

ĆWICZENIE LABORATORYJNE nr 2

„Wyznaczanie współczynnika wydatku :

1. przewodu, na podstawie czasu opróżniania zbiornika, gdy $A_z = \text{const}$
2. otworu, na podstawie czasu opróżniania zbiornika, gdy $A_z \neq \text{const}$
3. przewodu łączącego dwa zbiorniki, na podstawie czasu wyrównania poziomów zwierciadeł wody w zbiornikach”.

Część 1:

1. Pomierzyć wymiary wewnętrzne zbiornika
2. Napełnić zbiornik wodą
3. Pomierzyć wysokość zwierciadła wody w zbiorniku
4. Otworzyć odpływ wody i pomierzyć czas obniżenia zwierciadła wody o przyjęte ΔH
5. Pomiar powtórzyć 5 razy dla dwóch przewodów.

Część 2:

1. Pomierzyć wymiary wewnętrzne zbiornika
2. Napełnić zbiornik wodą
3. Wodowskazem igłowym pomierzyć początkowe położenie zwierciadła wody w zbiorniku
4. Otworzyć odpływ wody i pomierzyć czas obniżenia zwierciadła wody o przyjęte ΔH
5. Pomiar powtórzyć 5 razy.

Część 3:

1. Pomierzyć wymiary wewnętrzne zbiorników
2. Napełnić oba zbiorniki wodą, ustalając stałą różnicę poziomów wody w tych zbiornikach
3. Otworzyć zawór na przewodzie łączącym zbiorniki i pomierzyć czas wyrównania zwierciadeł wody w zbiornikach
4. Pomiar powtórzyć 5 razy dla dwóch przewodów.

Tabele pomiarów i obliczeń:

Część 1:

Średnica przewodu d [mm]	Lp.	H ₁ [cm]	H ₂ [cm]	t [s]	μ	μ _{sr}
d ₁	1 - 5					
d ₂	1 - 5					

Część 2:

Wymiary otworu	Lp.	H ₁ [cm]	H ₂ [cm]	t [s]	μ	μ _{sr}
	1 - 5					

Część 3:

Średnica przewodu d [mm]	Lp.	H ₁ [cm]	H ₂ [cm]	t [s]	μ	μ _{sr}
d ₁	1 - 5					
d ₂	1 - 5					

$$T = \frac{1}{\mu A_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} A_z z^{-1/2} dz; \quad T = \frac{2A_z(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2})}{\mu A_0 \sqrt{2g}}; \quad T = \frac{2A_1 A_2 \sqrt{\Delta H}}{\mu A_0 \sqrt{2g}(A_1 + A_2)}$$

ĆWICZENIE LABORATORYJNE nr 3

„Wyznaczanie maksymalnej i minimalnej wysokości zwierciadła wody w komorze wyrównawczej”

1. Pomierzyć wymiary stanowiska
2. Otworzyć dopływ wody do stanowiska i zmierzyć hydrostatyczny poziom zwierciadła wody w komorze wyrównawczej
3. Otworzyć odpływ wody z przewodu i jednocześnie kontrolować stały poziom wody w zbiorniku zasilającym
4. Zmierzyć poziom zwierciadła wody w ruchu ustalonym
5. Pomierzyć wydatek dwukrotnie
6. Gwałtownie zamknąć zawór na przewodzie i pomierzyć czas od momentu zamknięcia zawodu do osiągnięcia przez zwierciadło wody poziomu maksymalnego i minimalnego, jednocześnie pomierzyć te poziomy
7. Czynność powtórzyć 7 razy
8. Pomiar wykonać dla dwóch wydatków.

Lp.	Mierzona wielkość	Pomiar 1	Pomiar 2
1	Zbiornik pomiarowy a x b		
2	Średnica sztolni d_{szt}		
3	Długość sztolni l		
4	Średnica komory wyrównawczej d_k		
5	Hydrostatyczny poziom zwierciadła wody H_0		
6	Poziom zwierciadła wody w ruchu ustalonym H_{ust}		
7	Czas napełniania warstwy 5 cm w zbiorniku pomiarowym t_1		
8	t_2		
9	Wydatek układu przy zmianie ruchu		

Lp.	Pomiar 1				Pomiar 2			
	H_{max}	t_{max}	H_{min}	t_{min}	H_{max}	t_{max}	H_{min}	t_{min}
1								
7								

Wyniki obliczeń:

Lp.	Δy [m]	y [m]	Δv [m/s]	v [m/s]
1 ...				

