

УДК 677.076.75

РОМАНЮК Є.О., КУРГАНСЬКИЙ А.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

## РОЗРОБКА ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПЛЕТЕНИХ МАТЕРІАЛІВ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

**Мета.** Розробка структури нових плетених поліфункціональних матеріалів, зокрема таких, що можуть бути використані як окремі вироби, так і у якості конструктивних елементів для виготовлення виробів спеціального призначення.

**Методика.** Застосовано метод аналізу та синтезу наукової літератури у сфері технології виготовлення плетених матеріалів та виробів. Використано основні підходи аналізу та проектування плетених матеріалів.

**Результати.** Проведено аналіз конструктивних особливостей плетених текстильних матеріалів, на основі якого розроблена структура та запропоновані заправні дані для виготовлення нового виду поліфункціональних плетених матеріалів. Результати проведених експериментальних досліджень підтвердили можливість отримання плетених поліфункціональних матеріалів нової конструкції. Запропоновано сфери застосування отриманих виробів.

**Наукова новизна.** Отримано теоретичні розрахунки та настанови для виготовлення нових поліфункціональних плетених матеріалів з ефектом «cutting element».

**Практична значимість.** Запропоновано нову характеристику структури плетених матеріалів та технологію виготовлення плетених виробів зі спеціальними властивостями при застосуванні ниток різного походження або опорядження.

**Ключові слова:** шнур, плетені текстильні матеріали, поліфункціональні матеріали, «cutting element».

**Вступ.** Плетення як спосіб переробки текстильних матеріалів у сучасному світі знайшли застосування в багатьох сферах життєдіяльності людини. Вони використовуються у якості оздоблювальних та декоративних (в побуті, взуттєвій, меблевій, швейній галузях), технічних та конструктивних (в кабельній та авіабудівній промисловостях), шовний матеріал (в медицині) [1]. Плетені матеріали застосовуються як окремий виріб, або у якості комплектуючих елементів складних конструкцій. Також плетений спосіб виготовлення є поширеним при виготовленні електротехнічної продукції та армованих канатів [2].

З огляду на широку сферу застосування плетених матеріалів і виробів та на особливості їх конструкції, доцільним є дослідження процесу їх виготовлення, особливостей будови та властивостей.

**Постановка завдання.** Властивості плетених текстильних матеріалів залежать від раціонального сполучення властивостей вихідної сировини, параметрів будови матеріалів, технології їх виготовлення та опорядження [3].

Структура плетеного виробу складається з переплених між собою ниток або інших елементів, які у виробі приймають положення під кутом до його осі (рис.1в). Вісь нитки, що утворює шнур, у просторі приймає положення близьке за формою до спіралі. Разом з тим, нитка у процесі виготовлення та взаємодії з іншими нитками плетеного виробу піддається деформації розтягнення, згину та стиснення. Прямолінійна форма нитки змінюється на хвилясту, а її положення у виробі характеризується величиною, кількістю та напрямом вигинів (рис.1б, 1г). Ступінь криволінійності пов'язаний з величиною деформації нитки та її ущільненістю, отже першочергове значення має сировинний склад [1].

У плетільному виробництві в якості сировини використовується пряжа різного сировинного складу та способу виготовлення. Плетений текстильний виріб утворюється шляхом переплетення текстильних матеріалів, у якості яких можуть виступати нитка, група ниток, шнури, тасьми або інші. Обплетення плетених виробів може бути утвореним повністю або частково з будь-яких матеріалів, які за своїми властивостями здатні до згину та мають достатнє для утворення виробу співвідношення ширини (діаметру) та довжини.

Серед основних параметрів технологічної заправки плетільного обладнання визначені частота обертання крилаток, заправний натяг ниток обплетення, швидкість відводу виробу з зони формування.

Будова плетеного виробу визначається положенням формуючого елемента, що його утворює – нитки обплетення. Положення ниток обплетення визначається наступними характеристиками: кут нахилу нитки відносно осі виробу ( $\alpha$ , рис. 1а), кількість пасм на 10 мм, рапорт елемента переплетення ( $R_{ел}$ , рис. 2), рапорт виробу ( $L$ , рис. 1а, 1в) [1].

