

УДК 677.11.021

О.О. ГОРАЧ, Н.В. ТУЛУЧЕНКО, В.П. БАЗИК, О.В. КНЯЗЄВ
Херсонський національний технічний університет**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ТЕКСТИЛЮ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА**

У даній роботі розглянуто технології виготовлення георешіток, як одного з напрямку застосування технічного текстилю у промисловості з метою удосконалення сучасного дорожнього будівництва. Проведений детальний аналіз світових та європейських технологій виробництва георешіток, а також матеріалів, які використовують для їх виготовлення. Наведено класифікацію, основні функції геосинтетичних матеріалів та їх основні показники. Описано можливість використання георешіток у дорожньому будівництві. Подано основні переваги та недоліки геосинтетичних матеріалів. Описано основні властивості геотекстилю. Наведено області застосування георешіток. Встановлено, що в Україні повністю відсутнє виробництво геотекстилю із натуральних волокон, головним чином, через відсутність власної сировинної бази. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження, дають змогу зробити висновок, що при відповідній підготовці і застосуванні сучасних технологій переробки, стебла соломки та волокно льону олійного можна застосовувати для удосконалення дорожнього будівництва.

Ключові слова: георешітка, геотекстиль, будівництво, дорожнє покриття, льон олійний, волокно, технологія, технічний текстиль.

О.А. ГОРАЧ, Н.В. ТУЛУЧЕНКО, В.П. БАЗЫК, О.В. КНЯЗЕВ
Херсонский национальный технический университет**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЯ ИЗ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

В данной работе рассмотрены технологии изготовления георешеток, как одного из направления применения технического текстиля в промышленности с целью усовершенствования современного дорожного строительства. Проведен детальный анализ мировых и европейских технологий производства георешеток, а также материалов, используемых для их изготовления. Приведена классификация, основные функции геосинтетических материалов и их основные показатели. Описаны возможности использования георешеток в дорожном строительстве. Представлены основные преимущества и недостатки геосинтетических материалов. Описаны основные свойства геотекстиля. Приведены области применения георешеток. Установлено, что в Украине полностью отсутствует производство геотекстиля с натуральных волокон из-за отсутствия собственной сырьевой базы. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования, позволяют сделать вывод, что при соответствующей подготовке и применении современных технологий переработки, стебли соломы и волокно льна масличного можно применять для совершенствования дорожного строительства.

Ключевые слова: георешетка, геотекстиль, строительство, дорожное покрытие, лен масличный, волокно, технология, технический текстиль.

O.O. GORACH, N.V. TULUCHENKO, V.P. BAZUK, O.V. KNIIAZEV
Kherson national technical university**APPLICATION TECHNICAL TEXTILES WITH FLAX OIL FOR THE IMPROVEMENT OF
ROAD CONSTRUCTION**

In this paper the technology of geolattices as one of the direct application of technical textiles industry to improve the modern road construction. The detailed analysis of world and European geolattices production technologies and materials used to make them. The classification the basic functions of geosynthetics and their main characteristics. The possibility geolattices use in road construction. The basic advantages and disadvantages of geosynthetics. The basic properties of geotextiles. An geolattices scope. Found that in Ukraine completely absent production of natural fiber geotextiles, mainly due to lack of own raw material base. Theoretical and experimental research allow to conclude that with appropriate preparation and application of modern technologies of stalks and fiber of flax oil can be used for the improvement of road construction.

Keywords: geograting, geotextiles, construction, road surface, flax oil, fiber, technology, technical textiles.

Постановка проблеми

Розвиток інфраструктури є одним із пріоритетних напрямків у всьому світі. Більшість провідних країн вкладають величезні кошти в якісні, безпечні і довговічні дороги. З огляду на темпи розвитку технологій, зараз це не просто будівництво доріг, а комплексні проекти.

Як відомо, на сьогоднішній день дороги в світі будують за різними технологіями з використанням різної сировини. Для дорожнього будівництва незамінними є георати (георешітки), що одержують у результаті скріплення між собою полімерних стрічок шириною від 50 до 200 мм. З'єднання здійснюють високоміцними термоультразвуковими швами у шаховому порядку, в результаті чого отримують виріб гнучкої комірчастої конструкції [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проведений аналіз літературних джерел з використання георешіток для удосконалення дорожнього будівництва, як одного з напрямку використання технічного текстилю в провідних країнах світу, дозволяє зробити висновок, що на сьогоднішній день застосування геотекстилю, а саме георешіток для будівництва автомобільних доріг є актуальним завданням сьогодення.

