

УДК 625.7

С.Я.Дробишинець

Луцький національний технічний університет

ГЕОТЕКСТИЛЬ У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ, ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ

В статті наведено класифікацію, основні функції геосинтетичних матеріалів та їх основні показники. Описано можливість використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві. Наведено основні переваги та недоліки геосинтетичних матеріалів. Описано основні властивості геотекстилю. Наведено області застосування геосинтетичних матеріалів.

Ключові слова: геосинтетика, геосітки, геотекстиль, георешітки, геомембрани.

Рис 5. Літ 5.

С.Я. Дробишинец

ГЕОТЕКСТИЛЬ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье приведена классификация, основные функции геосинтетических материалов и их основные показатели. Описаны возможности использования геосинтетических материалов в дорожном строительстве. Приведены основные преимущества и недостатки геосинтетических материалов. Описаны основные свойства геотекстиля. Приведены области применения геосинтетических материалов.

Ключевые слова: геосинтетика, геосетки, геотекстиль, георешетки, геомембраны.

S. Drobysynets

GEOTEXTILES IN ROAD CONSTRUCTION, THE WAYS OF USING

In today's widespread use of innovative materials and technologies dictated by the intensive development of society and its infrastructure. They put forward higher requirements as to materials that can be used in different spheres of life. New technologies to strengthen soil today all come in wider practice of transport and civil engineering. Strengthening of weak bases subgrade, pavement strengthening, construction of embankments with increased steepness of slopes, construction of retaining walls - all these problems are easily solved by modern reinforcing materials. Most suitable for soil reinforcement are geosynthetic materials due to its unique properties: high strength, resistance to low temperatures and aggressive action of environment, not prone to corrosion and decay, low creep.

The article describes the classification, the basic functions of geosynthetics and their main characteristics. In the article presents the ways of using of geosynthetics in road construction. Describes the basic advantages and disadvantages of geosynthetics, the basic properties of geotextiles. Shows the application of geosynthetics.

Keywords: geosynthetics, geonettings, geotextiles, geogrids, geomembranes.

У сучасних умовах широке застосування інноваційних матеріалів та технологій продиктоване інтенсивним розвитком суспільства і його інфраструктури. До них висувуються підвищені вимоги, як до матеріалів, що можуть використовуватися в різних сферах життєдіяльності. Нині жодне будівництво або робота на землі, з ґрунтом, не може обійтися без використання геосинтетичних матеріалів, тому застосування таких матеріалів стає ще більш актуальнішим.

Нові технології зміцнення ґрунтів сьогодні усе ширше входять у практику транспортного і цивільного будівництва. Зміцнення слабких основ земляного полотна, посилення дорожнього одягу, зведення насипів з укосами підвищеної крутості, будівництво армоґрунтових підпірних стін - усі ці задачі легко вирішуються за допомогою сучасних армуючих матеріалів.

Армування має на увазі використання в ґрунтових конструкціях спеціальних елементів, що дозволяють поліпшити механічні властивості ґрунту. Працюючи в контакт з ґрунтом, армуючі елементи перерозподіляють навантаження між ділянками конструкції, забезпечуючи передачу напружень з перевантажених зон на сусідні недовантажені. Ці елементи можуть бути виготовлені з різних матеріалів працюючих на розтягнення: метал, залізобетон, структури зі скляних чи полімерних волокон тощо.

Найбільш придатними для армування ґрунтів є геосинтетичні матеріали, завдяки своїм унікальним властивостям: висока міцність, стійкість до низьких температур і агресивної дії середовища, несхильність до корозії і гниття, низька повзучість (старіння).

Геосинтетичні матеріали в Європі застосовуються вже кілька десятиліть, зробивши практично революцію в дорожньому, цивільному і спеціальному будівництві. Економічна ефективність і широка область застосування геосинтетиків, в т.ч. в областях, де вони практично незамінні, дозволяють говорити про них як вельми перспективний матеріал. Використання

геосинтетики в дорожньому будівництві вже має свою історію, хоча і не дуже тривалу. За кордоном геосинтетики у вигляді геотекстилей застосовують з кінця 60-х років.

