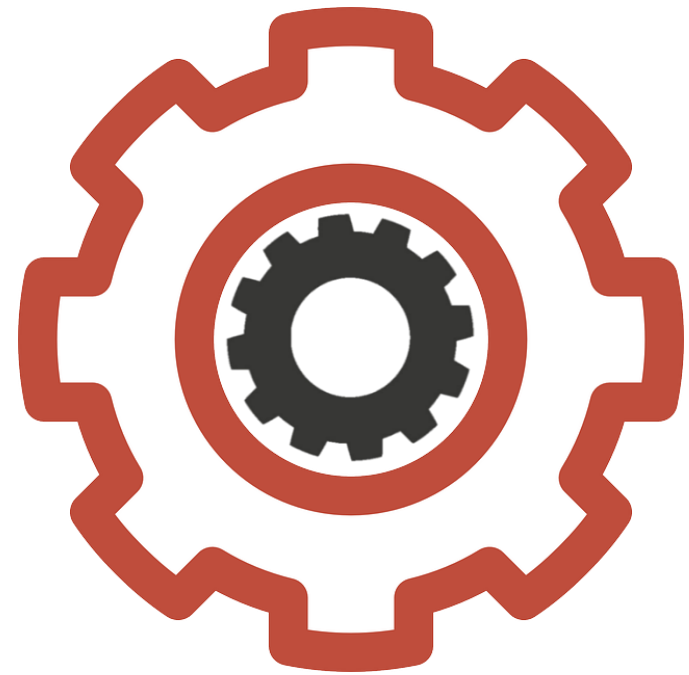


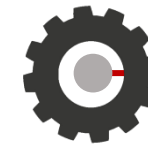


สมการการไหลต่อเนื่อง (Equation of Continuity)





ทฤษฎีการไหลของของไหล ทำให้ทราบถึงลักษณะของการไหล กล่าวคือ ไหลแบบราบเรียบ ไหลแบบปั่นป่วน ไหลแบบทิศทางเดียว และไหลแบบหลายทิศทาง ในการไหลของของไหล เราสามารถหาอัตราการไหลของของไหลและกฎของมวลที่ใช้หาสมการการไหลต่อเนื่อง เพื่อใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของของไหล



1. ทฤษฎีการไหลของของไหล
2. อัตราการไหล
3. ความเร็วเฉลี่ย
4. กฎของมวล
5. สมการการไหลต่อเนื่อง



1. แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการไหลของของไหล
2. คำนวณสมการของการไหลต่อเนื่อง



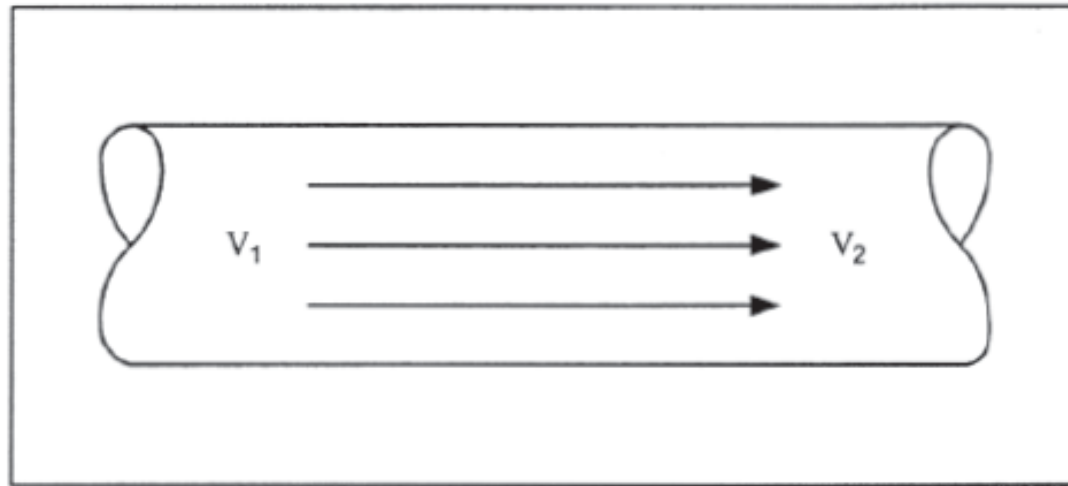
1. อธิบายทฤษฎีของการไหลของของไหลได้ถูกต้อง
2. อธิบายคำจำกัดความของอัตราการไหลได้ถูกต้อง
3. อธิบายคำจำกัดความกฎของมวลได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาอัตราการไหลของของไหลได้ถูกต้อง
5. คำนวณหาความเร็วของของไหลได้ถูกต้อง

