

УДК 625.089(045)

А.О. Белятинський, д-р техн. наук
В.В. Сльота
С.В. Снігир

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

НАУ, кафедра реконструкції аеропортів та автомобільних шляхів, e-mail: gaa-nau@ukr.net

Розглянуто застосування геосинтетичних матеріалів в дорожньому будівництві за допомогою використання методу двох призм.

Вступ

У процесі проектування та будівництва автомобільних доріг вирішується великий спектр складних інженерно-будівельних завдань, пов'язаних з підвищенням несучої здатності ґрунту або дорожнього одягу, створення дренажних систем, зміцнення основи та укосів земляного полотна. Для розв'язання цих питань було запропоноване використання геосинтетичних матеріалів.

Геосинтетичні матеріали – це велика група полімерних матеріалів, основне призначення яких – поліпшення фізичних, механічних і гідравлічних властивостей споруджень із ґрунтів або на ґрунтових основах, а також багат шарових дорожніх одягів.

Ці матеріали широко застосовують при будівництві та реконструкції автомобільних доріг, під час капітального та середнього ремонтів дорожніх “одягів”.

Наразі випуском геосинтетиків активно зайнялася вітчизняна промисловість [1].

Відповідно до класифікації, прийнятої IGS (International Geosynthetic Society), можна виділити чотири основних класи геосинтетиків:

- геотекстилі;
- георешітки;
- геомембрани;
- геокомпозити.

Геотекстилі – плоскі неткані водонепроникні полімерні текстильні матеріали з високою стійкістю до хімічних сполук і термоокислювального старіння.

Завдяки високій міцності геотекстилі здатні витримувати значні навантаження та виконувати функцію армування при відносно малих деформаціях. Більші подовження при розриві (до 45% залежно від марки) дозволяють матеріалу зберегти свої властивості та не приводять до руйнування у разі місцевих пошкоджень, а високий опір місцевим механічним пошкодженням дозволяє виконувати практично всі технологічні операції під час укладання цього матеріалу. Під тиском ґрунту та в умовах сильної вібрації геотекстилі зберігають свої стійкі фільтруючі властивості.

Завдяки цим характеристикам геотекстилі широко використовують у дорожніх, дренажних, протиерозійних конструкціях, при влаштуванні покриттів, зведенні фундаментів та ін.

Георешітки (геосітки, геочарунки) складаються з рівномірно розташованих відкритих осередків з нерухомими вузловими точками. Завдяки цьому навантаження рівномірно розподіляється між поздовжніми та поперечними елементами. Цей клас геосинтетиків містить два основних види – армовані та дренажні.

Георешітки ефективно застосовують для захисту укосів від водної та вітрової ерозії, зміцнення крутих схилів підпірними стінками при будівництві мостів, шляхопроводів та інших споруджень у стиснутих умовах, ґрунту та насипних матеріалів при будівництві та ремонті автомобільних доріг і залізниць, укріплених фундаментів та інших робочих площадок, армування та стабілізації укосів набережних, русел постійних водотоків та ін.

За деякими даними, армовані георешітки здатні знизити потребу в щебені, який використовується при влаштуванні основи дорожніх “одягів”, на 60–70%. При цьому забезпечується висока міцність і стабільність конструкції.

Геомембрани – це рулонні або листові полімерні матеріали. Їх основною робочою характеристикою є практично повна водонепроникність. Крім того, геомембрани стійкі до впливу кислот та інших хімічно активних речовин.

Геомембрани застосовують для гідро-, паро-, і газоізоляції будівельних конструкцій як антикорозійне покриття поверхонь.

Геокомпозити – це комбінація декількох геосинтетичних продуктів, з'єднаних один з одним у заводських умовах. Властивості геокомпозитів залежать від властивостей їхніх компонентів.

Використання геосинтетичних матеріалів знижує витрати на будівництво та дозволяє реалізувати проект у найкоротший термін, зберігаючи при цьому високі експлуатаційні властивості всієї дорожньої конструкції [2].

Виконуючи різноманітні функції в складі конструкцій автомобільних доріг, геосинтетики дозволяють вирішувати такі завдання:

- ремонт та реконструкцію доріг, у т. ч. дорожніх одягів і земляного полотна;
- підвищення міцності дорожніх одягів з обліком статичних і динамічних навантажень;
- гідро- і теплоізоляцію дорожніх “одягів”;
- влаштування дренажних і фільтруючих систем;
- зміцнення укосів земляного полотна з метою захисту від водної та вітрової ерозії;
- влаштування захисних шарів для забезпечення загальної стійкості крутих укосів;
- будівництво тимчасових і постійних доріг на грунтах з низькою несучою здатністю та ін.

Підсилення крутих укосів

Для однорідного ґрунту існує граничний кут схилу β_{lim} , за якого схил чи укіс можна будувати без підсилення.

У цьому разі для незв'язних сухих ґрунтів граничний кут між поверхнею укосу і горизонтом дорівнює куту внутрішнього тертя ґрунту:

$$\beta_{lim} = \varphi.$$

При будівництві насипів з крутим укосом (укосом з більшим кутом) необхідно передбачити певні додаткові заходи для забезпечення стійкості, тобто горизонтально розмістити декілька підсилювальних шарів так, щоб елементи підсилення могли сприймати горизонтальні зусилля, тим самим збільшуючи допустимі зусилля зсуву. Зусилля, що діють в горизонтальному напрямку (у напрямку підсилення), повинні бути компенсовані для забезпечення рівноваги [3].