Формулювання мети дослідження

Метою даної статті є аналіз існуючих світових технологій виробництва георешіток для удосконалення дорожнього будівництва, на основі використання волокна льону олійного, та аналіз перспективи застосування створеного натурального геоматеріалу.

Викладення основного матеріалу дослідження

Георешітки – плоскі полімерні синтетичні матеріали які мають відкриту структуру і за зовнішнім виглядом нагадують решітки. Основною сировиною для виробництва георешіток є поліестер (PET), поліпропілен (PP) і поліетилен високої щільності (HDPE), так само зустрічаються георешітки вироблені з нової сировини – полівінілалкоголя (PVA).

За способом виробництва георешітки поділяються на ткані (гнучкі), термічно скріплені і екструдовані (жорсткі). Екструдовані георешітки в свою чергу поділяються на одновісні і двовісні.

Ткані георешітки виготовляють за ткацькою технологією, використовуючи високоміцні синтетичні нитки. Для захисту від ультрафіолетового випромінювання такі матеріали покриваються захисним шаром з полівінілхлориду (PVC) [2-4].

Відмінною особливістю георешіток з полівінілалкоголя є їх здатність до подовження, яке знаходиться в межах 3-5%. В Європі тільки два виробники використовують таку сировину для виготовлення георешіток, одним з яких є компанія Bonag (Словаччина), яка випускає георешітки для армування ґрунтів Armatex®M і композитні ґрати для армування асфальобетонних шарів Armatex®RSM.

Термічно скріплені жорсткі георешітки виготовляють з окремих плоских елементів, які перетинаються під прямим кутом і термічно з'єднанні в місцях перетину. На рис. 1 зображено різні види георешіток.

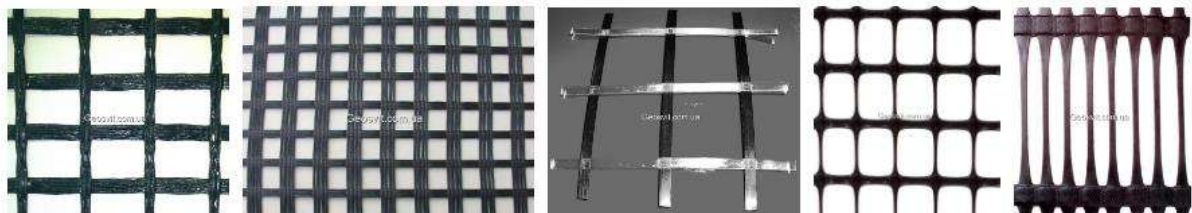


Рис. 1. Види георешіток

Екструдовані жорсткі георешітки виготовляють методом екструзії (розплавлення) плоского полотна з поліпропілену або поліетилену, в якому робляться отвори і після нагрівання полотно розтягується в одному або двох напрямках. При розтягуванні полотна в двох напрямках, виготовляють жорсткі екструдовані двовісні георешітки типу Tenax®LBO, а при розтягуванні полотна в одному напрямку одержують жорсткі одновісні георешітки типу Tenax®TT виробництва компанії Tenax (Італія). Відмінністю між одновісними і двовісними георешітками є спосіб одержання ними навантажень. Двовісні георешітки сприймають подовжуючи зусилля в двох напрямках, а одновісні – тільки в одному, що обумовлює їх основне застосування, як армуючого елементу (анкеру) при спорудженні армоґрунтових підпірних стін і стін з використанням облицювальних блоків. На рис. 2 зображена георешітка, виготовлена з поліефірних ниток.



Рис. 2. Георешітка Armatex®G

Armatex®G – тканина, гнучка георешітка, виготовлена з високоміцних поліефірних (поліестерових ПЕТ) ниток із покриттям з полівінілхлориду (ПВХ), виробництва компанії Bonag (Словаччина). Георешітки відносяться до геосинтетичних матеріалів, які виконують армуючу (зміцнюючу) функцію і використовуються для армування сипучих ґрунтів і шарів, сформованих з фракційних матеріалів (щебінь, піщано-гравійна суміш). Застосовуються в дорожньому та ландшафтному будівництві.



Рис. 3. Георешітка Armatex®M

На рис. 3 зображено георешітку Armatex®M. Дана георешітка виготовлена з тканини, гнучка, виготовлена з високоміцних полівінілалкогольних (PVA) ниток з покриттям із полівінілхлориду (ПВХ), виробництва компанії Bonag (Словаччина). Найголовнішою перевагою цієї георешітки є унікальність сировини, з якої вона виготовлена. Завдяки цьому, матеріал набагато краще протистоїть агресивному середовищу (зокрема лужному) і має значно менше граничне подовження (5-6%) у порівнянні з поліестеровими георешітками. Стійкість до лужного середовища дозволяє використовувати георешітку для армування шарів, укріплених цеглою. Мінімальне подовження також дозволяє використовувати георешітку в конструкціях із мінімальним зволоженням, наприклад для будівництва злітно-посадочних смуг, аеродромів або залізничних колій.



