

ПРОЕКТУВАННЯ АРМОГРУНТОВИХ КОНСТРУКЦІЙ НАСИПІВ НА ЗАПЛАВАХ

Савенко В.Я., *д.т.н., проф.*, Славінська О.С., *д.т.н., проф.*,
Усиченко О.Ю., *к.т.н, доц.*

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Постановка проблеми. Більшість рівнинних річок (великих та малих) мають розвинені долини. Заплава — це частина дна річкової долини, що лежить вище межневого рівня води в річці і періодично затоплюється під час повені. Тривалість затоплення у заплаві може тривати від декількох днів до місяця і більше. Притерасна частина пойми, як правило, є перезволоженою і заболоченою, де формуються болотні ґрунти. Для будівництва найкраще вибирати рівні ділянки річкової долини, що не розвиваються і не підтоплюються. Але за умовами прокладення траси автомобільної дороги, особливо на підходах до мостових переходів є необхідність у розміщенні земляного полотна також і на заплавах. Основа насипу в таких випадках складена слабкими болотними або глинистими ґрунтами, є небезпека підтоплення укосів насипу під час проходження паводка та під час інтенсивних опадів влітку та восени.

Діючими нормативними документами в Україні встановлено лише загальні вимоги щодо необхідності врахування умов підтоплення при проектуванні та будівництві земляного полотна на заплавах ділянках. Аналізуючи положення основних діючих нормативних документів на проектування та будівництво земляного полотна автомобільних доріг приходимо до висновку, що на теперішній час не встановлені чіткі вимоги щодо врахування дії тимчасового або постійного підтоплення насипів та призначення для таких насипів розрахункових характеристик ґрунтів. В текстах цих нормативних документів даються лише посилання на необхідність врахування можливості підтоплення і необхідність розрахунку стійкості укосів таких насипів.

Аналіз досліджень і публікацій. Розрахунковими характеристиками ґрунту земляного полотна є: вологість W , модуль пружності E , кут внутрішнього тертя φ та питоме зчеплення c . Відомо, що ґрунт, що розташований нижче рівня ґрунтових вод зазнає зважувальної дії води, що проявляється у вигляді зниження величини питомої ваги ґрунту:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + E}, \quad (1)$$

де γ_{sb} – питома вага ґрунту з урахуванням зважувальної дії води, кН/м^3 ; γ_w – питома вага води, $\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$; e – коефіцієнт пористості.

Можливими нормативними джерелами щодо призначення розрахункових характеристик ґрунтів насипів, що розглядаються могли б бути ДБН В.1.2-15:2009 та ДБН В.2.1-10-2009.

Викладення основного матеріалу. Можливим варіантом укріплення укосів насипів, що підтоплюються є армування укосів геосинтетичними матеріалами (армований укис або армоґрунтова підпірна стінка), використання габйонних конструкцій, протиерозійний захист укосів.

Згідно з [5] армування ґрунтів (армовані укиси з крутизною до 70° та армоґрунтові підпірні стінки з крутизною до $70^\circ - 90^\circ$) може застосовуватися на підходах до мостів і в берегових опорах мостів (рис.1) . Нормами [5] встановлено вимоги щодо конструювання і розрахунку армованого укосу. В тому числі, є посилання на врахування можливого підтоплення. Розрахунок виконують перевіркою внутрішньої, зовнішньої, комбінованої стійкості та придатності до експлуатації.



Рисунок 1 – Принцип армування і стабілізації укосу насипу (відповідно до [5])

При розрахунках внутрішньої стійкості визначають загальне армуюче зусилля, яке компенсує дефіцит утримуючих зусиль:

$$T_s = ([K_R] - K_U) \cdot \frac{M_D}{R}, \quad (2)$$

де T_s – сумарне необхідне армуюче зусилля, яке повинне створюватись геосинтетичними полотнами для стабілізації укосу; M_D – обертаючий момент зсувних сил відносно центра кривої обертання; R – радіус кри-

вої обертання і плече моменту від зусилля T_s , відносно центраобертання згідно з рисунком 1; $[K_R]$ – мінімально допустимий коефіцієнт стійкості армованого укосу.

Визначення положення центру обертання, радіусу кривої обертання, утримуючих та зсувних сил рекомендується вести за традиційною методикою круглоциліндричних поверхонь ковзання. Разом з тим ні в яких нормативних документах не закріплені положення цієї методики і не з'ясовується які розрахункові характеристики ґрунтів слід приймати. Як наслідок, немає ніяких рекомендацій щодо розрахунку стійкості підтоплюваних укосів.

