

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМИВІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА МОСТОВИХ ПЕРЕХОДАХ

А. О. Белятинський

При стисненні водного потоку під мостом розвиваються розмиви тим більші, чим більше стиснутий цей потік. Розмиви на мостових переходах загрожують стійкості моста і насипів підходів, особливо їх конусів. Для забезпечення стійкості фундаменти опор закладають на глибину більшу, ніж глибина розмиву, а земляні насипи захищають від підмиву. Проте значна частина мостових переходів побудована давно і вимагає термінової реконструкції, а також проведення спостережень за їх станом. Причиною руйнування мостових переходів в Закарпатті є недооцінка руслових деформацій і розмивів, викликаних стихійними повенями. Розглянемо різні види деформацій, що можуть мати місце в річці, як до, так і після спорудження мостового переходу.

Переформування русел, що притаманні річкам, які знаходяться у вільному стані і не пов'язані зі спорудженням мостового переходу, називають природними русловими деформаціями.

При спорудженні мостового переходу відбувається стиснення водотоку підходами до мосту, що викликає збільшення швидкості течії води в стиснутому підмостовому перерізі потоку і призводить до загального зниження дна русла, а в деяких випадках і поверхні заплави під мостом. Ці деформації русла і заплави називаються загальним розмивом.

Крім загального розмиву, має місце місцевий розмив, який полягає в тому, що потік, що набігає на опору моста як на перешкоду, обтікає її. При цьому в потоці з'являються низхідні течії, які розмивають дно на обмеженому просторі безпосередньо в місці набігання водного потоку на опору.

Зниження дна біля опори, що викликається трьома різними причинами, називається сумарним розмивом і визначається як арифметична сума трьох складових розмиву. Глибина після розмиву біля опори визначається такою залежністю:

$$h_p = h_n + \Delta h_{зак} + \Delta h_m, \quad (1)$$

Белятинський Андрій Олександрович – канд. техн. наук, докторант ІНГУ

де h_* – найбільша глибина, яка установлюється біля опори в процесі природних змін русла (так звана побутова глибина); $\Delta h_{заг}$ – приросток глибини (загальний розмив), викликаний стисненням водного потоку підходами до моста; $\Delta h_{л}$ – додатковий приросток у зв'язку з місцевим розмивом біля опори.

Природні зміни річкових русел здійснюються безперервно протягом значного часу і можуть бути не пов'язаними обов'язково з приходом високих повеней; і навпаки, загальний розмив тим більший, чим більша повень. Розрахунковій повені відповідає найбільша глибина загального і місцевого розмивів.

Усі види впливу потоку на споруди і укоси земляного полотна пов'язані з часом повені і розвиваються поступово в міру зростання рівнів і витрат. Експериментальні і натурні дані свідчать, що максимум загального розмиву звичайно спостерігається в початковій стадії спаду повені, а місцевий розмив настає в час "пік" повені, коли загальний розмив ще не досяг максимуму.

Як показує досвід проектування і експлуатації мостових переходів, захист штучних і берегоукріплених споруд необхідно вести не в напрямку повної ліквідації розмиву, що в більшості випадків нерентабельно, а економічно обгрунтованого скорочення розмиву, який не допускає підмив споруди.

Таким чином, для того щоб забезпечити захист сучасного проектування, будівництва мостових переходів і берегоукріплених споруд, особливо на гірських річках і там, де можуть мати місце стихійні максимальні повені, дуже важливо підійти до цієї проблеми комплексно, всесторонньо оцінюючи природні фактори, які визначають русловий процес.

В інженерних розрахунках мостових переходів та регуляційних споруд враховують проходження максимальної повені, яка можлива за час служби цих споруд. Питання зв'язку ймовірного проходження повені з терміном служіння споруд мостового переходу дуже серйозне, тому що від нього залежить забезпечення безперебійного руху, але не менш важливим є і сила повені.

При проходженні повені швидкість течії досягає величин, що значно перевищують критичну швидкість, при якій виникають розмиви і винос ґрунтів даної категорії. Тому дуже важливим є обстеження існуючих мостових переходів з метою установлення загального та місцевого розмивів. При чому доцільно ці два процеси вивчати

одночасно шляхом проведення вимірювань під час повені та в момент її завершення на всій довжині мостового переходу.

