

УДК 677.11.021

О.О. ГОРАЧ, С.С. ГУРЕЄВА, В.Е. ШОТ
Херсонський національний технічний університет

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМОЧУВАНОСТІ ЛУБУ ЛЬОНУ
ОЛІЙНОГО ТА КОНОПЕЛЬ**

О.А. ГОРАЧ, С.С. ГУРЕЕВА, В.Э. ШОТ
Херсонский национальный технический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ ЛУБА ЛЬНА
МАСЛИЧНОГО И КОНОПЛИ**

O. GORACH, S. GUREEVA, V. SHOT
Kherson national technical university

**RESEARCH OF THE WETTABILITY OF FIBER
OIL FLAX AND HEMP**

Мета. Дослідити змочуваність лубу льону олійного та конопель з метою їх подальшого застосування у виробництві композиційних матеріалів технічного призначення.

Методика. Експериментальні дослідження споживчих властивостей лубу льону олійного та конопель проводили з використанням стандартних методик і засобів вимірювання, відповідно до ТУ У25.2-32512498-001-2004 «Маса пресувальна фенольна».

Результати. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень можна зробити висновок, що в цілому застосовані способи обробки лубу льону олійного та конопель позитивно впливають на змочуваність, але вони потребують подальших наукових пошуків. Зроблено висновок, що причиною низької змочуваності лубу льону олійного та конопель є кутикула. Кутикулярний шар не дає у повній мірі змочуватися лубу льону олійного та конопель, тому головним завданням є знаходження методів та способів, які дозволили зруйнувати кутикулярний шар і надати лубу льону олійного та конопель змочуваності близької до бавовняного волокна 120 г з метою збільшення адгезії між волокнистим наповнювачем та матрицею полімера, при цьому не пошкодити луб. З цієї метою було проведено серію дослідів з визначення змочуваності лубу льону олійного та конопель після заморожування при температурі – 20 °С, а також після обробки у мікрохвильовій печі. В результаті проведених експериментальних досліджень змочуваність після заморожування лубу льону олійного збільшилась у двічі, а лубу конопель більше ніж у п'ять разів. Після обробки лубу льону олійного та конопель у мікрохвильовій печі змочуваність зросла в середньому на 12,14 г у лубі льону олійного, а в лубі коноплі на 13,9 г. Таким чином, результати проведених досліджень показали, що в цілому застосовані способи обробки лубу льону олійного та конопель позитивно впливають на збільшення змочуваності, але вони потребують подальших наукових досліджень. Тому актуальним завданням сьогодення є пошук нових способів та методів обробки лубу льону олійного та конопель для подальшого їх застосування у композиційних матеріалах технічного призначення.

Наукова новизна. Встановлено позитивний вплив заморожування та мікрохвильових дій на показник змочування лубу льону олійного та конопель.

Практична значимість. На основі експериментальних досліджень визначено методи обробки лубу льону олійного та конопель, які дозволяють збільшити змочуваність, а отже збільшити адгезію між збільшення адгезії між волокнистим наповнювачем та матрицею полімера.

Ключові слова: луб, льон олійний, коноплі, змочуваність, кутикула, споживчі властивості.

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Протягом останніх років технічний текстиль набув великої популярності завдяки розширенню його асортименту. Виготовлення нової текстильної продукції пов'язане із застосуванням прогресивних технологій. Головними виробниками технічного текстилю є Північна Америка, Європа та Японія. Ринок Європи становить приблизно 2/3 ринку Америки й у два рази перевищує ринок Японії. Так, у 2012 р. для технічних виробів було виготовлено 3,2 млн. т бавовняних тканин, 6,8 млн. т нетканих матеріалів, понад 1 млн. т трикотажних матеріалів, тобто майже 11,2 млн. т виробів, а це 19 % від загального обсягу споживання волокон у світі [1].

