

УДК 677.11.021

Н.В. ТУЛУЧЕНКО, А.Б. МАТВІЄНКО

Херсонський державний аграрний університет

ОЦІНКА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ІННОВАЦІЙНОГО НЕТКАНОГО МАТЕРІАЛУ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

У статті проведений аналіз якісних характеристик сформованого у виробничих умовах ПП "Екотекс" (м. Миколаїв) нетканого матеріалу з льону олійного для укріплення автопокриття. Наведена технологічна схема виробництва цього інноваційного геовиробу. Здійснений двофакторний експеримент для дослідження впливу параметрів обробки на PLL-2 на фізико-механічні характеристики розробленого матеріалу. Отримані рівняння регресії й наведені рекомендації до режиму обробки на запропонованому обладнанні. Результати лабораторного аналізу властивостей одержаного нетканого матеріалу, який проведений в аналітично-дослідній випробувальній лабораторії "Текстиль-ТЕСТ" (м. Київ), підтверджують, що створений нетканый матеріал можна пропонувати до застосування у дорожньому будівництві.

Ключові слова: льон олійний, якість, геоматеріали, неткані матеріали, дорожнє будівництво.

Н.В. ТУЛУЧЕНКО, А.Б. МАТВІЄНКО

Херсонский государственный аграрный университет

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНОВАЦИОННОГО НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ДОРОЖНЕГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В статье проведен анализ качественных характеристик сформированного в производственных условиях ЧП «Экотэкс» (г. Николаев) нетканого материала из льна масличного для укрепления автопокрытия. Приведена технологическая схема производства этого инновационного геоматериала. Сделан двофакторный эксперимент для исследования влияния параметров обработки на PLL-2 на физико-механические характеристики разработанного материала. Получены уравнения регрессии и приведены рекомендации к режиму обработки на предложенном оборудовании. Результаты лабораторного анализа свойств полученного нетканого материала, который проведен в аналитическо-исследовательской испытательной лаборатории «Текстиль-ТЕСТ» (г. Киев), подтверждают, что созданный нетканый материал можно предлагать к применению в дорожном строительстве.

Ключевые слова: лен масличный, качество, геоматериалы, нетканые материалы, дорожное строительство.

N. TULUCHENKO, A. MATVIENKO

Kherson National Technical University

EVALUATION OF QUALITATIVE INDICATORS OF INNOVATIVE NONWOVEN MATERIAL FROM LINSEED FOR ROAD CONSTRUCTION

Abstract – In this article the analysis of qualitative characteristics of formed in the production conditions of PE "Ekoteks" nonwoven material from linseed to strengthen highway coverage is conducted. A technological scheme of production of this innovative geoproduct is shown. Two-factor experiment on five coded levels of influence of processing parameters on PLL-2 on the physical and mechanical characteristics of the developed material is realized. As a result, regression equations are obtained and recommendations for the treatment mode on the proposed equipment are given. Laboratory analysis of the properties of the resulting nonwoven material in the analytical and experimental testing laboratory "Textile-TEST" (Kiev) is divided. It is concluded that the non-woven fabric can be offered for use in road construction.

Keywords: linseed, quality, geomaterials, nonwoven materials, road construction.

Постановка проблеми

Міжнародний та вітчизняний досвід використання волокнистих природних матеріалів у дорожньому будівництві показує, що для укріплення дорожнього полотна та відкосів автошляхів, в основному, переважає використання матеріалів із синтетичної сировини. Високопродуктивна технологія виготовлення синтетичних полотен (у тому числі з відходів виробництв) і порівняно невелика їх вартість, зручна форма поставки і простота застосування, невелика маса і досить висока міцність у поєднанні зі стійкістю до різного роду агресивних впливів привернули увагу фахівців-дорожників [1]. Але одним з

