

ПРОГНОЗУВАННЯ ТИСКУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ В СИСТЕМІ «ФІГУРА – СУКНЯ»

Авторами статті досліджений механізм формування суконь, що дало можливість прогнозування їх об'єму, форми та виникаючого під ними компресійного тиску на м'які тканини.

Для вивчення властивостей текстильних матеріалів та отримання бази даних механічних характеристик зразків тканин під час їх розтягу та стиску був використаний комплекс KES-F, обґрунтовано вибір визначальних показників, які спільно з конструктивними параметрами впливають на компресійний тиск. В ході виконання досліджень використали метод кореляційного аналізу.

Для жіночих суконь з додатними значеннями основних конструктивних прибавок до охопту за лініями грудей, талії та стегон розроблені універсальні моделі для прогнозування фізичного тиску та його суб'єктивного сприйняття на основі об'ємних конструктивних прибавок, величина яких залежить від показників розтягу та чистого згину матеріалів тканин.

Досліджений спільний вплив на комфортність суконь показників властивостей матеріалів і об'єму суконь.

Отримана база даних для віртуального моделювання та відображення фізичної і психологічної взаємодії між фігурою і сукню в статичних і динамічних умовах. Виявлені залежності між показниками властивостей текстильних матеріалів, виміряних на комплексі KES-F та виникаючим під оболонками в системі «фігура – одяг» компресійним тиском.

Розроблені математичні моделі для прогнозування тиску текстильних матеріалів в системі «фігура – сукня», які дозволяють, без проведення трудомістких експериментальних досліджень, виконувати моделювання, дослідження та оптимізацію форм та розмірів жіночих суконь з метою забезпечення їх комфортності.

Ключові слова: компресійний тиск, властивості тканин, показники, конструктивні параметри, жіночі сукні, матеріали, комфортність одягу.

O.V. NAKHAYCHUK, E.A. ZAKHAROVA, A.A. MIZRAH, V.S. GOROBCHYSHYNA

Vinnitsia Institute of Designing of Clothes and Entrepreneurship

PRESSURE FORECASTING OF TEXTILE MATERIALS IN THE "FIGURE-DRESS" SYSTEM

The authors of the article investigated the mechanism of forming dresses, which made it possible to predict their volume, shape and the resulting compression pressure on soft tissues. To study the properties of textile materials and obtain a database of mechanical characteristics of tissue samples during their stretching and compression, the KES-F complex was used, the choice of determinants that together with the design parameters affect the compression pressure is justified. When performing research, the method of correlation analysis was used. For women's dresses with positive values of the main design increments to the coverage of the chest, waist and hips, universal models have been developed to predict physical pressure and its subjective perception based on volumetric design increments, the value of which depends on stretch and sheer bending of fabric materials. There is a joint effect on the comfort of dresses in terms of material properties and volume of dresses. The database for virtual modeling and display of physical and psychological interaction between a figure and a dress in static and dynamic conditions is received. The relationships between the indicators of the properties of textile materials measured on the KES-F complex and the compression pressure arising under the shells in the "figure-clothing" system are revealed. Mathematical models have been developed for predicting the pressure of textile materials in the "figure-dress" system, which allow, without time-consuming experimental research, to perform modeling, research and optimization of shapes and sizes of women's dresses to ensure their comfort.

Keywords: compression pressure, fabric properties, performance, design parameters, women's dresses, materials, comfort of clothes.

Вступ

Відчуття комфортності в процесі носіння одягу залежить від його конструктивних особливостей, використаних матеріалів і показників їх властивостей, що виявляються в одязі саме під впливом конструктивних рішень. Однак база даних, яка би достатньо формалізувала вплив показників властивостей текстильних матеріалів та умов, необхідних і достатніх для прояву ними такого впливу в одязі, ще не сформована. Без неї неможливо якісне і реалістичне віртуальне проектування тривимірних систем «фігура – одяг».

Метою статті є вибір і обґрунтування тих показників властивостей матеріалів, які спільно з конструктивними параметрами впливають на компресійний тиск. Надалі отримана база даних була використана для віртуального моделювання та відображення фізичної і психологічної взаємодії між фігурою і сукню в статичних і динамічних умовах.

