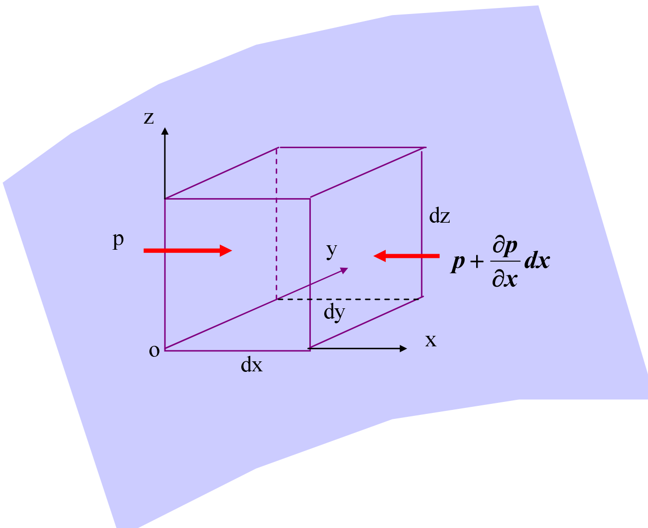
I. PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CHO CHẤT LỎNG LÝ TƯỞNG CHUYỂN ĐỘNG (P.Tr EULER)

Xét một khối hình hộp vi phân dxdydz trong khối chất lỏng lý tưởng chuyển động.

Tổng lực tác động trên khối hình hộp vi phân =>



$$\vec{F}-\frac{1}{\rho}\overrightarrow{grad}\,p=\vec{a}$$

$$\vec{F}-\frac{1}{\rho}\overrightarrow{grad}p=\frac{d\vec{u}}{dt}$$

Với : $\vec{F}$ lực khối đơn vị
p(x,y,z,t) : áp suất
u (x,y,z,t) : vận tốc

Nếu viết trên phương x thì :

$$\boxed{\vec{F}-\frac{1}{\rho}\overrightarrow{grad}\,p=\frac{d\vec{u}}{dt}}$$

$$F_x-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{du_x}{dt}$$

$$F_x-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{\partial u_x}{\partial x}\frac{dx}{dt}+\frac{\partial u_x}{\partial y}\frac{dy}{dt}+\frac{\partial u_x}{\partial z}\frac{dz}{dt}+\frac{\partial u_x}{\partial t}\frac{dt}{dt}$$

$$F_x-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}=u_x\frac{\partial u_x}{\partial x}+u_y\frac{\partial u_x}{\partial y}+u_z\frac{\partial u_x}{\partial z}+\frac{\partial u_x}{\partial t}$$

thêm vào vế phải $u_y\frac{\partial u_y}{\partial x}+u_z\frac{\partial u_z}{\partial x}-u_y\frac{\partial u_y}{\partial x}-u_z\frac{\partial u_z}{\partial x}$

sau khi biến đổi, ta có: $$F_x-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{u_x^2+u_y^2+u_z^2}{2}\right)+\left[u_z\left(\frac{\partial u_x}{\partial z}-\frac{\partial u_z}{\partial x}\right)-u_y\left(\frac{\partial u_y}{\partial x}-\frac{\partial u_x}{\partial y}\right)\right]+\frac{\partial u_x}{\partial t}$$

$$F_x-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{u^2}{2}\right)+\left[u_z2\omega_y-u_y2\omega_z\right]+\frac{\partial u_x}{\partial t}$$

Tương tự trên phương y $$F_y-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{u^2}{2}\right)+\left[u_x2\omega_z-u_z2\omega_x\right]+\frac{\partial u_y}{\partial t}$$

trên phương z $$F_z-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{u^2}{2}\right)+\left[u_y2\omega_x-u_x2\omega_y\right]+\frac{\partial u_z}{\partial t}$$

và viết dưới dạng vector

$$\boxed{\vec{F}-\frac{1}{\rho}\overrightarrow{grad}p=\frac{\partial\vec{u}}{\partial t}+\overrightarrow{grad}\frac{u^2}{2}+2\vec{\omega}\times\vec{u}}$$

pt Euler dạng Lam-Gromêko

II.TÍCH PHÂN PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG

Lực có thế: Lực khối đơn vị F là lực có thế khi có thể tìm được một hàm π(x,y,z) sao cho

$$\vec{F} = -\overrightarrow{grad}\,\pi$$

nghĩa là : $F_x = -\dfrac{\partial \pi}{\partial x}$ $\quad F_y = -\dfrac{\partial \pi}{\partial y}$ $\quad F_z = -\dfrac{\partial \pi}{\partial z}$

và π(x,y,z) được gọi là hàm thế

Thí dụ : Lực khối đơn vị là trọng lực là một lực có thế với : π(x,y,z) = gz

Hàm áp suất: Π(x,y,z) gọi là hàm áp suất khi

$$\overrightarrow{grad}\,\Pi = \frac{1}{\rho}\overrightarrow{grad}\,p$$

$$\Pi = \int \frac{dp}{\rho} + C$$

Nếu chất lỏng không nén được: ρ = const thì : $\Pi = \dfrac{1}{\rho}\displaystyle\int dp + C$ $\qquad \Pi = \dfrac{p}{\rho} + C$

Thay vào phương trình Lamb Gromêkô :

$$\vec{F} - \frac{1}{\rho}\overrightarrow{grad}p = \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \overrightarrow{grad}\frac{u^2}{2} + 2\vec{\varpi}x\vec{u} \longrightarrow -\overrightarrow{grad}\left(\pi + \Pi + \frac{u^2}{2}\right) = \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + 2\vec{\varpi}x\vec{u}$$