Рис. 4. Георешітка Armatex®RSR

На рис. 4 зображена георешітка Armatex®RSR (Арматекс РСР), яка виготовлена із тканого композитного матеріалу. Використовується для армування асфальтобетонного покриття, автомобільних доріг та покриття аеродромів, виробництва компанії Bonag (Словаччина). Матеріал являє собою з'єднання георешітки з високоміцних поліефірних (поліестерових ПЕТ) ниток і дуже тонкого (17 г/м^2) нетканого геотекстильного полотна з поліпропілену, який розплавляється під температурою асфальтобетонної суміші.



Рис. 5. Георешітка Armatex® RSM

На рис. 5 зображена георешітка Armatex® RSM (Арматекс РСМ). Armatex® RSM (Арматекс РСМ) – тканий композитний матеріал для армування асфальтобетонного покриття, автомобільних доріг та покриття аеродромів, виробництва компанії Bonag (Словаччина). Матеріал являє собою з'єднання георешітки з високоміцних полівінілалкогольних (PVA) ниток і дуже тонкого (17 г/м^2) нетканого геотекстильного полотна з поліпропілену, який розплавляється під температурою асфальтобетонної суміші. Унікальністю даного матеріалу є сировина, з якої він виготовляється, завдяки чому матеріал має мінімальне подовження в 4%, що є актуальним при армуванні асфальтобетонного покриття.

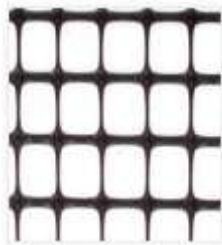


Рис. 6. Георешітка TENAX LBO

На рис. 6 зображено георешітку TENAX LBO. TENAX LBO – двовісні, жорсткі, екструдовані георешітки з поліпропілену (PP) виробництва компанії TENAX (Італія). Георешітка розроблена для стабілізації і зміцнення ґрунтів. Вона має малу несучу здатність і також може використовуватись для армування зернистих (щебених) шарів основи. Завдяки екструзійній технології виробництва і двовісному орієнтуванню, георешітка має значну жорсткість і міцність, як в поздовжньому так і в поперечному напрямках. Завдяки геометричним характеристикам ґратчастої структури забезпечується максимальне зчеплення з ґрунтом або армуючим зернистим матеріалом.



Рис. 7. Георешітка TENAX TT

На рис. 7 зображено георешітку TENAX TT. TENAX TT – одновісні, жорсткі, екструдовані георешітки виробництва компанії TENAX (Італія). Георешітки мають двовимірну структуру, виготовлені з поліетилену високої щільності (HDPE), за допомогою процесу орієнтування молекул в одному напрямку. Дана технологія дозволяє отримати геосинтетичний матеріал високої технічної якості, що дозволяє використовувати його в інноваційних технічних рішеннях. Георешітки TENAX TT за рахунок сировини з якої вони виготовлені є хімічно інертними і мають підвищену стійкість до розтягування. Використовуються для армування ґрунтів, створення армоґрунтових підпірних стін і підпірних конструкцій з використанням фасадних облицювальних блоків T-block.



Рис. 8. Георешітка TENAX 3D Grid

На рис. 8 георешітка TENAX 3D Grid. Даний вид георешіток – двовісні, жорсткі, екструдовані георешітки з поліпропілену виробництва компанії TENAX (Італія). Матеріал виготовлений за технологією попереднього натягу, що дозволяє скоротити витрати сировини на її виробництво без зменшення міцності, а збільшення товщини ребер дозволяє досягти максимально армуючого ефекту із зернистими кам'яними матеріалами. Георешітка розроблена для армування зернистих кам'яних шарів, а також зміцнення ґрунтів, які мають невелику несучу здатність. Застосовуються в дорожньому будівництві.



Рис. 9. Скляна георешітка

На рис. 9 подано скляну георешітку. Скляна георешітка – двовісна, ниткопрошивна решітка (скляна решітка/сітка) виготовляється з високомодульного скловолокна, додатково просоченого полівінілхлоридом (PVC) або бітумною емульсією, виробництва компанії Махіна-ТСТ (Білорусія). Відмінною особливістю даного різновиду георешіток є мінімальне відносне подовження на рівні не більше 4%, що максимально наближене до умов роботи асфальтобетонних шарів.