методів здешевлення вихідних матеріалів і значної екологізації готового продукту є створення технічного полотна з стовідсотковим складом натуральних матеріалів. Це дозволяє отримати новий більш затребуваний матеріал, основним призначенням якого є армування дорожнього покриття з метою збільшення терміну його використання та зменшення шкоди навколишньому середовищу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сьогодні в Україні, як і в усьому світі, спостерігається високий інтерес до екологічно безпечної інноваційної текстильної продукції, виготовленої на основі технічного текстилю та нетканих матеріалів. Світовий ринок технічного текстилю характеризується стійким розвитком цього сегменту, який пов'язаний з широкою номенклатурою попиту і застосуванням нетканих матеріалів в різних галузях промисловості [2].

Стандартизацією та створенням інноваційних нетканих матеріалів з волокон льону олійного займалися такі вітчизняні науковці як Т.М. Головенко, Т.О. Кузьміна, Бабіч С.С., С.В. Бобирь [3-4]. Проблему оцінювання рівня екологічної безпечності текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення досліджували І.С. Галик, Б.Д. Семак і Г.О. Пушкар [5-6]. Питанню забезпечення якості вітчизняних текстильних матеріалів за рахунок удосконалення обробки та надання їм кращих фізико-механічних і технічних характеристик присвячені праці О.О. Оксенчук [7].

Формулювання мети дослідження

Оцінити вплив параметрів обробки стебел соломки льону олійного на потоковій лінії ПЛЛ-2 на якість готового інноваційного матеріалу. Визначити, при яких параметрах технологічного процесу якісні характеристики розробленого нетканого матеріалу з льону олійного для укріплення автопокриття відповідають існуючим вимогам нормативних документів до такого виду продукції.

Викладення основного матеріалу дослідження

З експериментальних вибірок стебел льону олійного сорту «Айсберг» на ПП МФТВ «Екотекс» (м. Миколаїв) нами сформовано серію зразків нетканого матеріалу (рис. 1) з різними фізичними показниками.



Рис. 1. Зразок розробленого нетканого геоматеріалу

Запропонована технологічна схема виробництва інноваційного матеріалу наведена на рис. 2. Після розмотування рулонів технологічний процес отримання однотипної луб'яної стрічки на поточній лінії ПЛЛ-2 включає отримання неперервного шару льносоломи з поздовжнім положенням стебел. Параметри розробленого нетканого матеріалу регулюються за допомогою зміни лінійної швидкості подачі сировини в шароформуєчий механізм, 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. 2) зразки готової луб'яної стрічки скріплювались термофіксуванням.



Рис. 2. Технологічна схема виробництва нетканого геоматеріалу з льону олійного

У сучасних умовах покращення стану навколишнього природного середовища можна досягти переважно за рахунок створення конкурентоспроможної натуральної продукції. Випуск інноваційного матеріалу можливий за умови відповідності одержаного матеріалу показникам якості державних нормативних документів. Таким чином, визначимо, при якій лінійній швидкості подачі сировини фізико-механічні параметри нетканого матеріалу відповідають нормованим вимогам. Для цього проведемо двофакторний 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. 1, а рототабельну матрицю планування експерименту – в табл. 2.

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 [8].

Таблиця 1

Рівні й інтервали варіювання факторів

Фактори	Рівні варіювання					Інтервали
	-1,414	-1	0	+1	+1,414	
Пропуск льносоломи, n , 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

