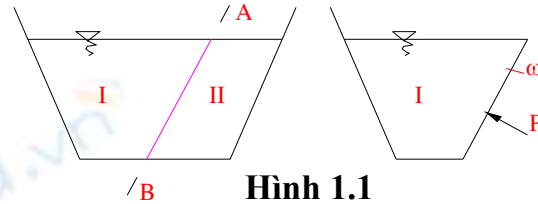
Trong chương này chủ yếu nghiên cứu một số vấn đề cơ bản của thủy tĩnh học như : Các khái niệm về áp lực- áp suất thủy tĩnh; các tính chất và công thức cơ bản của thủy tĩnh học; các loại áp suất và cách tính các loại áp suất này thông qua một đơn vị tính quan trọng vẫn hay được áp dụng rộng rãi là chiều cao đo áp, tính áp lực bằng biểu đồ...

1.1. Áp lực thủy tĩnh- Áp suất thủy tĩnh

1.1.1. Áp lực thủy tĩnh

Để có được khái niệm về áp lực thủy tĩnh ta xem (Hình 1.1)

Đó là một khối chất lỏng ở trạng thái tĩnh. Ta cắt khối chất lỏng tĩnh đó bằng một mặt phẳng AB tùy ý, chia khối chất lỏng ra 2 phần I và II bỏ



Hình 1.1

phần II và giữ lại phần I để xét cân bằng,

lẽ tự nhiên ta thấy rằng để phần I được cân bằng thì ta phải thay tác dụng của

phần II bằng lực \vec{P} nào đó. Lực \vec{P} này chính là áp lực thủy tĩnh tác dụng lên mặt chịu tác dụng ω . Vậy " *Áp lực thủy tĩnh là áp lực tương hỗ giữa các phần của chất lỏng tĩnh hoặc chất lỏng với vật rắn* ".

1.1.2. Áp suất thủy tĩnh

Ta xét một mặt có diện tích là ω , chịu áp lực thủy tĩnh \vec{P} tác dụng lên nó. Khi đó tỷ số (P/ ω) gọi là áp suất thủy tĩnh trung bình: $p_{tb} = P/\omega$. Xét khi diện tích $\omega \rightarrow 0$ thì giới hạn của tỷ số trên là áp suất thủy tĩnh tại một điểm :

$$p = \lim_{\omega \rightarrow 0} (P/\omega).$$

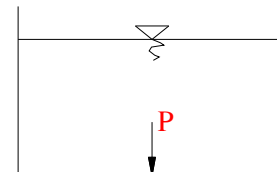
Theo hệ S I : - Đơn vị của áp lực thủy tĩnh là (N, KN).

- Đơn vị của áp suất thủy tĩnh là N/cm^2 ; KN/m^2 ...

- Một đơn vị đo khác trong kỹ thuật thông dụng là át- mốt- fe (at): $1 \text{ at} = 9,81 \text{ N/cm}^2$.

Chú ý rằng áp suất thủy tĩnh chính là áp lực thủy tĩnh tác dụng lên một điểm, tuy nhiên trong thủy lực học từ : "một điểm" cũng là một đơn vị diện tích như " $1cm^2$ "; " $1m^2$ "... Đó là áp suất trung bình của chất lỏng .

Ví dụ: Cho áp lực của nước lên đáy bể là $P = 20.000 \text{ N}$, diện tích đáy bể là $\omega = 2m^2$. Tính áp suất của nước lên đáy bể.



Hình 1.2

Giải: Áp suất trung bình của nước lên đáy bể là:

$$P_{tb} = P/ \omega = 20.000/2 = 10.000 \text{ N/ m}^2 = 1N/cm^2.$$

1.2. Hai tính chất của áp suất thủy tĩnh

1.2.1. Tính chất thứ nhất

Nội dung: "Áp suất thủy tĩnh tác dụng vuông góc với mặt chịu tác dụng và hướng vào mặt đó".

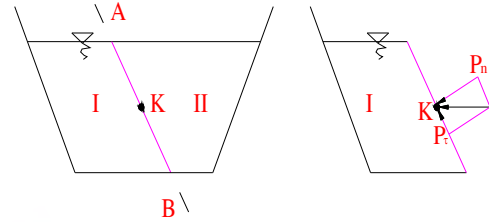
Ta chứng minh tính chất này như sau:

Xét khối chất lỏng ở trạng thái tĩnh; chia khối chất lỏng thành 2 phần I ; II bằng mặt phẳng AB tùy ý.(Hình1.3). Giả sử tại điểm K trên mặt phân chia có áp suất thủy tĩnh

\vec{P} được phân ra 2 thành phần là \vec{P}_n :

Hướng vuông góc với mặt chịu tác dụng,

\vec{P}_τ : nằm trên mặt chịu tác dụng .