В даний час в світі випускається приблизно 380 різних видів геосинтетичних матеріалів. Застосування геосинтетики передбачається в проектах більше 100 тисяч різних споруд щорічно у всьому світі.

Причини цього засновані на двох основних факторах: економічний - застосування геосинтетичних матеріалів дозволяє істотно знизити капіталовкладення при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг; екологічний - використання геосинтетичних матеріалів сприятливе для навколишнього середовища (зменшується витрата природних матеріалів, знижуються обсяги підготовчих геотехнічних робіт і т.д.).

Актуальність впровадження інноваційних технологій в дорожньому будівництві і природоохоронних заходах на території СНД сьогодні очевидна і безперечна. Це і континентальний характер клімату окремих регіонів з великим перепадом температур, і наявність територій зі складними геологічними умовами, і сам стан доріг, більшість з яких було побудовано 40-60 років тому і розраховано на більш низькі навантаження та інтенсивність руху. Проблема підвищення зсувостійкості і тріщиностійкості, а отже, довговічності асфальтобетонних покриттів є особливо актуальною при все зростаючій інтенсивності руху та тенденції, що намітилася, а саме зростання осевих навантажень на автомобільних дорогах і міських вулицях. У складі мережі автомобільних доріг переважна частина здатна пропускати лише відносно легкі автомобілі з навантаженням на вісь не більше 6 тс. У той же час автомобільна промисловість розвиває виробництво важких машин з навантаженням на вісь до 10 тс. У потоці руху нерідко зустрічаються ще більш важкі автомобілі. Зростає й інтенсивність транспортного потоку, що досягає на деяких ділянках 45-50 тис. автомобілів на добу при розрахунковій нормі 6 тис. одиниць. В результаті несуча здатність дорожнього одягу багатьох автомобільних доріг вичерпана. Звідси виникає необхідність у частих ремонтах.

І, нарешті, умови ринкової економіки та економічної самостійності змушують рахувати гроші і будівельників. Наприклад, застосування геосіток для армування асфальтобетону дає можливість знижувати товщину останнього до 20%.

Геосинтетики - матеріали, використовувані в контакт з ґрунтом, у яких як мінімум одна зі складових частин виготовлена з якого-небудь полімеру і призначені для різних цілей, у тому числі: армування ґрунтів, створення гідроізоляції чи дренажу в ґрунті, протиерозійний захист схилів тощо.

Армований ґрунт - композиційний матеріал, у якому скомбіновані характерні позитивні властивості двох різних матеріалів (ґрунту і геосинтетичного матеріалу), що дозволяє значно збільшити величини загальних характеристик цього матеріалу.

Згідно з [1]: "Геосинтетик (geosynthetic) - загальний термін, що характеризує матеріал, хоча б один з компонентів якого виготовлений з синтетичного або натурального полімеру у вигляді полотна, смужки або тримірної структури, що використовується в контакт з ґрунтом та (або) іншими матеріалами, який використовують у геотехнічних і цивільних будівельних спорудах". Також дано визначення іншим матеріалам, зокрема:

Геограти (geogrid) - плоска полімерна структура у вигляді регулярної ґратки, виготовлена з'єднанням (екструзією, спаюванням чи сплетенням) в одне ціле тривких до розтягування елементів, розмір отворів якої більший за розмір елементів (рис.1). Використовують як армуючий прошарок в зернистих і монолітних матеріалах.

Геотекстиль (geotextile) - плоский проникний полімерний (синтетичний чи природний) матеріал, який може бути тканинним, нетканинним чи трикотажним, який використовують в контакт з ґрунтом або іншими матеріалами у геотехнічних і цивільно-будівельних спорудах (рис.2).

Синтетичні полімери додають геосинтетикам специфічні для полімерів позитивні властивості:

- водо- і морозостійкість;
- універсальна корозійна стійкість;
- мала вага (щільність полімерів близько 1 г/см³);
- висока міцність на розтягування.