1. Trường hợp chuyển động không quay (chuyển động thế):

Chuyển động không quay $\quad \vec{\varpi} = 0$

Một chuyển động không quay luôn luôn tìm được một hàm thế vận tốc φ(x,y,z,t) sao cho:

$$\vec{u} = \overrightarrow{grad}\varphi$$

$$-\overrightarrow{grad}\left(\pi + \Pi + \frac{u^2}{2}\right) = \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + 2\vec{\varpi}x\vec{u} \longrightarrow -\overrightarrow{grad}\left(\pi + \Pi + \frac{u^2}{2}\right) = \frac{\partial}{\partial t}\left(\overrightarrow{grad}\varphi\right)$$

$$-\overrightarrow{grad}\left(\pi + \Pi + \frac{u^2}{2}\right) = \overrightarrow{grad}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right)$$

$$-\overrightarrow{grad}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \pi + \Pi + \frac{u^2}{2}\right) = 0$$

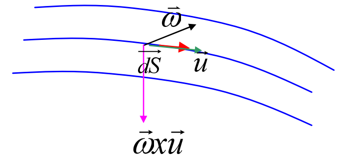
$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \pi + \Pi + \frac{u^2}{2} = C$$

chuyển động ổn định, không nén được và chỉ chịu ảnh hưởng duy nhất là trọng lực

$$gz + \frac{p}{\rho} + \frac{u^2}{2} = C$$

2. Chuyển động ổn định, tích phân dọc theo đường dòng:

Chuyển động ổn định : $\frac{\partial \vec{u}}{\partial t}=0$



$$-\overrightarrow{grad}\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right)=2\vec{\varpi}x\vec{u}$$

Nhân (4.11) hai vế cho $\vec{ds}$ $$-\overrightarrow{grad}\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right).\vec{ds}=2\vec{\varpi}x\vec{u}.\vec{ds}$$

mà trên đường dòng $\vec{\varpi}\times\vec{u} \perp \vec{ds}$

$$\overrightarrow{grad}\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right).\vec{ds}=0 \qquad d\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right)\Bigg|_{\vec{ds}}=0$$

$$\boxed{\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}=C}$$

Nếu chất lỏng không nén được và chỉ chịu ảnh hưởng duy nhất là trọng lực thì thay (4.12) cho ***trên một đường dòng*** *là*

$$\boxed{gz+\frac{p}{\rho}+\frac{u^2}{2}=C}$$

3. Chuyển động ổn định tích phân dọc theo đường xoáy:

Đường xoáy là cong đi qua các điểm có vector vận tốc xoáy là tiếp tuyến.

Tương tự như trên đường dòng, nhân 2 vế $\vec{ds}$,$\vec{ds}$ là một vector vi phân trên đường xoáy

$$-\overrightarrow{grad}\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right).\vec{ds}=2\vec{\varpi}x\vec{u}.\vec{ds}$$

mà trên đường xoáy $\vec{ds} \perp \vec{\varpi}x\vec{u}$

$$\overrightarrow{grad}\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right).\vec{ds}=0 \longrightarrow d\left(\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}\right)\Bigg|_{\vec{ds}}=0$$

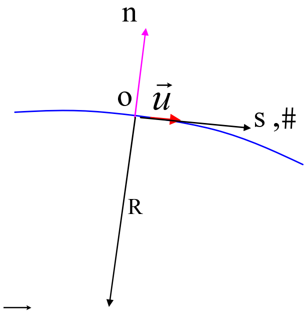
$$\pi+\Pi+\frac{u^2}{2}=C$$

Nếu chất lỏng không nén được và chỉ chịu ảnh hưởng duy nhất là trọng lực thì thay (4.12) cho ***trên một đường xoáy*** *là*

$$\boxed{gz+\frac{p}{\rho}+\frac{u^2}{2}=C}$$

4. Chuyển động ổn định, tích phân theo phương pháp tuyến với đường dòng

$\vec{\tau}$, $\vec{n}$ Vector đơn vị trên phương s và n



Ta có : $\vec{u} = u.\vec{\tau}$ → $\frac{d\vec{u}}{dt} = \vec{\tau}.\frac{du}{dt} + u\frac{d\vec{\tau}}{dt}$

$$\frac{d\vec{u}}{dt} = \vec{\tau}.\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial s}\right) + u\frac{u}{R}\vec{n}$$

Thay vào pt Euler: $-\overrightarrow{grad}(\pi + \Pi) = \vec{\tau}.\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial s}\right) + u\frac{u}{R}\vec{n}$

Nhân 2 vế cho $\overrightarrow{dn}$ $-\left[\overrightarrow{grad}(\pi + \Pi)\right]\overrightarrow{dn} = \left[\vec{\tau}.\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial s}\right) + u\frac{u}{R}\vec{n}\right].\overrightarrow{dn}$

$$-\frac{\partial(\pi + \Pi)}{\partial n}.dn = \frac{u^2}{R}.dn \quad \longrightarrow \quad \boxed{\frac{\partial}{\partial n}(\pi + \Pi) = -\frac{u^2}{R}}$$

Nếu chất lỏng chuyển động ổn định, không nén được và chỉ chịu ảnh hưởng duy nhất là trọng lực thì cho ***trên phương pháp tuyến của đường dòng*** *là*

$$\frac{\partial}{\partial n}\left(gz + \frac{p}{\rho}\right) = -\frac{u^2}{R}$$

khi những đường dòng thẳng song song thì R → ∞ hay $\frac{\partial}{\partial n}\left(gz + \frac{p}{\rho}\right) = 0$ → $\boxed{gz + \frac{p}{\rho} = C}$

áp suất phân bố theo qui luật thủy tĩnh trên phương thẳng góc với đường dòng

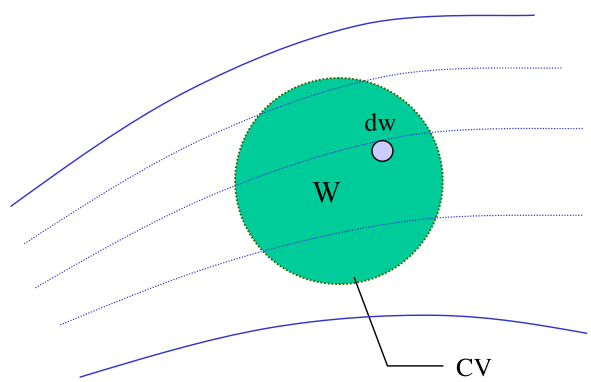
III. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG

Xét thể tích kiểm soát W, bao quanh diện tích A.

