

## ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТА ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Дмитро ПРУСОВ,*

*д.т.н., проф., завідувач кафедри будівництва та інформаційних технологій*

*Віталій НІЩУК,*

*к.т.н., доц., доцент кафедри будівництва та інформаційних технологій*

*Відокремлений структурний підрозділ «Інститут інноваційної освіти*

*Київського національного університету будівництва і архітектури*

Сучасні напрями інженерної підготовки та захисту територій базуються на теоретичних основах і регламентах практичної реалізації інноваційних процесів поліпшення умов будівництва та експлуатації територій населених пунктів в складних природних умовах, а також по виключенню або обмеженню фізико-геологічних процесів, їх розвитку та впливу на територію.

Заходи з інженерної підготовки з урахуванням інженерно-будівельної оцінки території передбачають забезпечення захисту від несприятливих природних і антропогенних явищ та прогнозу зміни інженерно-геологічних і гідрологічних умов при різних видах техногенного навантаження.

Для запобігання виникненню деформацій річкових русел та забезпечення стійкості випрямних трас застосовують різні типи регуляційних (випрямних споруд).

З особливостями конструкцій та впливу на потік розпізнають споруди: масивні, наскрізні або замулювальні, а також струмененапрявні. Із розташуванням у потоку відносно його динамічної осі визначають повздовжні та поперечні споруди. Зона впливу поперечних споруд звичайно перевищує їх довжину у декілька разів. Ефект досягається у разі комбінованого використання споруд обох груп. Це виправдано та економічно.

За конструктивними ознаками виділяють 5 груп споруд: дамби (вали); загати (переливні та сухі), що перекривають потік на всій ширині русла; напівзагати (буни) та шпори, що з'єднуються з одним берегом; берегоукріплювальні та дноукріплювальні споруди; споруди, що не прилягають до берегів (переважно щитові, що захищають землечерпальні прорізи від наносів).

До найпростіших елементів конструкцій регуляційних споруд відносять легкі фашини, прутяні канати; легкі та важкі (з привантаженням каменем) хворостяники; хворостяні покриття; хворостяні та кам'яно-хворостяні устілки; фашинна кладка; сипаї; бетонні та залізобетонні конструкції різних видів (плити, хворостяники, звичайні та фасонні блоки тощо); ряжі дерев'яні та із залізобетонних елементів; металеві сітки та покривала; габіони прямокутні та циліндричної форми; хімічні плівкові та інші покриття ґрунтових споруд.

Повздовжні масиви споруд – дамби мають функції огорожувальних берегових, огорожувальних руслових та струмененапрявних споруд. Їх розташовують вздовж потоку на берегах або у руслі та орієнтують залежно від планового положення виправної траси.

Поперечні масивні споруди споруджують із ґрунту, кам'яного накиду, фашиної кладки, хворостяників (із різного матеріалу), збірних залізобетонних елементів. Такі споруди можуть мати й комбіновану конструкцію. Залежно від висоти (а отже; й цілі регулювання) застосовують донні, меженні та повеневі споруди. Поперечні перерізи звичайно мають контури трапеції, елементів якої (ширину гребеню, залягання укосів) встановлюють залежно від умов роботи споруди.

Загати служать для перекриття рукавів та проток для підтримання відповідних глибин в основному руслі. Донні загати (пороги) використовують для стабілізації дна.

Під час проектування напівзагат керуються такими правилами:

– голови споруд біля увігнутих берегів розташовують за плавною кривою із перевищенням радіуса кривизни існуючого контуру берега;

– споруди відносно потоку орієнтують з деяким ухилом до напрямку течії ("пошерстне" розміщення) за умови незатоплення або проти потоку ("протишерстне") – для підводних споруд;

- довжину споруди визначають за розрахунком;
- віддалення  $S$  між напівзагатами встановлюють виходячи з потреби закріплення наносів у міжбунних просторах  $S0, 35B$  для увігнутих берегів та шпор,  $S1, 5B$  – для випуклих берегів та бун;
- шпори можна розташовувати також на відстані  $S4L$ ;
- перша та остання напівзагата у системі мають бути укорочені – для більш плавного розподілу навантажень та поєднання з прилеглими ділянками берегу (для запобігання їх розмиву).

Планове розміщення виправних споруд та їх висотне положення проєктують на підставі результатів натурних, а за необхідності – й модельних досліджень. Лінія виправних споруд має бути доведена до стійких ділянок русла, а їх коренева частина має міцно та надійно укріплювати та захищати від загального та місцевого розмивів. Повздовжній ухил гребеня напівзагати у кореневої частини споруди має становити  $1:10 - 1:40$ , а в русловій  $1:40 - 1:100$  й менше. Ширину гребеня визначають за умови забезпечення його стійкості у разі впливу льодових навантажень.

Наскрізнi споруди влаштовують у вигляді перешкод із рядів паль, гілястих та інших завіс. У регуляційних роботах використовується здатність цих споруд осаджувати наноси за перешкодою або між рядами завіс. Для цього споруди розташовують поперек потоку, вздовж берега або у вигляді полів підвищеної шорсткості (за площиною).

Струмененапрямні споруди – системи косонаправлених плавучих або донних щитів, що активно впливають на руслоформувальні процеси завдяки створенню стійкості поперечної циркуляції. Ці споруди дуже ефективні, але їх застосування обмежується умовами судноплавства. Частіше всього їх використовують для захисту водозаборів від занесення піском.

