

## ДОСЛІДЖЕННЯ АНІЗОТРОПІЇ СТРУКТУРИ ВОЛОКНИСТИХ ПРОДУКТІВ ЕЛЕКТРОХВИЛЬОВИМИ МЕТОДАМИ

*Досліджена анізотропія структури волокнистого продукту електрохвильовими методами залежно від положення волокнистого продукту над резонатором. Визначався показник коефіцієнту розпрямленості та орієнтації волокон електрохвильовим резонансним методом.*

*Ключові слова: резонансний метод, розпрямленість волокон, орієнтація волокон.*

O.V. TROFIMOVA, A.M. SLIZKOV, A.O. POTAPOV

Kyiv national university of technologies and design

### ANISOTROPY RESEARCH OF FIBRE PRODUCT STRUCTURE BY ELECTRO-WAVE METHODS

*Abstract – It is impossible to make high-quality yarn from the low quality raw material and semi-products. Therefore it is necessary to control the indexes of fibre products at each spinning stages. One of basic index of fibre products is the structural property of fibre. This index is characterized by placing of fibre along a fibre product. Before, we offered an electro-wave resonance method and mean for measurement of structural indexes.*

*This paper reports factors influence on measurement of structural indexes by electro-wave method. One of such factors there is an anisotropy of fibre products structure. Position of fibred product influences on coefficient fibre orientation certain an electro-wave resonator method.*

*Keywords: electro-wave resonance method, fibre extent, fibre orientation.*

### Вступ

Взаємодія електричних та магнітних полів з текстильними матеріалами широко використовуються в текстильній промисловості для орієнтації та розпрямленості волокон прочосу в кардочесанні, також при виробництві каркасної пряжі, отриманні фасонної пряжі і нетканих матеріалів, розподіленні волокон за довжиною тощо.

Одним з перспективних напрямів є використання електрохвильових методів для визначення структурних показників волокнистих продуктів, які ґрунтуються на зміні резонансної частоти при проходженні крізь волокнистий продукт [1].

### Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Основними показниками, які характеризують структуру і стан напівфабрикатів прядильного виробництва, є показники розпрямлення та орієнтації волокон. Для визначення комплексного коефіцієнта розпрямленості та орієнтації волокон у волокнистих продуктах нами запропоновано новий електрохвильовий резонансний метод та пристрій [2, 3]. Згідно з цим методом визначення структури волокнистого продукту може здійснюватись на основі оцінки зміни резонансної частоти електромагнітної хвилі при її проходженні крізь зразок волокнистого продукту. Важливим у кожній методиці є визначення параметрів роботи пристрою, а також підготовка зразків до випробування. Для вибору оптимальних параметрів заправлення волокнистих продуктів у вимірювальний пристрій потрібно врахувати фактори, що впливають на зміну резонансної частоти електромагнітної хвилі. Одним з таких параметрів є положення стрічки над резонатором.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Для оцінки анізотропії структури волокнистих продуктів електрохвильовим методом використовували полярну систему координат. За допомогою неї можна відобразити відношення між кутами повороту волокнистого продукту і величиною зміни параметрів електромагнітної хвилі.

Полярна система координат [4] задається променем, який називають нульовим або полярною віссю. Полярною віссю у волокнистому продукті є лінія, що проходить через центр поперечного перерізу продукту паралельно до положення стрічки при виході її з устаткування (рис. 1). Точка, з якої виходить полярна вісь, називається початком координат або полюсом. Будь-яка інша точка на графіку визначається двома полярними координатами: радіальною та кутовою.

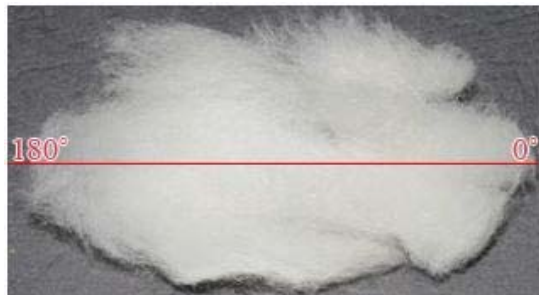


Рис. 1. Положення нульового променя на зразку стрічки

Радіальна координата відповідає відстані від визначеної точки до початку координат. В запропонованій нами методиці визначення структури волокнистих продуктів радіальна координата визначає величину зміни частоти електромагнітної хвилі.