Оскільки одновісні екструдовані жорсткі георешітки використовуються для спорудження підпірних стін та інших утримуючих конструкцій в якості основної сировини цих матеріалів є поліетилен високої щільності (HDPE). Це пов'язано з хімічного і біологічного стійкістю цього матеріалу, що забезпечує довговічну роботу споруди. Армоґрунтові підпірні стіни утримують споруди, термін експлуатації яких, становить від 60 до 120 років. На рис. 10 зображено армування відкосів та підпірних стін з використанням георешіток.



Рис. 10. Армування відкосів. Армоґрунтові підпірні стіни

На сьогоднішній день існують також композитні георешітки, які виробляються шляхом з'єднання самої георешітки і нетканого геотекстильного полотна. У таких матеріалах основним силовим елементом є георешітка, а геотекстиль виконує другорядну функцію. Наприклад, може виконувати функцію фільтрувального шару, як в жорстких георешітках Tenax®GT або забезпечувати прилипання (адгезію) армуючої георешітки до основи, як в гнучких георешітках Armatex®RSR або Armatex®RSM,

що дуже важливо при використанні для армування асфальтобетонних шарів автомобільних доріг, парковок і стоянок. На рис. 11 зображено композитні георешітки.

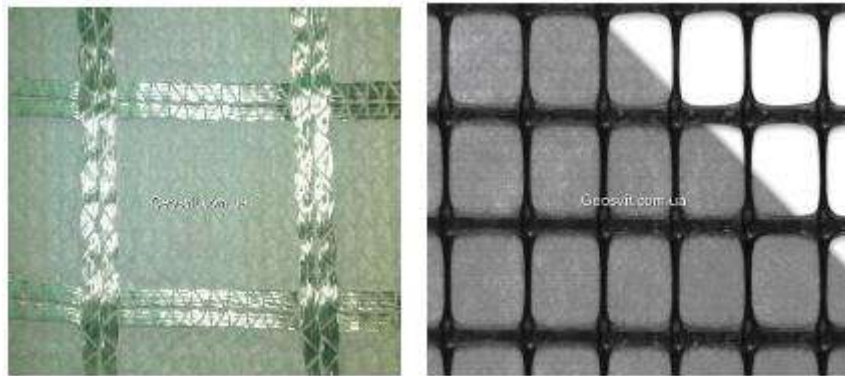


Рис. 11. Композитні георешітки

Композитні георешітки відносяться до геосинтетичних матеріалів, які при будівництві виконують армуючу (зміцнюючу) функцію. Георешітки використовуються в основному для армування нез'язних ґрунтів і сипучих будівельних матеріалів.

При армуванні, за рахунок сил зчеплення між зернистим матеріалом і осередками геоматеріала, георешітка сприймає розтягуючу напругу і перерозподіляє її на велику площу, за рахунок чого зменшується тиск на підставу і підвищується його несуча здатність. У стандартних умовах стійкі і нестійкі ґрунти, а також зернисті будівельні матеріали можуть виконувати тільки стискаючі навантаження і не здатні сприймати розтягуючі або зсувні напруги. Для сприйняття саме таких напружень використовуються георешітки. На рис. 12 армування основи дорожнього полотна георешітками [5].



Рис. 12. Армування основи дорожнього полотна георешітками

На основі проведеного аналізу існуючих технологій виробництва, а також матеріалів, на основі яких виготовляють георешітки, можна зробити висновок, що на сьогоднішній день георешітки застосовують з метою:

- підвищення несучої здатності і армування всіх типів слабких основ;
 - армування насипів автомобільних доріг;
 - армування злітно-посадочних смуг та доріжок аеродромів;
 - армування відкосів автомобільних доріг;
 - будівництво тимчасових під'їзних і лісових доріг;
 - армування баластної призми залізниць та трамвайних колій;
 - армування зернистих шарів дорожнього покриття автомобільних доріг, майданчиків біля логістичних комплексів, стоянок біля торгово-розважальних центрів;
 - армування асфальтобетонних шарів автомобільних доріг і злітно-посадочних смуг аеродромів;
 - будівництво армоґрунтових підпірних стін і стін з використанням облицювальних блоків;
 - армування конусів мостів і шляхопроводів;
 - реконструкції зсувів;
- Переваги використання георешіток:

- поліпшення механічних властивостей ґрунтів;
- можливість використання при будівництві невідповідних за характеристиками ґрунтів;
- дозволяють розширювати існуючі дорожні і залізничні насипи, для збільшення їх пропускної здатності, з мінімальними витратами на земляні роботи і без значного збільшення ширини насипу в плані;
- зменшення товщини зернистих матеріалів;
- скорочення термінів будівництва;
- підвищення стійкості і надійності конструкцій;
- можливість виконання робіт в складних інженерно-геологічних умовах.