Đại lượng nghiên cứu là năng lượng

X = E

$$X = \iiint_W \kappa \rho dW$$



Năng lượng đơn vị

$\kappa = u^2/2 + gz$ (động năng + thế năng)

$$E = \iiint_W \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)\rho dW$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\partial}{\partial t}\iiint_W \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)dW + \oiint_A \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA$$

Theo định luật I nhiệt động lực học, ***<u>sự biến thiên năng lương trong một hệ thống của các phần tử chất lỏng trong một đơn vị thời gian (dE/dt) , bằng công suất cung cấp cho hệ thống cộng với nhiệt lượng thêm vào hệ thống trong một đơn vị thời gian</u>***

$$\frac{dE}{dt} = P + \frac{d\tilde{Q}}{dt}$$

Không có sự trao đổi nhiệt → $\frac{dE}{dt} = P + \cancel{\frac{d\tilde{Q}}{dt}}$

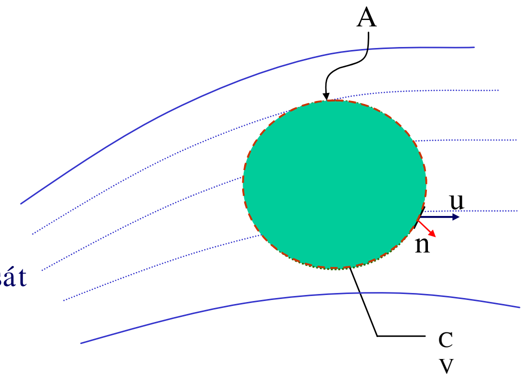
P: công suất cung cấp cho hệ thống, $\frac{d\tilde{Q}}{dt}$ nhiệt lượng thêm vào trong 1 đơn vị thời gian

Không có sự trao đổi nhiệt $\longrightarrow \quad \dfrac{dE}{dt} = P$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\partial}{\partial t}\iiint_W \left(\frac{u^2}{2} + gz\right) + \oiint_A \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA$$

P do lực tác dụng trên diện tích A bao quanh thể tích kiểm soát gồm

- $-p\,\vec{n}$ áp suất
- $\vec{\tau}$ Ứng suất do ma sát



$$P = \oiint_A (-p\vec{n}dA)\vec{u} + \oiint_A (\vec{\tau})\vec{u}dA$$

Thay vào:

$$\frac{\partial}{\partial t}\iiint_W \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)dW + \oiint_A \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA = \oiint_A (-p\vec{n}dA)\vec{u} + \oiint_A (\vec{\tau})\vec{u}dA$$

sắp xếp lại, -- > Phương trình năng lượng dạng tổng quát :

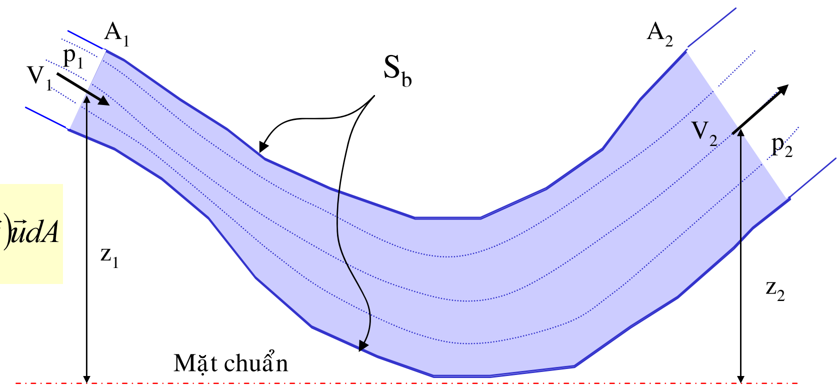
$$\frac{\partial}{\partial t}\iiint_W \left(\frac{u^2}{2} + gz\right)dW + \oiint_A \left(\frac{u^2}{2} + \frac{p}{\rho} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA = \oiint_A (\vec{\tau})\vec{u}dA$$

Chuyển động **ổn định**: $\longrightarrow$

$$\oiint_A \left(\frac{u^2}{2} + \frac{p}{\rho} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA = \oiint_A (\vec{\tau})\vec{u}dA$$

Trường hợp chọn thể tích kiểm soát là một đoạn dòng chảy tại mặt cắt A_1 và A_2 có đường dòng song song :

$$\oiint_A \left(\frac{u^2}{2} + \frac{p}{\rho} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA = \oiint_A (\vec{\tau})\vec{u}dA$$



$$\iint_{A1}\left(\frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA + \iint_{A2}\left(\frac{u_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + gz_2\right)\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA + \iint_{Sb}\left(\frac{u^2}{2} + \frac{p}{\rho} + gz\right)\rho\vec{u}\vec{n}dA = \oiint_A (\vec{\tau})\vec{u}dA$$

$$\iint_{A1}\left(\frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1\right)\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA = \iint_{A1}\frac{u_1^2}{2}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA + \iint_{A1}\left(\frac{p_1}{\rho_1} + gz_1\right)\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA$$

$$\iint_{A1}\left(\frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1\right)\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA = \iint_{A1}\frac{u_1^2}{2}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA + \left(\frac{p_1}{\rho_1} + gz_1\right)\iint_{A1}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA$$

