

Ćwiczenie nr 6

Wyznaczanie współczynnika wydatku przelewu

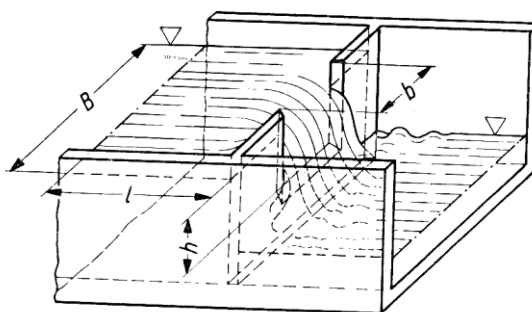
Celem ćwiczenia jest wyznaczenie wartości współczynnika wydatku dla różnych rodzajów przelewów oraz sporządzenie ich charakterystyk.

1. Wprowadzenie

1.1 Część teoretyczna

Przelew jest to część przegrody wstawionej w strumień cieczy o swobodnym zwierciadle, przez którą może nastąpić przepływ, rys. 1. Krawędź ograniczająca strumień przelewowy nazywamy krawędzią przelewową, w przelewach o prostokątnym kształcie otworu wyciętego w przegrodzie poziomą część wycięcia nazywamy koroną przelewu. Strumień wody spiętrzony powyżej krawędzi przelewowej nazywamy wodą górną, poniżej przelewu wodą dolną.

W przypadku, gdy szerokość krawędzi przelewowej b jest mniejsza od szerokości strumienia dopływającej cieczy B mówimy o dławieniu bocznym. h oznacza spiętrzenie ponad krawędzią przelewową, l jest odległością, dla której to spiętrzenie jest mierzone (bliżej krawędzi zwierciadło się obniża).



Rys. 1. Przelew prostokątny, czółowy o ostrej krawędzi, nie zatopiony

Zróznicowanie warunków hydraulicznych działania przelewów wymusza obliczanie ich wg metod uwzględniających ich klasyfikację.

Ze względu na kształt wycięcia otworu w przegrodzie rozróżniamy przelewy:

- prostokątny,
- trójkątny,
- trapezowy,
- kołowy,
- inne.

Ze względu na kształt przekroju podłużnego wyróżniamy:

- przelewy o ostrej krawędzi (gdy szerokość krawędzi $s < 0,67 h$),
- przelewy o szerokiej koronie ($s \geq 2-3h$),
- przelewy o kształtach praktycznych - naśladujące kształtem przekroju naturalny ruch opadającej cieczy.

Ze względu na ustawienie krawędzi przelewowej względem dopływającej strugi wyróżniamy:

- czołowy,
- boczny,
- inne (ukośne, krzywoliniowe).

Ze względu na hydrauliczne warunki pracy przelewu wyróżniamy:

- nie zatopiony - gdy woda dolna nie ma wpływu na spiętrzenie ponad krawędzią przelewową (dla przelewów o ostrej krawędzi gdy woda dolna jest poniżej krawędzi przelewowej),
- zatopiony, gdy woda dolna ma wpływ na spiętrzenie powyżej krawędzi.

Ze względu na szerokość krawędzi przelewowej b względem szerokości dopływającej strugi B przelewy dzielimy na:

- przelewy bez dławienia bocznego ($b = B$),
- przelewy z dławieniem bocznym ($b < B$) - jedno lub dwustronnym.

Podział przelewów została przedstawiony na rys. nr 2.

		Według kształtu przekroju ścianki przelewu		
		ostra krawędź	kształt praktyczny	szeroka korona
wg położenia dolnego zwierciadła	niezatopione			
	zatopione			
wg kształtu wycięcia (świetła)				
wg usytuowania w planie				
wg dławienia bocznego				

Rys. 2. Klasyfikacja przelewów.¹ Oznaczenia: h – spiętrzenie ponad krawędzią przelewową, p – wysokość przegrody przelewu, v – średnia prędkość przepływu, d - napelnienie w kanale poniżej krawędzi przelewowej, l - zasięg depresji (obniżenia zwierciadła wody), s - szerokość krawędzi przelewowej.

¹ Klugiewicz J.: Hydraulika i hydrologia. Wydawnictwo Projprzem Eko, Bydgoszcz 1999.

Wydatek przelewu nie zatopionego Q można określić z ogólnej zależności:

$$Q = \int_F v dF \quad [6.1]$$

Rozwiązanie tego równania dla przelewu trójkątnego o kącie rozwarcia 2α (rys. 6.3) jest następujące:

$$Q = \frac{8}{15} \operatorname{tg}\alpha \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{5}{2}} \quad [6.2]$$

gdzie:

- Q** - wydatek przelewu; [m^3/s],
- α** - 1/2 kąta wierzchołkowego otworu trójkątnego; [$^\circ$],
- g** - przyspieszenie ziemskie; [m/s^2],
- h** - spiętrzenie ponad krawędzią przelewową; [m].

