

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА МОСТОВИХ ПЕРЕХОДАХ

А. О. Білятинський

Складовою частиною забезпечення безпеки дорожнього руху є функціональні мостові переходи. Вони зустрічаються при перетинанні дорогою водних перешкод. Основними елементами мостового переходу є штучна споруда та насипи, які підходять до штучної споруди. Як правило, штучними спорудами є мости та струменеспрямовуючі дамби. Тому якщо при проведенні капітального ремонту автомобільної дороги з метою покращання дорожніх умов змінювалась ширина автомобільної дороги, то ширина мостів залишалась такою, якою вона була побудована з самого початку. Тільки в наш час при реконструкції дороги ведуть роботи по збільшенню ширини мостів. Значна кількість дорожньо-транспортних пригод має місце на ділянках звуження проїзної частини. Тому це питання заслуговує на подальше визначення і дослідження умов руху на таких ділянках та прийняття відповідних заходів з метою підвищення безпеки руху. З цією метою пропонується застосовувати аерофотознімання транспортного потоку на мостовому переході з мотодельтаплану за допомогою аерофотоапарата. Як свідчить досвід, аерофотознімання транспортного потоку з мотодельтаплану не вимагає значних витрат порівняно з зніманням з літака чи гелікоптера, а за своєю точністю є допустимим і може бути застосованим в практиці обстеження автомобільних доріг. Побудована стереоскопічна модель за допомогою фотограмметричних приладів та аерознімків дає можливість визначити елементи дороги на мостовому переході та параметри транспортного потоку. Основною характеристикою безпеки руху в поперечному перерізі дороги та моста є зазор безпеки між кузовами автомобілів, які рухаються на мосту. Для визначення зазору безпеки, який входить в розрахунок ширини проїзної частини, пропонується така залежність:

Білятинський Андрій Олександрович – канд. техн. наук, доцент КНУКІМ

$$x = \frac{H \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}}{f}, \quad (1)$$

де $\Delta x, \Delta y$ – різниці координат при визначенні зазору безпеки між кузовами автомобілів; H – висота фотографування, f – фокусна відстань аерофотокамери.

Похибка при визначенні зазору безпеки при русі автомобілів буде визначатися залежністю:

$$\delta x = x \left(\frac{\delta x}{x} + \frac{\delta H}{H} \right), \quad (2)$$

де x – величина зазору безпеки на аерофотознімку.

По стереоскопічній моделі мостового переходу також можна визначити швидкість руху автомобілів транспортного потоку:

$$v = \frac{H \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}}{f \cdot t}, \quad (3)$$

де v – швидкість в м/с, $\Delta x, \Delta y$ – різниця координат між сусідніми позиціями одного і того ж автомобіля, t – час між двома експозиціями, с.

За допомогою цієї залежності визначаються і шляхові інтервали між автомобілями, що рухаються, та інші характеристики. На базі проведених вимірювань стає можливим більш об'єктивно визначати заходи, спрямовані на підвищення безпеки руху.

Поряд з визначенням характеристик руху автомобілів з'являється можливість за допомогою стереоскопічної моделі мостового переходу визначити параметри водного потоку, які впливають на стійкість насипів, що підходять до мосту. Неврахування цього призводить до руйнувань мостового переходу і до виходу з ладу всієї ділянки дороги. Однією з важливих характеристик мостового переходу є підпір води біля земляних насипів.

На значній відстані угору вздовж річки від мостового переходу, там, де потік води має постійну ширину, його поверхня окреслена звичайною кривою підпору, в кінці якої зміна рівня води досягає максимального значення на всьому протязі потоку на ділянці мостового переходу. Підйом рівня в цьому створі і є повним підпором. У зв'язку з воронкоподібним окресленням водної поверхні перед мостом біля верхового схилу насипу на певній відстані від отвору моста встановлюється рівень води з відміткою, яка відповідає перерізу потоку в кінці кривої підпору. Цей рівень води поступово знижується вздовж насипу у напрямку отвору моста. Встановлення величини підпору є дуже важливим, оскільки його значення використовується при встановленні висоти заплавного насипу, а також необхідно знати підпір при реконструкції мостових переходів. Для встановлення величини підпору, як до побудови мостового переходу, так і за наявності мостового переходу, слід використовувати методи фотограмметрії, які дозволяють за допомогою стереоскопічної моделі переходу поряд з іншими елементами установити значення підпору. З цією метою здійснюється аерофотознімання мостового переходу аерофотоапаратом з мотодельтаплану. Фотограмметричне оброблення аерофотознімків та побудова стереоскопічної моделі мостового переходу здійснюється за допомогою аналітичної фотограмметричної станції (АФС) "Стереонаграф-6", електронна схема якої дозволяє використовувати її разом з комп'ютерами на базі сучасних процесорів Pentium. Програмне забезпечення дозволяє автоматизувати всі обчислювальні процеси, в тому числі і визначення підпору.

