

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОВІДЦЕНТРОВОГО СПОСОБУ ФОРМУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ УБОРІВ

В роботі уточнено діапазон вхідних факторів процесу формування. Досліджено залежність якості формування від комплексної дії головних факторів. Встановлено вплив структурних характеристик будови матеріалу та його призначення на якість отриманих форм.

Ключові слова: формування, відцентрові зусилля, головки головних уборів, фактори процесу формування, динамічні методи формування.

N.O. KUSHEVSKIY, Y.V. KOSHEVKO
Khmelnitsky national university, Khmelnytsky, Ukraine

COMPREHENSIVE RESEARCH GIDROCENTRIFUGAL METHOD OF FORMING OF DETAILS OF HEAD-DRESSES

In the work the range of input factors forming process. The dependence of the quality of the formation of the complex action of the main factors. The influence of the structural characteristics of the structure of the material and his appointment to the quality of the forms.

Keywords: forming, centrifugal efforts, heads of head-dresses, factors of proces forming, dynamic methods of forming.

Вступ

Надання об'ємної форми деталям головних уборів є складним завданням, в процесі реалізації якого закладаються такі споживчі властивості виробу, як формостійкість та зовнішній вигляд. При виготовленні головних уборів актуальним та складним завданням є створення об'ємної форми деталей із плоских матеріалів. При цьому значну роль відіграють не тільки особливості процесу формування, але і структурні характеристики використовуваних тканин. Під час розробки нової технології формування необхідно враховувати зазначені аспекти і раціонально використати особливості будови тканини, діючи на її структуру РАРС з певним навантаженням. Актуальним завданням на сьогодні є також визначення комплексної дії вхідних параметрів гідровідцентрового способу формування.

Експериментальні дослідження є однією з найбільш важливих складових частин наукових досліджень. Метою проведення експерименту є перевірка теоретичних положень, а також їх більш широке та глибоке вивчення. [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У роботі [2] для дослідження відцентрового способу формування робочим середовищем якого є пара основними вхідними керованими параметрами виступають частота обертання барабану та тиск пари. У роботі [3, 4] в якості вхідних факторів, що впливають на процес відцентрового формування використовували частоту обертання барабану, тиск пари, та тривалість пропарювання.

Багаторазові дослідження довели, що форма термомеханічних кривих різних текстильних матеріалів дуже близька до термомеханічної кривої аморфного полімеру. Важливу роль при зміні деформаційних властивостей тканин виконує волога, яка взаємодіє зі структурою полімеру та виступає в системі «полімер-волога» як пластифікатор і теплоносії.

Дослідження показали, що при зволоженні тканини до 10% її деформація досягається в чотири рази швидше, аніж в повітряно-сухому стані.

Відомо що зміна стану полімеру пов'язана зі змінами співвідношення міжмолекулярних сил і теплового руху, який відбувається під дією ряду зовнішніх факторів внаслідок підвищення температури, що призводить до збільшення теплового руху; сорбції полімером різних речовин, які заміщають частину міжмолекулярних зв'язків і, тим самим, послаблюють взаємодію між ними.

Теплота сорбції пари при $T_p=105^{\circ}\text{C}$ складає 480 кДж/кг сухої тканини. За рахунок цього відбувається швидке, майже миттєве, розігрівання тканини до температури точки роси і перехід волокон полімеру у високоеластичний стан. Теплота адсорбції проявляється тільки при вологості матеріалу менше гігроскопічної (для целюлози $W=20\%$). При подальшому підведенні пари до тканини відбувається видалення (десорбція) вологи, що сконденсувалася, і тканина приймає нарешті температуру робочого середовища. Тобто, робоче середовище у вигляді пари різних параметрів, яке на сьогоднішній день використовується в процесах волого-теплової обробки (ВТО), в силу вищевказаної причини не може дати можливості волокнам і тканині в цілому поглинути вологи більше гігроскопічного значення. Тим самим, така технологія має обмеження з точки зору максимального використання деформаційних властивостей тканини.

Відомо, що збільшення вологовмісту в текстильному матеріалі значно зменшує температуру переходу зі склоподібного у високоеластичний стан, покращує деформаційні властивості, а також релаксаційні процеси.