На сьогоднішній день в Україні ринок виробників георешіток представлений десятками компаній. В табл. 1 представлені вітчизняні та закордонні компанії, які працюють в Україні і займаються виготовленням та реалізацією георешіток.

Таблиця 1

Характеристика георешіток вітчизняного та зарубіжного виробництва для дорожнього будівництва

№ п/п	Найменування підприємства	Сировина для виготовлення	Характеристика продукції		
			Висота, м	Ширина, м	Довжина, м
1	2	3	4	5	6
1.	ТОВ «Тегола»	Поліестер		3,9	100
2.	ТОВ «Вайра»	Поліетилен	0,05 – 0,2	2,45 – 2,6	5,75 – 12,45
3.	ТОВ «Стандарт Парк»	Пластик	100	210	210
4.	ТОВ «ТК Протект»	Полімер	5	15	10
5.	ТОВ «Маккаферрі Україна»	Поліестерові арматурні пучки, укладені в поліетиленову оболонку	5	2,46	60,6
6.	ТОВ «Геозахист»	Поліетилен, поліпропілен	0,05 – 0,2	2,45 – 2,60	5,75 -12,45

Виходячи з обсягу виробництва, а також кількістю компаній, які займаються виробництвом і реалізації цієї групи товарів, можна зробити висновок, що світовий досвід використання новітніх технологій поширюється в Україні з року в рік. Так наприклад, у селі Вовківське Лиманського району на Одещині з'явилася сучасна міцна дорога, побудована із застосуванням георешіток, що дозволило зробити основу дороги більш міцною та довговічною. Особливо це актуально при прокладанні дороги на сипучих ґрунтах. Модулі георешітки укладаються один біля одного. Осередки заповнюються щебнем або піском з пошаровим ущільненням, після чого заковчуються асфальтом. Висока швидкість і простота монтажних робіт спеціальними анкерами дозволяють максимально скоротити терміни дорожнього будівництва.

Альтернативою синтетичним складовим можуть стати натуральні геоматеріали на основі стебел соломки льону олійного. Адже вже на початку виробничого циклу зрозуміло, що ціна на синтетичні георешітки буде значно більшою, ніж на вітчизняну продукцію з луб'яної культури, а негативний вплив на довкілля переважатиме позитивний ефект від встановлення на об'єктах. Створення такого альтернативного матеріалу сприятиме досягненню економічної стабільності держави та дозволить розширити товарний асортимент на підприємствах з підвищенням рентабельності їх роботи.

З експериментальних вибірок стебел льону сорту «Айсберг» на ПП МФТВ «Екотекс» (м. Миколаїв) нами сформовано серію зразків георешітки «Біомат» (рис. 13) з різними фізичними показниками.



Рис. 13. Зразок розробленого біомату

Запропонована технологічна схема виробництва інноваційного матеріалу наведена на рис. 14. Після розмотування рулонів технологічний процес отримання однотипної луб'яної стрічки на поточній лінії ПЛЛ-2 включав отримання неперервного шару льносоломи з поздовжнім положенням стебел. Параметри розробленого нетканого матеріалу регулювались за допомогою зміни лінійної швидкості подачі сировини шароформуючого механізму, що може складати від 1,5 до 6 м/хв. Ширина настилу стебел при цьому становить 1162 мм. У результаті обробки на запропонованому обладнанні (рис. 14) зразки готові луб'яні стрічки скріплювались на німецькій прошивній машині.

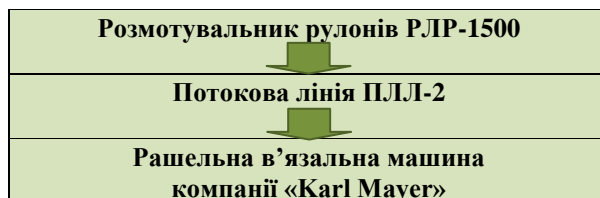


Рис. 14. Технологічна схема виробництва георешітки «Біомат»

У сучасних умовах покращення стану навколишнього природного середовища можна досягти переважно за рахунок створення конкурентоспроможної натуральної продукції. Випуск інноваційного матеріалу можливий за умови відповідності показникам якості державних нормативних документів. Таким чином визначимо при якій лінійній швидкості подачі сировини фізико-механічні параметри продукції «Біомат» відповідають нормованим вимогам. Для цього проведений однофакторний експеримент на п'яти кодованих рівнях. Пропуск льносоломи (фактор) регулюється швидкістю руху транспортеру від 1,5 до 6 м/хв. Рівні й інтервал варіювання фактору і результати дослідження процесу створення лляної стрічки на ПЛЛ-2 наведено в табл. 2, а рототабельну матрицю планування експерименту – в табл. 3.