Таблиця 2

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	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
1	+	+	169,14	4,99	250	8,6	3,8	6,41	1,03	25	6,3	19,5	16	2
2	-	+	140,86	4,99	252	8,3	4,1	5,93	0,5	24,5	6,5	20	16	1,9
3	+	-	169,14	1,45	242	7,5	2,6	6,39	0,6	23	5	18	14,4	0,9
4	-	-	140,86	1,45	239	7,4	2,5	5,90	0,45	22,5	4,8	17,5	14,5	0,9
5	-1,414	0	135,00	3,75	247	7,5	3,5	6,00	0,48	23	5,9	19	15	1,9
6	1,414	0	175,00	3,75	250	7,8	3,2	6,67	1,15	24	5,8	19	15	1,5
7	0	-1,414	155,00	0,50	241	7,3	2,6	6,01	0,31	23	3,8	17,5	13,5	0,9
8	0	1,414	155,00	5,50	250	8,5	4,1	6,00	0,72	25	5,5	19	15,5	2,3
9	0	0	155,00	3,75	242	7,5	3	6,02	0,46	23	4,25	17,7	14,2	1,2
10	0	0	155,00	3,75	239	7,5	3,1	5,95	0,45	23	4,25	17,75	14,2	1,2
11	0	0	155,00	3,75	240	7,3	2,9	5,91	0,47	22,6	4,35	17,75	14,1	1,1
12	0	0	155,00	3,75	241	7,3	2,9	6,08	0,46	33,3	4,3	17,7	14,3	1,3
13	0	0	155,00	3,75	241	7,4	3	6,03	0,45	22,4	4,4	17,6	14,3	1,3

За результатами регресійного аналізу одержано статистичні моделі (1-10) залежності поверхневої щільності, товщини при різному навантаженні, граничної міцності, видовження при граничній міцності, модуля жорсткості від пропуску льносоломи.

$$y_1 = 667,70 - 5,69x_1 - 2,09x_2 + 0,018x_1^2 + 0,043x_1x_2 + 1,12x_2^2 \tag{1}$$

$$y_2 = 29,76 - 0,28x_1 - 0,89x_2 + 0,0009x_1^2 + 0,0019x_1x_2 + 0,13x_2^2 \tag{2}$$

$$y_3 = 22,86 - 0,26x_1 - 0,31x_2 + 0,0008x_1^2 + 0,004x_1x_2 + 0,108x_2^2 \tag{3}$$

$$y_4 = 22,86 - 0,26x_1 - 0,31x_2 + 0,0008x_1^2 + 0,004x_1x_2 + 0,108x_2^2 \quad (4)$$

$$y_5 = 21,53 - 0,27x_1 - 0,65x_2 + 0,0008x_1^2 + 0,004x_1x_2 + 0,017x_2^2 \quad (5)$$

$$y_6 = 62,83 - 0,52x_1 - 1,28x_2 + 0,0017x_1^2 + 0,0005x_1x_2 + 0,26x_2^2 \quad (6)$$

$$y_7 = 109,26 - 1,36x_1 - 0,094x_2 + 0,0044x_1^2 + 0,004x_1x_2 + 0,14x_2^2 \quad (7)$$

$$y_8 = 97,72 - 1,06x_1 - 0,81x_2 + 0,0035x_1^2 + 0,009x_1x_2 + 0,176x_2^2 \quad (8)$$

$$y_9 = 78,37 - 0,82x_1 - 0,65x_2 + 0,0026x_1^2 + 0,0041x_1x_2 + 0,143x_2^2 \quad (9)$$

$$y_{10} = 25,525 - 0,31x_1 - 0,258x_2 + 0,0009x_1^2 + 0,000003x_1x_2 + 0,088x_2^2 \quad (10)$$

Графічне відображення поверхонь відгуку досліджуваного масиву наведено на рис. 3.

