

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ВІДРИВНИХ ТЕЧІЙ ПРИ РОЗГАЛУЖЕННІ РУСЕЛ В ЗОНАХ ВПЛИВУ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ З ГРУПОВИМИ ОТВОРАМИ

УДК 627.13:519.711.3

Славінська О. С., д.т.н., професор, НТУ
Козарчук І. А., аспірант, НТУ

Постановка проблеми. Одним з важливих питань при гідравлічних розрахунках мостових переходів є визначення розмірів групових отворів. Відділення рукавів від основного русла відбувається під впливом тих чи інших місцевих причин топографічного або геологічного характеру. Течія води в місцях розгалуження русел досліджується з метою вирішення завдань регульованої взаємодії потоків з об'єктами, що зводяться в річкових руслах, гідравлічних і руслових розрахунках при оцінці і прогнозах руслових деформацій.

Аналіз досліджень і публікацій. При русі річкового потоку виникають вторинні течії поперечної циркуляції двох видів: вторинні течії першого виду, обумовлені відцентровими силами на повороті русла [1], і вторинні течії другого виду, що виникають як у скривленому, так і в прямолінійному потоці, обумовлені нерівномірністю розподілу турбулентних напружень по живому перерізу русла, а саме нестійкістю основного осередненого руху потоку [2]. Сталі поперечні течії розвиваються в місцях значного скривлення струменів потоку і завжди мають характер замкнених циркуляцій. Перший вид циркуляцій виникає не тільки на ділянках природних заокруглень потоку, а і у штучно стиснутих руслах, біля голови струмененапрямних дамб, а другий – при різномірній шорсткості і при різких змінах форми русла в поперечному перерізі.

Таким чином, **мета роботи** полягає в дослідженні процесу розвитку відривних течій при розгалуженні природних потоків в зонах впливу мостових переходів з груповими отворами.

У місці розгалуження вільна поверхня потоку виглядає сильно деформованою. На осі основного потоку дещо вище за верхове ребро відводу є западина вільної поверхні, за якою йде ділянка поступового підвищення рівня, що закінчується дещо нижче за низове ребро відвідного потоку. Це підвищення рівня обумовлене частковим відновленням потенційної енергії при розширенні потоку в основному руслі. Біля верхньої стінки бічного відводу є депресія рівня, яка набагато глибша, ніж в основному руслі. Вона повністю подібна до депресії рівня опуклого берега на початку вигину русла, тобто утворюється різкий поперечний похил вільної поверхні від зовнішнього до внутрішнього берега. Під дією цього поперечного похилу відбувається докорінна перебудова швидкісного поля потоку [3]. Біля низової стінки відвідного потоку рівень дещо підвищений в порівнянні з рівнем основного русла (рис. 1).

Потік, що входить у відвід (відвідний потік), зазнає сильного стиснення. При прямолінійних стінках основного русла і відведення біля верхньої стінки відвідного русла утворюється область вихороутворення. Якщо витрата, що відділяється, велика, то розширення потоку в основному руслі часто супроводжується утворенням другої зони завихрень біля стінки основного русла, протилежної до входу у відвідне русло (рис. 1) [3].

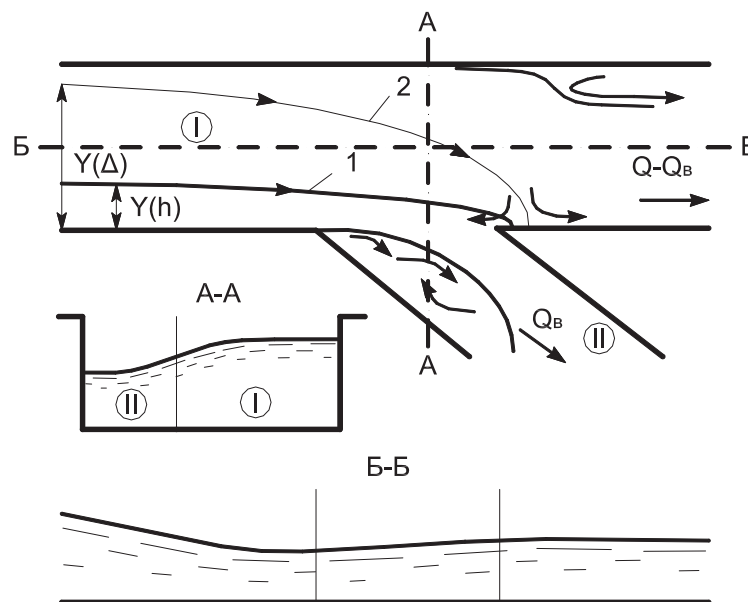


Рисунок 1. Схема поділу відкритого потоку

Внаслідок викривлення потоку, що відділяється, в ньому розвивається поперечна циркуляція, що відхиляє поверхневі струмені від входу у відповідне русло і направляє донні струмені у відвід. У результаті ширина захоплення донних струменів основного потоку виявляється значно більшою, ніж ширина захоплення поверхневих струменів. Цьому явищу також сприяє зростання донних швидкостей, що супроводжує стиснення потоку на початку поділу.

Асиметрія поперечного перерізу потоку на заокругленні потоку виникає внаслідок розвитку відривних течій, які здійснюють перенесення руслоформуєчих наносів і таким чином призводять до значних деформацій русла [2, 3, 4, 5, 6].

Утворення значного похилу і поперечної циркуляції викликає значні зміни швидкісної структури потоку на заокругленні. Ґрунтуючись на законі збереження енергії, легко прийти до висновку, що в місцях, де рівень вільної поверхні зростає, швидкості повинні спадати, а в місцях зниження рівня вільної поверхні – зростати. Отже, перерозподіл швидкостей по вертикалі і по ширині потоку призводить до зміни всієї швидкісної структури.

