

А. О. БЕЛЯТИНСЬКИЙ, канд. техн. наук

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ФОТОГРАММЕТРІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ВОДИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ

Запропоновано засіб застосування методів стереофотограмметрії для визначення витрати води при проектуванні мостових переходів на фотограмметричному приладі "Стереонаграф-6". Розглядаються випадки живого перерізу водного потоку в період від межені до весняного паводка.

При перехрещенні автомобільних доріг з річками та іншими водотоками проектується комплекси інженерних споруд, серед яких найчастіше зустрічаються мостові переходи. Споруди мостових переходів взаємодіють з водним потоком і пов'язані з небезпекою затоплення, підмиву і розмиву водою, що тече. Щоб споруди були запроектовані правильно, тобто були стійкі протягом усього часу експлуатації, необхідно розрахунок промірів і конструкцій споруд обґрунтувати на точному прогнозі витрати води під час повені.

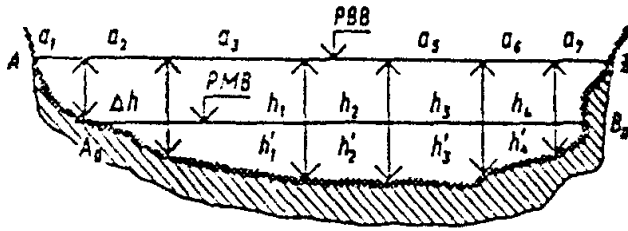


Рис. 1. Переріз водного потоку під час межені (РМВ), до проходження повені та під час повені (РВВ)

Визначення витрати води під час повені є складна, трудомістка й деякою мірою небезпечна робота, яка вимагає застосування різноманітних приладів та значної кількості спеціалістів. Щоб полегшити цю роботу, зменшити її вартість і підвищити точність та надійність отриманої інформації, пропонується використовувати фотограмметричний метод, який полягає у застосуванні стереоскопічної моделі мостового переходу в районі його майбутнього будівництва. Даний метод може також широко використовуватися і при вивченні витрати води на існуючому мостовому переході під час його обстеження з метою реконструкції. Таким чином, наприклад, для отримання стереоскопічної моделі було використано аерофотознімання мостового переходу через річку Південний Буг біля с. Березівка з мотодельтаплана [1, 2]. Аерофотознімання здійснювалось тричі, а саме: до початку повені, коли рівень води найнижчий, під час повені та після проходження повені. Користуючись стереоскопічною моделлю мостового переходу, будується живий переріз водного потоку до, під час і після повені (рис. 1) і встановлюється площа живого перерізу за формулою

$$\omega = 0,5 \sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1} + h_i),$$

де a – відстань між характерними точками h_1, h_2, h_3 , які визначаються так: $h_1 = h'_1 + \Delta h$, $h_2 = h'_2 + \Delta h$ і т. д., а величини h'_1, h'_2, h'_3 визначаються під час знімання за формулою

$$h'_i = \frac{H\Delta\rho}{FP} = \frac{H\Delta\rho}{P} i,$$

де i – відстань точки, відносно центра знімка; H – висота польоту дельтаплана над початковою поверхнею і над точкою A_0 ; $\Delta\rho$ – різниця поздовжніх паралаксів точок, що знаходяться на відстані h одна від одної по вертикалі; P – поздовжній паралакс точки, глибина якої визначається.

Величина Δh обчислюється за формулою

$$\Delta h = \frac{H\Delta\rho}{b} + \Delta\rho,$$

де p – різниця поздовжніх паралаксів точок A_0, A ; b – базис фотографування; H – висота польоту над точкою A .

Величина a_i визначається зі стереомоделі за залежністю

$$a_i = \frac{B_\phi}{P_{i-1}P_i} \sqrt{(x_{i+1}P_i - x_iP_{i-1})^2 + f_k^2(P_i - P_{i-1})^2},$$

де B_ϕ – базис фотографування; x_i, P_i – абсциса і поздовжній паралакс початкової n -ї точки, виміряні на лівому знімку; x_{i+1}, P_{i+1} – абсциса і поздовжній паралакс кінцевої точки. Площа живого перерізу водного потоку на мостовому переході зі стереомоделі під час повені визначається за допомогою залежності:

$$\omega = 0,5 \sum_{i=1}^n \frac{B_\phi}{P_{i+1}P_i} \sqrt{(x_{i+1}P_i - x_iP_{i+1})^2 + f_k^2(P_i - P_{i+1})^2} (h_{i-1} + h_i).$$

Тоді витрата води під час повені визначиться залежністю $Q = \omega V$, де V – поверхнева швидкість течії, м/с, яка зі стереомоделі може бути знайдена за формулою

$$V = \frac{H}{f} \frac{\sqrt{\Delta p^2 + \Delta q^2}}{t},$$

де $\Delta p, \Delta q$ – зміщення маркуючого предмета (МП) між позиціями, які визначаються фотограмметричним шляхом на фотограмметричному приладі “Стереонаграф-6”; t – інтервал часу між експозиціями аерофотознімків, які відповідають даним положенням МП (береться з реєстраційного фільму). Тоді витрата води під час повені зі стереоскопічної моделі може визначатися кінцевою залежністю

$$Q = 0,5 \sum_{i=1}^n \left[\frac{B_\phi}{P_{i+1}P_i} \sqrt{(x_{i+1}P_i - x_iP_{i+1})^2 + f_k^2(P_i - P_{i+1})^2} (h_{i-1} + h_i) \frac{H}{f} \frac{\sqrt{\Delta p^2 + \Delta q^2}}{t} \right],$$

але при незбігу рівнів води до і після проходження повені слід враховувати коливання рівнів через амплітуду рівнів A_M . Якщо рівень води після проходження повені більший за рівень до її проходження на величину A_M , то слід визначити площу розмиву за формулою

$$Q = 0,5 \left[\sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1}^* - 2A_M + h_i^*) - \sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1}' + h_i') \right].$$

Якщо рівень води після проходження повені менший за рівень до її проходження на величину A_M , площу розмиву знаходимо за такою залежністю:

$$Q = 0.5 \left[\sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1}'' + 2A_M + h_i'') - \sum_{i=1}^n a_i (h_{i-1}' + h_i') \right].$$

Користуючись запропонованим методом, можна визначити й інші характеристики водного потоку, які необхідні при проектуванні мостових переходів, а саме: гідравлічний радіус, швидкість течії та похил водного потоку.

Список літератури

1. Бслятинський А. О. Дослідження місцевого розмиву біля опор мостів при їх реконструкції: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Укр. трансп. ун-т. – К., 1996. – 16 с.
2. Бслятинський А. О. Визначення напрямків і швидкості течії річок з методельтаплана / Автомоб. комплекс України в сучасних умовах: проблеми і шляхи розвитку: Зб. наук. праць. – Укр. трансп. ун-т. – К., 1998. – 274 с.

Надійшла 25.01.99

© Бслятинський А. О., 1999