Hằng số $\longleftarrow$ Đường dòng thẳng song song

$$\iint_{A1}\left(\frac{u_1^2}{2}+\frac{p_1}{\rho_1}+gz_1\right)\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA=\iint_{A1}\frac{u_1^2}{2}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA+\left(\frac{p_1}{\rho_1}+gz_1\right)\iint_{A1}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA$$

$$=\alpha_1\frac{V_1^2}{2}\iint_{A1}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA+\left(\frac{p_1}{\rho_1}+gz_1\right)\iint_{A1}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA$$

$$=-\left(\alpha_1\frac{V_1^2}{2}+\frac{p_1}{\rho_1}+gz_1\right)\rho_1 Q_1$$

Tương tự tại mặt cắt A_2 cũng có

$$\iint_{A2}\left(\frac{u_2^2}{2}+\frac{p_2}{\rho_1}+gz_2\right)\rho_2\vec{u}_2\vec{n}dA=\left(\alpha_2\frac{V_2^2}{2}+\frac{p_2}{\rho_2}+gz_2\right)\rho_2 Q_2$$

Trong đó α_1 , α_2 được gọi là hệ số sửa chữa (hiệu chỉnh) động năng : →

$$\iint_{A1}\frac{u_1^2}{2}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA=\alpha_1\frac{V_1^2}{2}\iint_{A1}\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA$$

$$\alpha_1=\frac{1}{A_1}\iint_{A1}\frac{u_1^3}{V_1^3}dA$$

Đối với dòng chảy rối : $\alpha \approx 1$

Đối với dòng chảy tầng : $\alpha > 1$

Thay vào phương trình năng lượng:

$$\iint_{A1}\left(\frac{u_1^2}{2}+\frac{p_1}{\rho_1}+gz_1\right)\rho_1\vec{u}_1\vec{n}dA+\iint_{A2}\left(\frac{u_2^2}{2}+\frac{p_2}{\rho_2}+gz_2\right)\rho_2\vec{u}_2\vec{n}dA=\oiint_A(\vec{\tau})\vec{u}dA$$

$$-\left(\alpha_1\frac{V_1^2}{2}+\frac{p_1}{\rho_1}+gz_1\right)\rho_1 Q_1+\left(\alpha_2\frac{V_2^2}{2}+\frac{p_2}{\rho_2}+gz_2\right)\rho_2 Q_2=\oiint_A\vec{\tau}\vec{u}dA$$

Xem chất lỏng không nén ($\rho_1 = \rho_2 = \rho$) và $Q_1 = Q_2 = Q$. Chia 2 vế cho $\rho g Q$ và chú ý $\rho g = \gamma$

$$\alpha_1\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\alpha_2\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2-\frac{\oiint\vec{\tau}\vec{u}dA}{\gamma Q}$$

Đặt : $h_{f1-2}=-\dfrac{\oiint_A\vec{\tau}\vec{u}dA}{\gamma Q}$

Gọi h_{f1-2} là tổn thất năng lượng trong dòng chảy

$$\alpha_1\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\alpha_2\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2+h_{f1-2}$$

→ Phương trình năng lượng cho trường hợp

(i) Chuyển động ổn định, (ii) Không trao đổi nhiệt, (iii) Tại mặt A_1 , A_2 đường dòng thẳng song song, (iv) Chất lỏng không nén và (v) Lưu lượng tại mặt cắt A_1 và A_2 bằng nhau.

Ý nghĩa các số hạng: $$\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{f1-2}$$

$\alpha \dfrac{V^2}{2g}$ Động năng của một đơn vị trọng lượng chất lỏng.

$\dfrac{p}{\gamma}$ Áp năng của một đơn vị trọng lượng chất lỏng.

Z Vị năng của một đơn vị trọng lượng chất lỏng

$\dfrac{p}{\gamma} + z$ Thế năng (cột nước đo áp)

$H = \alpha \dfrac{V^2}{2g} + \dfrac{p}{\gamma} + z$ Năng lượng của dòng chảy tính trên một đơn vị trọng lượng chất lỏng (Cột nước năng lượng , m)

$P = \gamma Q H$ Năng lượng toàn dòng tại một mặt cắt trong một đơn vị thời gian (Công suất của dòng chảy, Watt)

Phương trình năng lượng khi có máy bơm hoặc tua bin:

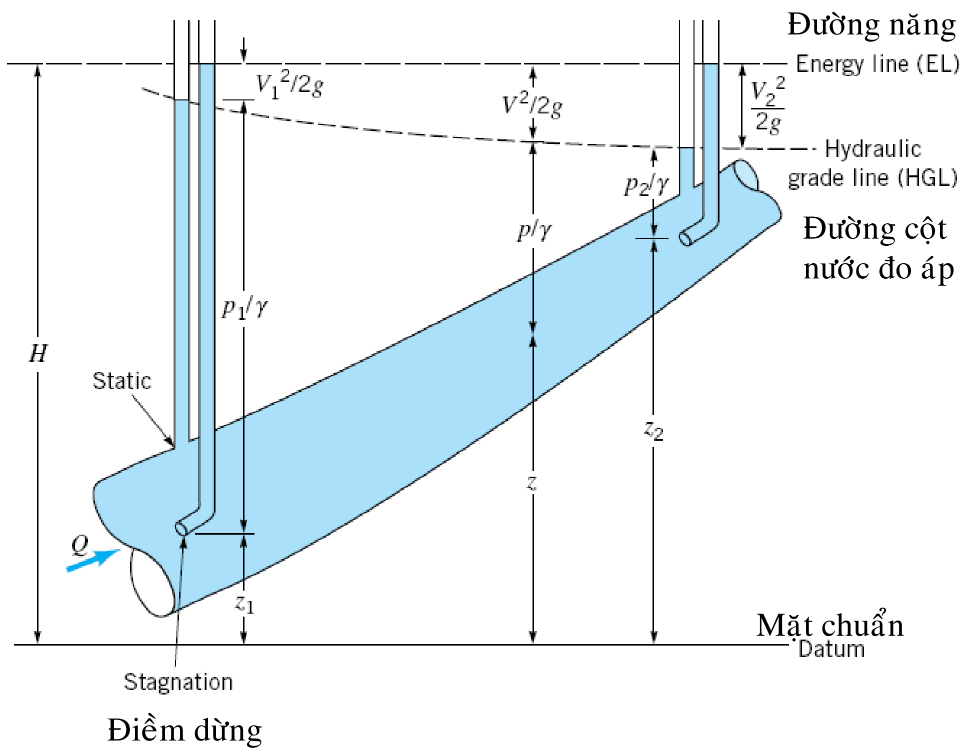
$$\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 \ +H_B \ -H_T = \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + h_{f1-2}$$

