

Пелик Л. В.,  
д.т.н., проф. кафедри товарознавства непродовольчих товарів, Львівська комерційна академія, м. Львів

## ІННОВАЦІЙНІ ГЕОТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИХ ВИРОБНИКІВ

*Анотація.* Викладено проблеми щодо застосування геотекстильних матеріалів для підвищення міцності, зсувостійкості та тріщиностійкості покриттів у різних галузях промисловості. Наведений видовий асортимент вітчизняних та західноєвропейських виробників, визначені основні функції геосинтетичних матеріалів, їх основні показники, визначені шляхи поширення використання геосинтетичних матеріалів з огляду на їх ефективність, різноманітність, багатофункціональність та широку область застосування. У результаті досліджень встановлено, що асортимент компаній диверсифікований порівну між нетканим і тканим матеріалом та представлений різним волокнистим складом і структурою.

**Ключові слова:** тканий та нетканий геотекстиль, геосітка, геомати.

Pelyk L. V.,  
Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Research of Non-food Products, Lviv Academy of Commerce, Lviv

## INNOVATIVE GEOTEXTILE MATERIALS OF DOMESTIC AND WESTERN EUROPEAN PRODUCERS

*Abstract.* The article deals with the issues concerning the use of geotextile materials for increasing strength, slide-off durability and crack durability coatings in various branches of industry. The species range of domestic and Western European producers is given, the basic functions of geosynthetic materials are defined and the main ways of promoting the application of geosynthetic materials in terms of their effectiveness, diversity, multifunctionality and broad scope of use are determined. The studies found that companies range of geotextiles diversified equally between nonwoven and woven materials and represented by different fibrous composition and structure.

**Keywords:** woven and nonwoven geotextiles, geogrid, geomats.

**Постановка проблеми.** Спочатку геосинтетичні матеріали розробляли для використання, пов'язаного з ґрунтом, тобто для сільського господарства і ландшафтного дизайну. Ця функція закріпилася за ними ще у 50-60 роках ХХ століття і залишилася актуальною і в наші дні. Якщо уважно розглянути асортимент геосинтетичних матеріалів, то можна помітити, що всі вони доступні для поліпшення технічних характеристик ґрунту – тканий і нетканий геотекстиль, різні види геосіток та георешіток, а також геомембрани і геомати.

У теперішній час актуальність напрямів використання геотекстильних матеріалів розширилася. Зміцнення недостатньо міцних підстав, зведення насипів із укосами, крутизна яких має підвищений нахил, оптимізація несучої ґрунтової функції, стабілізація стійкості схилів, превентивні заходи для запобігання створення тріщин у покритті дорожнього полотна, збільшення експлуатаційних параметрів дороги – ось далеко не повний список зав-

дань, вирішити які можна саме за допомогою геосинтетичних матеріалів.

Впровадження геотекстильних матеріалів передбачає освоєння іноземного досвіду та проведення порівняльного аналізу властивостей вітчизняного та зарубіжного геотекстилю, зокрема виробленого компаніями із Західної Європи. Це дасть можливість вітчизняним виробникам покращити технології виробництва та вдосконалити вимоги до споживних властивостей цих матеріалів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Формуванню теоретичних основ асортименту геотекстильних матеріалів сприяли дослідження Полікарпова І. С., Терешкевич Н. А., Кириченко О. В. [1-2]. Праці здебільшого містять визначення таких основних понять, як геосинтетика, геотекстильний матеріал, тканий і нетканий геотекстиль. Крім того, означено основні функції геотекстильних матеріалів, вивчено теоретичні аспекти їх застосування у

різних галузях народного господарства, визначено характеристики геотекстильних матеріалів залежно від їх функцій. Вагома частка робіт автора Кириченко О.В. з теми дослідження присвячена питанням виробництва геотекстильних матеріалів, де розглядаються хімічні волокна, що використовуються у виробництві геотекстильних матеріалів, подано їх характеристику та визначено вплив на формування властивостей геотекстилю. Авторами Тіхосовою Г. А., Князевим О. В., Тулученко Н. В. [3] проаналізовано сучасні способи отримання геосинтетичних матеріалів. Наведені характеристики текстильних волокон, які широко використовуються для виробництва геосинтетичних матеріалів у сільському господарстві та аналізу властивостей щодо їх сільськогосподарського призначення. Особлива увага приділяється порівняльній характеристиці сучасних геосинтетичних нетканих матеріалів.