Експериментальна частина

Для вивчення комфортності суконь були обрані п'ять жіночих фігур приблизно одного соматичного типу та кольору шкіри з розмірними ознаками, близькими до типової фігури. Для дослідження використано антропометричні точки для вимірювання тиску сукні на поверхню тіла: P1 – передній кут пахвової западини, P2 – задній кут пахвової западини, P3 – виступаюча точка грудних залоз, P4 – точка в пахвовій западині, P5 – точка нижче лопатки точки на рівні охопту груді третього, P6 – точка спереду на рівні талії, P7 – точка збоку на рівні талії, P8 – точка ззаду на рівні талії, P9 – виступаюча точка сідниць, P10 – плечова

точка, P11 – точка по низу рукава спереду, P12 – точка по низу рукава збоку, P13 – точка по низу рукава ззаду.

Комфортність суконь оцінювали з використанням об'єктивних і суб'єктивних показників: використовували прилади, вимірюючи тиск в обраних антропометричних точках, і експериментальним шляхом, пропонуючи носіям суконь ранжувати свої відчуття від суконь в цих же точках в шести різних позах (1 – нахил убік, 2 – нахил вперед, 3 – підйом рук, 4 – відведення рук назад, 5 – вихід з автомобіля, 6 – піднімання по сходах).

Для експертної оцінки використовували колишню шкалу: некомфортно «U» – 2 бали, задовільно «E» – 1 бал, комфортно «C» – 0 [1]. Результати вимірювання тиску і ранги суб'єктивних відчуттів наведені в табл. 1.

З табл. 1 випливає, що вплив матеріалів на фізичні показники і сенсорні відчуття носіїв суконь досить істотний: для обраної форми сукні заміна матеріалу M1 на M3 знижує виникаючий тиск з 563,1 до 353,8 Па (на 37%) і підвищує ранг комфортності з 1,1 до 0,1 (майже на 100%). Таке порівняння тканини і трикотажного полотна підтверджує виключно високий вплив матеріалів в комфортність.

Таблиця 1

Компресійний тиск і його суб'єктивна оцінка

Антропометрична точка (див. рис. 1)	Середнє значення тиску P (Па), розрахованого в шести позах та для п'яти систем «фігура – сукня» для різних матеріалів			Осереднені суб'єктивні ранги ступені комфортності CP для різних матеріалів		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1	2	3	4	5	6	7
P1	669,4	612,4	427,6	0,9	0,6	0
P2	898,8	780,2	616,8	0,6	0,3	0
P3	210,8	177,3	120	0,1	0	0
P4	1197,7	1033	788,6	0,6	0,4	0
P5	851,9	500,8	338	0,2	0,2	0
P6	495,3	450,4	339,1	0,6	0,4	0
P7	465,7	419,3	276,8	0,8	0,3	0
P8	452,7	406	232,2	0,8	0,2	0
P9	417,8	340,3	205,4	0	0	0
P10	548,6	498,4	393,6	0	0	0
P11	367,2	348,1	287,6	1,1	0,8	0,2
P12	596,5	565,1	458,5	1,1	0,8	0,04
P13	148	132,3	113,2	0,04	0,04	0
Середньоарифметичне значення	563,1	481,8	353,6	1,1	0,7	0,1

Досліджено прогнозування тиску за стандартизованими показниками розтяжності і жорсткості матеріалів. Після підтвердження впливу обраних матеріалів на комфортність суконь необхідно вибрати такі показники властивостей, які найбільш впливають на виникнення компресійного тиску і сенсорні відчуття. Оскільки досліди проводились на двох групах и приладів, то для кожної групи були використані власні показники. За допомогою показників властивостей матеріалів з першої групи отримані наступні рівняння для прогнозування тиску і показника комфортності:

$$P = 1.1 \text{ КПВ} - 49.5 \text{ So} + 50.6 \text{ Sy} - 2335 \quad (F = 1,477), \quad (1)$$

$$CP = 0.0006 \text{ КПВ} - 0.03 \text{ So} + 0.03 \text{ Sy} - 1.7 \quad (F = 9,629), \quad (2)$$

де So, Sy – частка пружної деформації розтягу відповідно уздовж основи (So) і утока (Sy),%; P – компресійний тиск під одягом, Па; CP – суб'єктивний показник комфорту; КПВ – об'ємна конструктивна прибавка, см³. Значення критерію Фішера вказано в дужках.