ทฤษฎีการไหลของของไหล (Theory of Fluid Flow)

การไหลของของไหลแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ความเร็วของการไหลของของไหล มี 2 อย่าง คือ

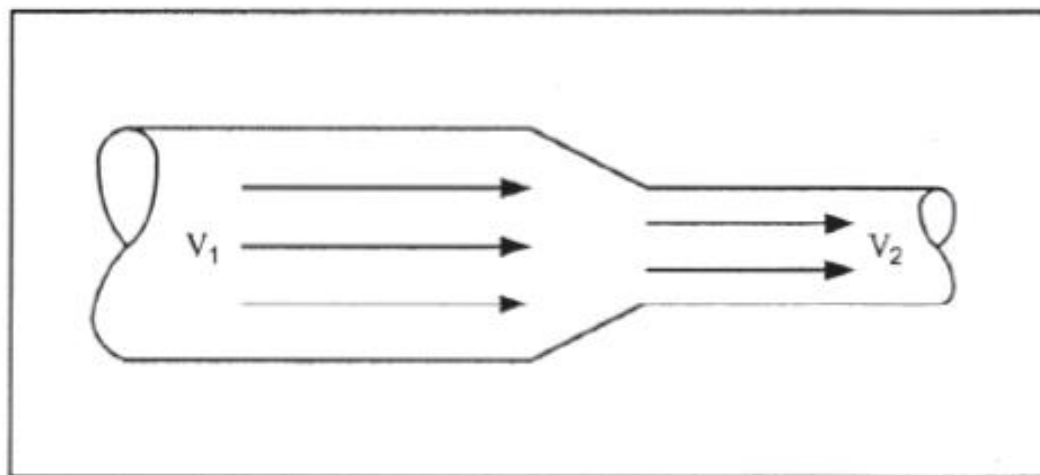
1.1 ไหลแบบสม่ำเสมอ (Steady Flow) หมายถึง การไหลของของไหลที่ผ่านจุดที่ต้องการวัดด้วยความเร็วคงที่
ความเร็วที่จุด 1 เท่ากับความเร็วที่จุด 2



ทฤษฎีการไหลของของไหล

(Theory of Fluid Flow)

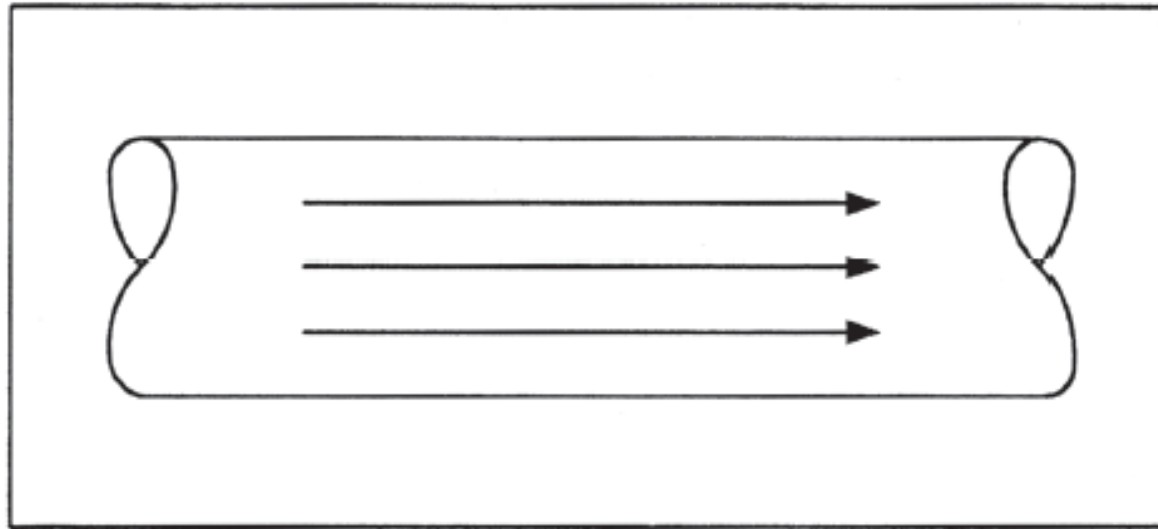
1.2 ไหลแบบสม่ำเสมอ (Unsteady Flow) หมายถึง การไหลของของไหลที่ชนิดที่ความเร็วในการไหล ณ จุดใด ๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือขาดช่วง ความเร็วที่จุด 1 ไม่เท่ากับความเร็วที่จุด 2



