

БУДІВНИЦТВО

УДК 625.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.2/48>**Аринушкіна Н.С.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Грищенко Т.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

УКРІПЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

У статті розглянуто питання укріплення укосів земляного полотна автомобільних доріг та конусів великих штучних споруд.

Комплекс опоряджувальних робіт складається з планування укосів, бокових каналів і дна резервів, а також їх укріплення від розмивання водою та видування вітром. Укріплення укосів суттєво впливає на стійкість і довговічність земляного полотна.

Ці роботи виконують після виконання основних робіт спеціалізованим загonom. Для планувальних робіт використовують в основному автогрейдери та екскаватори-драглайни з звичайним або спеціальним обладнанням.

Конструкції укріплення земляного полотна вибирають в залежності від характеру дії природних факторів (швидкості води, вітру), кліматичних умов, властивостей ґрунтів земляного полотна, наявності місцевих матеріалів придатних для укріплення, можливості механізації робіт з урахуванням розмірів та ухилів укосів [1].

Найбільш поширеним та економічним типом укріплення є створення дернового покриву шляхом висівання трав. Використовують також укріплення шарами ґрунту, обробленого органічними в'язучими, окремими залізобетонними елементами, суцільними шарами з цементу – або асфальтобетонних сумішей, тощо.

Для укріплення укосів глибоких виїмок та високих насипів використовують решітчасті укріплення з збірних залізобетонних елементів, на підходах до мостів та конусах шляхопроводів влаштовують суцільні захисні шари з збірного або монолітного залізобетону.

Окрім традиційних видів укріплення укосів земляного полотна використовують різні геосинтетичні матеріали та габіони.

Габіонні конструкції представляють собою об'ємні контейнери з металевої оцинкованої сітки подвійного кручення.

Геосинтетичний матеріал (geosynthetic) – загальний термін, який описує рулоний, стрічковий або об'ємний (у вигляді трьохмірної структури) матеріал, один із компонентів якого виконаний із синтетичного або натурального полімеру, який використовують у контакті із ґрунтом і (або) іншими матеріалами в дорожньому, геотехнічному та цивільному будівництві [2,3].

Стаття присвячена застосуванню сучасних матеріалів для укріплення укосів для забезпечення надійного функціонування автомобільної дороги або окремих її елементів в складних умовах будівництва та експлуатації, а також розглянуто технічні та економічні переваги по відношенню до традиційних рішень.

Ключові слова: укріплення укосів, автомобільна дорога, георешітки, геомати, габіони.

Постановка проблеми. З метою запобігання руйнування укосів в процесі експлуатації автомобільних доріг, від дії періодично повторюваних циклів промерзання і відтавання, зволоження і висихання знижується опір ґрунту зрушенню та

відбувається їх руйнування, тому використання геосинтетичних матеріалів та габіонів є пріоритетними матеріалами для укріплювальних робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями застосування сучасних матеріалів

для укріплювальних робіт на дорогах займались вчені Савенко В.Я., Петрович В.В., Каськів В.І., Усиченко О.Ю., Гамеляк І.П., Кострицький В.В., Артеменко Л.Ф., Дробішинець С.Я.

Питання вивчення використання сучасних матеріалів відображені в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених [4–10].

Постановка завдання. На сучасному етапі будівництва автомобільних доріг для укріплення укосів земляного полотна широко застосовуються габіони та різні геосинтетичні матеріали які об'єднує зручна форма поставки (рулони, блоки, плити), можливість забезпечення високої якості геосинтетичного матеріалу в умовах заводського виготовлення, тобто можливість створення додаткових шарів (прошарків) гарантованої якості при мінімальних трудовитратах на місці виконання робіт та мінімальних відносних транспортних втратах. Їх призначення, область застосування та виконання функцій різноманітні.

Метою є аналіз існуючих сучасних методів та матеріалів а також перспективи застосування їх для укріплення укосів земляного полотна автомобільних доріг.

Виклад основного матеріалу. Різноманітні сучасні матеріали в міжнародній практиці будівництва широко застосовуються вже тривалий час.