Таблиця 2

Рівні й інтервали варіювання факторів

Фактори	Рівні варіювання					Інтервали
	-1,414	-1	0	+1	+1,414	
Пропуск льносоломи, <i>n</i> , кг/год, X_1	141	145	155	165	169	10
Швидкість транспортерної стрічки, м/хв	0,5	2,9	4,3	5,7	6	1,4

Загальна кількість дослідів із застосуванням рототабельного планування дорівнює:

$$N = 2^2 + 2 \cdot k + n_0, \tag{1}$$

де *k* – кількість факторів;
*n*₀ – кількість повторних дослідів в нульовій точці.

$$N = 13.$$

Математична модель об'єкта має такий загальний вигляд:

$$y = \varphi(x_1), \tag{2}$$

де *y* – критерій оптимізації;
*x*₁ – фактор експерименту.

Таблиця 3

Матриця планування експерименту при формуванні стрічки зі стебел соломи на ПЛЛ-2

№ з/п	Матриця		Робоча матриця						
	x_1	x_2	n , кг/год	V , м/хв	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
1	+	+	169,14	4,99	6,08	6,41	635	7,68	122
2	-	+	140,86	4,99	5,49	5,93	628	8,28	121,5
3	+	-	169,14	1,45	6,07	6,39	622	7,68	106
4	-	-	140,86	1,45	5,48	5,90	619	8,27	106
5	-1,414	0	135,00	3,75	5,78	6,00	656	8,82	114
6	1,414	0	175,00	3,75	6,62	6,67	660	7,98	115
7	0	-1,414	155,00	0,50	5,35	6,01	605	7,56	106
8	0	1,414	155,00	5,50	5,37	6,00	610	7,60	125
9	0	0	155,00	3,75	5,36	6,02	606	7,56	112
10	0	0	155,00	3,75	5,29	5,95	602	7,49	112
11	0	0	155,00	3,75	5,41	5,91	605	7,54	108
12	0	0	155,00	3,75	5,45	6,08	599	7,6	109
13	0	0	155,00	3,75	5,27	6,03	602	7,63	111

За результатами регресійного аналізу було одержано статистичні моделі рівняння (3-7) залежності поверхневої щільності, товщини при різному навантаженні, граничної міцності, видовження при граничній міцності, модуля жорсткості від пропуску льоносоломи.

$$y_1 = 3729,24 - 40,39x_1 - 6,96x_2 + 0,13x_1^2 + 0,03x_1 x_2 + 0,67x_2^2 \quad (3)$$

$$y_2 = 60,63 - 0,66x_1 - 0,005x_2 + 0,002x_1^2 + 0,00009x_1 x_2 + 0,002x_2^2 \quad (4)$$

$$y_3 = 52,83 - 0,63x_1 - 0,005x_2 + 0,002x_1^2 + 0,00001x_1 x_2 + 0,001x_2^2 \quad (5)$$

$$y_4 = 23,20 - 0,23x_1 - 0,01x_2 + 0,0008x_1^2 + 0,0001x_1 x_2 + 0,001x_2^2 \quad (6)$$

$$y_5 = 348,20 - 3,09x_1 - 5,42x_2 + 0,009x_1^2 + 0,006x_1 x_2 + 1,38x_2^2 \quad (7)$$

Графічне відображення поверхонь відгуку досліджуваного масиву наведено на рис. 15.

Аналіз поверхонь відгуку, наведених на рис. 15, свідчить, що найбільш висока щільність матеріалу спостерігається при низькій подачі стебел соломи. Для того, щоб матеріал відповідав наявним вимогам до геоматеріалів необхідно подавати сировину при пропуску льоносоломи 155 кг/год та швидкості руху транспортера 1,5 м/хв.

Для підтвердження результатів математичних досліджень проведений лабораторний аналіз властивостей георешітки у аналітично-дослідній випробувальній лабораторії "Текстиль-ТЕСТ" (м. Київ). У табл. 4 наведені значення найкращих п'яти зразків з щільністю 378 – 581 г/м² та товщиною 4,25-6,04 мм.