**Постановка завдання.** Проаналізувати споживні властивості геотекстильних матеріалів, вироблених компаніями із Західної Європи, розглянути існуючі вітчизняні вимоги до геоматеріалів та визначити їх сферу застосування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зараз різні види вітчизняних геотекстильних матеріалів застосовуються для армування насипів, зведення підпірних споруд, облаштування “зелених дахів” і у багатьох інших будівельних та меліораційних процесах. Геосинтетики виконують функції фільтрації, дренажу, армування і поділу шарів ґрунту або будматеріалів та дозволяють суттєво знизити обсяг земляних робіт. Важливим аспектом застосування геосинтетичних матеріалів є те, що вони фізично і хімічно інертні, не справляють негативного впливу на навколишнє середовище і, як наслідок, роблять процес будівництва екологічно безпечним.

Український ринок геотекстильних матеріалів представлений наступними виробниками: ТОВ “Пульсар і Ко” (м. Рівне), ВТФ “Велам” (м. Миколаїв), Завод покрівельних матеріалів “Акваізол” (м. Харків), фабрика нетканих матеріалів “К.ТЕКС” (м. Ірпінь), компанії “Альтеко”, “Тегола” та “Геосинтех” (м. Київ). В основі геотекстильних матеріалів використовують волокна: поліефірні, поліпропіленові, поліетиленові, поліамідні, полівінілхлоридні, полівінілалкогольні, полістирольні. Ці полімери володіють різними споживними властивостями, від яких залежить сфера застосування. Серед властивостей, на які перш за все звертають увагу при виборі геотекстильного матеріалу для відповідної сфери застосування, є фізичні, механічні, гідравлічні, стійкість до впливу хімічно агресивних середовищ, зчеплення геосинтетиків із ґрунтом і т. д. Так, у відповідності до галузевих будівельних норм України ГБН В.2.3-37641918-544:2014 “Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги” [4-5] характеризуються властивості, за якими оцінюють придатність геосинтетиків для заданої області застосування (табл. 1).

Геосинтетичні матеріали поділяються на три основні групи: водонепроникні матеріали, що виконують дренальні функції, коефіцієнт фільтрації рівний коефіцієнту фільтрації ґрунту або перевищує його; водонепроникні матеріали відрізняються тим, що їх коефіцієнт фільтрації нижче, ніж відповідні показники ґрунту. У третю групу виділені геоккомпозити, що представляють собою поєднання різних геосинтетиків. У кожній групі є матеріали, що мають різну структуру і властивості. Серед водонепроникних матеріалів виділяють геомембрани і геосинтетичні глиномати. Геомембрани – це полімерні рулонні матеріали, товщина яких 1,0-4,0 мм. Їхнє основне призначення – гідроізоляція та пароізоляція, вони знаходять своє застосування при облаштуванні ставків, відстійників, зрошувальних каналів, підземних будівельних конструкцій. Випускаються геомембрани з гладкою або текстурованою поверхнею, а також геомембрани з наповнювачем, в якості якого може застосовуватися, наприклад, порошок із бентонітової глини. Текстуровані мембрани мають хороше зчеплення з ґрунтом,