Кутова координата, яку називають полярним кутом  $\varphi$ , дорівнює куту, на який проти годинникової стрілки потрібно повернути полярну вісь волокнистого продукту для того, щоб потрапити у зазначену вище

точку. Визначена таким чином радіальна координата може приймати значення від нуля до нескінченності, а кутова координата змінюється в межах від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

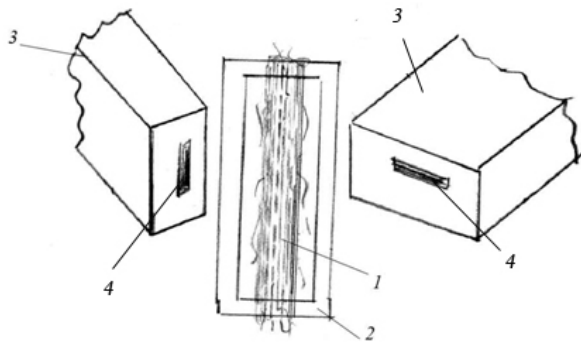


Рис. 2. Схема реалізації способу [1]:

1 – стрічка; 2 – рамка; 3 – резонатори; 4 – відкритий кінець резонатору

Для визначення анізотропії структури стрічки резонансним методом використовувався пристрій [2, 3], схема якого представлена на рис. 2. Перед заправкою стрічки 1 в рамку 2 визначалось положення стрічки при виході з устаткування, на якому вона була отримана. Для дослідження анізотропії структури стрічки за допомогою поширення електромагнітної хвилі, стрічку заправляли під певним попереднім навантаженням і визначали значення частоти електромагнітної хвилі. За початкове положення стрічки – кут  $0^\circ$  – приймали положення, яке відповідало її положенню при випуску з устаткування. Потім рамку 2 обертала проти годинникової стрілки під кутами від  $0^\circ$  до  $360^\circ$  з

інтервалом  $30^\circ$  і фіксували значення резонансної частоти електромагнітної хвилі.

Об'єктами досліджень для визначення оптимального положення волокнистих продуктів на пристрої [2, 3] були чистововняні і напіввовняні стрічки для отримання пряжі за гребінною системою прядіння. Графіки зміни резонансної частоти залежно від положення стрічки представлені на рис. 3.

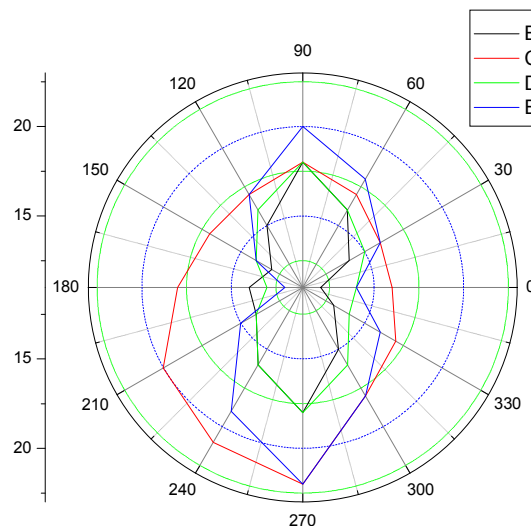


Рис. 3. Зміна резонансної частоти при проходженні електромагнітної хвилі крізь стрічку залежно від її положення:

B – стрічка з кардочесальної машини ( $T_c=17,3$  кТекс); C – однопрочісний топс (2-й перехід  $T_c=27,3$  кТекс); D – однопрочісний топс 1-го гребенечесання ( $T_c=17,8$  кТекс); E – однопрочісний топс (5-й перехід  $T_c=28$  кТекс)

З графіків зміни резонансної частоти залежно від положення стрічки (рис. 3) видно, що зміна резонансної частоти прямопропорційна кількості волокнистого продукту над відкритим кінцем резонатору. Найчастіше форма поперечного перерізу стрічки нагадує еліпс (рис. 4, а, с) і найбільше значення зміни резонансної частоти спостерігається при повороті зразка на  $90^\circ$  та  $270^\circ$ , адже в цьому положенні над відкритим кінцем резонатора знаходиться найбільша кількість волокнистого продукту. У випадку, коли форма поперечного перерізу стрічки більш колоподібна (однопрочісний топс (рис. 3, С та рис.4, б)), то зміна резонансної частоти від положення стрічки є більш рівномірною при різних кутах повороту.