Таблиця 4

Результати випробування зразків георешітки з льону олійного "Біомат"

Показник	Зразок					Середнє значення	Граничні показники та нормативні документи
	№1	№2	№3	№4	№5		
Поверхнева щільність, г/м ²	581	448	399	397	378	440,60	135–2000 (ГБН В.2.3-37641918-544:2014) або 135-415 (ASTM D 3776)
Товщина при 0,2 кПа, мм	7,15	8,50	7,80	8,20	8,39	8,01	0,25–7,5 (ГБН В.2.3-37641918-544:2014)
Товщина при 5 кПа, мм	6,04	5,48	4,25	5,05	5,63	5,29	
Гранична міцність, кН/м	5,88	3,53	4,12	3,14	3,14	3,96	2-3 (ASTM D 4595)
Видовження при граничній міцності, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	>20 (ASTM D 4595)
Модуль жорсткості при розриві, Н/мм ²	117,6	70,6	82,3	62,7	62,7	79,18	0,45–4,5

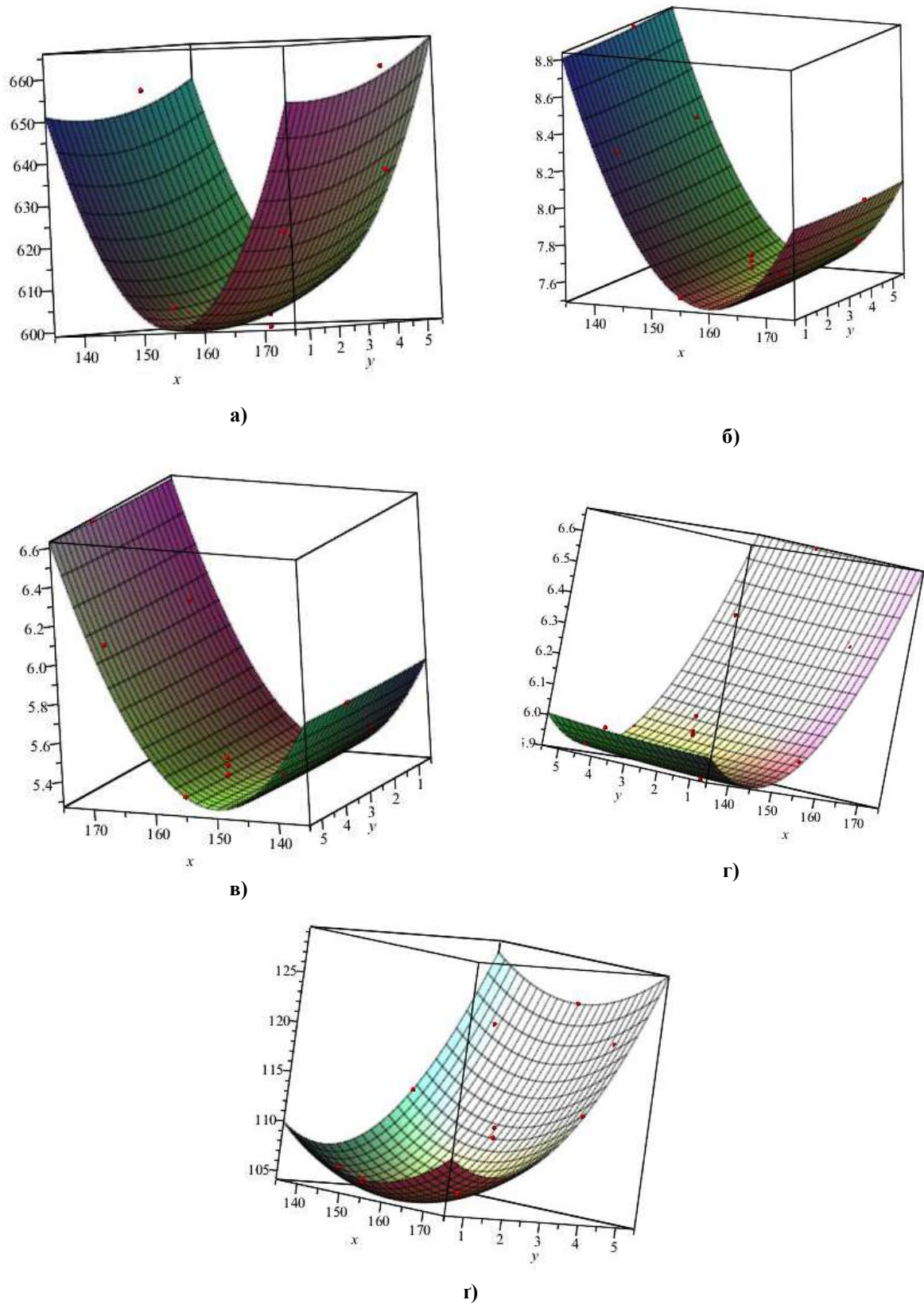


Рис. 15. Вплив параметрів обробки на PLL-2: на а) поверхнева щільність; б) товщина при 0,2 кПа; в) товщина при 5 кПа; г) гранична міцність; д) видовження при граничній міцності.