Під кутом положення нитки у виробі слід розуміти кут утворений між горизонтальною площиною та одиночною ниткою. Теоретично кут нахилу нитки  $\alpha$  у виробі повинен бути  $\theta < \alpha < \frac{\pi}{2}$ . На практиці найчастіше кут нахилу нитки, що утворює плетений

виріб, знаходиться в межах  $\frac{\pi}{6} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{3}$  [1, 3]. Причому, кут нахилу нитки змінюється в залежності від швидкості відводу виробу з зони формування, діаметра нитки (пасма), кількості ниток у виробі та їх здатності до стискання.

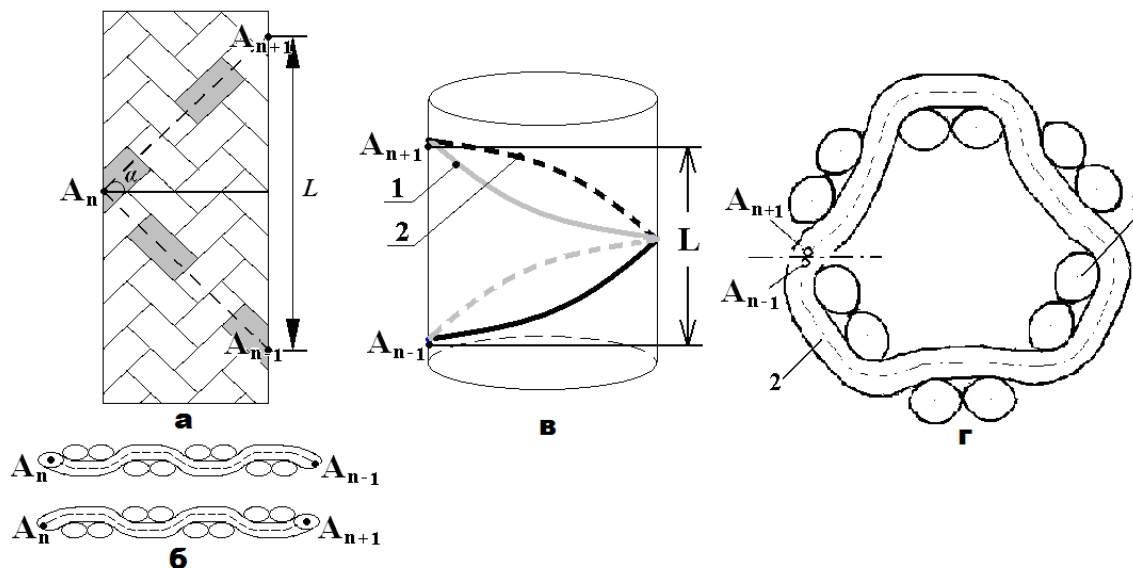


Рис. 1. Схематичне зображення будови виробу: а – схематичне зображення будови плетеного виробу; б – схема перерізу плетеної тасьми вздовж утворюючої нитки; в – схема положення нитки в обплетенні плетеного шнура (1,2 – правого та лівого ходу); г – схема перерізу плетеного шнура вздовж утворюючої нитки

Важливою характеристикою будови, яка визначає його структурні особливості, є число пасм в обплетенні, що вміщує 10 мм плетеного виробу вздовж осі. Число пасм може визначатися за горизонталлю та вертикаллю. Характеристика за числом пасм по горизонталі використовується досить рідко, достатнім вважається визначення числа пасм по вертикалі,

на паралельній осі виробу (доріжці). Число пасм залежить від виду та класу обладнання, а в деяких випадках від заправних характеристик обладнання. Діаметр ниток, що найчастіше використовуються при виготовленні, знаходиться в інтервалі від 0,2 до 2 мм. При цьому ширина або діаметр виробу залежить від класу обладнання, технологічної карти заправки, виду та діаметру сировини, швидкості відводу готового виробу з зони формування.