Встановлено, що показники з першої групи не гарантують високої адекватності рівнянь для прогнозування показників обсягу суконь та їх комфортності через розбіжності умов випробування зразків і взаємодії одягу з фігурою. Для відбору значимих показників властивостей матеріалів з другої групи були досліджені кореляційні зв'язки між ними, відібрані незалежні показники для кожної властивості, перевірені зв'язки між ними для основи і утока з об'єктивними і суб'єктивними показниками комфорту [2]. Значення коефіцієнтів кореляції наведені в табл. 2 для фізичного тиску P (Па) і сенсорного сприйняття CP. За впливом на комфортність показники властивостей матеріалів склали наступний ряд (в порядку зменшення їх впливу на об'єктивні і суб'єктивні показники тиску за середнім значенням коефіцієнту кореляції):

$$WC (-0,53) - 2НВ (0,53) - В (0,5125) - RT (-0,47) - LT (0,4425) - 2HG5 (0,3475).$$

Варта уваги абсолютна адекватність послідовності ранжируваних показників в рядах (А) і (В) для об'єму і тиску. Це свідчить про існування єдиного механізму для обох досліджуваних явищ: формоутворення одягу та його тиску на поверхню тіла [3].

На основі аналізу та встановлених обмежень обрані два показника з різних груп: жорсткість при вигині **В** та лінійність кривої «навантаження – розтяг/пауза» **LT** (як більш незалежний показник в порівнянні з **RT**).

Показники властивостей матеріалів з другої групи включені в наступні рівняння для прогнозування

тиску і комфортності ($n = 27$, $p = 95\%$, $F_{\text{крит}} = 1,91$):

$$P = 24.55 + 577.4 LT + 775.56 B \quad (F = 2.23), \quad (3)$$

$$CP = -0.07 + 0.12 LT + 0.31 B \quad (F = 12.43), \quad (4)$$

де P – тиск, Па; CP – суб'єктивний ранг ступеня комфортності; LT – середнє значення лінійності кривої «навантаження – розтяг/пауза» по основі і утоку при навантаженні 500 сН/см, $\%$; B – середнє значення жорсткості при вигині по основі і утоку, сН · см/см.

Похибка прогнозування абсолютного тиску і його суб'єктивного сприйняття стає істотно меншою за допомогою показників, виміряних на приладах KES-F і PT-250M, ніж в рівняннях (1) і (2) завдяки схожості процесів деформування при випробуваннях проб і одягу в системі «фігура – сукня».

Таблиця 2

Коефіцієнти лінійної парної кореляції між показниками властивостей матеріалів KES-F і тиском в системі «фігура – сукня»

Показник та напрям змін	Коефіцієнт кореляції		Показник та напрям змін	Коефіцієнт кореляції	
	P	CP		P	CP
G	основа	0,1223	B	основа	0,367
	уток	0,1904		уток	0,367
2HG	основа	-0,2814	2HB	основа	0,3674
	уток	-0,2671		уток	0,3862
2HGS	основа	0,2576	LC	-	-0,37
	уток	0,2893	WC	-	-0,3711
LT	основа	0,3644	RC	-	-0,2169
	уток	0,3076	TO	-	-0,2999
WT	основа	-0,3611	TM	-	-0,35
	уток	-0,3895	MIU	основа	-0,36
RT	основа	0,3323		уток	0,196
	уток	-0,3734	MMD	основа	-0,156
EMT	основа	-0,3617		уток	0,3961
	уток	-0,3788	SMD	основа	0,3798
INT	основа	-0,361		уток	0,3851
	уток	-0,4	КФ Kawabata	-	-0,3916
B-INT	основа	-0,36		КФ Lindberg	-
	уток	-0,38	-		
F0,5	основа	0,365			
	уток	0,338			

Розглянемо спільний вплив на комфортність суконь показників властивостей матеріалів і об'єму суконь з використанням методу кореляційного аналізу. Для цього вивчався вплив на показники комфортності показників з двох груп: виміряних на плоских пробах і виміряних в системі "фігура – сукня" (табл. 3). За силою впливу на суб'єктивний ранг комфортності CP показники утворюють ряд: $KPV_{0r4-06} - KPV_{0r3-06} - B_0 - B_y - L_{to} - LT_y$ (послідовність C). За силою впливу на суб'єктивний ранг комфортності CP показники розташовуються в порядку зменшення: $KPV_{0r3-06} - B_0 - KPV_{0r4-06} - B_y - L_{to} - LT_y$ (послідовність D).