Геосинтетичні матеріали це клас будівельних матеріалів, що розрізняються за структурою, технологією виробництва, показниками властивостей, складом сировини та можуть бути представлені у вигляді полотен, сіток, решіток, об'ємних виробів, геоматів, тощо [2].

Геосинтетичні матеріали виготовляють за різною технологією та з використанням різної сировини, вони повинні відповідати призначенню і місцевим умовам використання.

В процесі виконання укріплювальних робіт при будівництві земляного полотна застосо-

вують: об'ємні решітки, геомати, габіони та матраци Рено.

Георешітка – це геосинтетичний матеріал, виконаний у вигляді сотової конструкції з високою осередків від 5 до 20 см та отриманий шляхом скріплення між собою суцільних або перфорованих полімерних стрічок, які з'єднані зварним швом [4].

При розтягуванні даної конструкції в робоче положення, геосоти утворюють об'ємне 3D полотно з сотовою структурою, які здатні розтягуватися та утримувати форму, як по вертикалі, так і по горизонталі. Покривна площа модуля георешітки з перфорацією може становити від 15 до 25 квадратних метрів.

Загальний комплекс технологічних процесів зміцнення поверхні укосів із застосуванням об'ємної георешітки включає: підготовчі роботи, розбивочні роботи, укладання нетканих рулонних синтетичних матеріалів та їх закріплення на поверхні укосу, укладання георешітки з фіксацією монтажними анкерами, укладання в осередки георешітки матеріалу заповнювача, розрівнювання, планування та ущільнення матеріалу заповнювача; висівання насіння трав у разі заповнення осередків об'ємної георешітки рослинним ґрунтом [5].

Укріплення укосів та конусів шляхопроводів георешіткою наведено на рис. 1.

Перевагами застосування георешіток є: легкість транспортування, швидкий монтаж, можливість використання для укладання на криволінійній поверхні, довговічність, можливість комбінації з озелененням.

Недоліком застосування георешіток є можливість використання для зміцнення укосів з кутом нахилу до 60 градусів.

Геомат – це еластичний дрібнопустотний матеріал з хаотично переплетених полімерних ниток (поліпропіленових або поліамідних).



Рис. 1. Укріплення укосів та конусів шляхопроводів георешіткою

Геомати призначені для захисту укосів від ерозійних процесів (вимивання дощовою водою), відновлення родючого шару та рослинного покриву, а також захисту берегів водойм з ухилом до 35 градусів.

У своїй структурі, геомати мають більше 90 % порожнин, що дозволяє акумулювати на собі частинки ґрунту та перешкоджає ерозії поверхневого шару ґрунту. Заповнення порожнеч геомата ґрунтом сприяє росту трав'яного покриву та надає укріпленому укосу природного вигляду.

Технологія укладання геомату дуже проста – планування ґрунту, розкочування геомату на укосі, з'єднання в нахлист сусідніх смуг, встановлення анкерів і засипання тонким шаром ґрунту. Висаджена трава кореневищами проростає через геомат і дуже надійно закріплює його на укосі. Укріплення укосів геоматами представлено на рис. 2.



Рис. 2. Укріплення укосів геоматами

Поверхня на яку планується укладання геомату має бути спланована, а також очищена від будівельного сміття, каміння та інших матеріалів для забезпечення щільного прилягання геомату до поверхні.

Для анкерування геомату у верхній та нижній частинах укосу на відстані 0,3 м зверху та знизу укосу влаштовується анкерна траншея глибиною 0,2–0,3 м.

Рулон геомату укладається та закріплюється за допомогою анкерів на верхній кромці укосу, після чого розкочується вниз на всю довжину укосу, розправляється, натягується по всій довжині та прикріплюється внизу анкерами до ґрунту.

Після закріплення виконують засипку анкерних траншей ґрунтом з подальшим ущільненням.

Укладання геомату виконують в нахлист для запобігання його підмиванню водою, що стікає по укосу та забезпечує максимальну надійність конструкції при зміцненні укосів.