Таким чином, альтернативою є застосування води (РАРС) у процесі формування, що дозволить максимальною мірою використати деформаційні властивості матеріалів. Виходячи з цього, робочим

середовищем, яке забезпечує вище зазначену умову, є рідина (вода).

Формулювання мети статті

Метою експериментальних досліджень формування суцільнокрійних деталей об'ємної форми гідровідцентровим способом у РАРС з текстильних матеріалів є визначення впливу вхідних факторів на якість формування та отримання математичної моделі, яка адекватно описує даний досліджуваний процес.

Виклад основного матеріалу досліджень

Для розробки нової гідротехнології формування запропоновано використовувати гідровідцентровий спосіб формування. Відрізняється він від попередніх за характером формувального зусилля та його природою.

Запропонований спосіб базується на основних функціях, які виконує вода як робоче середовище. Вода є робочим середовищем, яке виконує роль силового поля, що в свою чергу забезпечує певну ступінь вологовмісту і цим самим пластифікує і покращує деформаційні властивості волокон, ниток і тканини в цілому.

Створення джерела динамічного навантаження формувального зусилля забезпечується за рахунок вхідних факторів та шляхом їх поєднання. Динамічне навантаження створюється при дії сталих параметрів тиску РАРС яке забезпечується швидкістю обертання барабана.

Застосування запропонованого виду формувального навантаження потребує експериментальних досліджень. В статті досліджується дія різного за величиною зусилля на костюмні та пальтові тканини.

Оскільки результати досліджень не дають повної картини наявних взаємозв'язків між вказаними параметрами та рівень їхнього комплексного впливу на процес формування. Саме тому подальші дослідження передбачають проведення багатфакторного експерименту, що дозволить оптимізувати процес гідродинамічного формування деталей головних уборів.

Слід зазначити, що на відміну попередніх досліджень процес гідровідцентрового формування відбувається в РАРС яким виступає вода. Отримані у результаті попередніх досліджень рівняння регресії, які характеризують залежність коефіцієнта формостійкості K від частоти обертання барабану n , об'єму РАРС V та часу формування t є не лінійними та не чітко вказують вагомість впливу параметрів на даний досліджуваний процес, тому проведено багатфакторний експеримент, який забезпечує всі можливі комбінації вхідних параметрів.

Для проведення багатфакторного експерименту зменшено кількість досліджуваних тканин. Порівнюючи вовняні пальтові тканини арт. 45206, 3550 та 3506 (100% вовна; 80% вовна та 20% нітрон), які мають однакове переплетення (4-ох ремісний сатин) обрано тканину арт. 3506, яка за результатами однофакторного експерименту має найкращий коефіцієнт формостійкості.

За результатами попередніх досліджень костюмних тканин арт. 451187, 55023 та 43423, можна зробити висновок що недоцільно досліджувати у багатфакторному експерименті тканину арт. 451187, оскільки вона має найгірший коефіцієнт формостійкості, за рахунок складної будови – 1,5 шарове переплетення на основі полотняного, найменше значення загальної пористості, найбільші показники поверхневого та об'ємного заповнення.

Отже, для дослідження процесу гідровідцентрового способу формування, робочим середовищем якого є РАРС, у рамках багатфакторного експерименту обрані матеріали: пальтова арт. 3506, костюмна арт. 43423, які відрізняються волокнистим складом (вовняна, напіввовняна та синтетична) та структурними характеристиками.

Для проведення багатфакторного експерименту було використано розрахункові матриці рототабельного плану другого порядку, п'ять рівнів варіювання параметрів (таблиці 1), які впливають на процес формування. Область значень вхідних параметрів були скореговані на основі попередніх досліджень та покладені в основу проведення багатфакторного експерименту.

Таблиця 1

Рівні та інтервали варіювання факторів, для дослідження пальтової арт. 3506 та костюмна арт. 43423

Рівні варіювання	Параметри процесу формування		
	частота обертання n, c^{-1} (x_1)	об'єм РАРС $V, л$ (x_2)	час формування $t, с$ (x_3)
+1,68	13	19	150
+1	12	18	138
0	10,5	16,5	120
-1	9	15	102
-1,68	8	14	90
Інтервал	1,5	1,5	18

За результатами експериментальних даних досліджуваних тканин для визначення коефіцієнтів рівняння регресії, а також виведення рівняння регресії математичної моделі процесу гідровідцентрового формування за вказаними параметрами було використано спеціальну програму Planning experiment, що розроблена на платформі JaVa (Автор: Михайловський Ю. Б., ліцензія - вільне використання).