Для визначення значення підпору при такому дні русла, що не розмивається, з урахуванням пропозицій О. В. Андреева пропонується така залежність:

$$\Delta h = \frac{H \Delta p (\sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} - \sqrt{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2}) (3 \beta^2 - 3) (1 + R)}{2 \Theta (b + \Delta p) \sqrt{\Delta x_3^2 + \Delta y_3^2}}, (4)$$

де H – висота фотографування над початковою точкою, b – базис фотографування в масштабі початкової точки, Δp – різниця поздовжніх паралаксів, виміряна відносно початкової точки, Θ –

кількість заплав (одна або дві), β - коефіцієнт стиснення потоку, R - відносна довжина верхніх струменеспрямовуючих дамб, l_B - довжина верхньої дамби, l_0 - довжина водної вирви перед мостом, Δx_1 - різниця координат при визначенні ширини розливання річки, Δx_2 - різниця координат при визначенні отвору моста, Δx_3 - різниця координат між початковою точкою, яка вибирається в точці зрізу води вище мостового переходу та точкою зрізу води нижче мостового переходу.

Коли відома довжина отвору моста, то формула (4) буде мати дещо інший вигляд:

$$\Delta h = \frac{\Delta p (H \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} - fL)(3\beta^2 - 3)(1 + R)}{2\Theta(b + \Delta p)\sqrt{\Delta x_3^2 + \Delta y_3^2}} \quad (5)$$

де L - довжина отвору моста, f - фокусна відстань аерофотознімки.

Для врахування розмивання русла і нелінійності зростання стиснення вздовж потоку до формул (4, 5) вводяться поправкові коефіцієнти (6):

$$K = 1 - 0,14 \sqrt{\beta - 1,4},$$

$$K_1 = 0,25 (2 - P)^2 + 0,75 \quad (6)$$

де P - коефіцієнт, який характеризує розмив і дорівнює відношенню площі перетину водного потоку під мостом після розмиву і до нього.

Для визначення площі перетину водного потоку під мостом після розмиву і до нього фотограмметричними засобами слід використовувати формули, представлені в статті [3].

Тоді розрахункові формули (4) та (5) будуть мати такий вигляд:

$$\Delta h = \frac{H\Delta p(\sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} - \sqrt{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2})(3K_r\beta^2 - 3)(1+R)}{2\Theta(b + \Delta p)\sqrt{\Delta x_3^2 + \Delta y_3^2}}, \quad (7)$$

$$\Delta h = \frac{\Delta p(H\sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} - L)(3K_r\beta^2 - 3)(1+R)K}{2\Theta(b + \Delta p)\sqrt{\Delta x_3^2 + \Delta y_3^2}}, \quad (8)$$

Перехід до підпору біля насипу здійснюється за формулою:

$$\Delta h_H = \Delta h + \frac{\Delta p f (H / f \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2} - L)}{(b + \Delta p)\sqrt{\Delta x_3^2 + \Delta y_3^2}}, \quad (9)$$

Таким чином, отримані формули (7), (8) та (9) дозволяють за допомогою стереоскопічної моделі мостового переходу визначити підпір біля насипу, що має важливе практичне значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. Ф. Бабков, О. В. Андреев. Проектирование автомобильных дорог: В 2-х кн. – М. : Транспорт, 1987, ч. 2. – 414 с.
2. А. О. Белятинський. Дослідження місцевого розмиву біля опор мостів при їх реконструкції: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Укр. трансп. ун-т. – К., 1996. – 16 с.
3. В. О. Большаков, А. О. Белятинський. Визначення витрат води під час повені фотограмметричним методом. // Вісник трансп. академії України та Укр. трансп. ун-ту. – К., 1998. – С. 64-67.