

А. В. РАДКЕВИЧ, Ю. М. ГОРБАТЮК, І. М. ЄВІН, С. О. ЯКОВЛЄВ (ДІПТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИРОБНИЦТВА ГАБІОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Розглядаються сучасні підходи до вирішення проблеми доцільності запровадження комплексного виробництва габійонних конструкцій на базі структурних підрозділів Державної спеціальної служби транспорту.

Ключові слова: габійонна конструкція, комплексне виробництво, техніко-економічне обґрунтування

Рассматриваются современные подходы к решению проблемы целесообразности внедрения комплексного производства габионных конструкций на базе структурных подразделений Государственной специальной службы транспорта.

Ключевые слова: габионная конструкция, комплексное производство, технико-экономическое обоснование

The modern approaches to the solution of problem of expedience of introducing the complex production of mesh structures on the base of structural subdivisions of the Government Special Service of Transport are examined.

Keywords: mesh structure, complex production, feasibility study

Вступ

Одним з найбільш складних процесів на залізничному транспорті є організація берегоукріплювальних робіт традиційними засобами по захисту земель, порушених водною ерозією і споруд в гідротехнічному будівництві.

Досить часто для виконання подібних завдань залучаються підрозділи Держспецтрансслужби, так як виходячи з питань ліквідації наслідків стихійного лиха підрозділи Державної спеціальної служби транспорту, відповідно до Положення про Державну спеціальну службу транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України, повинні приймати участь в ліквідації наслідків катастроф природного, техногенного та воєнного характеру.

Тому предметом роботи є доцільність запровадження, на базі структурних підрозділів Державної спеціальної служби транспорту, комплексного виробництва габійонних конструкцій. Мета роботи є розробка техніко-економічного обґрунтування комплексного виробництва габійонних конструкцій.

Використання цих конструкцій є економічнішим і надійнішим засобом з ряду причин, серед яких найважливішими є:

- високий опір динамічним і статичним навантаженням, міцність елементів і граней;

- корозійна стійкість до дії води і атмосферних явищ;
- проникність і пористість конструкції, що забезпечує дренажування зворотної засипки і виключає додаткові витрати на влаштування дренажу;
- гнучкість, яка дає можливість габійонній структурі заповнювати невеликі деформації у ґрунті без руйнування споруд;
- простота будівництва і мінімальні обсяги робіт, пов'язаних з підготовкою основи (потрібно просто вирівнювати поверхню);
- низькі експлуатаційні витрати.

Виходячи з місць розташування підрозділів Держспецтрансслужби та завдань з виконання Державної цільової програми комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Серету, пріоритетне значення у виконанні цих заходів з будівництва нових і реконструкції існуючих дамб, берегоукріплення та регулювання русел річок із використанням габійонних конструкцій, зібраних або виготовлених на базі підрозділів Державної спеціальної служби транспорту, слід надати підрозділам, розташованим у західних регіонах країни.

Підрозділи Державної спеціальної служби транспорту відповідно до Положення про Державну спеціальну службу транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України повинні

приймати участь в ліквідації наслідків катастроф природного, техногенного та воєнного характеру.

Тому для скорочення витрат структурними підрозділами Держспецтрансслужби при підготовці, а також у ході виконання завдань по захисту земель, порушених водною ерозією, і споруд в гідротехнічному будівництві потребує дослідження переліку та типів габійних конструкцій, рекомендацій з виготовлення само-

стійно геоблоків та печатного бетону на базі підрозділів Держспецтрансслужби, застосування результатів виробництва самими підрозділами під час виконання навчально-практичних робіт об'єднаними загонами. Це має велику практичну значущість для Держспецтрансслужби. Результати досліджень знайдуть впровадження при успішному входженні в ринок застосування габійних конструкцій.

