

Біловол Олександр Васильович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Луценко Руслан Юрійович, студент 3 курсу, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Тагієва Аліна Рустамівна, студентка 3 курсу, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОХИЛУ ВИХІДНОЇ ДІЛЯНКИ СПРЯГАЮЧОЇ СПОРУДИ НА ДОВЖИНУ ДОСКОНАЛОГО ГІДРАВЛІЧНОГО СТРИБКА

Збільшення похилу дна русла (складова власної ваги рідини в межах гідравлічного стрибка) може суттєво впливати на довжину стрибка, інколи збільшуючи її в кілька разів. Підвищення довжини стрибка в руслі із значним похилом i порівняно з горизонтальним інколи враховують з використанням емпіричних формул, наприклад, при незмінній меншій спряженій глибині

$$l_{ci} = l_c(1 + ki),$$

де $k = 3$ по рекомендаціям Т.Н. Косякової і $k = 3,75$ - по Г.К. Ілчеву.

Скористаємося наведеною в роботі [1] моделлю гідравлічного стрибка для визначення залежності довжини досконалого стрибка від похилу русла. Для спрощення розрахунків обмежимося випадком гідравлічно найвигіднішого русла прямокутного перерізу. В цьому разі ширина русла $b = 2h_0$, гідравлічний радіус $R = \frac{h_0}{2}$.

З рівняння рівномірного руху і формули Манінга одержуємо, що витрата

$$Q = \frac{\sqrt[3]{2}}{n} h_0^2 \sqrt[3]{h_0^2} \sqrt{i},$$

де n - коефіцієнт шорсткості русла.

Відповідно з рівняння критичного стану

$$Q = 2 \sqrt{\frac{g}{\alpha}} h_0 h_k \sqrt{h_k}.$$

Якщо прирівняємо праві частини формул для витрати, то одержимо

співвідношення критичної і нормальної глибини

$$\left(\frac{h_K}{h_0}\right)^3 = \frac{4\sqrt[3]{4}}{n^2} \sqrt[3]{h_0 i}.$$

Для досить високих стрибків з рівняння гідравлічного стрибка витікає наближена формула:

$$\frac{h'}{h_0} \approx 2 \left(\frac{h_K}{h_0}\right)^3.$$

Користуючись останніми двома формулами одержимо

$$b = \frac{\sqrt[3]{12}}{8} \frac{x}{\sqrt[3]{i}} n^{\frac{8}{3}} h_0^{-\frac{4}{9}}.$$

Вочевидь, з якісної точки зору довжина стрибка з урахуванням післястрибкової ділянки

$$l_c \sim \frac{h_0}{b} = xn^{-\frac{8}{3}} h_0^{\frac{13}{9}} \sqrt[3]{i}.$$

Таким чином, при фіксованій нормальній глибині довжина гідравлічного стрибка збільшується при зростанні похилу дна русла за формулою

$$l_c \sim \sqrt[3]{i}.$$

Користуючись зв'язком між нормальною глибиною і витратою легко одержати аналогічну формулу для довжини стрибка при фіксованій витраті: $l_c \sim \sqrt[3]{i}$. Можна зробити висновок, що при незмінній витраті похил русла мало впливає на довжину досконалого гідравлічного стрибка.

Література

1. Біловол О.В. Рівняння різкозмінного руху для гідравлічного стрибка// Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. - 2013. – Вып. 32. – с. 111-114.