На основі експериментальних досліджень гідровідцентрового формування пальтової тканини арт. 3506 отримано рівняння регресії математичної моделі процесу у кодованій формі:

$$y=0,0601-0,0096x_1-0,0035x_2+0,0014x_3+0,0017x_1x_2-0,0094x_1x_3+0,0071x_2x_3+0,0053x_1^2-0,0030x_2^2+0,0188x_3^2 \quad (1)$$

Рівняння регресії (1) отриманої математичної моделі вважається адекватним, оскільки виконується наступна умова:

$$F < F_{табл.} = 1,647 < 3,2 \quad (2)$$

Відповідно до вагомості коефіцієнтів за критерієм Стьюдента за умовою рівняння регресії (1) приймає наступний вигляд у натуральному вигляді (3):

$$K=148,274 \cdot 10^{-3} - 2,495 \cdot 10^{-3}n - 2,833 \cdot 10^{-3}V - 1,0174 \cdot 10^{-3}t - 0,0313 \cdot 10^3nt + 0,0237 \cdot 10^3Vt + 0,212 \cdot 10^{-3}n^2 + 0,0052 \cdot 10^{-3}t^2 \quad (3)$$

Для визначення вагомості параметрів процесу гідровідцентрового формування пальтової тканини арт. 3506 виконано підстановку значень факторів x_1, x_2, x_3 (+1,68; 0; -1,68) в рівняння регресії (1) при стабілізації двох факторів на нульовому рівні. На підставі цього побудовані однофакторні графічні залежності $K = f(x_i)$ (рис.1) та визначено вплив кожного з факторів на вихідну функцію, тобто на коефіцієнт формостійкості.

