

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.27>

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАГАЛЬНИХ РУСЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА СТІЙКІСТЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Онищенко А. М.

*доктор технічних наук, доцент,
завідувач кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд
Національного транспортного університету*

Башкевич І. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд
Національного транспортного університету*

Корецький А. С.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд
Національного транспортного університету
м. Київ, Україна*

Проектування мостових переходів тісно пов'язано з прогнозуванням руслових деформацій в зоні будівництва майбутніх споруд [1]. Тому надійність та довговічність мостових переходів залежить від того, наскільки достовірно математична модель руслового процесу відбиває його фактичний перебіг. В результаті гідравлічних розрахунків і прогнозу розвитку загальних руслових деформацій, виникаючих внаслідок стиснення водного потоку насипами підходів, визначаються генеральні розміри.

Проблема вдосконалення конструкцій мостових переходів є досить актуальною, має технічний і соціально-економічний аспект. Для України характерний ріст числа природних катастроф, особливо в останні роки. Аналіз руйнувань мостів при проходженні високих повеней показав, що основною причиною аварії є утворення деформацій русла, які можуть досягати критичних розмірів, підмиви руслових опор і перевищення розрахункових гідродинамічних характеристик річкового потоку над проектними. Найбільшою шкоди від цього стихійного лиха зазнають гірській та передгірські райони Карпат, Полісся, приднайські та придніпровські землі, Донбас.

Мостові переходи на автомобільних дорогах повинні задовольняти цілому ряду вимог і насамперед повинні забезпечувати безперешкод-

ний пропуск транспортних потоків і бути стійкими протягом усього терміну служби, тобто протистояти руйнуючій дії паводків, адже стійкість всієї конструкції залежить від стійкості фундаменту і опор.

Загальні руслові деформації перебувають у прямій залежності від міри стиснення ріки мостовим переходом. Чим більше стиснення, а отже, чим менше отвір, тим більше величина загального розмиву. Тому, в більшості випадків, головним критерієм для обґрунтування отвору моста розглядається глибина загального розмиву.

Домінантним рівнянням математичної моделі загального розмиву є диференціальне рівняння балансу наносів (деформацій). За О.В. Андрєєвим:

$$\frac{\partial G}{\partial l} = \frac{\partial \omega}{\partial t}, \quad (1)$$

де G – витрата наносів;

ω – площа живого перерізу;

l, t – незалежні змінні відповідно відстань і час.

Задача визначення руслових деформацій розглядається в одномірній постановці (тільки вертикальні деформації), тому рівняння (1) можна записати в розгорнутому виді

$$\frac{\partial G}{\partial l} - B \frac{\partial h}{\partial t} = 0, \quad (2)$$

де B – ширина перерізу русла;

h – середня глибина в руслі.

Рівняння балансу наносів (2) придатне для визначення руслових переформувань в природних умовах і прогнозів деформацій дна при будь-якому стисненні ріки гідротехнічними чи транспортними спорудами автомобільної дороги. Але при цьому треба мати на увазі два застереження:

– берега русла в зоні впливу мостового переходу не повинні руйнуватись потоком;

– на розрахунковій ділянці повинні бути відсутні притоки і бічне надходження наносів через брівки русла.

Рівняння балансу наносів являє собою рівняння нерозривності для твердої фази потоку в нестационарному процесі загального розмиву і відображає фундаментальний закон збереження матерії.

Згідно з принципами гідроморфологічної теорії руслового процесу транспортування руслоформуючих донних наносів відбувається на

структурному рівні мезоформ, що являють собою скупчення наносів у вигляді пасм, боковиків, осередків. Їх характерні розміри співставні з глибиною русла. Переміщення наносних формувань у вигляді руслових мезоформ відбувається під дією осереднених швидкостей в придонній області. Імпульси турбулентних пульсацій надто слабкі, щоб зрушити всю мезоформу, тому вони стають активними чинниками тільки на рівні окремої частинки наносів або на рівні руслових мікроформ – рифелів [2].

Вважаючи витрату наносів залежною від їх фізичних властивостей і гідравлічних параметрів потоку, серед яких найвагомішими є швидкість і глибина, її питому витрату можна подати у вигляді

$$g = A \cdot h^n \cdot V^m \quad (3)$$

де g – питома витрата наносів, або кількість наносів, яка щосекунди надходить до русла через одиницю його довжини,

$A=f(d)$ – функція крупності наносів;

h – глибина води в руслі;

V – швидкість руслового потоку;

m та n – показники степені, які за результатами лабораторних і натурних досліджень різних авторів змінюються в дуже вузькому діапазоні.