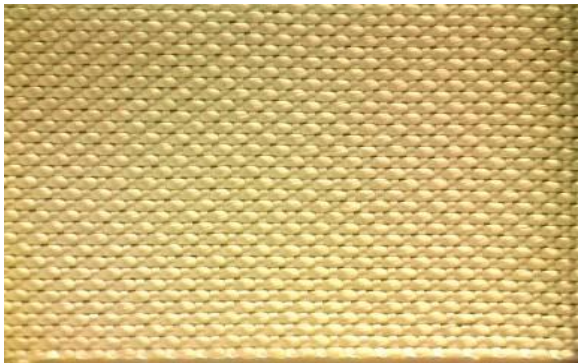
Таблиця 1  
Характеристика властивостей геотекстильних матеріалів

Назва показника	Одиниця вимірювання	Норма
<b>Фізичні властивості</b>		
Поверхнева щільність	г/м <sup>2</sup>	135-2000
Товщина	мм	0,25-7,5
<b>Механічні властивості</b>		
Грейферна міцність	кН	0,45-4,5
Міцність на розтяг: - для розділення - для розділення - для армування	кН/м	9-13 13-30 30-1200
Міцність на втому (витривалість)	кількість циклів	50-100
Міцність на роздирання	Н	90-1300
Статичне проколювання плунжером	Н	45-450
Коефіцієнт зсуву	%	60-100
Анкерна міцність матеріалу при вириванні з масиву ґрунту	% (від міцності геотекстилю)	50-100
<b>Гідравлічні властивості</b>		
Характерний розмір отворів	мм	2,0-0,075
Фільтруюча здатність матеріалу	с <sup>-1</sup>	0,02-2,2
Дренуюча здатність матеріалу під навантаженням	м <sup>2</sup> /хв	0,01-2,0 · 10 <sup>-3</sup>
<b>Стійкість</b>		
Пошкоджуваність при вкладанні	% (від міцності геотекстилю)	0-70
<b>Стійкість до агресивних середовищ</b>		
Температурна деградація (при дії високих температур, гаряча вода, гарячий асфальтобетон тощо)	°С	для волокон АСМ – не менше 170; для геотекстильної підложки – не більше 130

що дозволяє їх використовувати для гідроізоляції крутих укосів.

Геосинтетичні глиномати інакше називають бентонітовими матами, адже вони складаються з геотекстилю та природних глин (зокрема, бентоніту). Два шари геотекстилю з бетонітовим порошком усередині скріплюються голкопробивним способом, при цьому порошок рівномірно розподіляється і фіксується. Глиномати відрізняються високою міцністю та зносостійкістю.

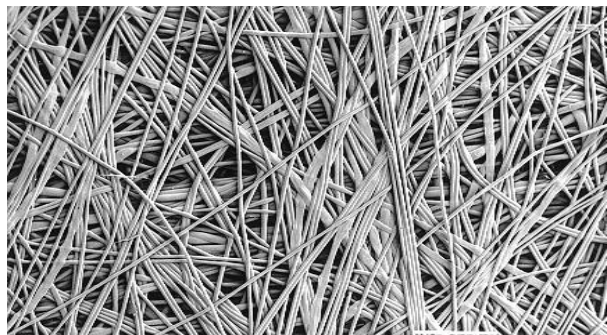
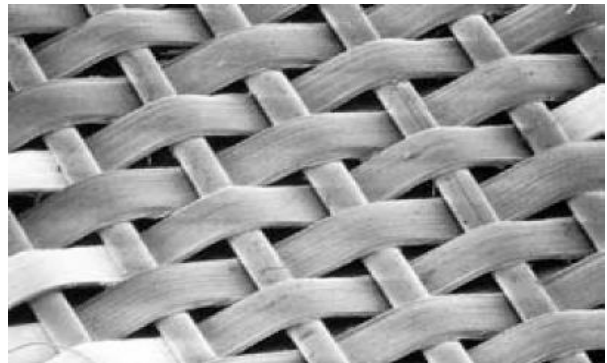
Водопроникні матеріали мають різне призначення і представлені такими видами виробів, як геотекстиль, геосітки, георешітки, геомати. Найпоширенішим є нетканый геотекстильний матеріал, який відрізняється великою розтяжністю, тому застосовують для розділення шарів ґрунту, з метою запобігання перемішуванню, а також для захисту гідроізоляції від пошкодження. Тканий геотекстильний матеріал, навпаки, мало деформується і дуже міцний. Ці властивості роблять його придатним для армування ґрунтових споруд, для підвищення міцності й підсилення конструкцій (рис. 1).