Найбільш сильний вплив на зміну тиску (коефіцієнт кореляції $r = 0,858$) і викликаного їм суб'єктивне відчуття ($r = 0,6267$) надає об'ємна конструктивна прибавка KPV_{0r4-06} між верхньою та нижньою опорними поверхнями. Слідом за нею розташовується повна прибавка. Такий результат не є випадковим. Наявність повітряного прошарку між фігурою і одягом, що оцінюється за значенням KPV , дозволяє одягу переміщатися відносно тіла, створюючи різні умови для реалізації матеріалом своїх властивостей і виникнення тиску.

Інтенсивність впливу обраних показників фізико-механічних властивостей приблизно однакова. З послідовностей (C) і (D) впливає виключно важливий висновок для розробки методології прогнозування комфортності одягу: вплив показників властивостей матеріалів, виміряних на зразках, посилюється в декілька разів в умовах просторового формоутворення текстильної оболонки навколо фігури. Це підтверджують проранговані в порядку зменшення показники, ранги яких були розраховані за середніми значеннями коефіцієнтів кореляції для P і CP : $KPV_{0r4-06} - KPV_{0r3-06} - B_0 - B_y - L_{T_0} - L_{T_y}$.

Дані табл. 3 дозволяють зробити й інший дуже важливий висновок: вплив показників властивостей матеріалів на комфортність обмежений величиною об'ємної конструктивної прибавки – при збільшенні об'єму одягу внесок властивості матеріалу в зростання тиску буде зменшуватися. У загальному вигляді тиск, що виникає під одягом, може бути виражений в такий спосіб:

$$P(CP)_{ij} = f[KPV, \lim TM], \quad (5)$$

де $P(CP)_{ij}$ – тиск (суб'єктивний ранг комфортності) в i -й антропометричній точці в певній динамічній j -й позі, Па (бал); KPV – об'ємна конструктивна прибавка, см³; TM – одиничний або комплексний показник якості текстильного матеріалу. Оскільки була підтверджена залежність KPV від самих значимих показників B і LT , то їх можна виключити з рівняння (5), а в модель для прогнозування тиску включити тільки KPV .

Кореляційна матриця

Вихідні фактори до системи «фігура – сукня»	Коефіцієнт кореляції для вхідних факторів, що відносяться до показників властивостей матеріалів та обсягу сукні							
	в пласкому стані				в об'ємному стані			
	Жорсткість при згині за основою V_0	Жорсткість при згині по утку V_y	Лінійність кривої за основою LT_0	Лінійність кривої за утком LT_y	Повна KPV_{Or3-05}	Під верхньою опорною поверхнею $KPV_o r3-0r4$	Між верхньою та нижньою опорними поверхнями $KPV Or4-0r6$	Над нижньою поверхнею $KPV Or3-0r6$
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	
Тиск P (Y_1), Па	0,37/(3)	0,37/(3)	0,36/(4)	0,31/(3)	0,3956/(5)	0,345	0,858/(1)	0,78
Ранг комфортності CP (Y_2), балів	0,69/(2)	0,62/(4)	0,61/(5)	0,49/(6)	0,7112/(1)	0,411/(7)	0,627/(3)	0,9687
Об'єм вибірки	39	39	39	39	39	9	9	3
Критичний коеф. корел.	0,236				0,5822			0,9877
Середньо-арифм. знач. коеф. кореляції та їх ранг	0,53 (3)	0,485 (4)	0,485 (4)	0,4 (5)	0,5534 (2)	-	0,7424 (1)	-

Рівняння для прогнозування величини тиску і його суб'єктивного сприйняття залежно від величин об'ємних прибавок в жіночих сукнях з додатними значеннями конструктивних прибавок мають вигляд:

$$P = 0,5734 KPV_{Or3-0r6} - 705,6, \tag{6}$$

$$P = 0,7148 KPV_{Or4-0r6} - 33,7, \tag{7}$$

$$CP = 0,0002 KPV_{Or3-0r6} - 0,357, \tag{8}$$

$$CP = 0,0003 KPV_{Or4-0r6} - 0,118, \tag{9}$$

де P – тиск, Па; CP – ранг комфортності, балів; $KPV_{Or3-0r6}$, $KPV_{Or4-0r6}$ – об'ємна конструктивна прибавка, повна та розташована між верхньою і нижньою опорними поверхнями, $см^3$.