H_B Năng lượng máy bơm cung cấp cho một đơn vị trọng lượng chất lỏng (m) $P = \gamma Q H_B$ (watt)

H_T Năng lượng tua bin lấy từ một đơn vị trọng lượng chất lỏng (m) $P = \gamma Q H_T$ (watt)

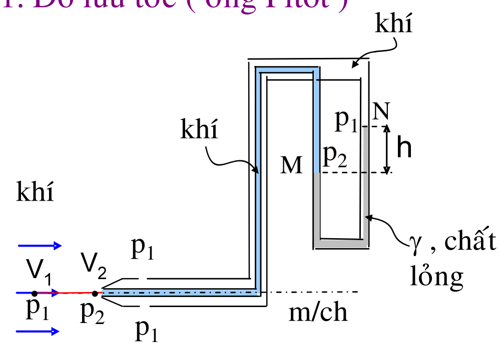
Đường năng và đường cột nước đo áp (chất lỏng lý tưởng)

$H = \alpha \dfrac{V^2}{2g} + \dfrac{p}{\gamma} + z$ → Đường năng $\qquad H_p = \dfrac{p}{\gamma} + z$ → đường cột nước đo áp



IV. ỨNG DỤNG PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG

1. Đo lưu tốc (ống Pitot)



Ống Pitot

Áp dụng phương trình Bernoulli cho điểm 1 và 2, xem lưu chất lý tưởng

$$\frac{V_1^2}{2}+\frac{p_1}{\rho_k}+\cancel{gz_1}=\cancel{\frac{V_2^2}{2}}+\frac{p_2}{\rho_k}+\cancel{gz_2}$$

$$\frac{V_1^2}{2}=\frac{p_2}{\rho_k}-\frac{p_1}{\rho_k}=\frac{1}{\rho_k}(p_2-p_1)$$

Áp dụng tính chất áp suất tĩnh học tuyệt đối

$$p_1+\rho_k g z_1 = p_N+\rho_k g z_N$$

$$p_2+\rho_k g z_2 = p_M+\rho_k g z_M$$

Suy ra

$$p_2-p_2=p_M-p_N+(\rho_k g z_M-\rho_k g z_N)$$

$$p_2-p_2=\rho g h-(\rho_k g h)$$

$$p_2-p_2=(\rho-\rho_k)gh$$

Thay vào trên $\frac{V_1^2}{2}=\frac{1}{\rho_k}[(\rho-\rho_k)gh]=(\frac{\rho}{\rho_k}-1)gh \rightarrow V_1=\sqrt{\left(\frac{\rho}{\rho_k}-1\right)2gh}$

$$V_1=\sqrt{\left(\frac{\rho}{\rho_k}-1\right)2gh}$$

Thông thường $\rho_k << \rho$ nên $\rho/\rho_k >> 1$ nên

$$V_1=\sqrt{\frac{\rho}{\rho_k}2gh}$$

Để xét đến ảnh hưởng của sự ma sát của dòng khí, hệ số C_I được thêm vào để điều chỉnh vận tốc tính bằng công thức trên

$$V_1=C_I\sqrt{\frac{\rho}{\rho_k}2gh}$$

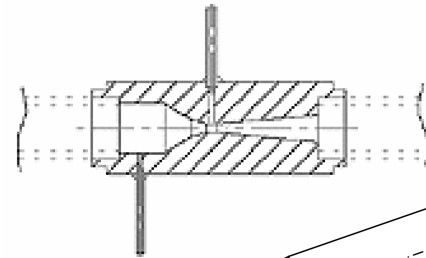
Ống Pitot được lắp trên máy bay để đo vận tốc của máy bay

C_I : Hệ số ống Pitot
$C_I > 1$, Nếu chất lỏng lý tưởng $C_I = 1$

Hãy giải thích tại sao $C_I > 1$ khi xét đến sự ma sát của dòng khí ?

2. Đo lưu lượng (ống Ventury)

Áp dụng phương trình năng lượng giữa 2 mặt cắt 1-1 và 2-2



$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2+h_{f1-2}$$

$$\frac{Q^2}{2gA_1^2}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{Q^2}{2gA_2^2}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2+h_{f1-2}$$