Наявність рівня ґрунтових вод (згідно з [5]) рекомендується враховувати при визначенні довжини закладення армуючих полотен в ґрунтовий укіс. Анкерування геосинтетичного матеріалу в ґрунтового масиві забезпечується силами тертя і зчеплення:

$$L_{ei} \geq \frac{T_{Di} \cdot [K_R]}{2 \cdot (c_a + \sigma_{vi} \cdot tg \delta)} = \frac{T_{Di} \cdot [K_R]}{2 \cdot \alpha \cdot (c + \sigma_{vi} \cdot tg \varphi_1)}, \quad (3)$$

де L_{ei} – необхідна довжина анкерування i -го полотна (мінімальна величина L_{ei} становить 1 м) згідно з рисунком 3.6; T_{Di} – розрахункова міцність на розтяг i -го полотна; c_a і c – адгезія ґрунту до геосинтетика і зчеплення (когезія) ґрунту; δ – кут тертя між ґрунтом та геосинтетиком; φ_1 – кут внутрішнього тертя ґрунту; α – коефіцієнт взаємодії ґрунту з геосинтетиком; σ_{vi} – ефективний вертикальний тиск на рівні i -го полотна.

Сила тертя залежить від вертикального тиску на рівні закладення прошарку. Для попередження перевищення розрахункових отримуючих зусиль при визначенні вертикального тиску від власної ваги ґрунту рекомендується враховувати зважувальну дію води:

$$\sigma_{vi} = \sigma_q + \gamma_{ci} \cdot H_{ci} + \gamma_{wi} \cdot H_{ВКПi} - \gamma_w \cdot H_{РГВi}, \quad (4)$$

де σ_q – тиск від зовнішнього навантаження; γ_{ci} , γ_{wi} і γ_w – питома вага ґрунту над зоною капілярного підняття і в межах висоти капілярного підняття (ВКП) та питома вага води, відповідно; H_{ci} , $H_{ВКПi}$ і $H_{РГВi}$ – потужність шару ґрунту над ВКП, в межах ВКП і в межах рівня ґрунтових вод (РГВ), відповідно.

Разом з тим, ніяких рекомендацій не надається щодо врахування зміни розрахункових характеристик ґрунту (c , φ_1), та зміни характеристик взаємодії на межі ґрунт-геосинтетик (δ).

В Україні нормами на проектування армогрунтових підпірних стін є ГБН В.2.3-218-548 : 2010. Цими нормами встановлені загальні вимоги на конструювання, проектування та будівництво підпірних стін з різними варіантами будівництва фасадної частини та з ґрунтовою засипкою, що армована геосинтетичними матеріалами, у звичайних умовах, без урахування можливого підтоплення насипів, а отже, проблема призначення розрахункових характеристик обводнених ґрунтів та характеристик взаємодії цих ґрунтів з армуючими матеріалами залишається не вирішеною.

Висновки. Проблема проектування та будівництва насипів на заплавах ділянках в зоні впливу мостових переходів на автомобільних дорогах лишається злободенною і на теперішній час. У запропонованих сучасних нормативних документах лише частково у загальних рисах регламентується необхідність врахування зміни розрахункових характеристик ґрунту в існуючих методах розрахунку стійкості таких насипів. Відповідно, не встановлені чіткі і послідовні рекомендації та вимоги ні на стадії проектування, ні на стадії будівництва. Нагальним питанням залишається розроблення інженерної методики розрахунку стійкості підтоплюваних насипів з урахуванням вимог до характеристик ґрунтівв конструкціях земляного полотна, призначення їх розрахункових параметрів та новітніх технологій виконання робіт.

SUMMARY

The article analyzes the calculating methods of the flooding embankments stability, and normative documents requirements to establish a settlement soil parameters used in the embankments.

Література

1. ДБН В.2.3-4-2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги.
2. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування.
3. ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Мости і труби. Навантаження і впливи
4. ВБН В.2.3-218-171-2002 Споруди транспорту. Спорудження земляного полотна автомобільних доріг.
5. ВБН В.2.3-218-544:2008 Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві
6. ГБН В.2.3-218-548 : 2010 Армогрунтові підпірні стінки для автомобільних доріг. Проектування та будівництво