ทฤษฎีการไหลของของไหล (Theory of Fluid Flow)

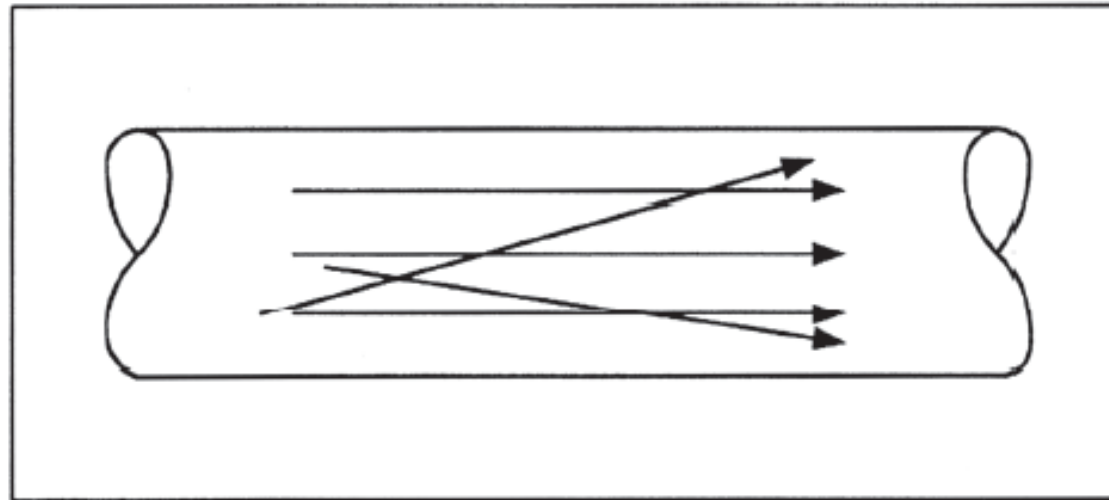
2. พื้นที่ของการไหลของของไหล มี 2 อย่าง คือ

2.1 **พื้นไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow)** หมายถึง การไหลของของไหลเคลื่อนที่ตามกันไปเป็นแผ่นหรือเป็นชั้นเรียบๆ โดยที่แผ่นหนึ่งเลื่อนเรียบเหนือแผ่นอื่น



ทฤษฎีการไหลของของไหล (Theory of Fluid Flow)