Також при русі рідини в зонах водоверті зростає дисипація механічної енергії. Це відбувається внаслідок зміни гідравлічної структури потоку, збільшення нерівномірності розподілу швидкостей по живому перерізу, подовження шляху руху окремих часток завдяки гвинтовому характеру руху, посилення обміну кількістю руху між окремими струменями.

Отже, в результаті поділу потоків різко змінюється гідродинамічна структура і транспортуюча здатність потоків, яка проявляється в помітному викривленні планових струменів; утворенні значних (по відношенню до планових розмірів взаємодіючих потоків) рециркуляційних зон; появи суттєвих швидкостей вторинних течій поперечної циркуляції; трансформації епюр розподілу швидкостей як по глибині, так і по ширині потоку; наявності відривних течій аперіодичного характеру, що обумовлюють істотне підвищення пульсаційних складових швидкостей; зміні транспортуючої здатності потоків, що призводить до виникнення розмивів і відкладень біля берегів.

Як зазначалося вище, вторинні течії поперечної циркуляції першого виду виникають у штучно стиснутих руслах, якими, в тому числі, є річки зі спорудженими на них мостовими переходами. Мостовий перехід змінює структуру річкового потоку порівняно з побутовими умовами. Така заміна структури поширюється вниз і вгору від мосту на певну відстань, утворюючи собою певну ділянку – зону впливу мостового переходу. Це ділянка, в межах якої струмені потоку змінюють свої траєкторії (викривлюються) порівняно з побутовими умовами. Зона впливу складається із зони стиснення і зони розширення (розтікання) (рис. 2). Перерізи на початку зони стиснення і наприкінці зони розширення характеризуються тим, що лінії току в них приблизно паралельні.

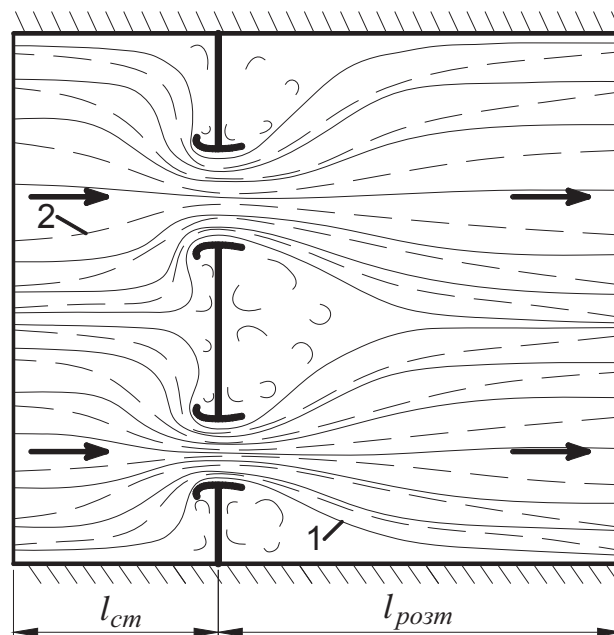


Рисунок 2. Схема течій в зоні впливу мостового переходу з груповими отворами: l_{cm} – довжина зони стиснення; $l_{розт}$ – довжина зони розтікання;; 1 – поверхневі течії; 2 – придонні течії.

Довжини зон стиснення і розтікання взагалі повинні визначатися при польових вишукуваннях під час паводків. Вони залежать від міри і форми стиснення, величини паводку і швидкості потоку.



Довжина зони розтікання визначається одним з наступних способів:

- на основі результатів моделювання в гідротехнічних лотках або за даними натурних спостережень на найближчих існуючих мостових переходах;
- за результатами теоретичної побудови планів течії на мостовому переході;
- за приблизною формулою.

В роботі Г. А. Федотова [7] наводиться така приблизна формула, згідно з якою довжина зони розтікання приймається вдвічі більшою за довжину зони стиснення. Довжина зони впливу мостового переходу прямо пропорційно залежить від різниці між шириною розливу річки під час паводку й отвором мосту і обернено пропорційно – від співвідношення ширини малої і великої заплав. Тобто зі збільшенням отвору мосту довжина зон стиснення і розширення зменшується.

Висновки. На мостових переходах з груповими отворами присутнє сполучення двох видів вторинних течій поперечної циркуляції. І відповідно дуже важливо правильно врахувати поєднання цих видів вторинних течій при визначенні групових отворів мостових переходів.

Складність розрахунку загального розмиву в зонах впливу мостових переходів з груповими отворами полягає в наступному:

- 1) наявність поперечної циркуляції за рахунок розгалуження потоків і різномірної шорсткості в руслі та на заплаві;
- 2) розгалуження потоків;
- 3) вплив мостового переходу;
- 4) неоднорідність потоків.

Список літератури:

1. Славінська О. С. Теорія та методи прогнозування розмивів в зоні впливу мостових переходів. Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.
2. Савенко В. Я., Славинская Е. С. Модель расчета внутренних течений. // Вестник НТУУ «КПИ». – Киев, 1999. Том 2, вып. 36. С.436 – 442.
3. Рутковская И. А. Двумерная математическая модель и метод расчета течения жидкости в узлах разветвления открытых потоков. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. К: 2000.
4. Караушев А. В. Речная гидравлика. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 416 с.
5. Розовский И. Л. Движение воды на повороте открытого русла. – Киев: Издат. АН УССР, 1957. – 188 с.
6. Шеренков И.А. Прикладные плановые задачи гидравлики спокойных потоков, – М.: Энергия, 1978. – 240 с.
7. Федотов Г. А. Изыскание и проектирование мостовых переходов. – М.: Академия, 2005. – 304 с.