При укріпленні річкових берегів міських територій та у зв'язку з містобудівним використанням прибережних територій з'являється потреба точної фіксації берегів та їх благоустрою. Берегоукріплювальні споруди мають захистити береги річок від розмиву течіями, впливу льоду, вітрових та суднових хвиль, дощових та талих вод, сприймати навантаження від навалу суден. Конструктивні рішення щодо укріплення річкових берегів приймають залежно від мети передбаченого використання ділянки й з урахуванням інженерної ділянки, інженерно-геологічних і гідрологічних умов берегової смуги.

Капітальні набережні із вертикальними підпірними стінами (найдорожчий вид укріплення) рекомендується застосовувати лише у великих містах та у центральних районах невеликих міст. Економічним є укiсне кріплення берегів.

Умови роботи берегоукріплювальних споруд суттєво залежать від їх розміщення відносно робочих рівнів води. У зв'язку з цим прийнято виділяти 3 зони кріплення берегових укосів: підводну, перемінного рівня на надводну – незатоплену.

Для захисту надводної зони берегових укосів застосовують рослинне покриття (засів травою, одерновка у клітинку, цілковита одерновка, насадження чагарників); хімічне закріплення ґрунтів смолою; монолітні ґрунтобетонні та асфальтобетонні покриття.

Для захисту берегових укосів у зоні перемінного рівня використовують мощення камінням; кам'яний накид; габіонні кріплення; збірні залізобетонні розрізані плити – гнучкі індустриальні конструкції, що потребують улаштування підготовки у вигляді зворотного фільтру та допускають деформації; збірні залізобетонні омонолічені за контуром плити, що укладаються на підготовку із щебеню або гравію та забезпечують більш високу стійкість, ніж розрізані плити; монолітні залізобетонні плити, що доцільно застосовувати у разі малих об'ємів робіт, на криволінійних ділянках та у разі складних гідрологічних умов; бетонні масиви, що споруджуються на великих глибинах та на гірських річках із високою амплітудою коливання рівня води, накиди із фасонних блоків, що застосовують, переважно, у складних гідрологічних умовах.

Бетонні масиви та фасонні блоки застосовують також у конструкціях масивних берегоукріплювальних споруд на зсувонебезпечних ділянках берегових схилів.

Для кріплення підводних укосів та основ споруд застосовують хворостяники; тонкі гнучкі

покриття із залізобетону та асфальтобетону товщиною 5 см; гнучкі безфільтрові залізобетонні покриття товщиною 10 – 15 см; збірні залізобетонні плити товщиною не менше 20 см. Ці види плитного покриття не потребують улаштування зворотного фільтру.

Види та конструкції огорожуючих стін набережних характеризуються геоморфологічними особливостями рельєфу берега, архітектурно-планувальними рішеннями проїздів та забудов прибережної території. За контурами зовнішніх (омиваних) граней.

Укріплення берегів підрозділяють на такі види: вертикальні (з ухилом  $1/5 - 1/20$ ), похилі прямолінійні, ламані, криволінійні та напівукісні (одягаючі, несучі) з нахилом у нижній частині до 45°.

Для захисту міських набережних застосовують бетонні (рідко кам'яні) та залізобетонні конструкції підпірних стін. За конструктивними ознаками їх розподіляють на масивні (монолітні, з кам'яного накиду, із блоків та масивів-гігантів); тонкостінні кутового профілю, у тому числі контрфорсні; тонкостінні шпунтові, у тому числі анкерні. За способом виконання робіт – на монолітні, збірні та комбіновані.

Залежно від геологічної будови берега та гідрологічних умов підпірні стіни споруджують на природній або штучній основі (із паль). У разі, якщо ґрунти, що не пропускають забивання паль, залягають на глибині менше 3 м нижче позначок максимального розмиву, стіни споруджують на окремо розташованих опорах.

Відповідно до архітектурно-планувальних вимог підпірні стінки споруджують на висоті засипки 4 – 6 м. В окремих випадках допускається споруджувати стіни більшої висоти. Для підвищення їх стійкості влаштовують один або два яруси розвантажувальних ділянок або анкерних кріплень. Для запобігання появи тріщин у стінах влаштовують деформаційні шви через 10 – 15 м за довжиною у бетонних конструкціях та через 30 – 40 м – у залізобетонних конструкціях, а також у місцях різких змін властивостей ґрунтів основ. У цих місцях влаштовують шви в облицюванні – вертикальні або утроби.

Прилегла до стіни засипка складається із крупнозернистого піску або гравію. Поверхні стін, що стикаються з ґрунтом, покривають шаром гідроізоляції. Вздовж тильного боку стіни влаштовують дренаж у вигляді зворотного фільтру та водовідвідні отвори у тілі стіни, розташовуючи їх вище або нижче зони нормального рівня води.

Для укріплення укосів підводної зони у разі значних глибин та швидкостей течії рекомендується споруджувати упорні пояси та берегові банкети. Вище рівня меженних вод можна споруджувати залізобетонні покриття укісного типу. На передгірських та гірських ділянках річок із бурхливою течією береги укріплюють масивними стінами із протирозмивним зубом або глибоким фундаментом, а також ковзні масиви.

#### Література:

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
2. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування.
3. ДБН В.1.1-25:2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів.
5. Інженерний захист та освоєння територій. Довідник (За редакцією В.С.Ніщука) - К., "Основа", 2000. 358 с.
6. Prusov D.E. Reviewing Integrated Approaches of Scientific and Engineering Approaches due the Reconstruction of Urban Areas in Difficult Conditions // IX International Scientific Conference: Scientific review in the discipline of architecture and urban studies - principles, practice, expectations. – Szczecin (Poland), 27 November 2020. – P.36.
7. Prusov D.E. Assessment of interaction the new construction object at full load and the surrounding building in the dense urban development conditions // Strength of Materials and Theory of Structures, Vol.109 (2022), – 455-466.