Для визначення побутової глибини h_n яка має місце до побудови мостового переходу, використовується як відомо, метод ~~плавних~~ ~~поплавок-індикаторів~~. Установлення величини h_n на основі даного метода здійснюється за допомогою залежності:

$$h_n = \frac{0.135L'_i}{KV_{i_{пов}}}, \quad (2)$$

де L'_i – відстань від точок падіння поплавків у воду до точок виходу рідкого індикатора на поверхню води; $V_{i_{пов}}$ – поверхнева швидкість на вертикалі, м/с; K – відношення $V_{сер} : V_{пов}$; $V_{сер}$ – середня швидкість потоку, м/с;

Зазначені величини визначаються за результатами аерофотознімання досліджуваної ділянки та місць виходу на поверхню води рідкого індикатора.

Установлення глибини h_p після розмиву біля опори здійснюється за формулою (2) або ж простим вимірюванням глибини за допомогою лота.

У першому випадку глибинні поплавок-індикатори скидають біля опор та посередні прольотів існуючого моста, а потім здійснюється фотографування моста і місць виходу на поверхню води рідкого індикатора. За матеріалами аерофотознімання визначають відстані від точок падіння поплавків у воду до точок виходу рідкого індикатора на поверхню води та інші величини, що входять у формулу (2).

У другому випадку звичайними вимірювальними засобами установлюють величину h_p .

Користуючись формулою (1), установлюємо величину розмивів $\Delta h_{заг} + \Delta h_m$:

$$\Delta h_{заг} + \Delta h_m = h_p - h_n. \quad (3)$$

На середній прольоту, де Δh_m дорівнює нулю, визначимо $\Delta h_{заг}$:

$$\Delta h_{заг} = h_p - h_n. \quad (4)$$

Приймаючи $\Delta h_{заг}$ біля опори як для прольоту, визначимо $\Delta h_{м}$:

$$\Delta h_{м} = h_p - h_n - \Delta h_{заг}. \quad (5)$$

Таким чином, стає можливим установити величину місцевого розмиву та його зростання і оцінити небезпеку можливого руйнування тієї чи іншої опори моста в результаті її підмиву.

Для цього глибину розмиву слід порівняти з глибиною закладання фундаменту опор і на основі цього отримати інформацію щодо забезпечення стійкості мостового переходу і його безпечної експлуатації. При цьому слід враховувати вплив рухомого транспортного потоку на руйнування штучної споруди, особливо для випадку, коли має місце підмив мостових опор. Прикладом можуть служити обрушення мостів в Закарпатті під час стихійних лих, надмірних повеней.

Для існуючих мостових переходів, які побудовані давно і невідомо, яка була побутова глибина h_n на місці переходу до будівництва, очевидно, слід визначати h_n за межами мостового переходу на тій самій річці, де не відчувається його вплив, за допомогою аерометоду, описаного вище, і всі вимірювання і обчислення здійснювати за запропонованою схемою. При можливості в процесі вимірювання слід внести відповідні корективи з урахуванням місця вимірювання і місця розташування мостового переходу, а також ухилу дна річки і водної поверхні. Проведені обстеження дозволять установити тенденцію розвитку місцевого розмиву, який є надзвичайно небезпечним для стійкості опор моста.

Користуючись даними досліджень, можна визначити площу розмитого русла з врахуванням місцевого та загального розмивів, причиною яких стало спорудження мостового переходу:

$$\Delta W = \left\{ \left[0.5 \sum_{i=1}^n a_i (h_{p,i-1} + h_{p,i}) \right] - \left[0.5 \sum_{i=1}^n a_i (h'_{m-1} + h'_{m,i}) \right] \right\}, \quad (6)$$

де a_i – відстані між вертикалями, в яких вимірюється глибина.

Об'єм ґрунту, що виноситься з-під штучної споруди мостового переходу, тобто моста, визначається за допомогою формули:

$$W = \Delta W \cdot l, \quad (7)$$

де l – довжина ділянки під мостом, на якій здійснюється розмив, м.

Користуючись запропонованим методом установлення загального та місцевого розмивів, стає можливим прогнозувати розмиви, викликані спорудженням мостового переходу, та розробляти заходи щодо зменшення величини розмивів або ж перенесення зони розмивів вище вісі мостового переходу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білятинський О. А. та ін. Проектування автомобільних доріг. Ч. 1. – К.: Вища школа. – 1997. – 517 с.
2. Большаков В. О., Білятинський А. О. Визначення витрат води під час повені фотограмметричним методом // Вісник транспортної академії України та Українського транспортного університету. – Вип. 2. – К.: 1998. – С. 64 – 67.
3. Білятинський А. О. Використання космічної зйомки для аналізу стану дорожньої мережі та штучних споруд // Безпека дорожнього руху України. – №1(2). – К.: 2000. – С. 52 – 56.