Таблиця 1

**Прогнозні обсяги та джерела фінансування
(відповідно Державної цільової програми комплексного протипаводкового захисту
в басейнах річок Дністра, Пруту та Серету)**

Джерела фінансування	Обсяг фінансування, млн грн	У тому числі за роками							
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016-2025
Державний бюджет	28888,77	272,99	344,42	374,5	451,58	520,78	576,98	630,08	25717,4
Місцеві бюджети	1542,83	50	80	115	154	180	215	240	508,8
Інші джерела	885,4	9	31,8	52,5	72,9	93	83,1	83,1	460
Усього	31317	331,99	456,22	542	678,48	793,78	875,08	953,18	26686,27

Основна частина

Прикладом стихійного в лиха Україні є щорічні паводки від проливних дощів і ураганів. Таки випадки в Центральній і Східній Європі, які почалися 22 липня 2008 року, привели до різкого збільшення рівня води в річках Дністер і Лозину і руйнівній повені в Україні, Молдові, Румунії, Словаччині і Угорщині. В результаті стихійних лих 42 людини загинули. 34 з них – жителі західних областей України. Де в результаті повені постраждали жителі Львівської, Закарпатської, Івано-франківської, Тернопільської, Чернівецької і Вінницької областей. 25 тис. з них було вимушено покинути свої рідні місця. В цілому вода затопила близько 523 українських населених пунктів і більше 24 тис. гектарів оброблених земель. У Україні зруйновано 360 мостів для автомобілів і 560 пішохідних мостів.

Традиційними засобами захисту земель, порушених водною ерозією, і споруд в гідротехнічному будівництві є покриття з бетонних і

залізобетонних плит і кам'яного накиду. Захист від розмивання у вигляді плиткових покриттів потребує використання дорогого залізобетону, влаштування спеціальних підготовок або зворотних фільтрів та швів. У разі кам'яного накиду значно збільшуються обсяги робіт.

Альтернативою можуть бути габійні конструкції – захисні споруди, виконані з габійнів. Габійні конструкції застосовують вже понад сто років для стабілізації ерозійних процесів будь-якого типу та захисту гідротехнічних споруд (ГТС).

Розрахунок габійних споруд незалежно від їхнього функціонального призначення слід здійснювати відповідно до рівня відповідальності споруд, які мають бути захищені. Клас другорядних споруд потрібно приймати на одиницю нижче класу основних споруд, але не вище III класу.

При проектуванні постійних річкових габійних споруд розрахункові максимальні витрати

ти води слід приймати виходячи зі щорічної ймовірності перевищення витрат (забезпеченості), яку встановлюють залежно від класу споруд для двох розрахункових випадків – основного і перевірного згідно з [1]. Розрахункові гідрологічні характеристики слід визначати за [1].

Габіонні споруди слід проектувати з урахуванням мінімального відведення земель. Тип і конструкцію габіонних протиерозійних гідротехнічних споруд слід призначати з урахуванням вимог [1]. Допускається суміщати габіонні споруди різного призначення.

Проектування габіонних споруд, призначених для інженерного захисту територій, а також захисту земель, сільськогосподарських угідь і природних ландшафтів від зсувних і обвальних процесів потрібно здійснювати з урахуванням вимог [1].

Підпірні стіни з габіонів можуть бути масивного обрису (гравітаційні стіни) і тонкого обрису (напівгравітаційні стіни). Вони можуть бути низькі:

$$\frac{H}{b_{\phi}} < 1,5 \quad (1)$$

і високі:

$$\frac{H}{b_{\phi}} > 1,5, \quad (2)$$

де H – видима висота стіни, м;

b_{ϕ} – ефективна ширина фундаменту, м.

Розрахунки стійкості укосів насипів провадяться для з'ясування причин їхніх деформацій і при проектуванні габіонних споруд. Оцінюється стійкість укосів насипів в окремих її перетинах як для повної висоти укосу (загальна стійкість), так і для окремих частин укосів (місцева стійкість).