У дорожньому будівництві геосинтетичні матеріали використовують для підвищення стійкості і довговічності дорожньої конструкції як в процесі нового будівництва, так і під час реконструкції і капітальних ремонтів, з яких створюють армуючі, дренаючі і захисні прошарки.

Згідно з [1] геосинтетики виконують сім основних функцій в конструкції:

Розділення - геосинтетичне полотно розділяє два різнозернистих шари, завдяки чому забезпечується проектна товщина конструктивних шарів й цілісність конструкції.

Фільтрування - геосинтетик працює подібно до фільтру пропускаючи воду і затримуючи захоплені фільтраційним потоком ґрунтові частинки від виносу.

Дренування - геосинтетик працює як дрена для транспортування водного потоку в ґрунтах малої водопроникності.

Армування - геосинтетик працює як армуючий елемент в межах ґрунтової товщі чи в комбінації з зернистим або монолітним матеріалом.

Захищення - геосинтетик використовується як амортизуючий шар між конструктивними шарами для запобігання їх пошкодженню.

Ізолювання - геосинтетик працює як відносно непроникний бар'єр для рідин і газів.

Протиерозійний захист - геосинтетик використовують для зниження ерозії ґрунту від атмосферних опадів, водної і вітрової ерозії.

Геосинтетичні матеріали прості у використанні, їх укладання в конструкцію здійснюються розповсюдженими в будівництві машинами і механізмами, мають високу довговічність, компактні при транспортуванні.

Якісні і хіміко-фізичні характеристики геосинтетиків обумовлені властивостями полімерів, застосовуваних для їх виробництва. Так, такі якості, як водо-і морозостійкість, стійкість до корозії, мала вага, висока міцність на розтяг - "заслуга" полімерів. В той же час, недоліки полімерів (швидке старіння під впливом УФ-випромінювання, падіння міцності при температурі + 80 - 120°C, горючість) нівелюються специфікою застосування ГС. Матеріали використовують в конструкціях, переважну частину обсягу яких складають ґрунти або силучі гірські породи, що захищають полімери від світлових і температурних впливів.

Додатково використання геосинтетики дозволяє:

- підвищити довговічність конструкцій земляного полотна і дорожніх одягів;
- підвищити якість робіт;
- зменшити обсяги переробок (додаткових робіт);
- підвищити культуру виробництва.

Геосітки ССНП застосовуються при будівництві або ремонті жорстких дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям (рис.1). Застосування геосіток в дорожньому будівництві дозволяє вирішити ряд існуючих проблем, таких як стабілізація слабких ґрунтів, спорудження тимчасових доріг, забезпечення місцевої стійкості укосів і схилів.



Рис. 1. Геосітка.

Геосітка скляна марки ССНП-34БТ виробництва ВАТ "Склонитка" являє собою сітку з двох шарів рівінгу, скріплених між собою прошивною ниткою і просочену сполучним складом для підвищення міцності і адгезії до асфальтобетону. Розглянемо механізм взаємодії геосітки марки ССНП і асфальтобетонного шару. Асфальтобетон є ідеальним матеріалом для влаштування покриттів нежорсткого типу, так як завдяки високій в'язкості в'язучого і шорсткості зерен заповнювача він володіє високим опором до короткочасних навантажень.

Проведені випробування зразків - балочок, виготовлених з двошарового асфальтобетону (верхній шар товщиною 3 см, нижній шар - 4,5 см), армованих дорожньою сіткою, розташованої між шарами асфальтобетону, і контрольних - неармованих - показали, що армування асфальтобетону сіткою марки ССНП незначно збільшує граничне зусилля і відносну деформацію на вигин. Однак також було виявлено, що для руйнування зразків асфальтобетону з дорожньою сіткою вимагається в 2,85 рази більше енергетичних витрат, а, отже, у стільки ж разів сповільнюється швидкість утворення тріщин в асфальтобетоні. Таким чином, сітка ССНП підвищує пружні властивості асфальтобетону, збільшує його розподільчу здатність, в результаті чого напруження від коліс автомобіля розподіляються на більшу площу, що сприяє

зменшенню концентрації напружень і, отже, уповільнює процес утворення тріщин. Крім того, сітка посилює опірність розриву дорожнього полотна, що важливо для регіонів з жорсткими кліматичними умовами.