а



б



**Рис. 1. Типи геотекстильних матеріалів: а – тканий; б – нетканый**

Існує також в'язальнопрошивний геотекстиль, в якому нитки утворюють петлі, як у трикотажному полотні. За своїми властивостями такий матеріал схожий із тканим геотекстилем, але володіє одним недоліком – при розриві нитки він може “розпуститися”, як і будь-який трикотаж, і втратити свої експлуатаційні властивості. Особливістю цього геотекстилю є пористість, завдяки якій він широко застосовується у гідродренажних системах. Об'ємні конструкції, що складаються з комірок (сот), утворених переплетенням полімерних смуг, називаються геосітками. Найчастіше геосітки застосовують для армування ґрунтових основ і споруд. Хоро-

ші армуючі властивості пояснюються тим, що стільникова конструкція працює на розтяг, утворюючи стійкий каркас. При заповненні комірок ґрунтом, піском або гравієм створюється структура, надзвичайно стійка до тиску і навантажень. Такі структури дозволяють будувати дороги на слабких ґрунтах і в болотистій місцевості, георешітки використовуються для берегоукріплення та стійкості укосів. Геосітки можуть просочуватися полімерним складом, що підвищує стабільність і стійкість до розриву. Геосітки застосовуються для армування конструкцій, їх зміцнення і стабілізації. Область застосування геосітки дуже широка – це армування несучих шарів дорожнього покриття, армування ізоляції трубопроводів, посилення схилів і насипів, зменшення ерозії й захист від каменепадів, зміцнення підпірних стін та багато іншого.

На українському ринку представлений асортимент синтетичної геосітки “Tegola XGrid” (компанія “Тегола”, м. Київ), яка виробляється зі скловолокна (FG) із захисним покриттям SBR (бутадієн-стирольний каучук). Пропонуються модифікації XGrid

FG з різною міцністю на розрив: від 50 до 140 кН/м. Максимальне значення відносного подовження у кожній з геосіток 2,5-4%, що дозволяє матеріалу сприймати частину навантаження, що виникає при проходженні важкого транспорту безпосередньо на синтетичний шар, скорочуючи навантаження на нижні шари конструкції. Використання геосіток зі скловолокна дозволяє поліпшити характеристики бітумного покриття за рахунок їх високого модуля пружності.

У ландшафтному дизайні й озелененні застосовуються геомати – тривимірні структури, утворені хаотичним перетином полімерних волокон. Така

структура дозволяє утримувати коріння рослин, у верхньому шарі землі, створюючи стійкість до руху ґрунту і до впливу опадів. Застосовуються геомати при облаштуванні зеленої покрівлі та зміцненні берегової лінії.

Згідно з проведеним аналізом літературних джерел найбільшим попитом на українському ринку користуються геотекстильні матеріали, вироблені компаніями із Західної Європи. На їх частку припадає більше половини (59,5%) попиту. Разом з тим, окремо західноєвропейські компанії є найбільшими гравцями українського ринку. З п'яти компаній-лідерів українського ринку геосинтетичних матеріалів три представляють країни Західної Європи: «HUESKER Synthetic GmbH» (Німеччина); «Royal Ten Cate» (Нідерланди); «Bonar Technical Fabrics» (Бельгія). Це одні з найбільш досвідчених і технологічно розвинених виробників геотекстильних матеріалів у світі, які пропонують широкий асортимент геоматеріалів великої ширини (до 5,2 метрів), що дозволяє вирішувати будь-які завдання, починаючи від фільтрації, закінчуючи армуванням слабких ґрунтів. При цьому компанії використовують кілька видів сировини (високомодульні волокна арамида і полівінілалкоголя, поліпропілен, поліетилен), різні типи тканеутворюючих матеріалів (нитки, смуги), а також різні способи виробництва полотна (тканий, нетканий, в'язаний). У сукупності запропоновані геоматеріали виробництва даних компаній мають діапазон міцності від 10 до 1 500 кН/м і придатні для будь-якої області застосування.