Відповідно до СТН Ц-01-95 коефіцієнт стійкості $[K]$

$$[K] = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c}. \quad (3)$$

Для розрахунків стійкості використовується модель Г. М. Шахунянца, що дозволяє визначати коефіцієнт стійкості як при круглоциліндричній поверхні, так і при будь-якій формі поверхні можливого зсуву:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot l_i + N_i \cdot f_i + T_{i-уд}) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}}{\sum_{i=1}^n T_{\text{СДВ}} \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}}, \quad (4)$$

де n – число відсіків, на які ділиться блок можливого зсуву;

$c_i l_i$ – реактивна сила зчеплення по поверхні зсуву в i -му відсіку, кН/м;

C_i – питоме зчеплення ґрунту, кПа;

l_i – довжина поверхні зсуву в межах відсіку, м;

$f_i N_i$ – реактивна сила тертя по поверхні зсуву в i -му відсіку, кН/м;

f_{ji} – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту:

$$f_{ji} = \text{tg } \alpha_i;$$

α_i – кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

N_i – нормальна складова сили ваги i -го відсіку:

$$N_i = Q_i \cdot \cos v_i, \quad (5)$$

де Q_i – вага відсіку, кН/м;

v_i – кут нахилу до горизонту поверхні зсуву в i -му відсіку, град;

T_i – тангенціальна складова сили ваги i -го відсіку (сила вважається зрушуючою, якщо спрямована убік зсуву блоку, і утримуючою – у протилежному випадку), кН/м:

$$T_i = Q_i \cdot \sin v_i, \quad (6)$$

v_i – кут нахилу відсіку до горизонту, град.

Габіонні стінки працюють на сприйняття зсувних тисків E_n [кН/м] укосів. Тому поряд з визначенням величини K одночасно розраховуються й зсувні сили E_n :

$$E_n = \sum_{i=1}^n ([K] \cdot T_{i-СДВ} - N_i f_i - T_{i-уд}) \times \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\beta_i - \varphi_i)}. \quad (7)$$

Габіонні споруди використовують у будь-яких кліматичних умовах при розрахунковій середній швидкості потоку води до 5,5 м/с згідно [1] і хвильовому навантаженні, що визначають розрахунком за [1].

Габіонні споруди слід застосовувати у комплексі з методами біоінженерного протиерозійного захисту земель.

Випуск води з габіонних протиерозійних споруд слід передбачати у відкриті водойми і річки, а також у тальвеги закріплених ярів з дотриманням вимог очищення відповідно до [1] і при здійсненні заходів охорони навколишнього середовища, якщо габіонні конструкції впливають на якість транзитної води.



Рис. 1. Використання покриття з печатного бетону



Рис. 2. Коробчаті габіони



Рис. 3. Підпірна стінка



Рис. 4. Георешітка



Рис. 5. Береги річок, укріплені матрацами Рено



Рис. 6. Зовнішній вигляд улаштованої системи «Зелений Террамеш»



Рис. 7. Укріплені системою «Зелений Террамеш» відкоси

Для проведення порівняльного кошторисно-го аналізу із застосуванням габійних конструкцій і звичайних матеріалів наведемо лише такі цифри: вартість виконання берегоукріплювальних робіт із використанням кам'яної відсіпки (каменю-негабариту), що розрахована з використанням програмного комплексу із складання кошторисів АВК-3, становить 150 тис. грн на 100 п.м. кріплення (залежно від глибини потоку). Вартість будівництва габійної стінки – біля 107 тис. грн на 100 п.м. кріплення, зрубової стінки традиційної конструкції – 50 тис. грн, полегшеного типу (без зменшення експлуатаційної ефективності і надійності споруди) – 36 тис. грн (кошториси склалися на основі [6], [7]). Цифри говорять самі за себе.

Водночас не зайве згадати, що в більшості випадків будівництво споруд із використанням каменю-негабариту є ускладненим внаслідок відсутності відповідних кар'єрів із видобутку каменю, відсутності під'їзних доріг у гірській місцевості, а бетонні стінки, як можливий замінник, є на порядок дорожчими.