Hình 1.3

Ta thấy thành phần \vec{P}_τ là không tồn tại vì chất lỏng không chịu được lực cắt;

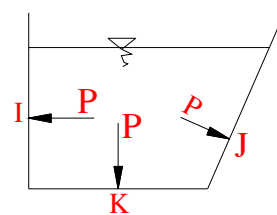
và vì nếu \vec{P}_τ quả có tồn tại thì 2 khối chất lỏng I và II đã trượt lên nhau, điều này lại trái giả thiết là khối chất lỏng ở trạng thái tĩnh. Vì vậy mà tại điểm K chỉ

còn có thành phần lực \vec{P}_n vuông góc với mặt chịu tác dụng.

Mặt khác ta thấy thành phần \vec{P}_n không thể hướng ra ngoài mặt chịu tác dụng được vì chất lỏng không chịu được lực kéo, và vì vậy \vec{P}_n chỉ có thể hướng vào trong mặt chịu tác dụng.

Vậy "Áp suất thủy tĩnh tại một điểm trên mặt chịu tác dụng luôn luôn vuông góc với mặt chịu tác dụng và hướng vào mặt đó".

Ví dụ: Cho bể nước như hình vẽ . Áp suất thủy tĩnh của nước lên các điểm I, J, K là P_I ; P_J ; P_K có tính chất vuông góc mặt chịu tác dụng và hướng vào mặt đó (Hình 1.4)



Hình 1.4

1.2.2. Tính chất thứ hai

Nội dung :

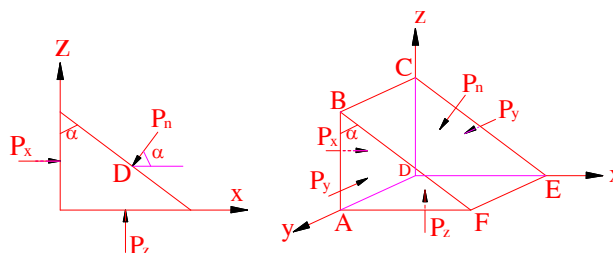
"Áp suất thủy tĩnh ở một điểm bất kỳ trong chất lỏng tĩnh theo mọi phương đều bằng nhau". Nghĩa là trị số áp suất thủy tĩnh không phụ thuộc vào phương của mặt chịu tác dụng mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm được xét.

Ta tiến hành chứng minh tính chất này như sau:

Tách trong khối chất lỏng tĩnh một khối lăng trụ tam giác vô cùng nhỏ và thay tác dụng của chất lỏng ở xung quanh bằng các áp lực thủy tĩnh P_x ; P_y ; P_z và P'_1 . Vậy khối chất lỏng lăng trụ vô cùng bé đó đứng được cân bằng dưới tác dụng của các lực sau: (Hình 1.5)

+ \vec{P}_x : Tác dụng lên (ABCD) có diện tích là ω_x .

+ \vec{P}_z : Tác dụng lên (ADEF) có diện tích là ω_z .



Hình 1.5

+ \vec{P}_n : Tác dụng lên (BCEF) có diện tích là ω_n .

+ \vec{P}_y : Tác dụng lên (ABF) có diện tích là ω_y

+ \vec{P}'_y : Tác dụng lên (DCE) có diện tích là ω_y

\vec{G} Là trọng lượng bản thân của khối chất lỏng vô cùng bé tuy nhiên vì là khối lượng lăng trụ VCB nên ta có thể bỏ qua giá trị " G" khi viết các phương trình cân bằng. Phương trình cân bằng của khối trụ VCB theo 2 trục X và Z.

$$\sum X = P_x - P_n \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\sum Z = P_z - P_n \cdot \sin \alpha = 0$$

Trong đó α là góc giữa 2 mặt phẳng (ABCD) và (BCEF) hệ trên tương đương với :

$$P_x = P_n \cos \alpha \tag{1}$$

$$P_z = P_n \sin \alpha \tag{2}$$

Chia (1) cho ω_x ; (2) cho ω_z ta có hệ tương đương sau:

$$\frac{P_x}{\omega_x} = \frac{P_n \cdot \cos \alpha}{\omega_x} = \frac{P_n}{\frac{\omega_x}{\cos \alpha}} = \frac{P_n}{\omega_n} \tag{1'}$$

$$\frac{P_z}{\omega_z} = \frac{P_n \cdot \sin \alpha}{\omega_z} = \frac{P_n}{\frac{\omega_z}{\sin \alpha}} = \frac{P_n}{\omega_n} \tag{2'}$$