За своїми експлуатаційними характеристиками дорожні сітки можуть значно підвищити транспортно-експлуатаційні показники покриттів, збільшити міжремонтні терміни, а в цілому вивільнити матеріальні засоби на інші види робіт та об'єкти.

Геотекстиль Стабітекс (геотканина) - являє собою ткане полотно з високоміцних поліамідних ниток (рис.2.а). Застосовується для будівництва насипів підвищеної крутизни із сипучих матеріалів зведення підпірних стін; захисту територій від зсувних явищ; поділу ґрунтових шарів; зміцнення основ автомобільних та залізничних доріг, стабілізації слабких ґрунтів. Геотекстиль підвищеної міцності Стабітекс є аналогом наступних матеріалів: геолон (geolon), поліфелт (polyfelt), тайпар (typar), кортекс (kortex).



Рис. 2. **Різновиди геотекстилю.**
а - геотекстиль (геотканина); б,в – види геотекстилю (дорніт).

Геотекстиль (дорніт) - геосинтетичний матеріал, являє собою голкопробивне неткане полотно виготовлене з поліефірних волокон (рис.2.б,в). Чудові фізико-механічні характеристики геотекстилю дорніт, а також масовість його використання в самих різних галузях, дозволяють стверджувати, що геотекстиль дорніт лідер серед геосинтетиків по діапазону застосування як в будівництві так і в побуті.

Застосування геотекстилю дорніт:

- геотекстиль використовується як розділяючий шар (фільтр) між ґрунтом і заповнювачем (пісок, щебінь тощо);
- перешкоджає проникненню частинок ґрунту в дренажні системи (дренаж підвалів, плоских дахів);
- при будівництві тунелів геотекстиль захищає ізоляційне покриття від пошкоджень, утворює дренажний шар, відводить ґрунтову і зливову воду до дренажу;
- геотекстиль дорніт виконує функції фільтру під береговим зміцненням;
- геотекстиль з високою щільністю може використовуватися в якості армуючого шару на слабонесучих ґрунтах;
- використовується для зміцнення дна відстійників очисних споруд, одночасно виконуючи роль фільтру, замінюючи шар піску;
- застосовується в якості тепло і звукоізоляції;
- при прокладанні трубопроводів в якості баласту.

Однією з перспективних конструкцій для об'ємного армування ґрунту є геотехнічна решітка (георешітка). Представляє собою гнучкий компактний модуль, що складається зі скріплених між собою пластикових стрічок, що утворюють в розтягнутому положенні просторову комірчасту конструкцію з заданими геометричними сполученнями та розмірами (рис.3). Георешітки стійкі до дії ультрафіолетового випромінювання, прісної і солоні води, хімічного впливу ґрунту і агресивних середовищ. А головне матеріал довговічний, не токсичний і екологічно безпечний. Сукупність цих факторів обумовлює технологічний ефект використання георешітки.

Широке застосування обумовлене високими фізико-механічними властивостями: міцністю, низькою матеріаломісткістю, стійкістю до впливу погодно-кліматичних і гідрогеологічних чинників, довговічністю і екологічною безпекою. В залежності від умов будівництва укріплення із застосуванням георешіток може бути як одношаровим з горизонтальним прошарком з геотекстилю, так і багатошаровим, що забезпечує рівномірне армування всього масиву земляного насипу.

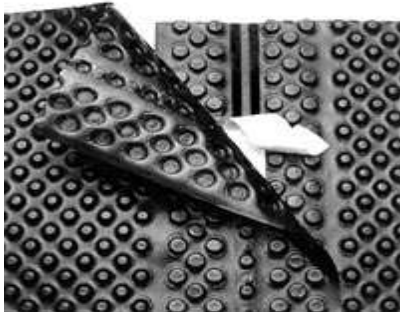


Рис. 3. Георешітка об'ємна

Застосування георешіток:

- зміцнення укосів і схилів, підвищення загальної стійкості укосів;
- залізничне будівництво, посилення баластної призми;
- освоєння будівельних майданчиків з мінімальними витратами;
- зміцнення захисних споруд трубопроводів;
- використання георешітки дає можливість застосування місцевих матеріалів при будівництві;
- зниження прямих витрат за рахунок заміни традиційних несучих, захисних та ізолюючих типів укріплення до 20% від їх вартості;
- при будівництві аеродромів.