Структура плетених текстильних матеріалів залежить від цілого комплексу як кількісних, так і якісних показників. Стабільні значення структурних показників за всією поверхнею виробу вказує на рівномірність його будови. На теперішній час цих показників недостатньо для встановлення характеристики рівномірності структури, яка може визначатись за рівномірністю утворюючих його елементів. Для текстильних виробів виготовлених плетеним способом такими елементами є покриття або протяжка [4]. Враховуючи, що в плетених шнурах протяжка залишається у внутрішній частині виробу, що призводить до ускладнень її вимірювання. Таким чином, рівномірність структури плетених виробів можливо визначити за рівномірністю розмірів і кута нахилу покриття. Структура утворена двопасмовим регулярним переплетенням зображена на рис.2.

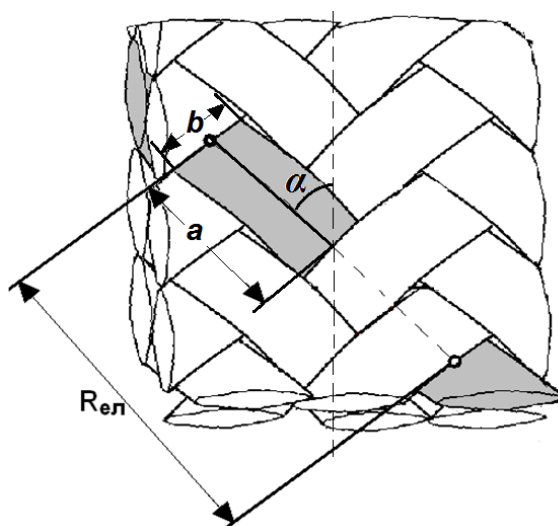


Рис. 2. Структура поверхні плетеного виробу ( $R_{ел}$  – рапорт елемента виробу,  $a$  – довжина покриття,  $b$  – ширина покриття,  $\alpha$  – кут нахилу покриття)

Кожне покриття в плетеному виробі має форму паралелепіпеду. Кут між середньою лінією покриття та віссю виробу (кут нахилу покриття -  $\alpha$ , рис.2) є рівним куту нахилу ниток у виробі і залежить від швидкості відводу виробу з зони формування діаметру ниток що його утворює та кількості утворюючих ниток.

До розмірів покриття належать його ширина –  $b$ , та довжина –  $a$ . Ширина покриття (рис. 2) залежить від товщини та властивостей сировини, що його утворює, та виду переплетення. Для основних видів переплетень ширина покриття може бути визначена за параметрами ширини покриття ( $b$ ) та діаметру нитки ( $d$ ) (табл.1). Таким чином, рівномірність цього показника в виробі в першу чергу залежить від лінійної рівномірності за своїми структурними показниками використаної сировини.

Таблиця 1.

**Співвідношення структурних показників плетеного виробу**

Вид переплетення	Ширина покриття	Довжина покриття	Співвідношення сторін покриття
Однорядне	$b = 2d$	$a = 2d$	$b = a$
Дворядне	$b = d$	$a = 2d$	$2b = a$
Трирядне	$b = d$	$a = 3d$	$3b = a$

Довжина покриття залежить від виду переплетення, діаметру нитки протилежного ходу, характеристик сировини (тип сировини, здатність до зминання та зміни форми та площі поперечного перерізу). Наближене значення довжини покриття для основних видів переплетень можна визначити через діаметр нитки, що його утворює. Тобто, для основних видів переплетення можна визначити співвідношення сторін покриття. При зберіганні таких співвідношень за всією структурою виробу отримуємо виріб із рівномірною структурою.

У деяких випадках, необхідним є надання виробу спеціальних властивостей, наприклад ефекту «cutting element» (ріжучого інструменту). Надати виробу нових властивостей без зміни сировинного складу можна шляхом зміни його структури або опорядження (рис.3).