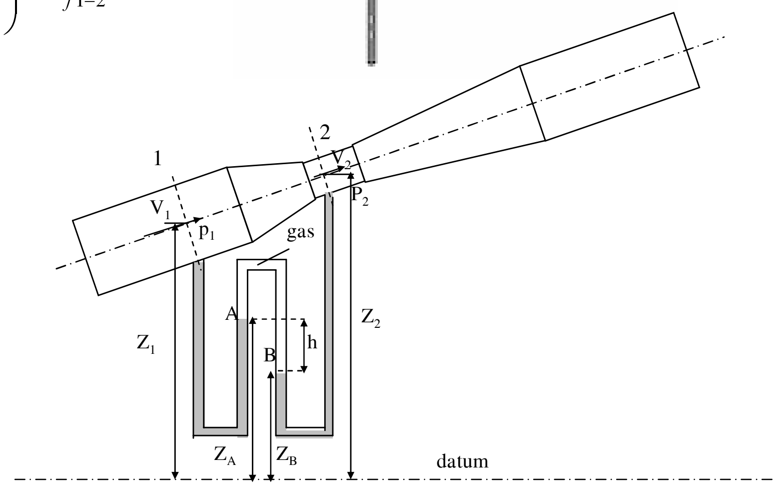
$$\frac{Q^2}{2gA_2^2}-\frac{Q^2}{2gA_1^2}=\left(\frac{p_1}{\gamma}+z_1\right)-\left(\frac{p_2}{\gamma}+z_2\right)-h_{f1-2}$$

$$\frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{A_2^2}-\frac{1}{A_1^2}\right)=h-h_{f1-2}$$

$$Q=\frac{A_2}{\sqrt{1-(D_2-D_1)^4}}\sqrt{2g(h-h_{f1-2})}$$

$$Q=C\frac{A_2}{\sqrt{1-(D_2/D_1)^4}}\sqrt{2gh}$$

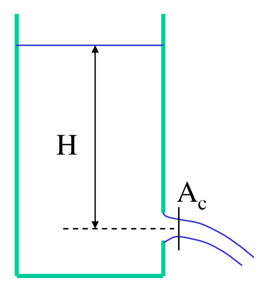
(C<1 : hệ số ống Ventury)



3. Xác định lưu lượng qua một lỗ

Vận tốc qua lỗ tại mặt cắt co hẹp : $V=C_v\sqrt{2gH}$

Lưu lượng qua lỗ : $Q=C_DA\sqrt{2gH}$



Với C_v hệ số lưu tốc

$C_D = \varepsilon . C_v$ hệ số lưu lượng (ε : hệ số co hẹp)

4. Xác định công suất của một máy bơm

Công suất cung cấp cho dòng chảy $P=\gamma QH_b$

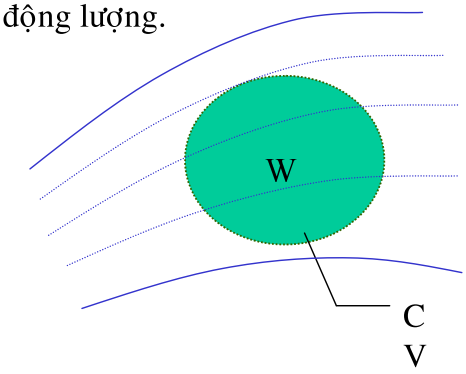
Công suất của máy bơm $P_b=\gamma QH_b/\eta$

η : hiệu suất máy bơm (%)

Cải tiến máy bơm ly tâm

V. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LƯỢNG :

Đại lượng nghiên cứu trong thể tích kiểm soát là động lượng.



Động lượng đơn vị : $\vec{\kappa} = \vec{u}$

Động lượng trong thể tích kiểm soát là

$$K = \iiint_W \vec{\kappa}\rho dW = \iiint_W \rho\vec{u} dW$$

Ap dụng định luật về động lượng:

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \sum \vec{F}$$

$$\frac{d}{dt}\iiint_w \rho\vec{u} dW = \sum \vec{F}$$

hay

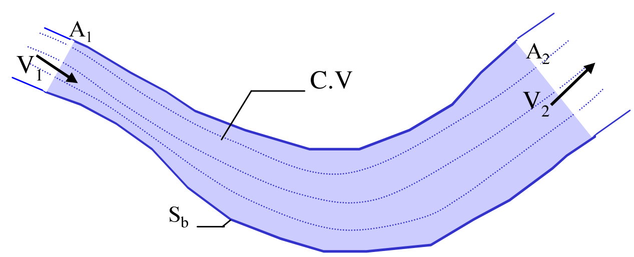
$$\frac{\partial}{\partial t}\iiint_w \rho\vec{u} dW + \oiint_A \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA = \sum \vec{F}$$

Phương trình động lượng

$$\boxed{\iiint_w \frac{\partial(\rho\vec{u})}{\partial t} dW + \oiint_A \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA = \sum \vec{F}}$$

Xét một chuyển động

- Chuyển động ổn định
- Không nén được
- Thể tích kiểm soát là một đoạn dòng chảy:



$$\boxed{\cancel{\iiint_w \frac{\partial(\rho\vec{u})}{\partial t} dW} + \oiint_A \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA = \sum \vec{F}}$$

$$\iint_{A1} \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA + \iint_{A2} \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA + \cancel{\iint_{Sb} \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA} = \sum \vec{F} \rightarrow \iint_{A1} \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA + \iint_{A2} \rho\vec{u}(\vec{u}\vec{n})dA = \sum \vec{F}$$

α_{o1} , α_{o2} là hệ số sửa chữa động lượng

$$\alpha_o = \frac{\iint_A \rho u^2 dA}{\rho V^2 A} = \frac{\iint_A u^2 dA}{V^2 A}$$

Với chuyển động tầng trong ống : α_o = 4/3
và rối thì α_o = 1,02 -1,05

$$\rho\alpha_{o1}\vec{V}_1 \iint_{A1} (\vec{u}\vec{n})dA + \rho\alpha_{o2}\vec{V}_2 \iint_{A2} (\vec{u}\vec{n})dA = \sum \vec{F}$$

$$\rho\alpha_{o1}\vec{V}_1(-Q_1) + \rho\alpha_{o2}\vec{V}_2(Q_2) = \sum \vec{F}$$

$$\boxed{\rho\alpha_{o2}Q_2\vec{V}_2 - \rho\alpha_{o1}Q_1\vec{V}_1 = \sum \vec{F}}$$