Компанія «HUESKER Synthetic GmbH» (Німеччина) виробляє марки геотекстильних матеріалів: «Stabilenka», «Comtrac» та «HaTelit». «Stabilenka» являє собою ткане полотно, виготовляється з волокон полієфіру за основою, і поліаміду, поліпропілену або полієфіру за утком. Діапазон розривального навантаження геоматеріалу знаходиться в межах від 100 до 1500 кН/м. Дана марка геотекстильного матеріалу відноситься до міцних матеріалів і використовується при армуванні ґрунту та підірних земляних конструкцій, у гідротехнічному будівництві, при зміцненні звалищ. «Stabilenka» проникна для води і гарантує довготривалу стійкість до біологічного, хімічного і фізичного впливу.

На відміну від геотекстильного матеріалу марки «Stabilenka», тканий геотекстиль «Comtrac» чудово забезпечує всі три основні властивості: армування, поділ і фільтрація. «Stabilenka», у свою чергу, більше орієнтована на армування. «Comtrac» є високомодульним армувальним матеріалом, який може комбінуватися з нетканним матеріалом. Перевага технологічного процесу полягає у тому, що приймають на себе навантаження системи ниток основи, тому «Comtrac» може сприймати розтягуючі зусилля вже при незначних подовженнях. В якості сировини для «Comtrac» використовуються високомодульні волокна полієфіру, рідше – високомодульні волокна арамида і полівінілалкоголя, які внаслідок дуже низької повзучості особливо добре придатні для армування основ. Діапазон розривального навантаження цієї марки геотекстилю знаходиться у межах від 30 до 110кН/м. На українському

ринку геосинтетичні матеріали марки «Stabilenka» більш популярні у порівнянні з «Comtrac».

Компанія «Royal Ten Cate» виробляє геотекстильний матеріал під маркою «Geolon». Він являє собою високоміцний тканий матеріал, виготовлений із полієфірних ниток, стабілізованих до впливу ультрафіолету. Текстильний матеріал «Geolon PET» випускається з різними розривальними характеристиками (від 100 до 1000 кН/м), має хорошу стійкість до повзучості, тим самим забезпечуючи високий коефіцієнт відносного розрахункового навантаження, володіє високою водопроникністю. «Geolon PET» застосовується при будівництві насипів підвищеної крутизни, зведення підірних стінок, а також при армуванні слабких основ.

Компанія «Bonar Technical Fabrics» (Бельгія) виробляє геотекстильний матеріал під маркою «Bontec». Цей матеріал виготовляється з поліпропіленових волокон із показником розривального навантаження від 10 до 300 кН/м. Дана марка знаходить застосування у поділі шарів ґрунту, щоб уникнути змішування високоякісного зернистого ґрунту з виснаженим ґрунтом. Зазвичай використовується на нових автомагістралях, автостоянках, злітно-посадкових смугах. Геотекстильні матеріали з розривальним навантаженням понад 200 кН/м знаходять застосування в армуванні, при боротьбі з береговою ерозією і для загального зміцнення ґрунту.

Геотекстильний матеріал марки «Bontec HS» виробляється з полієфірних ниток і характеризується міцністю на розрив від 70 до 600 кН/м. Застосовуються для армування вертикальних стін, крутих схилів і набережних із м'яким ґрунтом з тривалим терміном служби.