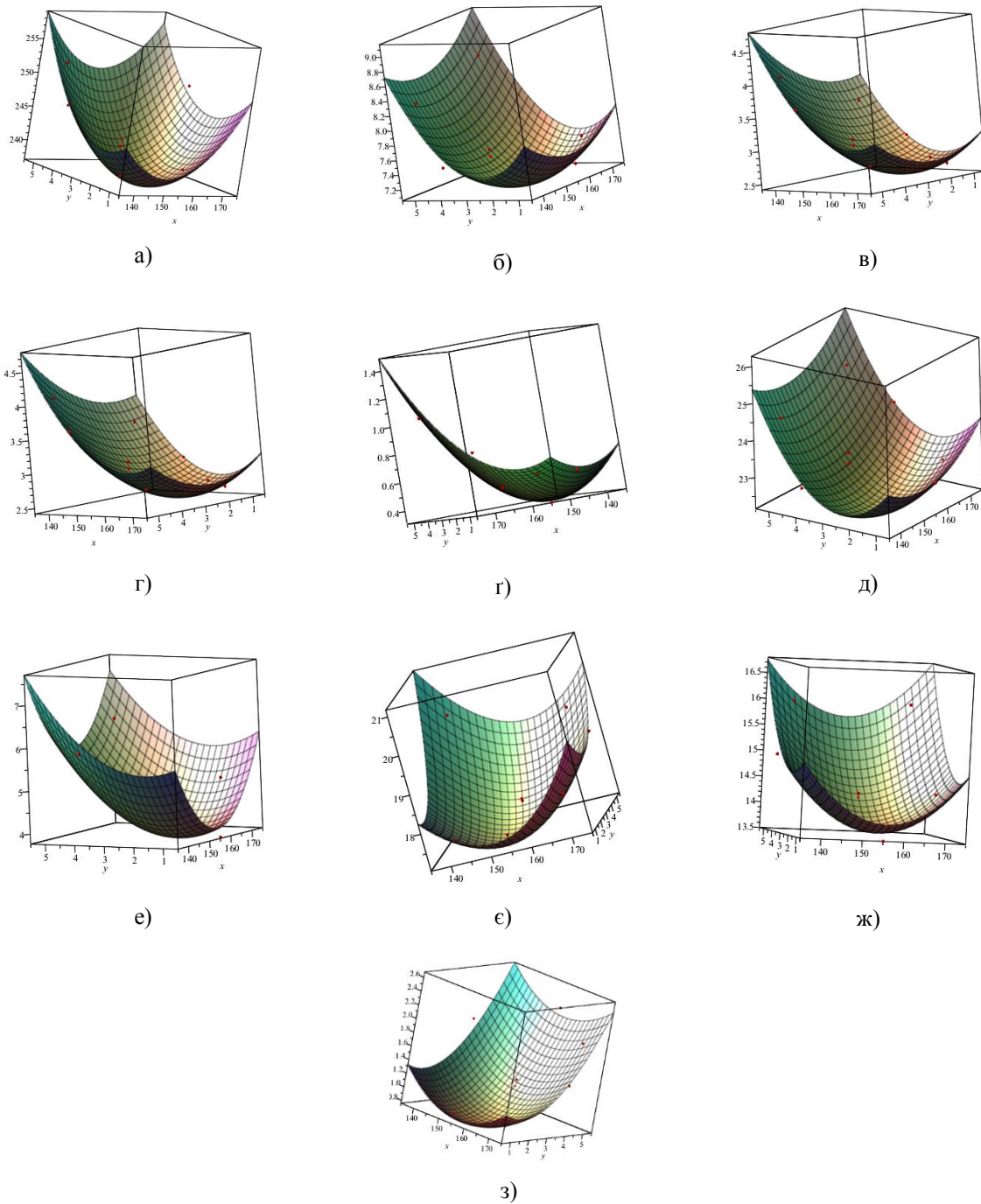


Рис. 3. Вплив параметрів обробки на PLL-2: на а) поверхневу щільність; б) товщину при 0,2 кПа; в) товщину при 5 кПа; г) повітропроникність; ґ) граничну міцність; д) видовження при граничній міцності; е) навантаження при Δl 5%; є) грейферну міцність; ж) повзучість при статичному навантаженні 80% від розривного протягом 48 годин; з) модуль жорсткості при Δl 5%

Аналіз поверхонь відгуку, наведених на рис. 3, свідчить, що найбільш висока щільність матеріалу спостерігається при низькій подачі стебел соломки. 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 нетканого матеріалів у аналітично-дослідній випробувальній лабораторії "Текстиль-ТЕСТ" (м. Київ). У табл. 3 наведені значення найкращих п'яти зразків з щільністю 378 – 581 г/м² та товщиною 4,25-6,04 мм.