Проведений аналіз ринку виробництва технічного текстилю дозволяє зробити висновок, що такі асортиментні групи, як агро-, гео-, будівельний, захисний, автомобільний, фільтруючі і сорбційні матеріали, медичний, тарно-пакувальний текстиль є найбільш затребувані на вітчизняному ринку, і всі ці групи можливо виготовити з натуральної сировини, а саме з використанням щорічно відновлюваного волокна льону олійного. Однією з головних технічних сфер застосування інноваційної продукції є виготовлення композиційних матеріалів, армованих луб'яними волокнами.

Геотекстильні матеріали – це композиційні матеріали, при армуванні яких застосовуються неткані полотна. Вони використовуються для:

- будівництва та ремонту автомобільних шляхів і залізниць;
- тимчасових доріг, під'їзних шляхів;
- капітальних доріг, злітно-посадкових смуг, доріжок аеропортів;
- складських майданчиків, автостоянок;
- дренажів різних типів – траншейних, пластових, галерейних, вертикальних;
- захисту від розмивання схилів, берегів, укосів, гідротехнічних споруд;
- будівництва спортивних майданчиків, штучних ландшафтів, басейнів, тротуарів, галявин, квітників, укріплення берегової смуги, захисту ґрунтів від ерозії, дренажу.

Застосування такої продукції для виготовлення складних технічних об'єктів дозволяє вирішувати цільові завдання, досягати високих експлуатаційних показників цих об'єктів (точність, безпечність та ін.) [1].

На основі проведеного аналізу світового сектору технічного текстилю, можна зробити висновок, що останнім часом виробництво текстильної продукції в світі розвивається швидкими темпами і для нього характерні інвестиційна привабливість та швидка окупність витрат. Технічний текстиль набув великої популярності завдяки розширенню асортименту та напрямів застосування, появі нових прогресивних способів і технологій виробництва, використанню нових видів сировини. Але незважаючи на широкий асортимент товарів технічного призначення на сьогодні відсутня єдина думка, щодо створення та впорядкування класифікації на технічний текстиль, також встановлено відсутність міжнародної системи класифікації технічного текстилю.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Провідними вітчизняними та закордонними науковцями Л.А. Чурсіною, Г.А. Тіхосовою (Україна), В.В. Живетіним, Л.Н. Гінзбургом (Росія), 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, а також багатьох інших видів продукції технічного призначення [1-9]. З робіт вітчизняних і зарубіжних вчених відомо, що найбільше застосування волокон льону олійного та конопель відоме у виробництві композиційних матеріалів. У деяких північних країнах таких як Фінляндія, Норвегія, Німеччина посіви льону олійного та конопель орієнтують для виготовлення композиційних матеріалів. Ученими у всьому світі, зокрема, Lange E. (Німеччина), Kathleen VDV. (Бельгія), Ton-That MT, Denault J. (Канада), Mieleniak B., Bagley C., d'Anselme T., Guyader J. (США), Pallesen (Данія), Зеленецький С. (Росія) успішно проводяться дослідження з модифікації природних волокон для отримання полімерних композиційних матеріалів з натуральними волокнами в якості наповнювача, але теоретичні основи виготовлення полімерних композиційних матеріалів, армованих натуральними волокнами в них не викладено [4, 9-13].

Композиційні матеріали – багатокомпонентні матеріали, які найчастіше складаються з пластичної основи та армуючого наповнювача. Відомо, що адгезія матриці та наповнювача є одним з найважливіших факторів при виготовленні композиційних матеріалів. Композиційні полімерні матеріали,

армовані волокном, можуть мати високу міцність тоді, коли існує висока адгезія між полімером та волокном. Найбільш відомі адгезійні характеристики – капілярність та змочуваність.

Для створення композиційних матеріалів, важливе значення мають наповнювачі, завдяки яким підвищують стійкість до хімічно агресивних речовин і змін зовнішніх умов. Для отримання бажаних властивостей композиційних матеріалів, необхідно досягти встановлення зв'язку між матрицею і наповнювачем, тому необхідно отримати наповнювачі з високою змочуваністю [5].