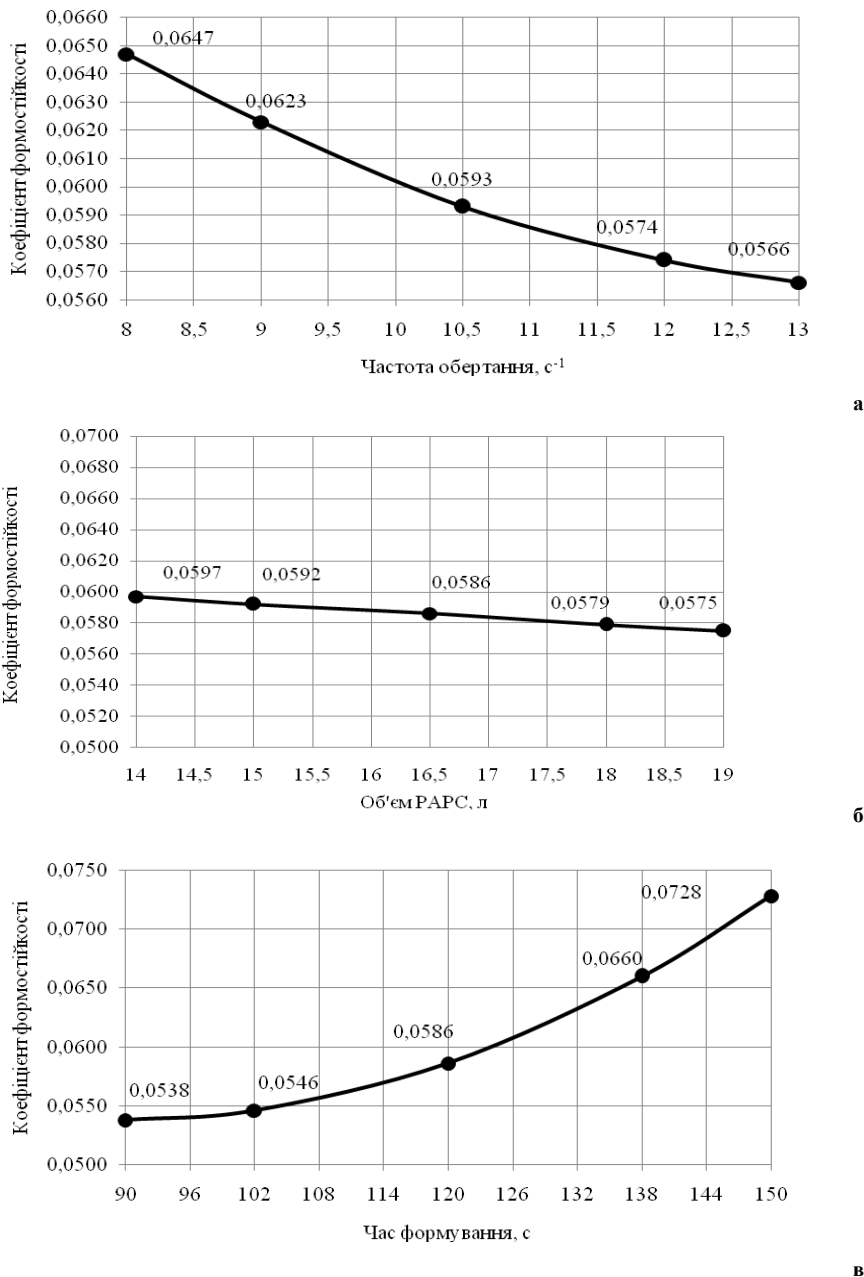


Рис. 1. Вплив факторів x_1, x_2, x_3 на показник $f(x_i)$

Аналіз отриманих результатів свідчить, що на показник коефіцієнта формостійкості K найбільший вплив чинить тривалість формування ($K=0,0538$). При цьому значення тривалості x_3 знаходиться на

мінімальному рівні -1,68. Наступним за вагомістю параметром є частота обертання, при максимальному значенні (+1,68) якого коефіцієнт формостійкості складає $K=0,0566$. Значення показника $K=0,0575$ досягається у випадку, коли об'єм РАРС знаходиться на максимальному рівні +1,68.

При дослідженні костюмної тканини арт. 43423 отримана математична модель процесу відцентрового формування за результатами багатofакторного експерименту:

$$y=0,094-0,0034x_1-0,0048x_2+0,0183x_3-0,0015x_1x_2+0,0062x_1x_3+0,0107x_2x_3+0,0049x_1^2-0,0026x_2^2+0,0205x_3^2 \quad (4)$$

Відповідно до вагомості коефіцієнтів за критерієм Стьюдента рівняння регресії (4) приймає наступний вигляд у кодованому (5) та натуральному вигляді (6):

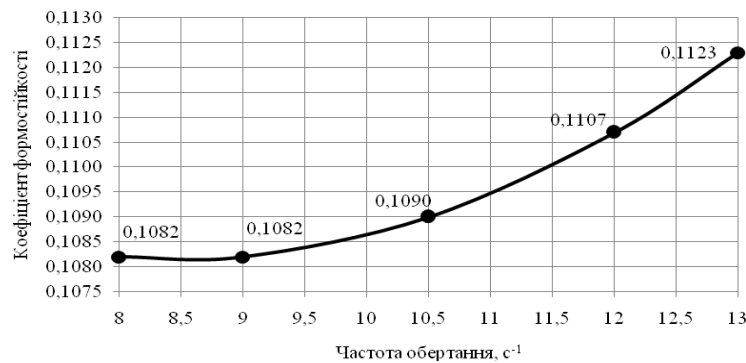
$$y=0,094-0,0048x_2+0,0183x_3+0,0062x_1x_3+0,0107x_2x_3+0,0049x_1^2+0,0205x_3^2 \quad (5)$$

$$K=194,3684 \cdot 10^{-3} - 4,99910 \cdot 10^{-3}n - 4,1793 \cdot 10^{-3}V - 1,34962 \cdot 10^{-3}t + 0,00207 \cdot 10^{-3}nt + 0,00357 \cdot 10^{-3}Vt + 0,0196 \cdot 10^{-3}n^2 + 0,0005694 \cdot 10^{-3}t^2 \quad (6)$$