Геомембрани HDPE - це рулонний гідроізоляційний геосинтетичний матеріал виготовлений з поліетилену високої щільності (рис.4).



Призначені для захисту будівель та споруд від вологи - це одне з головних завдань сучасного будівельного проектування. Тих, хто розуміє, як важливо забезпечити надійність і безпеку будівель і споруд, вже не влаштовують існуючі в даний час системи гідроізоляції; тому і були розроблені геомембрани HDPE.

Геомембрани характеризуються високою міцністю і стійкістю до дії різних речовин; це продукт, який, завдяки численним виступам, дозволяє вентилувати поверхні, що захищаються і відводити від них вологу.

Рис. 4. Геомембрани

Застосування геомембран HDPE:

- гідроізоляція та укріплення укосів;
- при будівництві водойм і зрошувальних каналів;
- захист зовнішнього боку стін;
- захист підпірних стінок;
- вентиляція та дренаж внутрішніх стін;
- вентиляція і відновлення старих приміщень (захист внутрішньої сторони стін);
- захист і подвійна гідроізоляція;
- зміцнення, зменшення товщини та ізоляція;
- гідроізоляція і захист від ерозії;
- гідроізоляція і розподіл навантаження (при будівництві тунелів).

Активізація дорожнього будівництва, як сподіваються оператори ринку геосинтетиків, сприятливо позначиться на обсягах продажів цих матеріалів. По-перше, саме цей сегмент - один з основних споживачів геосинтетиків. По-друге, вітчизняні дорожньо-будівельні підприємства все частіше звертаються до застосування більш сучасних матеріалів і технологій, до яких, безумовно, відносяться і геосинтетики.

У даному сегменті геосинтетичні матеріали використовують для влаштування відкосів підвищеної крутизни, підпірних стінок, підсилюють основи дорожніх насипів (рис.5). Крім того, геосинтетики застосовують для захисту конусів шляхопроводів, армування асфальтових покриттів, поділу конструкційних шарів дорожнього "пирога", як елементи дренажних систем.

У дорожньому будівництві переважно використовують різні типи геотекстилей, як ткани, так і неткані. При цьому враховуються їх більш-менш виражені характеристики - механічні, фільтруючі.

Крім геотекстилей, широко застосовують георешітки з метою зміцнення (армування) укосів або дорожнього полотна. Використання георешіток дозволяє добитися значної економії будівельних матеріалів: наприклад, армування шару щебеню в системі влаштування дороги "дає" 60-70% економії цього ж щебеню.

Застосування геосинтетиків економічно ефективніше таких традиційних технологій, як будівництво бетонних підпірних стін, заміна ґрунтів при будівництві на слабких основах. У залізничному будівництві геосинтетики переважно використовують для армування залізничного полотна і насипів (геотекстиль, георешітки).

Більш того, здійснити якісне, з дотриманням усіх нормативних вимог, будівництво злітно-посадочних смуг, мостів без геосинтетики, сьогодні практично неможливо. Часто ці об'єкти зводяться на слабких ґрунтах, які вимагають надійного і довговічного зміцнення.