Hay viết gọn là :

$$\frac{P_x}{\omega_x} = \frac{P_x}{\omega_n}, \quad \frac{P_z}{\omega_z} = \frac{P_n}{\omega_n}$$

$$\rightarrow \frac{P_x}{\omega_x} = \frac{P_z}{\omega_z} = \frac{P_n}{\omega_n}$$

Khi các cạnh của khối lăng trụ $\rightarrow 0$ thì diện tích các mặt ω_x ; ω_z ; ω_n cũng $\rightarrow 0$. Vậy giới hạn của các tỷ số trên khi diện tích các mặt tiến dần tới không là :

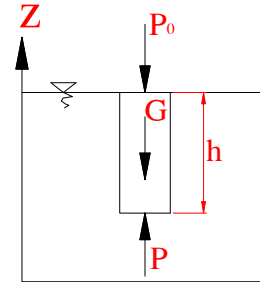
$$\lim_{\omega_x \rightarrow 0} \frac{P_x}{\omega_x} = \lim_{\omega_z \rightarrow 0} \frac{P_z}{\omega_z} = \lim_{\omega_n \rightarrow 0} \frac{P_n}{\omega_n}$$

$\leftrightarrow P_x = P_z = P_n$. Điều này cho phép chứng minh được tính chất: "Áp suất thủy tĩnh tại một điểm trong chất lỏng tĩnh có trị số bằng nhau theo mọi phương".

1.3. Công thức cơ bản của thủy tĩnh học

1.3.1. Công thức cơ bản

Ta xét khối chất lỏng ở trạng thái tĩnh. Tách trong khối đó ra một khối chất lỏng hình trụ có diện tích đáy VCB: $d\omega$; đáy trên hình trụ trùng với mặt thoáng, đáy dưới nằm ở độ sâu h . Vì diện tích đáy của trụ là VCB nên ta có thể xem áp suất tại mọi điểm trên đáy là như nhau. Đáy dưới có áp suất là P ; đáy trên có áp suất P_0 . (Hình 1.6). Khối chất lỏng hình trụ được cân bằng dưới các lực sau:



Hình 1.6

$P_0 = p_0 \cdot d\omega$ Tác dụng vào đáy trên, hướng từ trên xuống.

$P = p \cdot d\omega$ Tác dụng vào đáy dưới, hướng từ dưới lên.

$G = \gamma \cdot h \cdot d\omega$ Trọng lượng bản thân khối chất lỏng VCB hướng từ trên xuống.

Áp lực thủy tĩnh tác dụng vào mặt xung quanh của khối trụ có hướng vuông góc với trục Z

Ta tiến hành viết phương trình cân bằng của khối trụ đó với trục Z :

$$\sum Z = -P_0 \cdot d\omega - \gamma h \cdot d\omega + p d\omega = 0$$

$$\leftrightarrow P - p_0 - \gamma h = 0$$

$$\leftrightarrow P = p_0 + \gamma h \quad (1.1)$$

Đây là công thức cơ bản của thủy tĩnh học, nó cho phép ta tính được trị số của áp suất thủy tĩnh tại một điểm trong chất lỏng. Công thức này rất quan trọng, được áp dụng để giải quyết nhiều bài toán trong thực tế.

Một trong các hệ quả của công thức (1.1) là: "Trong khối chất lỏng tĩnh, tại các điểm có cùng một độ sâu thì cũng có cùng một trị số áp suất như nhau; tập hợp các điểm này tạo thành mặt phẳng và được gọi là mặt đẳng áp".

Nếu chất lỏng chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì các mặt đẳng áp là các mặt phẳng nằm ngang và song song nhau.

Ví dụ: Tìm áp suất tại điểm A trên tường chắn nước (Hình 1.7), biết điểm A sâu cách mặt nước 4 m. Trọng lượng riêng của nước: $\gamma_n = 9810 \text{ N/m}^3$. Áp suất trên mặt nước (áp suất khí quyển) là $P_a = 98100 \text{ N/m}^2$.

Giải: Ta tìm áp suất tại A theo công thức (1.1).