Поряд з зазначеними вище на комплексний показник розпрямленості і орієнтації волокон, що визначається за формулою (1) зміна резонансної частоти залежно від кількості волокнистого продукту практично не впливає, адже зі збільшенням резонансної частоти збільшується і різниця частот при розміщенні волокнистого зразка вздовж і поперек резонатору [2, 3]. В таблиці 1 представлена зміна комплексного показника розпрямленості та орієнтації волокон залежно від положення зразка стрічки з кардочесальної машини, розрахованого за формулою (1).

$$\eta_f = 1 - \frac{f_1}{f_2}, \quad (1)$$

де  $f_1$  – резонансна частота резонатору під час контакту з волокнистим зразком вздовж його осі;  $f_2$  – резонансна частота резонатору, що перебуває в контакті з волокнистим зразком перпендикулярно його осі;

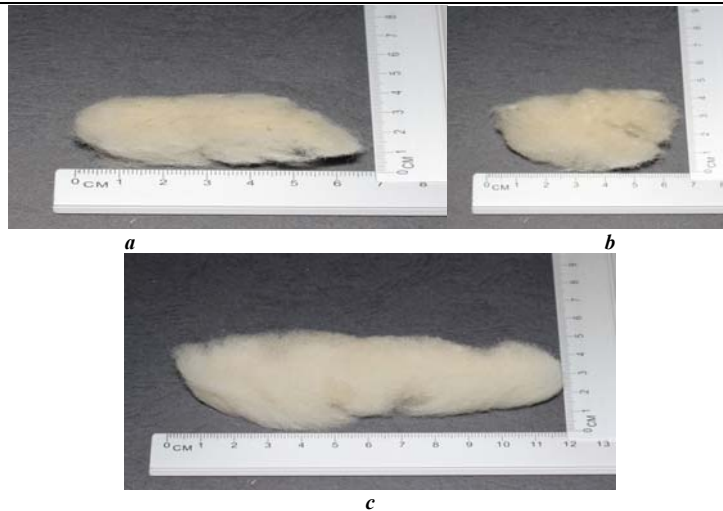


Рис. 4. Форма поперечного перерізу досліджуваних стрічок:  
 а – стрічка з кардочесальної машини ( $T_c=17,3$  кТекс); б – однопрочісний топс (2-й перехід  $T_c=27,3$  кТекс); с – однопрочісний топс (5-й перехід  $T_c=28$  кТекс)

Таблиця 1

**Зміна показника розпрямленості та орієнтації волокон залежно від положення зразка стрічки з кардочесальної машини (для  $T_c=17,3$  кТекс)**

Положення зразка, град	Вздовж резонатору	Поперек резонатору	Коефіцієнт розпрямленості та орієнтації волокон
0-360	9	12	0,67
30	10,5	14	0,67
60	12	16	0,67
90	13,5	18	0,67
120	11	15	0,64
150	9,5	13	0,63
180	10,5	14	0,67
210	10,5	14	0,67
240	12	16	0,67
270	13,5	18	0,65
300	11	15	0,63
330	9,5	13	0,65

Для перевірки значимості чи не значимості різниці двох сусідніх середніх значень коефіцієнту розпрямленості та орієнтації волокон (табл. 3) використовували критерій Стьюдента ( $t$ ) [5]. У цьому випадку для двох залежних вибірок, розмір яких відрізняється несуттєво, застосовується формула (2) [5]:

$$t_R = \frac{|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2|}{S\{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2\}} = \frac{|\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| \sqrt{m}}{2S\{Y\}} \quad (2)$$

де  $\bar{Y}_1$  та  $\bar{Y}_2$  – середнє арифметичне,  $S^2\{Y_1\}$  та  $S^2\{Y_2\}$  – середнє квадратичне відхилення,  $m_1$  та  $m_2$  – розміри вибірок ( $m_1=m_2=30$ ).

Для підтвердження гіпотези про вплив положення стрічки залежно від кута її повороту здійснювали перевірку гіпотез. Так перевіряли гіпотезу при конкуруючій гіпотезі, використовуючи двосторонній критерій  $t_T$ , табличне значення якого визначали при заданому рівні значимості  $\alpha$  і числі ступенів свободи  $f=m_1+m_2-2$ . Якщо нульову гіпотезу відкидали, то немає підстав відкидати гіпотезу про рівність середніх, тобто обидва ряди вимірювань відносяться до однієї і тієї ж сукупності.