ĐL ra | ĐL vào | Tổng lực

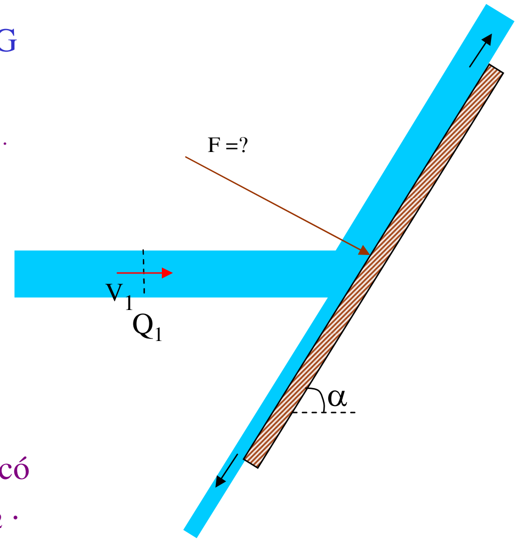
$\sum \vec{F}_m$ (Lực khối :Trọng lượng,...)

$\sum \vec{F}_S$ (Lực mặt :Ap lực, lực ma sát, ..)

Nếu $Q_1 = Q_2 = Q$ $\quad \rho\alpha_{o2}Q_2\vec{V}_2 - \rho\alpha_{o1}Q_1\vec{V}_1 = \sum\vec{F}$ $\longrightarrow$ $\rho Q(\alpha_{o2}\vec{V}_2 - \alpha_{o1}\vec{V}_1) = \sum\vec{F}$

VI.ỨNG DỤNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LƯỢNG

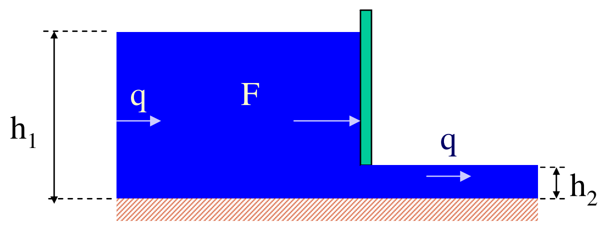
1. Lực của tia nước tác dụng trên một tấm phẳng nghiêng góc α, vận tốc và lưu lượng đến V_1 và Q_1. Xem trọng lượng tia nước không đáng kể



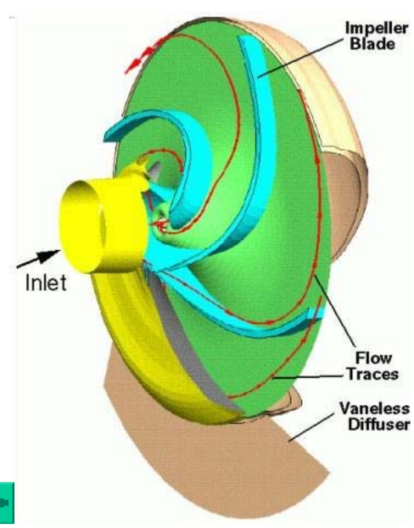
$$F = \rho\, Q_1\, V_1 \sin\alpha$$

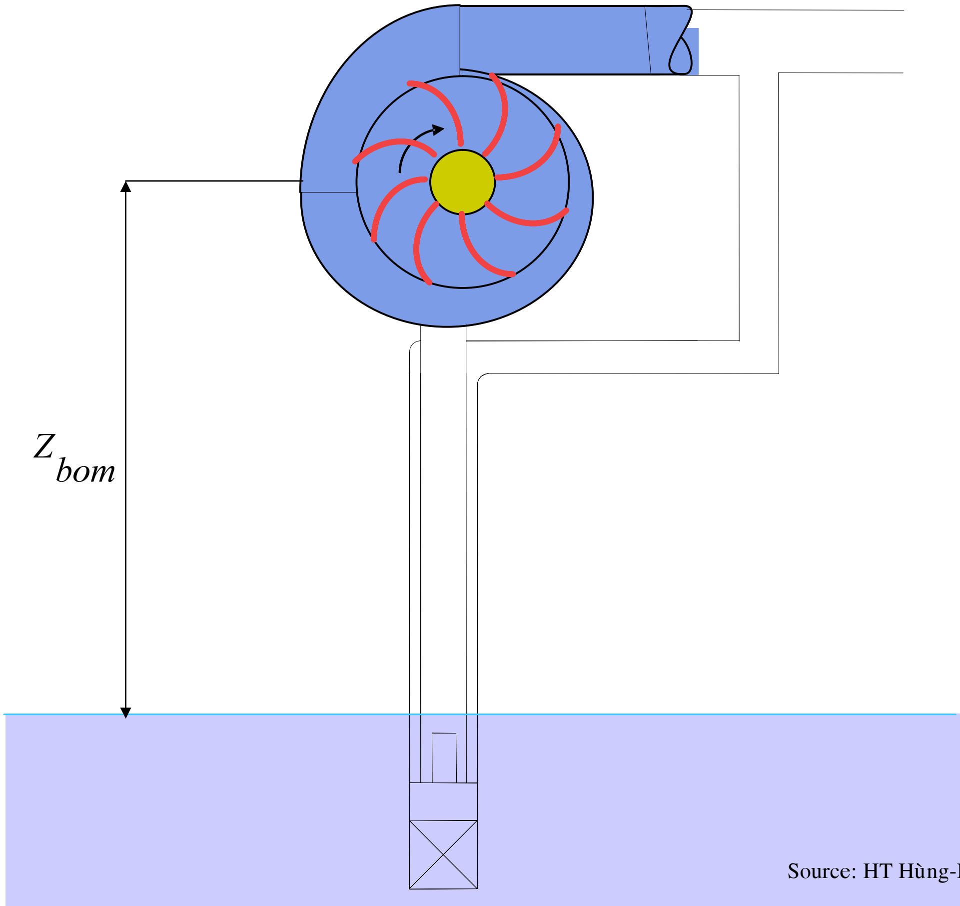
2. Lực của dòng chảy tác dụng lên một tấm chắn có bề rộng bằng 1 đơn vị, lưu lượng q và độ sâu h_1, h_2 . Bỏ qua ma sát đáy

$$F = \frac{\gamma}{2}\left(h_1^2 - h_2^2\right) - \rho q\left(\frac{q}{h_2} - \frac{q}{h_1}\right)$$