Засипання геомату рослинним ґрунтом виконують з таким розрахунком, щоб після його ущільнення та заповнення над його поверхнею зали-

шався рослинний ґрунт товщиною 5–6 см. Для кращого заповнення геомату рослинним ґрунтом та його закріплення на поверхні укосу виконується ущільнення за допомогою ручних трамбівок або ручного гладковальцевого котка.

Перевагами застосування геомату є легкість транспортування і монтажу, довговічність, використання для зміцнення укосів з кутом нахилу до 70 градусів.

Недоліком застосування геомату з озелененням є збільшення вартості робіт на ділянках з неродючим ґрунтом.

Для укріплення укосів використовують також габіонні конструкції (об'ємні контейнери з металевої оцинкованої сітки подвійного кручення, з шестикутними осередками, при виготовленні плетених габіонів і квадратними осередками, при виготовленні зварних габіонів). Подвійне кручення забезпечує цілісність, міцність, рівномірний розподіл навантаження та запобігання розкручування в разі розривання сітки.

Габіони поділяються на коробчасті, коробчасті з армуючою панеллю, матраці, циліндричні.

Габіонні конструкції виробляються в заводських умовах із дроту з антикорозійним покриттям і призначені для подальшого заповнення кам'яними матеріалами.

При виготовленні плетених габіонів використовують оцинкований дріт діаметром 2,7 або 3,0 мм, а при виготовленні зварних габіонів – 8 мм. Для довговічності таких конструкцій вміст цинку у дроті має бути не менше 260 г/м².

При влаштуванні габіонних споруд у особливо корозійному середовищі використовуються габіони з полівінілхлоридним (ПВХ) покриттям (оцинкований дріт сітки покривається оболонкою з ПВХ товщиною 0,4–0,6 мм).

Для встановлення габіонів необхідно, щоб поверхня біля підшви укосу була рівною та ущільненою для запобігання просіданню в процесі експлуатації.

Монтаж габіонів нескладний та невитратний за часом. Модулі викладаються рядами, утворюючи стінку і скріплюються між собою як у цегляній кладці.

До переваг застосування габіонів відноситься максимальна ефективність укріплення, максимальна стійкість до навантаження, тривалий термін експлуатації, можливість застосування при зміцненні вертикальних схилів.

Недоліком застосування габіонів є використання спеціальної будівельної техніки при виконанні монтажних робіт.

Укріплення природніх укосів габіонами представлено на рис. 3.

При використанні матраців Рено (плоскі габіонні конструкції), можливе укріплення укосів з ухилом до 45 градусів. Ширина одного матраца становить 2 м, довжина – від 3 м до 6 м, висота – від 17 см до 30 см.

Зміцнення укосів матрацами Рено дозволяє повністю захистити ґрунт від будь-яких механічних впливів – вимивання, обсіпання, гравітаційних зрушень. Кам'яний матеріал матрацу уповільнює потоки води на укосах і захищає від ударів дощу, проте дозволяє воді вільно просочуватися.

Встановлення матраців потребує рівної поверхні. Як розділовий шар між ґрунтом і габіонами укладається геотекстиль. При великих об'ємах робіт роботи проводяться з використанням будівельної техніки.

До переваг застосування відноситься ефективність роботи, стійкість до навантажень, великий термін експлуатації, до недоліків – складність

монтажу та використання на укосах з кутом ухилу до 45 градусів.

Укріплення укосів насипів та конусів мостів наведено на рис. 4.

Висновки. Економічна перевага застосування сучасних матеріалів для укріплювальних робіт обумовлена зниженням матеріалоємності традиційних ґрунтових матеріалів або залізобетону, вартість яких підвищується з кожним роком в зв'язку з тим, що природні ресурси обмежені та збільшується вартість транспортування.

Геосинтетичні матеріали набули великої популярності завдяки розширенню їх асортименту та напрямів застосування, появи нових прогресивних способів і технологій виробництва, використанню нових видів сировини.

Таким чином виробництво та використання таких матеріалів поліпшить екологічний стан навколишнього середовища, попередить виникнення вітрової та водної ерозії укосів земляного полотна, які є основною причиною деформації земляного полотна та руйнування автомобільної дороги в цілому.