Табличне значення критерію Стьюдента  $t_1=1,980$  при заданому рівні значимості 0,95 і кількості ступенів свободи:  $f = m-2=58$  та  $m=m_1+m_2=60$ . Результати проведених розрахунків наведені в табл. 2.

Подібні результати отримані і для стрічок з інших технологічних переходів прядильного виробництва. Коефіцієнт розпрямленості і орієнтації має відносний характер (1), тому положення стрічки не буде впливати на його зміну. Основною умовою проведення дослідження є лише стале положення зразка при дослідженні як вздовж так і поперек резонатору. Тому можна констатувати, що положення стрічки впливає на значення резонансної частоти, але не впливає на значення комплексного коефіцієнта розпрямленості і орієнтації волокон. Причиною зміни резонансної частоти є еліптична форма стрічки.

**Визначення значимості зміни двох середніх значень коефіцієнта розпрямлення і орієнтації волокон залежно від положення зразка**

Положення зразка, град	Коефіцієнт розпрямленості та орієнтації волокон	Досліджувані вибірки, при кутах, град	Розрахункове значення	Табличне значення	Нульова гіпотеза $M\{Y_1\}=M\{Y_2\}$
0 (360)	0,67	0-30	0	1,980	не відкинена
30	0,67	30-60	0	1,980	не відкинена
60	0,67	60-90	0	1,980	не відкинена
90	0,67	90-120	1,172	1,980	не відкинена
120	0,64	120-150	0,455	1,980	не відкинена
150	0,63	150-180	1,831	1,980	не відкинена
180	0,66	180-210	0,037	1,980	не відкинена
210	0,67	210-240	0	1,980	не відкинена
240	0,67	240-270	1,921	1,980	не відкинена
270	0,65	270-300	1,833	1,980	не відкинена
300	0,63	300-330	1,724	1,980	не відкинена
330	0,65	330-0	1,910	1,980	не відкинена

### Висновки

Анізотропію структури волокнистих продуктів прядильного виробництва доцільно досліджувати експресними електрохвильовими методами, які базуються на зміні резонансної частоти.

На зміну резонансної частоти впливає положення стрічки, що залежить від кількості волокнистого продукту над відкритим кінцем резонатору.

Так як комплексний показник орієнтації і розпрямлення волокон носить відносний характер, положення стрічки не впливає на його величину.

### Література

1. Кострицький В.В. Класифікація методів оцінки структурних показників волокнистих продуктів / В.В. Кострицький, А.М. Слізков // Вісник КНУТД. – 2010. – № 6. – С. 97– 102.
2. Пат. на корисну модель №37282. Резонансний пристрій для визначення властивостей текстильних матеріалів / [Потапов А.О., Слізков А.М., Щербань В.Ю., Красницький М.С.]. – зареєстровано 25.11.2008. Бюл. № 22. – 2008.
3. Пат. на корисну модель №46827. Спосіб визначення структурних характеристик текстильних матеріалів / Скрипник Ю.О., Шевченко К.Л., Слізков А.М. – зареєстровано 11.01.2010. Бюл. № 1. – 2010.
4. *Brown, Richard G. Andrew M. Gleason Advanced Mathematics: Precalculus with Discrete Mathematics and Data Analysis. Evanston, Illinois:McDougal Littell, 1997.*
5. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / Севостьянов А.Г. – М. : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

### References

1. V.V. Kostrickiy, A.M. Slizkov. Classification of methods of structural indexes estimation of fibred products is // Visnik KNUTD. 2010. – № 6.– 97– 102 p.
2. A patent of useful model №37282, A resonance device is for determination of properties of textile materials / Potapov A.O., Slizkov A.M., Scherban' V.Y., Krasnitskiy M.S., it is registered 25.11.2008. №22. 2008.
3. A patent of useful model №46827, Method of determination of structural descriptions of textile materials / Skripnik Y.O., Shevchenko K.L., Slizkov A.M., it is registered 11.01.2010. №1.2010.
4. *Brown, Richard G. Andrew M. Gleason Advanced Mathematics: Precalculus of with of Discrete Mathematics and of Data Analysis. Evanston, Illinois:McDougal Littell, 1997.*
5. And. Sevost'yanov. Methods and facilities of research of mechanical – technological processes of textile industry. M.: Easy industry, 1980. 392 p.

Рецензія/Peer review : 1.3.2013 р. Надрукована/Printed :21.4.2013 р.