Як відомо, все частіше у композиційних матеріалах в якості наповнювача використовують натуральні волокна рослинного походження – бавовняне, льняне та конопляне волокно. Переваги їх в тому, що волокна мають високу термічну стійкість, що дозволяє витримувати температуру плавлення смол при цьому не змінюючи своїх властивостей, а також досить високі механічні властивості такі як: висока міцність, високе розривне навантаження, гнучкість.

Але льняний та конопляний луб має низьку змочуваність, що не дозволяє повною мірою прореагувати зі смолами. Тому, були здійсненні експериментальні дослідження з модифікації лубу льону олійного та конопель з метою збільшення змочування. На нашу думку, причиною низької змочуваності лубу льону олійного та конопель є анатомічна будова рослин. Зовні луб'яні волокна вкриті епідермісом, який захищає тонка водо- та газонепроникна плівка – кутикула. Кутикула представляє собою суцільну безструктурну та безколірну плівку, яка у вигляді клинів заходить між боковими стінками клітин епідермісу. Тільки над шаром кутикули знаходяться отвори для газообміну. Кутикула відіграє важливу роль у житті рослин, оскільки захищає її від дії вологи та випаровування.

Кутикула складається з речовин, які називають кутини. Кутини – суміш високомолекулярних речовин в числі яких знаходяться високополімерні жирні кислоти, оксикислоти та жири. Вони стійкі по відношенню до багатьох сильно діючих кислот, навіть до сірчаної кислоти, лугів та мідно-аміачних реактивів [14].

Цілі статті. Дослідити змочування лубу льону олійного та конопель з метою заміщення імпортованої сировини, що наразі використовується у промисловості для виготовлення композиційних матеріалів.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процес змочування лубу льону олійного та конопель.

Методи дослідження. Експериментальні дослідження проводились з використанням стандартних методик відповідно до ТУ У25.2-32512498-001-2004 «Маса пресувальна фенольна».

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У лабораторіях кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації ХНТУ були проведені детальні дослідження з визначення змочування лубу льону олійного та конопель з метою визначення придатності їх для виготовлення композиційних матеріалів. Для цього було проведено серію дослідів визначення змочування лубу льону олійного та конопель після заморожування за температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а також після обробки у мікрохвильовій печі. Усі результати досліджень порівнювали з контрольним варіантом – лубом без попередньої обробки.

Для проведення експериментів було використано луб льону олійного та конопель. Так, у контрольному варіанті змочуваність лубу для льону олійного становила 7,00 г, а для лубу конопель 10,09 г. Для порівняння, змочуваність бавовняного наповнювача, який використовується для виготовлення композиційних матеріалів, становить 120 г.

Змочуваність (X_2) в грамах обчислювали за формулою:

$$X_2 = m_1 - (m_2 + m), \quad (1)$$

де m – маса повітряно-сухого лубу, г;

m_1 – маса циліндра з лубом після випробування, г

m_2 – маса порожнього циліндра, г.

За результат випробування приймали округлене до цілого числа середнє арифметичне п'яти паралельних випробувань, допустиме розходження між якими не перевищувало 10 % відносно середньої величини.

Щоб отримати більшу змочуваність, але при цьому не підвищувати витрати на додаткову обробку лубу, були проведені експерименти з використанням сучасного обладнання при мінімальних затратах. Першим етапом роботи було проведено обробку лубу льону олійного та конопель у морозильній камері. Результати експериментальних досліджень наведено в таблиці 1.

Змочуваність після заморожування лубу льону олійного збільшилась у двічі, а лубу конопель більше ніж у п'ять разів.

Таблиця 1

Змочуваність лубу льону олійного та конопель після заморожування у морозильній камері

№ з/п	Сировина	Змочуваність, г	
		контрольний варіант	час заморожування 7 діб
1.	Луб льону олійного	7,00	14,01
2.	Луб конопель	10,09	51,06

У таблиці 2 подано результати проведених досліджень після обробки лубу льону олійного та конопель у мікрохвильовій печі.