Загальна сила має такий вираз [4–6]:

$$T = \frac{1}{2} K \gamma H,$$

де K – коефіцієнт тиску ґрунту; γ – питома вага ґрунту, кН/м^3 ; H – висота насипу, м.

Коефіцієнт тиску ґрунту K залежить від кута укосу β , фізико-механічних властивостей ґрунту та коефіцієнта порового тиску r :

$$r = \frac{u}{\gamma z}.$$

Для випадку вертикального фасаду коефіцієнт K дорівнює коефіцієнту активного тиску ґрунту K_a . Якщо кут β знаходиться в межах від φ до 90° , то беруть значення від 0 до K_a .

Розподіл максимально потрібних (зрівноважувальних) сил

Загальна горизонтальна сила, що потрібна для підтримання рівноваги в кожному окремому випадку при потенціальному механізмі ковзання,

може бути розрахована шляхом прикладання подібних зовнішніх сил до укосу та розгляду укосу в стані граничної рівноваги, припускаючи, що частину зусиль зсуву сприйме ґрунт.

Аналіз всієї низки потенціальних механізмів ковзання дозволяє визначити дві часткові поверхні в межах схилу (укосу), що визначені як лінія нульових потрібних сил та лінія максимально потрібних сил. Лінія нульових потрібних сил визначає зону ґрунту, де підсилення шарів необхідно для підтримки рівноваги.

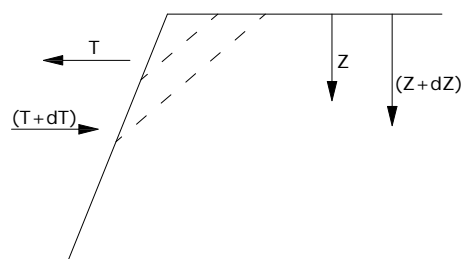
Лінія максимально потрібних сил з'єднує точки, де потрібна сила є максимальною, зазвичай, проходить через п'яту укосу.

Ці дві лінії знаходяться у фронтонній зоні, де необхідні великі значення зовнішніх сил, та зоні менших потрібних сил.

Для кожної поверхні ковзання загальна зрівноважувальна сила пропорційна квадрату глибини закладення від брівки:

$$T = \frac{1}{2} K \gamma z_i^2.$$

Розглянемо дві поверхні (див. рисунок), які дуже близько розташовані одна від одної (на відстані dz), та врахуємо як постійну величину горизонтальне зусилля: $\sigma_r = dK / dz$.



Вертикальна залежність, яка потрібна для зрівноваження сили

Але σ_r повинно зрівноважувати горизонтальний опір ґрунту, отже:

$$\sigma_r = \sigma_h = K \gamma z.$$

Підсилювальні шари здебільшого запроектовано для забезпечення кожної потрібної сили P :

$$dt = \text{const} = P.$$

Отримав таку уніфіковану силу в елементі підсилення, ми одержуємо набір вертикальних відстаней підсилювальних шарів:

$$\sigma_r = \frac{P}{S_v};$$

$$S_r = \frac{P}{K \gamma z}.$$

Отже, вертикальна відстань повинна зменшуватися зі збільшенням глибини закладення від брівки укосу.

Висновок

Було досліджено добре відомі інженерні методи розрахунку стійкості укосів, а також пояснено новий маловідомий метод “двох призм” – метод проектування крутих, армованих геотекстилем, укосів земляного полотна [7–9].

Зазвичай економічна ефективність розраховується лише на момент будівництва автомобільної дороги, що може бути тільки складовою частиною в повному розрахунку економічної ефективності від впровадження запропонованих заходів. З погляду на все вищезазначене впливає, що застосування геотекстильних матеріалів для армування тіла земляного полотна, зокрема, насипів, є не лише можливим, а й необхідним.

Література

1. *Применение геотекстиля и геопластиков в дорожном строительстве*// Тр. Сб. СоюзДорНИИ. – М., 1990. – 126 с.
2. Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автомобільних доріг: Підруч. у 2 ч. – К.: Вища шк., 1997. – Ч. 1. – 518 с.
3. *Методические указания по выполнению аттестационно-выпускной работы “Определение устойчивости земляного полотна автомобильных дорог”*. – К.: КАДИ, 1983. – 57 с.
4. Добров Э.М. Обеспечение устойчивости склонов и откосов в дорожном строительстве с учётом ползучести грунтов. – М.: Транспорт, 1975. – 197 с.
5. Львович Ю. М., Мотылёв Ю. Л. Укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог. – М.: Транспорт., 1979. – 159 с.
6. Маслов Н. Н. Основы механики грунтов в инженерной геологии. – Минск: Высш. шк., 1968. – 629 с.
7. *Методические рекомендации по обеспечению устойчивости откосов земляного полотна при проектировании и строительстве автомобильных дорог в условиях Молдавской ССР*. – М.: СоюзДорНИИ, 1974. – 132 с.
8. *Обеспечение общей устойчивости откосов земляного полотна автомобильных дорог*// Тр. СоюзДорНИИ: Сб. – М., 1974. – Вып. 74. – 182 с.
9. *Обеспечение устойчивости склонов и откосов при строительстве автомобильных дорог*. // Тр. СоюзДорНИИ: Сб. – М., 1974. – Вып. 58. – 144 с.

Стаття надійшла до редакції 29.11.05.

Рассмотрено применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве с помощью использования метода двух призм.

Use of geosynthetic materials in road construction with the help of use of a method of two prisms is considered.