Рис. 3. Укріплення природніх укосів габіонами



Рис. 4. Укріплення укосів насипів та конусу мостів матрацами Рено

Список літератури:

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [Чинний від 2016-04-01]. Київ, 2015. 104 с.
2. ГБН В.2.3-37641918-544:2014. Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги. [Чинний від 2015-01-01]. Київ, 2014. 143 с.
3. Посібник № 1 з проектування земляного полотна і дорожніх одягів із застосуванням геосинтетичних матеріалів (до ГБН В.2.3-37641918-544:2014). Київ. Укравтодор, 2015. 133 с.
4. Першаков В.М., Белятинський А.О., Стефашина Н.М. Використання геосинтетичних армуючих прошарків в дорожньому будівництві. *Науково-технічний збірник. Проблеми розвитку міського середовища*. 2020. № 2(25). С. 130–149.
5. Дробишинець С.Я. Геотекстиль у дорожньому будівництві, шляхи використання. *Міжвузівський збірник. Наукові нотатки*. Луцьк, 2014. № 46. С. 254–260.
6. Кушнір О.В., Катукова В.М. Інновації в дорожньому господарстві України. *Дороги і мости*. Київ, 2014. № 14. С. 21–27.
7. Гамеляк І.П., Кострицький В.В., Артеменко Л.Ф. Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення. *Вісник КНУДТ*. 2009. № 6. С. 17–27.
8. Шевчук В.Р., Журба Г.В. Міжнародна конференція з геосинтетики: Сучасні напрямки розвитку. *Автомобільні дороги України*. 2006. № 6. С. 38–40.
9. Савенко В.Я., Петрович В.В., Каськів В.І., Усиченко О.Ю. Синтетичні матеріали – перспектива використання в дорожніх конструкціях. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 1999. № 57. С. 143–153.
10. Koerner R.M. *Designing with Geosynthetics*. – New Jersey. 5th, 2005. 796 p.

Arinushkina N.S., Hryshchenko T.M. REINFORCEMENT WORKS DURING THE CONSTRUCTION OF THE EARTH SURFACE OF AUTOMOBILE ROADS

The article deals with the issue of strengthening the slopes of the ground surface of highways and the cones of large man-made structures.

The complex of landscaping works consists of the planning of slopes, side ditches and the bottom of reserves, as well as their strengthening against erosion by water and blowing by wind. Reinforcement of slopes significantly affects the stability and durability of the ground surface.

These works are performed after the main work is done by a specialized squad. Motor graders and dragline excavators with conventional or special equipment are mainly used for planning work.

Constructions for strengthening the earth bed are chosen depending on the nature of the action of natural factors (water speed, wind), climatic conditions, properties of the earth bed soil, the availability of local materials suitable for strengthening, the possibility of mechanization of works taking into account the dimensions and slopes of slopes [1].

The most common and economical type of fortification is the creation of a turf cover by sowing herbs. Reinforcement with layers of soil treated with organic binders, separate reinforced concrete elements, continuous layers of cement or asphalt concrete mixtures, etc. are also used.

Lattice reinforcements made of prefabricated reinforced concrete elements are used to strengthen the slopes of deep trenches and high embankments, continuous protective layers of prefabricated or monolithic reinforced concrete are arranged on approaches to bridges and overpass cones.

In addition to the traditional types of reinforcement of the ground slopes, various geosynthetic materials and gabions are used.

Gabion structures are volumetric containers made of double-twisted galvanized metal mesh.

Geosynthetic material (geosynthetic) is a general term that describes a roll, tape or volumetric (in the form of a three-dimensional structure) material, one of the components of which is made of a synthetic or natural polymer, which is used in contact with the soil and (or) other materials in road, geotechnical and civil construction [2,3].

The article is devoted to the application of modern materials for strengthening slopes to ensure the reliable functioning of the road or its individual elements in difficult construction and operation conditions, as well as technical and economic advantages in relation to traditional solutions are considered.

Key words: reinforcement of slopes, road, geogrids, geomats, gabions.