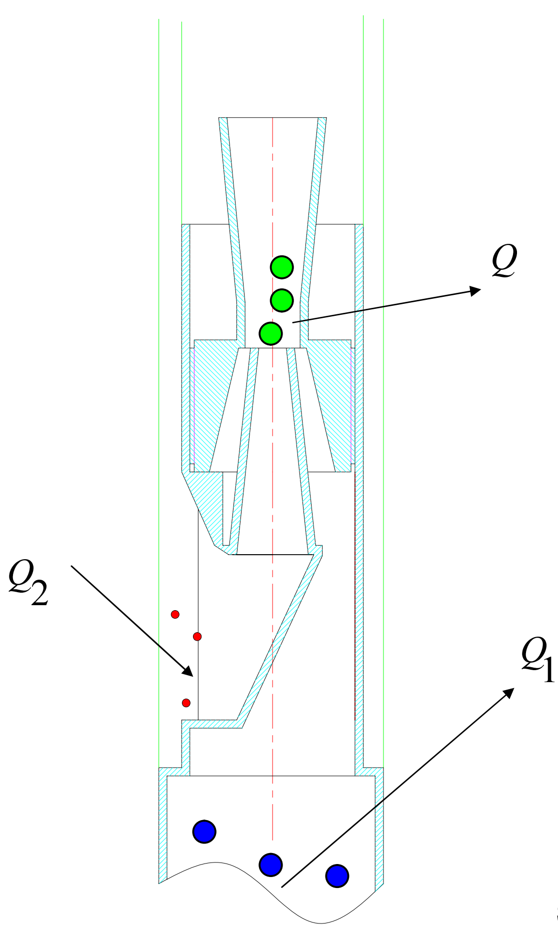
Máy bơm ly tâm



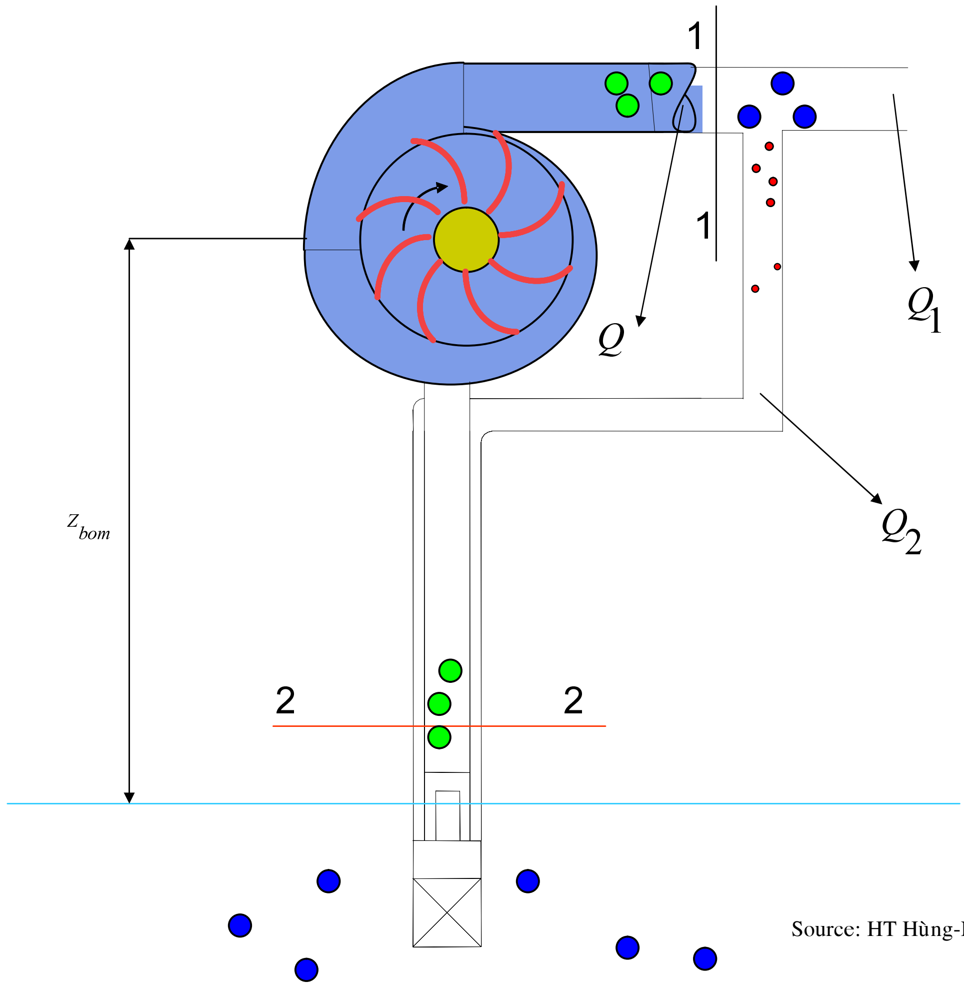


Cấu tạo bộ phận cải tiến máy bơm ly tâm có thể hút sâu

Source: HT Hùng-NHD Kha-NT Hải-LH Dương



Source: HT Hùng-NHD Kha-NT Hải-LH Dương



Source: HT Hùng-NHD Kha-NT Hải-LH Dương