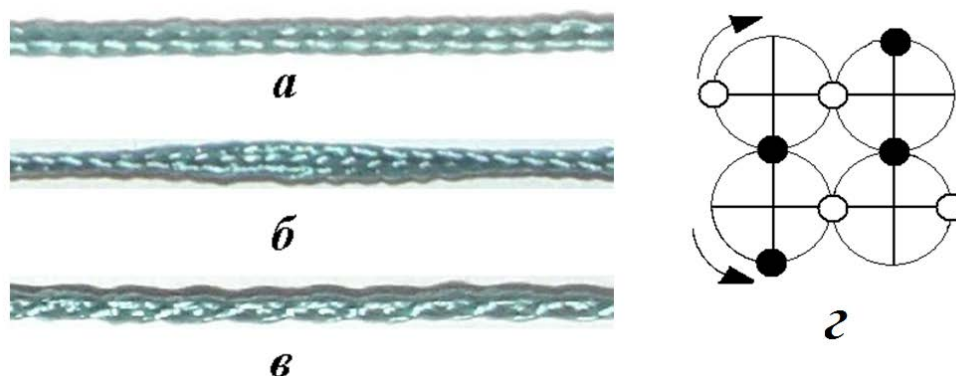


Рис. 3. Зовнішній вигляд зразків поліфункціонального плетеного матеріалу (а, б, в) та схема заправки обладнання для його отримання (г)

Розглянемо таку можливість на прикладі шнура двокасмового переплетення, виготовленого на шнуроплетельній машині 8 класу. Такі шнури, в залежності від сировинного складу, застосовують у побуті, хірургії (хірургічний шовний матеріал), риболовецьке спорядження, прошивний матеріал (взуттєве виробництво, діловодство), ін. У класичному випадку такі шнури мають циліндричну форму, врівноважену структуру, діаметр таких шнурів заходиться в межах 0,3 – 1,0 мм, щільність плетіння 18 – 24 плетіння на 1 см.

На рис. 3г наведено схему заправки машини для отримання такого шнура. Для виготовлення шнура з рівномірним співвідношенням сторін покриття та його нахилу при заправці машини застосовуються нитки однакового діаметру.

Нами проведено дослідження, де при заправці машини використовувались полігліколідна моонитка (синтетичний хірургічний матеріал, що розсмоктується, виготовлений на основі гомополімеру полігліколевої кислоти).

При заправці одного чи декількох веретен сировиною іншого діаметру на структурі виробу спостерігається зміна одного чи декількох (в залежності від заправки) розмірів покриттів у рапорті виробу, що призводить до зміни структури поверхні плетеного виробу та форми шнура.

Розглянемо значення однорідності розмірів покриття та їх вплив на структуру готового виробу. На рис. 3(а-в) зображено зразки поліфункціонального плетеного матеріалу (ППМ) виготовлених на одному обладнанні при інших рівних умовах. Відмінністю є діаметр ниток в структурі шнура. Зразок ППМ1 (рис.3а) утворюють нитки рівні за діаметром, зразок ППМ2 (рис.3б) діаметр ниток одного ходу в два рази перевищує діаметр ниток іншого, зразок ППМ3 (рис.3в) виготовлений таким чином, що послідовність ниток кожного ходу є наступною: нитка з меншим діаметром, нитка з більшим діаметром.

Зразок ППМ1 складається з умовно рівних покриттів. Має рівний край, в його структурі не спостерігаються перекося або інші дефекти. В структурі зразка ППМ2 кожен стовпчик має покриття утворені з ниток різних діаметрів. Тобто відбувається чергування стовпчиків з різними діаметрами ниток, при цьому форма поперечного перерізу такого шнура деформована і не приймає форму кола, а вздовж осі виробу спостерігається його завивка. Зразок ППМ3 у своїй структурі має стовпчики, що утворені чергуванням покриттів з різним діаметром нитки. Такий шнур має більш в-урівноважену структуру, у порівнянні зі зразком ППМ2. Але при цьому варіанті заправки спостерігається так званий ефект «cutting element».