Таблиця 3

Результати випробування зразків нетканого матеріалу для дорожнього будівництва

Показник	Зразок			Середнє значення	Граничні показники
	№2	№6	№7		
1	2	3	4	5	6
Поверхнева щільність, г/м ²	230	237	229	232,00	135–2000 (ГБН В.2.3-37641918-544:2014) та 135-415 (ASTM D 3776)
Товщина при 0,2 кПа, мм	4,70	6,15	4,96	5,27	0,25–7,5 (ГБН В.2.3-37641918-544:2014)
Товщина при 5 кПа, мм	2,43	2,23	2,47	2,38	
Повітропроникність, дм ³ /м ² ·с	639	694	648	660,33	Не нормується
Гранична міцність, кН/м	0,24	0,16	0,23	0,21	2-3 (ASTM D 4595)
Видовження при граничній міцності, %	45	20	18	27,67	>20 (ASTM D 4595)
Навантаження при Δl 5%, Н	3,9	3,4	4,1	3,80	Не нормується
Грейферна міцність, Н	18	16	15	16,33	0,45–4,5
Повзучість при статичному навантаженні 80% від розривного протягом 48 годин, %	12	12	12	12,00	<50 (ASTM D 4632)
Модуль жорсткості при Δl 5%, Н/мм ²	0,6	0,6	0,7	0,63	Не нормується

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 [9].

Висновки

Отже, розроблений матеріал при заданих технологічних режимах можна рекомендувати до застосування у дорожньому будівництві для укріплення дорожнього полотна та відкосів автошляхів. 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. Завьялов А.А. Разработкатехнологического режима выработки технической ткани, используемой для формирования дорожного покрытия / А.А. Завьялов, М.В. Назарова, В.Ю. Романов, С.Ю. Бойко // Современные проблемы науки и образования. – Камышин, Россия: Камышинский технологический институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения "Волгоградский государственный технический университет", 2011. – № 6. – С. 121-130.
2. Богданов А. VI Международная выставка Techtexil Russia, 2012 [Электронный ресурс] / А. Богданов // Стройпрофиль. – 2012. – № 5-6(97). – С. 6. – Режим доступа к журналу: <http://stroyprofile.com/archive/4934>

3. Головенко Т.М. Стандартизація інноваційних нетканних матеріалів з волокон льону олійного / Т.М. Головенко // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины. – 2012. – № 2 (20). – С. 186-191.
4. Бобирь С.В. Товарознавчі властивості льоносировини для армування геотекстильних полотен / С.В. Бобирь, Т.О.Кузьміна, С.С. Бабіч // Товарознавчий вісник. – 2014. – №7. – С. 33-40.
5. Галик І.С. Екологічна безпечність текстилю: проблеми та рішення / І.С. Галик, Б.Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету – 2014. – № 6. – С. 88-90.
6. Пушкар Г.О. Неткані текстильні матеріали інтер'єрного призначення сучасний асортимент, властивості та сфери використання / Г.О. Пушкар, Б.Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету –2012. – № 4. – С. 196-201.
7. Олійник Г.С. Якість як основа конкурентоздатності нетканних текстильних матеріалів для меблевої промисловості / Г.С. Олійник // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 3. – С. 247-253.
8. Кузьміна Т.О. Новітні технології одержання целюлозовмісних матеріалів з льону: монографія / Т.О. Кузьміна, Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, Г.В. Рудакова. – Херсон: ПП Вишемирський, 2015. – 456 с.
9. Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги: ГБН В.2.3-37641918-544:2014. – К.: Укравтодор, 2014. – 143 с.