W praktyce wartość teoretyczna wydatku jest korygowana wielkością zwaną współczynnikiem wydatku przelewu μ i wzór [6.2] przyjmuje postać:

$$Q = \frac{8}{15} \operatorname{tg}\alpha \cdot \mu \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{5}{2}} \quad [6.3]$$

gdzie:

- μ** - współczynnik wydatku przelewu; [-].

W przypadku przelewu zatopionego woda dolna ogranicza wydatek w części zatopionej przelewu. Wydatek przelewu Q można określić jako sumę wydatku w części nie zatopionej Q_N i wydatek przelewu w części zatopionej Q_Z z zależności:

$$Q = \frac{4}{15} \mu_N \operatorname{tg}\alpha \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} (5a + 2h) + \mu_Z \operatorname{tg}\alpha \sqrt{2g} \cdot h \cdot a^2 \quad [6.4]$$

gdzie:

- a** - wzniesienie zwierciadła wody dolnej ponad krawędź przelewową; [m],
- μ_N** - współczynnik wydatku nie zatopionej części przelewu; [-],
- μ_Z** - współczynnik wydatku zatopionej części przelewu; [-].

Stosowane są również jednoczłonowe formuły, np.:

$$Q = \mu \left[\frac{2}{15} \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} (24h \operatorname{tg}\alpha + 15b_1) + a^2 \operatorname{tg}\alpha \sqrt{2gh} \right] \quad [6.5]$$

gdzie:

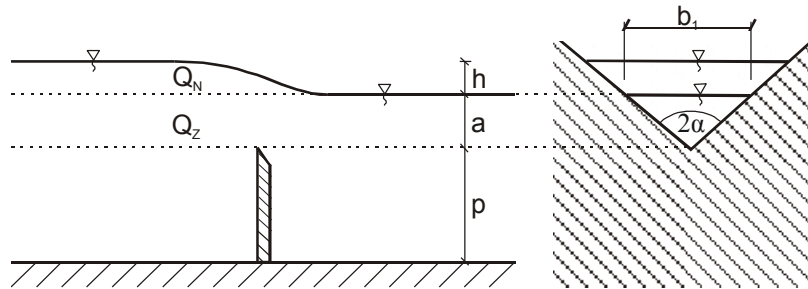
- a, b_1** wg rys 6,3; [m].

Zależność pomiędzy spiętrzeniem przed przelewem h a natężeniem przepływu Q nazywamy charakterystyką przelewu.

2. Opis stanowiska badawczego

2.1 Zestaw do badań

Zestaw do badań zbudowany jest z komory, w której wstawiony jest przelew trójkątny o ostrej krawędzi, działający jako zatopiony lub nie zatopiony, schematycznie przedstawiony na rys. 3.



Rys. 3. Schemat przelewu zatopionego

3. Część doświadczalna

3.1 Przebieg ćwiczenia

Rozpocząć pomiary od wyznaczenia kąta wierzchołkowego otworu trójkątnego krawędzi przelewowej. W kolejnych pomiarach wyznaczyć wydatek przelewu jako natężenie przepływu wody doprowadzanej do komory, odczytać spiętrzenie ponad krawędzią przelewową h . Pomiary powtórzyć dla kilku wartości wydatku przelewu. Wyznaczyć współczynniki wydatku przelewu. Analogicznie określić wartości spiętrzenia ponad krawędzią przelewową h przy równoczesnym odczytaniu wzniesienia zwierciadła wody dolnej w przypadku przelewu zatopionego.

Dla zmierzonego wydatku przelewu Q i spiętrzenia ponad krawędzią przelewową h na podstawie równania (6.3) określić współczynnik wydatku przelewu μ . Sporządzić charakterystykę wydatku przelewu $h = f(Q)$.

4. Zawartość sprawozdania

1. Wyniki pomiarów i obliczeń.
2. Zestawienie tabelaryczne wyników w formie graficznej tabeli wg schematu
- 3.

Lp.	α [°]	h [m]	Q [m ³ /s]	μ [-]	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.					
2.					
...					

Analogicznie określić współczynnik wydatku przelewu zatopionego μ_Z na podstawie równania [6.5].

Lp.	α [°]	h [m]	a [m]	b_1 [m]	Q [m ³ /s]	μ_z [-]	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8
1.							
2.							
...							

4. Przeprowadzić dyskusję wyników.