Крім вищевказаних компаній, досить великим гравцем на українському ринку геотекстильних матеріалів є компанія «Tensar» (Великобританія), яка пропонує марку «Basetex». «Basetex» є високоміцним армуючим основова'язаним геосинтетичним полієфірним матеріалом із міцністю на розрив у діапазоні від 200 до 1000 кН/м. З-поміж провідних західноєвропейських виробників геоматеріалів «Tensar» – єдина компанія, яка виробляє виключно основова'язаний матеріал.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Таким чином, ринок геотекстильних матеріалів насичений виробами українських та західноєвропейських виробників. Асортимент компаній диверсифікований порівну між нетканним і тканним матеріалом та представлений різним волокнистим складом і структурою. Виробники декларують значне число галузей використання, тому для оптимального вибору геосинтетичних матеріалів їх потрібно розглядати комплексно. Слід враховувати властивості полімеру, з якого виготовлений геотекстильний матеріал, проаналізувати, які навантаження буде отримувати матеріал, вивчити склад ґрунту і зіставити багато інших аспектів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Полікарпов І. С. Геотекстильні матеріали. Основні поняття, сфера застосування. / І. С. Полікарпов, Н. А. Терешкевич // Кооперативна модель економічного розвитку в умовах глобалізації : матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу і аспірантів. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2012. — С. 91-93.
2. Кириченко О. В. Застосування хімічних волокон у виробництві геотекстильних матеріалів / О. В. Кириченко // Товарознавчий вісник. – Херсон, 2013. – Вип. 6. – С. 61-65.
3. Тіхосова Г. А. Аналіз властивостей геотекстилю, що застосовується в сільському господарстві в Україні та США / Г. А. Тіхосова, О. В. Князєв, Н. В. Тулученко. – Мелітополь, 2015. – Вип. 15, т. 1. – С. 38-46.
4. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги – Діючий с 01.01.2015 за постановою міністерства інфраструктури України від 02.09.2014 за наказом № 428. – К., 2014. – 143 с.
5. Standard Specifications for Road and Bridge Constructions – Valid from 15/06/2012 by order State of Kentucky Department of Transportation from 15/06/2012. – Frankfort, Kentucky, 2012. – 668 p.

## REFERENCES

1. Polikarpov, I. S. and Tereshkevych, N. A. (2012), Heotekstyl'ni materialy. Osnovni poniattia, sfera zastosuvannia, *Kooperatyvna model' ekonomichnoho rozvytku v umovakh hlobalizatsii*, *Materialy naukovoi konferentsii profesors'ko-vykladats'koho skladu i aspirantiv*, Vydavnytstvo L'vivs'koi komertsijnoi akademii, L'viv, s. 91-93.
2. Kyrychenko, O. V. (2013), Zastosuvannia khimichnykh volokon u vyrobnytstvi heotekstyl'nykh materialiv, *Tovaroznavchyy visnyk*, vyp. 6, s. 61-65.
3. Tikhosova, H. A. Kniaziev, O. V. and Tuluchenko, N. V. (2015), *Analiz vlastyvostrykh heotekstyliu, scho zastosovuiet'sia v sil's'komu hospodarstvi v Ukraini ta SShA*, vyp. 15, t. 1, s. 38-46.
4. HBN V.2.3-37641918-544:2014 Avtomobil'ni dorohy. Zastosuvannia heosyntetychnykh materialiv u dorozhnikh konstruktsiiakh. Osnovni vymohy, Diiuchyj s 01.01.2015 za postanovoiu ministerstva infrastruktury Ukrainy vid 02.09.2014 za nakazom № 428 (2014), K., 143 s.
5. Standard Specifications for Road and Bridge Constructions, Valid from 15/06/2012 by order State of Kentucky Department of Transportation from 15/06/2012 (2012), Frankfort, Kentucky, 668 p.