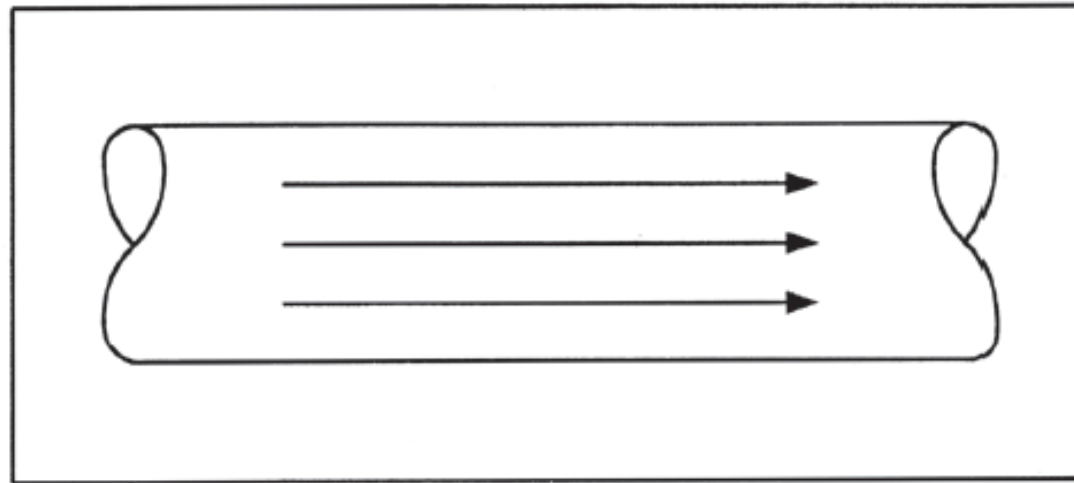
2.2 **พื้นไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow)** หมายถึง การไหลของของไหลเคลื่อนที่ไปในทิศทางไม่แน่นอน มีการเคลื่อนที่ขึ้นลง หมุนวนจากส่วนหนึ่งของของไหลไปยังส่วนอื่น



ทฤษฎีการไหลของของไหล (Theory of Fluid Flow)