Порівнюючи середній результат параметрів зразків та умовні границі у відповідності до чинних нормативних документів зрозуміло, що отримані зразки зі стебел соломки льону олійного відповідають

сучасним вимогам до геоматеріалів, зокрема ГБН В.2.3-37641918-544:2014 [8]. Це означає, що створену георешітку можна пропонувати до застосування у дорожньому будівництві.

Висновки

Останнім часом виробництво геотекстильних матеріалів – це сегмент ринку текстильної продукції, що розвивається швидкими темпами і для якого характерні інвестиційна привабливість та швидка окупність витрат. Геотекстильні матеріали набули великої популярності завдяки розширенню їх асортименту та напрямів застосування, появі нових прогресивних способів і технологій виробництва, використанню нових видів сировини. Основні сфери застосування георешіток: дорожнє та залізничне будівництво, ландшафтний дизайн, сільське господарство, гідротехнічні споруди, прокладання тунелів і трубопроводів, захист підземних частин житлових та промислових будівель, відновлення земель після бойових дій.

Георешітки зазвичай виготовляють із хімічних волокон (віскозних, поліефірних, поліамідних, поліпропіленових та ін.). Частка натуральних волокон (ляняних, джутових, кокосових, бавовняних, вовняних), що використовуються під час виготовлення цих матеріалів, становить лише 5 % від сировини для основного асортименту геотекстилю.

В Україні повністю відсутнє виробництво георешіток із натуральних волокон, головним чином, через відсутність власної сировинної бази. Однак, слід зазначити, що в нашій країні є великі потенційні можливості для виробництва георешіток із дешевої целюлозовмісної сировини – льону олійного [6-7].

Провідними вітчизняними та закордонними науковцями В.В. Живетіним, Л.Н. Гінзбургом (Росія), Л.А. Чурсіною, Г.А. Тіхосовою (Україна), Л. Мурфі, Х. Берінгом, Х. Віеландом (Німеччина), Р. Козловським (Польща), П.Л. Каполетто (Італія) доведено, що волокно льону олійного придатне для виготовлення нетканих матеріалів різного цільового призначення, у тому числі й органічного геотекстилю.

Таким чином, розроблення вітчизняних технологій поглибленої переробки стебел льону олійного, визначення раціональних технологічних параметрів та режимів їх обробки з метою одержання ляняних волокон із необхідними якісними показниками, придатних для виготовлення органічного геотекстилю різних типів, є актуальним науково-технічним завданням.

Для його вирішення з експериментальних вибірок стебел льону на ПП МФТВ "Екотекс" (м. Миколаїв) створені зразки біомату. Оцінка якісних показників розробленого матеріалу проведена на базі аналітично-дослідної випробувальної лабораторії "Текстиль-ТЕСТ" (м. Київ) підтверджує математичні розрахунки та свідчить про можливість застосування інноваційного матеріалу у дорожньому будівництві при умові дотримання технологічних параметрів виробництва на потоковій лінії ПЛЛ-2. Таким чином виробництво та використання такого матеріалу поліпшить екологічний стан навколишнього середовища промислових районів, попередить виникнення вітрової та водної ерозії відкосів автошляхів, які є основною причиною руйнації автопокриття, та покращить стан вітчизняного дорожнього полотна.

Список використаної літератури

1. Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві: ВБН 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. Костицький 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., Костицький В.В., Артеменко Л.Ф., Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення. Вісник КНУДТ. – 2009. – Вип. 6. – с. 17 – 27.
6. Бобирь С.В. Перспективи розширення асортименту геотекстилю українського виробництва / С.В. Бобирь: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції [«Якість та безпечність товарів»], (Луцьк, 26 квітня 2014 р.). – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – С. 90-91.
7. Кузьміна Т.О. Розробка технології одержання ляного волокна, придатного для виготовлення геотекстилю / Т.О. Кузьміна, С.В. Бобирь, Т.І. Тернова: матеріали міжнародної науково-практичної конференції [«Розвиток національної економіки: теорія і практика»], (Івано-Франківськ – Тернопіль, 3-4 квітня 2015 р.). – Тернопіль: Крок, 2015. – С. 53-55.
8. Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги: ГБН В.2.3-37641918-544:2014. – К.: Укравтодор, 2014. – 143 с.