ĆWICZENIE nr 3

Obliczenia:

1. Przyjąć stałą wartość $\Delta t = 0,2$ s
2. Obliczyć przepływ w ruchu ustalonym $Q = V/t$
3. Obliczyć średnią prędkość wody w sztolni $v_0 = Q/A_{szt}$
4. Obliczyć poziom wody w komorze

$$\Delta y_1 = \left(Q' - v_0 A_{szt} \right) \frac{\Delta t}{A_{kom}}; \quad Q' = 0$$

5. Obl. poziom wody w komorze

$$y_1 = y_0 + \Delta y_1; \quad y_0 = H_0 - H_{ust}; \quad y_0 = h_{str}$$

6. Obl. zmiany prędkości w sztolni

$$\Delta v_1 = \frac{g}{L} \left(y_1 - \frac{\lambda_0 L_0'}{d} \cdot \frac{|v_0| v_0}{2g} \right) \Delta t; \quad L_0' = \frac{2gdh_{str}}{\lambda_0 v_0^2}; \quad \Delta \xi = (L_0' - L) \frac{\lambda_0}{d} = const.$$

dla rur gładkich $\lambda_0 = f(\text{Re}_0) \quad \text{Re}_0 = \frac{|v_0|d}{\gamma}; \quad \gamma = f(t)$

L' - zastępcza długość sztolni, $L_i' = L + \sum \xi \frac{d}{\lambda_i}$

7. Obl. prędkość przepływu wody w sztolni w czasie Δt

$$v_1 = v_0 + \Delta v_1$$

8. Obl. przyrost zwierciadła wody w komorze

$$\Delta y_2 = -v_1 A_{szt} \frac{\Delta t}{A_k} \quad L' = L + \Delta \xi \frac{d}{\lambda_1} \quad \lambda_1 = f(\text{Re}_1)$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_2$$

$$\Delta v_2 = \frac{g}{L} \left(y_2 - \frac{\lambda_1 L_1'}{d} \cdot \frac{|v_1| v_1}{2g} \right) \Delta t$$

$$v_2 = v_1 + \Delta v_2$$

Obl. należy prowadzić do momentu uzyskania maksymalnej i minimalnej wartości y .

Wyniki przedstawić w tabeli:

Lp.	Δy [m]	y [m]	Δv [m/s]	v [m/s]
1...				

Wykres zmian poziomu wody w komorze wyrównawczej $y = f(t)$

ĆWICZENIE LABORATORYJNE nr 4

„Badanie parametrów odskoku hydraulicznego”

1. Pomierzyć geometryczne parametry stanowiska
2. Otworzyć dopływ wody do stanowiska i uregulować odpływ tak, aby powstał odskok hydrauliczny
3. Pomierzyć wydatek dwukrotnie
4. Zmierzyć poziom zwierciadła wody w zbiorniku dopływowym (przed wlotem do koryta)
5. Wodowskazem szpilkowym zmierzyć głębokości sprzężone
6. Zmierzyć długość odskoku oraz długość odcinka w ruchu podkrytycznym
7. Czynności powtórzyć dla trzech różnych wydatków.

Lp.	Wielkość mierzona	1 pomiar	2 pomiar	3 pomiar
1	Szerokość koryta B			
2	Zbiornik pomiarowy a x b			
3	Czynna wysokość przed dopływem H			
4	Głębokość w ruchu podkrytycznym h_1			
5	Głębokość w ruchu nadkrytycznym h_2			
6	Długość odcinka w ruchu podkrytycznym l			
7	Długość odskoku L			
8	Czas napełniania warstwy 5 cm w zbiorniku pomiarowym t_1 t_2			

$$\alpha = 1,1; \quad H = \frac{\alpha}{2g} \cdot \frac{Q^2}{B^2 h_1^2} + h_1, \text{ stąd oblicza się } h_1; \quad h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \frac{\beta q^2}{g h_1^3}} - 1 \right); \quad \beta = 1,0$$

$$\text{Długość odskoku: wg Wójcickiego } L = \left(8 - 0,05 \frac{h_2}{h_1} \right) (h_2 - h_1)$$

$$\text{wg Smetany } L = 6(h_2 - h_1); \quad \text{wg Pawłowskiego } L = 2,5(1,9h_2 - h_1)$$

$$\text{Rozproszenie energii na odskoku: } \Delta E = \frac{(h_2 - h_1)^3}{h_2(4h_1^2 + h_1h_2 + h_2^2)} \cdot 100\%$$

ĆWICZENIE LABORATORYJNE nr 5

„Wyznaczanie współczynnika wydatku przelewu o ostrej krawędzi”

Kolejność czynności:

1. Pomierzyć wymiary zbiornika i wymiary przelewu
2. Otworzyć dopływ wody do zbiornika.
3. Pomierzyć poziom dolnej krawędzi przelewu (h_0).
4. Pomierzyć wydatek.
5. Pomierzyć poziom zwierciadła wody w zbiorniku po ustaleniu się poziomu wody na przelewie (h).
6. Opróżnić zbiornik.
7. Pomiar powtórzyć 10-krotnie dla różnych wydatków.

Tabela wielkości pomierzonych i obliczonych:

Lp.	Poziom krawędzi przelewu h_0 [cm]	Poziom ustalonego zw. wody h_1 [cm]	Wys. czynna na przelewie $h=h_1-h_0$ [cm]	Obj. wody V [cm ³]	Czas napełniania t [s]	Wydatek Q [cm ³ /s]	Współ. wydatku μ
1							
.							
.							
.							
10							