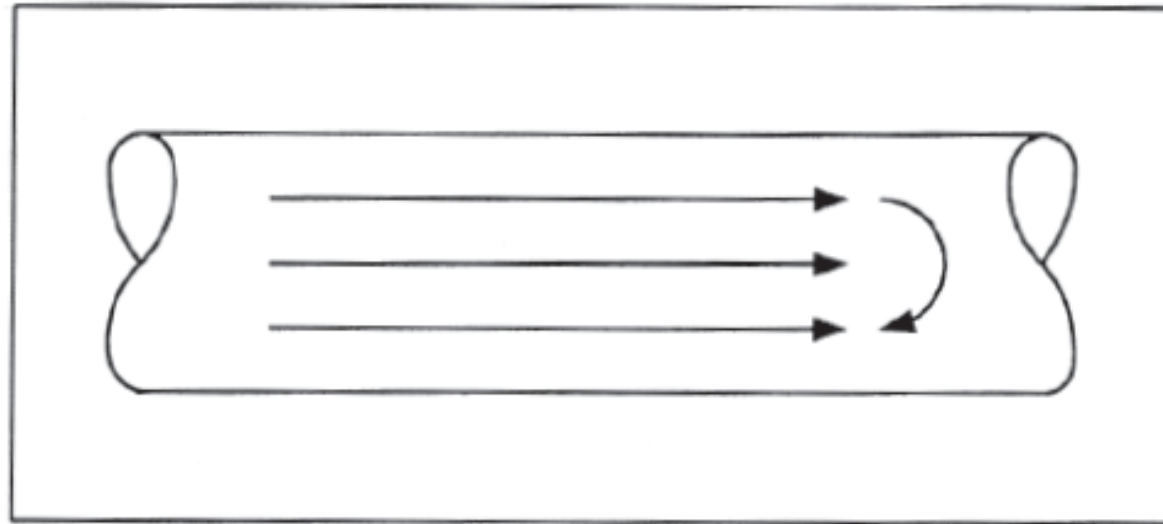
3. ทิศทางของการไหล มี 3 อย่าง คือ

3.1 การไหลทิศทางเดียว หมายถึง มีการไหลของของไหลในทิศทางเดียว



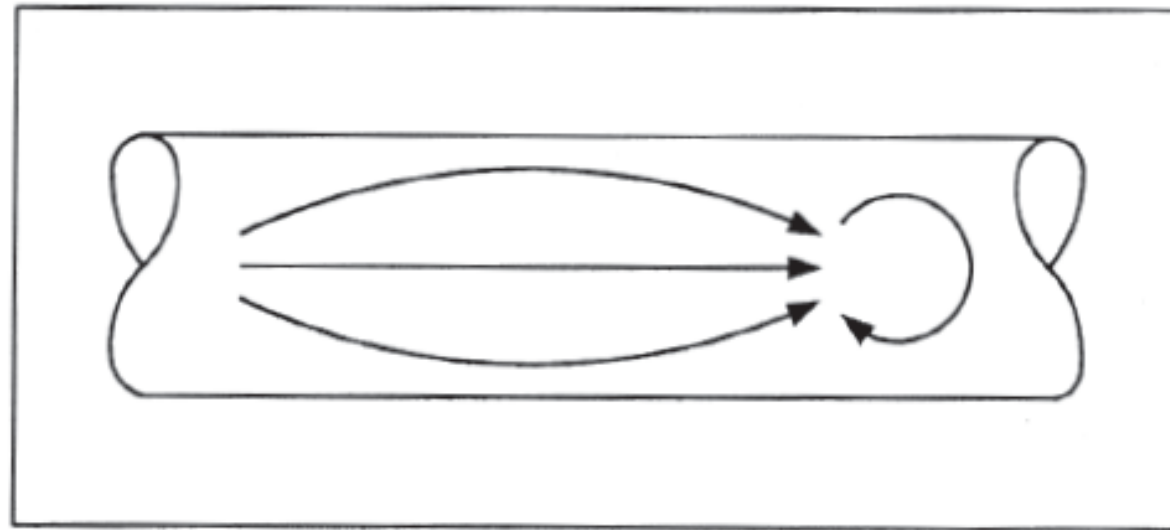
ทฤษฎีการไหลของของไหล (Theory of Fluid Flow)

3.2 การไหลสองทิศทาง หมายถึง มีการไหลของของไหลสองทิศทาง



ทฤษฎีการไหลของของไหล (Theory of Fluid Flow)

3.3 การไหลสามทิศทาง หมายถึง มีการไหลของของไหลสามทิศทาง



อัตราการไหล (Flow Rate)

อัตราการไหล หมายถึง ปริมาตรการไหลที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดที่กำหนดไว้ในหนึ่งหน่วยเวลา

$$Q = \frac{V}{T}$$

... 7.1

โดย

Q = อัตราการไหลของของไหล (m^3/s)

V = ปริมาตรของการไหล (m^3)

T = เวลาเป็นวินาที (s)

อัตราการไหล (Flow Rate)

อัตราการไหล นอกจากจะหาได้จากสูตร $\frac{V}{T}$ แล้ว ยังสามารถหาได้จากอัตราการไหลของของไหลต่อน้ำหนักจำเพาะของของไหล

$$Q = \frac{W}{\gamma}$$

... 7.2

โดย

Q = อัตราการไหลของของไหล (m^3/s)

W = อัตราการไหลของของไหล (N/s)

γ = น้ำหนักจำเพาะของของไหลนั้น (N/m^3)

ความเร็วเฉลี่ย (Mean Velocity)