Рух води в річках майже завжди неусталений. Нестационарність потоку особливо помітна в паводковий період. Для неусталеного потоку води рівняння нерозривності має вид, подібний до рівняння балансу наносів,

$$\frac{\partial Q}{\partial l} - \frac{\partial \omega}{\partial t} \quad (4)$$

де на відміну від рівняння (1) замість транспортуючої спроможності потоку G стоїть витрата води Q , що свідчить про їх однакову фізичну сутність – формальне відтворення закону збереження матерії. Але природним потокам в річках властиве значне перевищення сил тертя над силами інерції, що означає фактичне врівноваження рушійної складової сили тяжіння і сили тертя. Такий рух води мало відрізняється від усталеного, тому і називається квазістационарним. Отже в зоні впливу мостового переходу рух води вважається квазістационарним, але, внаслідок стиснення потоку, нерівномірним.

Загальний розмив починається з виходом води на заплави, що супроводжується трансформацією руслової витрати, появою її градієнту

$\frac{\partial Q_p}{\partial l}$ вздовж зони впливу мостового переходу і порушенню позовжнього балансу наносів. Таким чином, динамічне рівняння руслового потоку математичної моделі повинно відтворювати головну причину загального розмиву – трансформацію руслової витрати. З метою узагальнення, це рівняння в період затоплення заплав записується в такому формалізованому виді:

$$\beta_p = f(l) \quad (5)$$

де β_p – коефіцієнт трансформації руслової витрати.

Система рівнянь математичної моделі багаторічного прогнозу загальних руслових деформацій з різними початковими умовами:

$$\begin{cases} \frac{\partial G}{\partial l} - B \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \\ G = A \cdot B_p \cdot V^m \\ Q = B \cdot h \cdot V \\ \beta_p = f(l) \end{cases} \quad (6)$$

Задача багаторічного прогнозу загальних руслових переформувань і деформацій має зміст задачі Коші. Аналітичні реалізації математичних моделей, що відтворюють процеси руслових деформацій на мостових переходах з різними початковими умовами, схожі і їх можна виконувати за схожими алгоритмами.

Для першого року після спорудження мостового переходу позовжній профіль dna русла в зоні стиснення в цьому випадку описується залежністю, отриманою С.Г. Ткачуком [3]:

$$h = h_{pn} \cdot 0,5 + \sqrt{0,25 + \frac{m \cdot (m+1) \cdot A \cdot \Gamma \cdot \beta_p^{(m+1)}}{R \cdot B_p^m \cdot h_{pn}^{(m+1)}}} \cdot \frac{1}{m+1}, \quad (7)$$

де h_{pn} – природна глибина в руслі;

A – функція фізико-механічних властивостей наносів;

β_p – коефіцієнт трансформації руслової витрати;

B_p – ширина русла;

R – параметр центрального струменя;

$\Gamma = \int Q_{pn}^4 dt$ – інтегральна функція гідрографа руслової витрати Q_{pn} .

Запропонована методика розрахунку загального розмиву дозволяє оцінити вплив загальних руслових деформацій на стійкість транспортних споруд.

Література:

1. ДБН В.2.3-22:2009 «Мости та труби. Основні вимоги проектування». Київ, 2009. 367 с.
2. Ткачук С.Г. Прогнозування руслових деформацій на мостових переходах. Частина 3 і 4. Навчальний посібник. К, 2004. 98 с.
3. Ткачук С. Г. Гідраліка. Гідрологія. Гідрометрія: підручник. Київ, 2013. 392 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.28>

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Осипова А. О.

аспірантка

Київського національного університету будівництва і архітектури

Савенко В. І.

*кандидат технічних наук, доктор технічних наук (РФ),
професор*

Київського національного університету будівництва і архітектури

Осипов С. О.

кандидат технічних наук, доцент

*Київського національного університету будівництва і архітектури
м. Київ, Україна*

Останнім часом одним із основних напрямків світового технологічного і соціального розвитку є захист біосфери Землі, що обумовлено глибокою екологічною кризою. Для подолання загальносвітової екологічної кризи міжнародним співтовариством у другій половині ХХ сторіччя було розпочато поступове впровадження природозахисних заходів і рішень, які з часом набули ознаки системності. Так, від-