Адекватність отриманої математичної моделі перевірена за F-критерієм Фішера. Отже, отримана математична модель адекватна, оскільки виконується умова:

$$F < F_{\text{табл.}} = 1,754 < 3,2$$

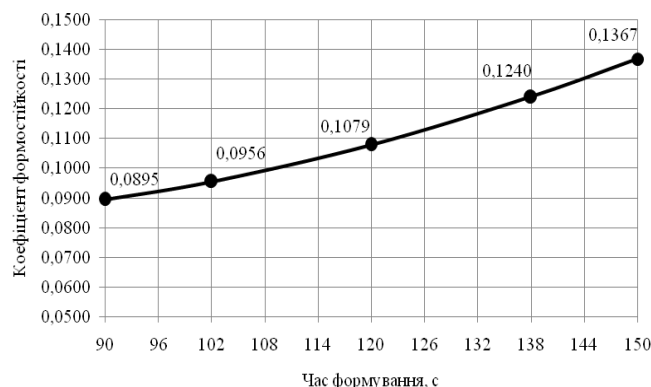
Таким чином для визначення вагомості параметрів процесу гідровідцентрового формування виконано підстановку значень факторів x_1, x_2, x_3 (+1,68; 0; -1,68) в рівняння регресії (4) при стабілізації двох факторів на нульовому рівні. На підставі цього побудовані однофакторні графічні залежності $K = f(x_i)$ (рис.2) та визначено вплив кожного з факторів на вихідну функцію, тобто на коефіцієнт формостійкості.



а



б



в

Рис. 2. Вплив факторів x_1, x_2, x_3 на показник $f(x_i)$

Аналіз отриманих результатів свідчить, що на показник коефіцієнта формостійкості K найбільший вплив чинить час формування ($K=0,0895$). При цьому значення тривалості x_3 знаходиться на мінімальному рівні $-1,68$. Наступним за вагомістю параметром є об'єм РАРС, при максимальному значенні ($+1,68$) якого коефіцієнт формостійкості складає $K=0,1077$. Значення показника $K=0,1082$ досягається у випадку, коли частота обертання знаходиться на рівні -1 .

Висновок

Проведено багатофакторні експерименти, у результаті отримано математичні моделі другого порядку, які адекватно описують процес гідровідцентрового формування для досліджуваних тканин. Побудовані графічні залежності, що показують вплив кожного з факторів на якість процесу формування досліджуваним способом. Найбільший вплив здійснює час формування, менший вплив має частота обертання та об'єм РАРС.

Література

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Марков, Ю.В. Грановский. – М.: «Наука», 1976. – 278 с.
2. Пашаев Н.П. Оптимизация технологических процессов производства одежды по критериям качества и энергозатрат: Дис. ...канд. техн. наук: 05.19.04 / Н.П. Пашаев. – К., 1988. – 234 с.
3. Мирзоев Т.Г. Создание малооперационной технологии формования деталей одежды с интенсивным гигротермическим воздействием на материал. Автореф. Дис. ...к. т. н: 05.19.04 / Т.Г. Мирзоев. – К., 1993. – 24 с.
4. Шамхалов О.М. Исследования процесса формования деталей одежды при использовании центробежного эффекта : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.04 / Шамхалов Октай М. – К., 1977. – 117 с.

Referenses

1. Adler U. P. Makarova E.V. Granovskiy U.V. Planirovanie eksperementa pri poiske optumalnx yslvivy. – М.: “Nayka”, 1976. - 278с.
2. Pashaev N.P. Optimizaciya tekhnologicheskikh processov proizvodstva odezhdy po kriteriyam kachestva I: Dis. .kand. tekhn. sciences: 05.19.04 is K., 1988. – 234 s.
3. Murzoev T.G. Sozdanie of malooperacionnoy tekhnologii of formovaniya details of odezhdy s intensivnym gigrotermicheskim vozdeystviyam on material. Atoref. Dis. .k. t. n: 05.19.04.-K.,1993.-24 s.
4. Shamxalov O. M. Isledovanie procesa formovaniya detaley odejdi pri ispolzovanii sentrobejnogo efekta : 05.19.04 /. Shamxalov O. M. – Kiiv, 1977. – 117 s

Рецензія/Peer review : 9.5.2015 р. Надрукована/Printed :15.5.2015 р.
Рецензент: д. т. н., проф. Параска Г.Б.