ความเร็วเฉลี่ย หมายถึง อัตราการไหลของของไหลต่อพื้นที่หน้าตัดของของไหลนั้น

$$V = \frac{Q}{A}$$

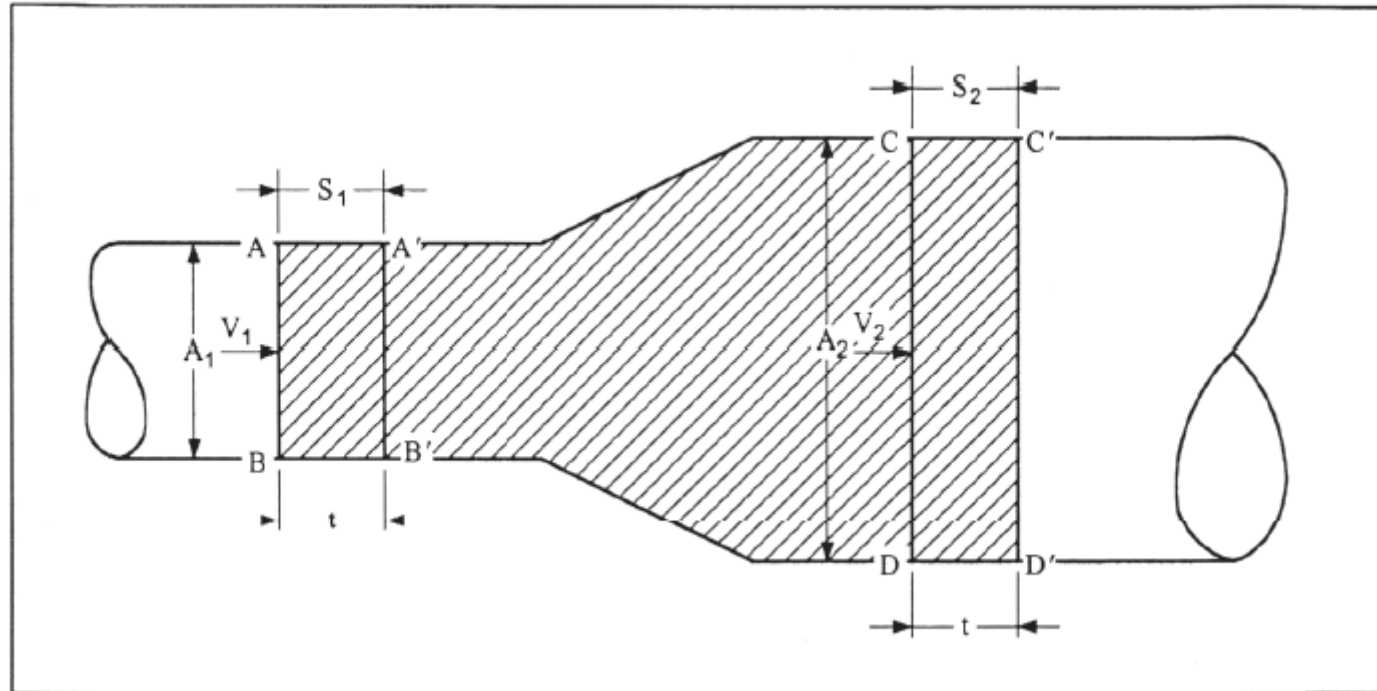
... 7.3

โดย

V	=	ความเร็วเฉลี่ยของของไหล (m/s)
Q	=	อัตราการไหลของของไหล (m^3/s)
A	=	พื้นที่หน้าตัดของของไหล (m^2)

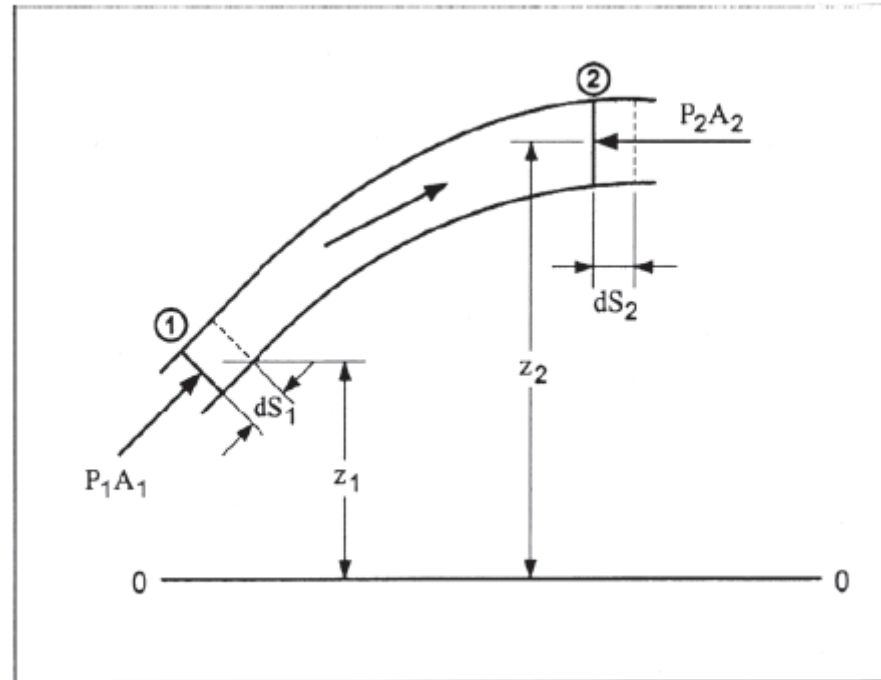
กฎของมวล (Law of Mass)