Таким чином, у разі використання в структурі плетеного шнура ниток різних діаметрів можна досягти отримання нової структури виробу, що має як декоративний ефект, так і може надати виробу нових властивостей. Наприклад, виріб отримує ефект «cutting element» та водночас міцність у вузлі. За умови прокладання струмопровідної нитки цей новий вид матеріалу дозволяє забезпечити нові можливості щодо функціонування системи моніторингу біофізичної взаємодії спеціального спорядження з людиною [5].

Для збільшення ефекту такого шнура та посилення його спеціальних властивостей нитки більшого діаметру можна замінити матеріалом (нитка або елемент) іншої природи (наприклад, металізована нитка) або використати опорядження. Одним із способів зміни властивостей є використання у якості однієї зі складових нитки після процесу їх опорядження, наприклад, використання нитки з ПАН-волокнистих матеріалів після їх функціоналізації, що запропоновано у роботах [6, 7].

**Висновки.** Проведено аналіз конструктивних особливостей плетених текстильних матеріалів, на основі якого запропоновано нову характеристику структури плетених матеріалів та технологію виготовлення плетених виробів із новими властивостями. Розроблено структури та запропоновано заправні дані для виготовлення інноваційних поліфункціональних плетених матеріалів, які шляхом зміни структури поверхні виробу в процесі його виготовлення набувають спеціальних властивостей та нових сфер застосування. Такі матеріали можуть використовуватись як окремі вироби, так і у якості конструктивних елементів для виготовлення виробів спеціального призначення. Результати проведених

експериментальних досліджень підтвердили можливість отримання поліфункціональних плетених матеріалів нової конструкції.

### Література

1. Романюк Є. О. Удосконалення процесу плетіння та розробка методу проектування плетених текстильних матеріалів: дис. канд. техн. наук, - КНУТД, 2010. – 190 с.
2. Омельченко В. Д. Шляхи розвитку плетільного виробництва/ В. Д. Омельченко, Є.О. Романюк // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2008. - № 1(39). – С.93-96.
3. Омельченко В. Д. Аналіз структури плетених текстильних матеріалів / В. Д. Омельченко, Є. О. Романюк // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2008. - № 5(43). – С.41-44.
4. Омельченко В. Д. Проектування заданих параметрів плетених текстильних матеріалів/ В. Д. Омельченко, Є. О. Романюк // Вісник КНУТД. – 2013. – № 1 (53). –с. 168-173.
5. Курганський А. В. Система дистанційного моніторингу мікроклімату та тиску в режимі реального часу на базі натільних сенсорних мереж / А. В. Курганський, В. М. Василенко, М. М. Курганська, В. В. Саковець // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки. - 2017. - № 2 (108). - С. 114-119.
6. Бардаш Н. А. Электропроводность волокнистых материалов с функционализированной поверхностью / Н. А. Бардаш, О. А. Гаранина, О. В. Романкевич // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. - 2013. - № 5. - С. 124-128.
7. Бардаш Н.А. Исследование волокнистых материалов на основе ПАН после функционализации поверхности / Н. А. Бардаш, Н. В. Гудзенко, О. А. Гаранина, О.В. Романкевич // ВІСНИК ХНУ. – 2013. – №1. – С. 241-247.