Виходячи з місць розташування підрозділів Державної спеціальної служби транспорту та завдань з виконання Державної цільової програми комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Сирету пріоритетне значення у виконанні цих заходів слід надати підрозділам, розташованим у західних регіонах країни, по будівництву нових і реконструкції існуючих дамб, берегоукріпленню та регулюванню русел річок із використанням габійних конструкцій, зібраних або виготовлених на базі підрозділів Державної спеціальної служби транспорту.

Порівняльний аналіз кріплення укосів кам'яним накиданням і габіонами показав, що кріплення габіонами економічно вигідніше за витратами праці, термінами робіт, за вартістю, використаними механізмами, кращим товарним виглядом і якістю робіт.

Висновки

Проаналізувавши в ході проведення науково-дослідної роботи можливість та доцільність запровадження на базі структурних підрозділів Державної спеціальної служби транспорту комплексного виробництва габійних конструкцій та порівнявши вартісні показники можна зробити висновки:

- запровадити на базі підрозділів Державної спеціальної служби транспорту виготовлення самостійно геоблоків та печатного бетону, збірку з готової сітки та монтаж габійних конструкцій типу: коробчасті габіони, габійні мати, система «Зелений Террамеш»;
- підрозділам, розташованим у західних регіонах країни, відповідно до [3] та Державної цільової програми комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Серету підібрати об'єкти по будівництву нових і реконструкції існуючих дамб, берегоукріпленню та регулюванню русел річок з використанням габійних конструкцій, зібраних або виготовлених на базі цих підрозділів.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000 «Регулювання русел річок. Норми проектування» [Текст].
2. Вказівки щодо захисту земель, порушених водною ерозією. Габійні конструкції протиерозійних споруд [Текст] : посібник до ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000 «Регулювання русел річок. Норми проектування». – К., 2006.
3. Постанова Кабінету міністрів України № 901 від 3 липня 2006 р. «Про затвердження Комплексної програми захисту сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод на період до 2010 року та прогноз до 2020 року» [Текст].
4. Инструкция по сборке и установке габионов и матрацев Рено / Материалы компании «ООО Габионы Маккаферри СНГ» [Текст]. – М., 2003.
5. Постанова Кабінету міністрів України № 166 від 5 березня 2009 р. «Про використання у 2009 році коштів, передбачених у державному бюджеті для захисту територій від шкідливої дії вод, ведення державного моніторингу поверхневих вод, державного водного кадастру, паспортизації та управління водними ресурсами» [Текст].
6. Берегоукрепление ручья Бахмутка. Тарутинская ГКС (газопровод Одесса – Броды, Украина) [Текст] / Материалы компании «Престо-Русь».
7. Вироби габійні з сітки дротової звивочної з шестикутними вічками ГВС-10. Технічні умови ТУ У 28.7-33498333-001-2007 [Текст].
8. Временные технические указания по защите земляного полотна сетчатыми конструкциями на скально-обвальных участках [Текст]. – М., 2007.
9. Козлов, Д. В. Габионные конструкции: общие сведения, технические аспекты пользования,

- особенности применения в суровых климатических условиях, актуальные вопросы исследований [Текст] / Д. В. Козлов, А. В. Багин // «Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем» (Материалы межд. науч.-практ. конф.). – М., 2006.
10. Матеріали компанії «ООО Стоун Украина» [Текст]. – К., 2009.
 11. Материалы компании «ООО Реконструкция» [Текст]. – М., 2008.
 12. Рекомендації із застосування габйонних конструкцій у дорожньому будівництві Р В.2.3-218-02070915-697:2007 [Текст].
 13. Сітки дротові звивочні з шестикутними вічками для габйонних конструкцій СДЗ. Технічні умови ТУ У 17.1-33498333-002-2007 [Текст].
 14. Тимчасові технічні вказівки із застосування габйонів для підсилення земляного полотна залізниць [Текст].

Надійшла до редколегії 09.06.2010.

Прийнята до друку 24.06.2010.