จากกฎของมวลที่ว่า “มวลสารไม่สามารถสร้างขึ้นหรือหายไป” มวลที่หายไป ความจริงแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น ดังนั้น ในระบบที่มีการไหลสม่ำเสมอจึงกำหนดไว้ว่า มวลสารที่ไหลผ่านส่วนภาคตัดต่างๆ ในกระแสนของการไหลของของไหลต้องเท่าเดิมเสมอ



สมการการไหลต่อเนื่อง (Equation of Continuity)

กฎของมวลกำหนดว่า เมื่อมีการไหลสม่ำเสมอ มวลของของไหลจะคงที่



สมการการไหลต่อเนื่อง (Equation of Continuity)

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} m_1 &= m_2 \\ \rho_1 V_1 &= \rho_2 V_2 \\ \rho_1 A_1 \frac{dS_1}{dt} &= \rho_2 A_2 \frac{dS_2}{dt} \end{aligned}$$

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2$$

... 7.4

ของไหลชนิดเดียวกัน ความหนาแน่นจะมีค่าเท่ากัน คือ $\rho_1 = \rho_2$

สมการการไหลต่อเนื่อง (Equation of Continuity)

จากสมการ 7.4 จะได้ว่า

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

... 7.5

โดย

Q = อัตราการไหลของของไหล

A_1 = พื้นที่หน้าตัดของของไหลที่จุด 1

A_2 = พื้นที่หน้าตัดของของไหลที่จุด 2

ρ_1 = ความหนาแน่นของของไหลที่จุด 1

ρ_2 = ความหนาแน่นของของไหลที่จุด 2

dS_1 = ระยะทางเข้า

dS_2 = ระยะทางออก

สมการการไหลต่อเนื่อง (Equation of Continuity)

จากสมการ 7.4 จะได้ว่า

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad \dots 7.5$$

(ต่อ) โดย

$$v_1 = \text{ความเร็วที่จุด 1}$$

$$v_2 = \text{ความเร็วที่จุด 2}$$

$$V_1 = \text{ความหนาแน่นของของไหลที่จุด 1 } A_1, dS_1$$

$$V_2 = \text{ความหนาแน่นของของไหลที่จุด 1 } A_2, dS_2$$

ซึ่งสมการที่ 7.4 และสมการที่ 7.5 เรียกว่า สมการการไหลต่อเนื่อง (Equation of Continuity) เป็นสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของของไหล

ตัวอย่าง

วิธีทำ

การใช้น้ำของโรงงานผลิตอาหารไก่ ใช้น้ำ $20 \text{ m}^3/\text{s}$ มีความเร็วในการไหลของน้ำในท่อ 10 m/s จงหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำ

จากสูตร	Q	$= A \cdot v$
โดย	A	$=$ พื้นที่หน้าตัดของท่อ
	Q	$=$ อัตราการไหลของน้ำในท่อ $20 \text{ m}^3/\text{s}$
ดังนั้น	V	$=$ ความเร็วในการไหลของน้ำในท่อ 10 m/s
	A	$= \frac{Q}{V}$
		$= \frac{20 (\text{m}^3/\text{s})}{10 (\text{m/s})} = 2 \text{ m}^2$

ตัวอย่าง

(ต่อ)วิธีทำ

การใช้น้ำของโรงงานผลิตอาหารไก่ ใช้น้ำ $20 \text{ m}^3/\text{s}$ มีความเร็วในการไหลของน้ำในท่อ 10 m/s จงหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำ

$$\begin{aligned} \text{แต่} \quad A &= \frac{\pi d^2}{4} \\ 2 &= \frac{3.14 \times d^2}{4} \\ 3.14 \times d^2 &= 2 \times 4 \\ d^2 &= \frac{2 \times 4}{3.14} \\ d &= \sqrt{\frac{8}{3.14}} = \sqrt{2.54} = 1.59 \text{ m} \end{aligned}$$

ตอบ