### References

1. Romaniuk, E.O. (2010). Udoskonalennia protsesu pletinnia ta rozrobka metodu proektuvannia pletenykh tekstylnykh materialiv: dys. kand. tekhn. nauk [Improvement of the weaving process and development of the method of designing woven textile materials: dissertation]. Kyiv: Kyiv National University of Technologies and Design«Technical Science Series». 190 p. [in Ukrainian].
2. Omelchenko, V.D., Romaniuk, Ie.O. (2008). Shliakhy rozvytku pletilnoho vyrobnytstva [Ways of development of wicker production]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design«Technical Science Series», Vol. 39, No. 1, pp. 93–96 [in Ukrainian].
3. Omelchenko, V.D., Romaniuk, Ie.O. (2008). Analiz struktury pletenykh tekstylnykh materialiv [Analysis of the structure of woven textile materials]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design «Technical Science Series», Vol. 43, No. 5, pp. 41–44 [in Ukrainian].
4. Omelchenko, V.D., Romaniuk, Ie.O. (2013). Proektuvannia zadanykh parametriv pletenykh tekstylnykh materialiv [Design of given parameters of woven textile materials]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design, Vol. 53, No. 1, pp. 168–173 [in Ukrainian].
5. Kurhanskyi, A.V., Vasylenko, V.M., Kurganska, M.M., Sakovets, V.V. (2017). Systema dystantsiinoho monitorynhu mikroklimatu ta tysku v rezhymi realnoho chasu na bazi natilnykh sensorynykh merezh [Remote monitoring system for microclimate and pressure in real time based on native touch networks]. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Serii Tekhnichni nauky – Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design «Technical Science Series», Vol. 108, No. 2, pp. 114–119 [in Ukrainian].
6. Bardash, N.A., Haranyna, O.A., Romankevych, O.V. (2013). Elektroprovodnost voloknistykh materialov s funktsionalizirovanoi poverkhnosti [Electrical conductivity of fibrous materials with a functionalized surface]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Bulletin of the Khmelnytsky National University, No. 5, pp. 124–128 [in Russian].
7. Bardash N.A., Hudzenko, N.V, Haranyna, O.A., Romankevych, O.V. (2013). Issledovanie voloknistykh materialov na osnove PAN posle funktsionalizatsii poverkhnosti [Investigation of fibrous materials based on PAN after surface functionalization]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Bulletin of the Khmelnytsky National University, No. 1, pp. 241–247 [in Russian].

## РАЗРАБОТКА ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЛЕТЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

РОМАНЮК Е.А., КУРГАНСКИЙ А.В.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Разработка структуры новых плетеных полифункциональных материалов, которые могут быть использованы как отдельные изделия, так и конструктивные элементы для изготовления изделий специального назначения.

**Методика.** Применен метод анализа и синтеза научной литературы в области технологии изготовления плетеных материалов и изделий. Используются основные подходы анализа и проектирования плетеных материалов.

**Результаты.** Проведен анализ конструктивных особенностей плетеных текстильных материалов, на основе которого разработана структура и предложены заправочные данные для изготовления нового вида полифункциональных плетеных материалов. Результаты проведенных экспериментальных исследований подтвердили возможность получения плетеных полифункциональных материалов новой конструкции. Предложено сферы применения полученных изделий.

**Научная новизна.** Получены теоретические расчеты и установки для изготовления новых плетеных полифункциональных материалов с эффектом «cutting element».

**Практическая значимость.** Предложена новая характеристика структуры плетеных материалов и технологии изготовления плетеных изделий со специальными свойствами при применении.

**Ключевые слова:** шнур, плетеные текстильные материалы, полифункциональные материалы, «cutting element».

## DEVELOPMENT OF POLYFUNCTIONAL WATTLED MATERIALS OF A NEW CONSTRUCTION

ROMANUK E.O., KURHANSKYI A.V.

*Kiev National University of Technologies and Design*

**Purpose.** Development of the structure of new wattled polyfunctional materials, in particular, those that can be used as separate products, and constructive elements for the manufacture of special purpose products.

**Methodology.** The method of analysis and synthesis of scientific literature in the field of manufacturing technology of wattled materials and products has been applied. The basic approaches of analysis and designing of wattled materials are used.

**Findings.** The analysis of structural features of wattled textile materials on the basis of which the structure was developed and the filling data for the manufacture of a new type of polyfunctional wattled materials was developed. The results of the experimental studies confirmed the possibility of obtaining wattled polyfunctional materials of the new design. Areas of application of received products are offered.

**Scientific novelty.** Theoretical calculations and guidelines for the production of new wattled polyfunctional materials with the effect of "cutting element" are obtained.

**Practical value.** A new characteristic of the structure of wattled materials and the technology of making wattled products with special properties in the application is proposed

**Key words:** cord, wattled textile materials, multifunctional materials, «cutting element».