Таблиця 2

Змочуваність після обробки у мікрохвильовій печі лубу льону олійного та конопель

Сировина	Змочуваність, г				
	контрольний варіант	час обробки лубу у мікрохвильовій печі			
		8 хв	16 хв	24 хв	32 хв
Луб льону олійного	6,40	10,77	12,23	12,73	12,85
Луб конопель	10,09	13,11	12,52	10,31	19,69

Змочуваність після обробки у мікрохвильовій печі лубу льону олійного зросла в середньому на 12,14 г у лубі льону олійного, а в лубі коноплі на 13,9 г.

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що в цілому застосовані способи обробки лубу льону олійного та конопель позитивно впливають на збільшення змочуваності, але вони є не достатніми і потребують подальших наукових досліджень та пошуків методів зі збільшення змочуваності лубу. На нашу думку, причиною низької змочуваності лубу льону олійного та конопель є анатомічна будова рослин.

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі вище викладено, можна зробити висновок, що кутикулярний шар не дає у повній мірі змочуватися лубу льону олійного та конопель, тому головним завданням є знаходження методу та способів, які дозволили зруйнувати кутикулярний шар при цьому не пошкодити целюлозу у лубі.

Список використаних джерел

1. Бобирь С.В. Розроблення технології переробки стебел трести льону олійного з метою одержання органічного геотекстилю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.02 / С.В. Бобирь – Херсон, 2015. – 25 с.

2. Тіхосова Г.А. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного: [монографія] / Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, О.О. Горач, Т.І. Янюк. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 с.
3. Тіхосова Г.А. Розвиток наукових основ технології первинної переробки стебел льону олійного: дис. доктора техн. наук: 05.18.01 / Тіхосова Ганна Анатоліївна. – Херсон, 2011. – 387 с.
4. Живетин В.В. Масличный лён и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.
5. Живетин В.В. Лён на рубеже XX и XXI веков: учеб. пособ. / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ИПО «Полигран», 1998. – 184 с.
6. Kozlowski R. Creen fibre sand their Potential and Research into New Uses / R. Kozlowski, S. Manys // FAO Intercessional Consultationon Fibres, 15-16 November, 1999.
7. Kozlowski R. Composite materials strengthenedby plants natural fibres for motor industry / R. Kozlowski, J. Mankowaski // FAO Intercessional Consultationon Fibres, 15-16 November, 1999.
8. Cappelletto P.L. Fiber valorization of oil seed flax / P.L. Cappelletto // Flax and other Bast Plants: Symposium, 30 September and 1 October 1997. – Poznan, Poland: Institute of Natural Fibres, 1997. – P. 150-151.
9. Mechanical treatment of field retted oil seed flax and hemp. Resulting fibers can restorer cycled fibers quality / P. Cappelletto, F. Mongardini, M. Sannibale, M. Brizzi, P. Pasini // Nordflax: proceeding and abstractsof the first Nording Conferenceon flax and hemp processing, 10-12 August 1998: heldin Tampere, Finland, 1998. – P. 127-141.
11. Mieleniak B. Low-cost "Compak» board based on vegetable fiber / B. Mieleniak // Wood Bas. Pan. Int. 1985, № 1. p.8.
12. Bagley C. Properties of Flax Fibre-Reinforced Composite Materials / C. Bagley, T. d'Anselme, J. Guyader // Works of INF, 1997. - P. 385-386.
13. Kathleen V.D. Research on the use of flax as reinforcement for thermoplastic puiltruded composites / V.D. Kathleen // The 1-st Nordic Conference on flax and hemp processing. - Belgium, 1998. - 7 p.
14. Ордина Н.А. Структура лубоволокнистых растений и её изменение в процессе переработки / Н.А. Ордина. – М.: Лёгкая индустрия, 1978. – С. 17-70.