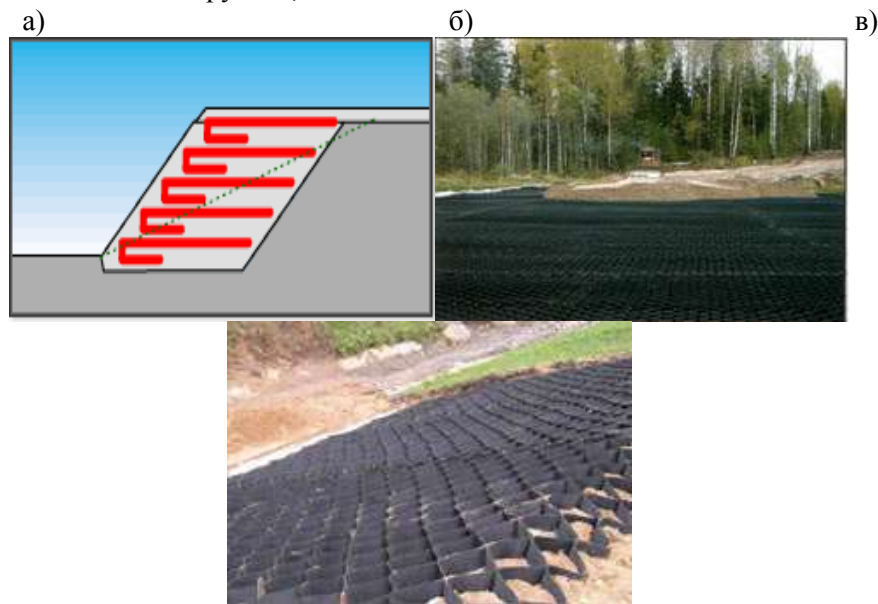


Рис. 5. Приклади використання геосинтетичних матеріалів.

а – схема армування насипу; б – застосування георешітки; в – вкладання геокаркасу.

Застосування геотекстилю при будівництві доріг дозволяє:

- значно збільшити несучу здатність такої конструкції;
- забезпечити підвищену ступінь ущільнення на етапі будівництва, запобігаючи втискуванню щебеня в м'яку підоснову;
- знизити руйнування доріг, що викликається впливом морозу. Затримані найдрібніші частинки (тонкодисперсні включення) діють, як губка, вбираючи воду і розширюючись при заморожуванні;
- попередити колієутворення.

Результатом застосування геотекстилю в якості розділового шару є:

- зниження витрат на укладання (зменшення використання щебеня для досягнення такої ж несучої здатності);

- зниження часу будівництва за рахунок більш швидкої і якісної утрамбовки;
- зниження вартості технічного обслуговування і збільшенні терміну працездатності конструктиву.

В даний час в нашій країні не вирішені проблеми пошуку більш досконалих і економічно вигідних технологій дорожнього будівництва, а також, не менш актуальним є ремонт і відновлення покриття автомобільних доріг всіх типів. Мова йде про те, що ті технології дорожнього будівництва та ремонту, які застосовуються сьогодні, просто не забезпечують необхідний термін служби автодоріг і обумовлюють появу тріщин і дефектів покриття вже в перший же рік активної експлуатації.

Будівництво доріг вимагає підвищених заходів щодо запобігання зносу і зміцненню дорожнього полотна. Кліматичні та геологічні труднощі, значні навантаження сприяють пошкодженню асфальтобетонного покриття доріг. Впровадження в будівництво доріг нових технологій щодо укріплення полотна це є найбільш правильний шлях розвитку дорожньо-будівельної галузі.

1. Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві: БН В.2.3-218-544:2008. - К.: Укравтодор, 2008. - 126 с.
2. Koerner R.M. Designing with Geosynthetics. – New Jersey. 5th, 2005. 796 p.
3. Савенко В.Я., Петрович В.В., Каськів В.І., Усиченко О.Ю. Синтетичні матеріали – перспектива використання в дорожніх конструкціях / Автомоб. дороги і дор. буд-во, – 1999. – Вип. 57. – с. 143–153.
4. Кострицький В.В., Коломієць А.Я., Артеменко Л.Ф., Гамеляк І.П. Дослідження експлуатаційних характеристик геограт призначених для армування асфальтобетонного покриття. Вісник КНУДТ. – 2007. – Вип. 6. – с. 46 – 50.
5. Гамеляк І.П., Кострицький В.В., Артеменко Л.Ф., Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення. Вісник КНУДТ. – 2009. – Вип. 6. – с. 17 – 27.