***Цель.** Исследовать смачиваемость луба льна масличного и конопли с целью их дальнейшего применения в производстве композитов технического назначения.*

***Методика.** Экспериментальные исследования потребительских свойств луба льна масличного и конопли проводили с использованием стандартных методик и средств измерения в соответствии с ТУ У25.2-32512498-001-2004 «Маса пресувальна фенольна».*

***Результаты.** На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований сделан вывод, что причиной низкой смачиваемости луба льна масличного и конопли является кутикула. Кутикулярный слой не дает в полной мере смачиваться лубу льна масличного и конопли, поэтому главной задачей является нахождение методов и способов, которые позволили разрушить кутикулярный слой и достичь смачиваемости близкой к хлопковому волокну 120 г, а также позволит увеличить адгезию между волокнистым наполнителем и матрицей полимера, при этом не повредив луб. С этой целью была проведена серия опытов по определению смачиваемости луба льна масличного и конопли после замораживания при температуре –20 °С, а также после обработки в микроволновой печи. В результате проведенных экспериментальных исследований смачиваемость после замораживания луба льна масличного увеличилась в два раза, а луба конопли более чем в пять раз. После обработки луба льна масличного и конопли в*

микроволнової печі смачиваемість выросла в середньому на 12,14 г в лубі льна масличного, а в лубі конопли на 13,9 г. Результати проведених досліджень показали, що в цілому застосовані способи обробки позитивно впливають на збільшення смачиваемості, але вони потребують подальших наукових досліджень по збільшенню смачиваемості. Тому актуальною задачею є пошук нових способів і методів обробки луба льна масличного і конопли для подальшого їх застосування в композиційних матеріалах технічного призначення.

Наукова новизна. Встановлено позитивний вплив заморожування і микроволнових впливів на показник смачивання луба льна масличного і конопли.

Практична значимість. На основі експериментальних досліджень визначені методи обробки луба льна масличного і конопли, які дозволяють збільшити смачиваемість і адгезію між волокнистим наповнювачем і матрицею полімера.

Ключові слова: луб, лен масличний, конопля, смачивання, кутикула, споживчі властивості.

Purpose. Investigate the wettability of oil flax and hemp with a view to their further use in the production of composites for technical purposes.

Methodology. Experimental studies of consumer properties of oil flax and hemp were carried out using standard methods and means of measurement in accordance with TU U25.2-32512498-001-2004 "Pressed phenolic mass".

Findings. Based on the theoretical and experimental studies it was concluded that the cause of the low wettability of oil flax and hemp is the cuticle. The cuticular layer does not fully wet the oil flax and hemp therefore the main task is to find methods and methods that allowed to destroy the cuticular layer and achieve a wettability close to cotton fiber 120 g and also increase the adhesion between the fibrous filler and the polymer matrix without damaging. To this end a series of experiments was carried out to determine the wettability of the oil flax and hemp after freezing at -20°C as well as after processing in a microwave oven. As a result of experimental studies the wettability after freezing the oil flax doubled and the cannabis more than five times. After processing oil flax and hemp in a microwave oven, wettability increased by an average of 12.14 g in oil flax and in hemp by 13.9 g. The results of the conducted studies showed that in general treatment methods have a positive effect on increasing wettability but they require further research to increase wettability. Therefore an urgent task is the search for new methods and methods for processing of oil flax and hemp for further use in composite materials for technical purposes.

Originality. The positive effect of freezing and microwave effects on the wetting index of oil flax and hemp has been established.

The practical value. On the basis of experimental studies methods for treating oil flax and hemp have been determined which make it possible to increase the wettability and adhesion between the fibrous filler and the polymer matrix.

Keywords: fiber, flax oil, hemp, wetting, cuticle, consumer properties.

Стаття рекомендована до друку
Доктором технічних наук, професором
Дата надходження в редакцію 13.02.2019 р.