Спільне рішення рівнянь (6)...(9) створює основу для єдиного механізму прогнозування об'єму форми суконь і тиску, який вони створюють. При цьому можуть бути враховані конструктивні параметри 2D креслень і показники властивостей матеріалів.

Рівняння для прогнозування тиску за адаптованими показниками розтяжності (3) включає показник LT , виміряний під навантаженням 500 сН/см. Такі навантаження не завжди характерні для побутового одягу вільної форми. Для щільного прилягання або за наявності антропоморфних форм жіночих суконь з трикотажних і стретчевих матеріалів розтяжність останніх буде визначальним фактором у виникненні тиску в порівнянні з жорсткістю. Тому пропонується використовувати для таких суконь показники, виміряні при малих навантаженнях на приладі KES-FB-1 і які названі адаптованими. Запропонований нами алгоритм вибору адаптованих показників і їх використання для опису реальних процесів в одязі включає наступні кроки:

1) експериментальне дослідження систем «фігура – одяг» для встановлення наступних параметрів: умов деформування текстильної оболонки (наприклад, напрямки дії і величин зусиль, величин розтягу матеріалу L , кутів перекошу між основою і утком та ін.); компресійного тиску P , що чинить текстильна оболонка на м'які тканини тіла при їх щільному контакті; ефекту зміщення м'яких тканин під впливом оболонки (push-up).

2) експериментальні дослідження текстильних матеріалів на приладі KES-FB-1 і знаходження за діаграмами «зусилля – розтяг» величин зусиль F , необхідних для розтягу текстильних матеріалів в реальних системах «фігура – одяг» L ;

3) розробка математичних моделей для прогнозування компресійного тиску текстильних оболонок на м'які тканини тіла або ефектів корекції м'яких тканин у вигляді:

$$P = f(F, L), EK = f(F, L), \tag{10}$$

де P , EK – відповідно компресійний тиск текстильної оболонки або ефект корекції м'яких тканин тіла в вигляді їх цілеспрямованого зміщення, виміряні в системі «фігура – одяг», Па, або см; F , L – відповідно зусилля розтягу і видовження текстильного матеріалу, виміряні на приладі KES-FB-1, сН/см або%.

В якості об'єктів досліджень були взяті жіночі сукні, виготовлені з різних матеріалів і маючі позитивні величини конструктивних прибавок до обхватів грудей (1,8 ... 9,8 см), талії (1,8 ... 5,8 см) і стегон (2,3 ... 10,3 см). Для суконь були використані ті ж тканини ($M1$, $M2$) і трикотажне полотно ($M3$).

На **першому етапі** матеріали досліджували на приладі KES-FB-1 для визначення їх базових стандартизованих і адаптованих показників:

- пов'язані з розтягом зразку: LT – лінійність кривої «зусилля – розтяг», що дорівнює відношенню площі під кривою до загальної площі прямокутного трикутника зі сторонами, рівними найбільшому навантаженню і найбільшому подовженню; WT – енергія (робота) розтягу, рівна площі діаграми під кривою розтягу, сН·см/см²; EMT – відносна деформація подовження під навантаженням 500сН,%; F – зусилля,

необхідне для відносного подовження зразку на 0,3 ... 10%. Величина відносного подовження рівнозначна негативним конструктивним прибавкам;

- пов'язані з релаксацією розтягнутого зразку: RT – частка пружної деформації, що дорівнює відношенню площі діаграми під кривою релаксації до роботи розтягу, %.

Адаптований під умови реального деформування B показник – зусилля розтягу, необхідне для подовження зразка на малу величину - вираховували за діаграмами «зусилля – розтяг».

Значення базових стандартизованих і додаткових адаптованих показників наведені в табл. 4. З наведених даних випливає, що подовження ЕМТ має значення 1,782 ... 30,743 %. Виявлено, що коефіцієнти варіації для адаптованих показників становлять 1...43,7; що значно вище, ніж для базових стандартизованих показників 0,23 ... 2,2 і свідчить про більшу змінність перших.

Таблиця 4

Показники матеріалів для суконь, виміряні на приладі KES-FB-1

№ п/п	Показник	вздовж полотна (о) / поперек полотна (у)	Середнє значення показника для матеріалів			C _v
			M1	M2	M3	
Зусилля розтягу, F(L), сН/см, необхідне для відносного видовження проби на величину L						
1	F(0,3)	о	43,5	48,3	0	1,58
		у	0	2,4	0	1
2	F(0,6)	о	116,2	116,2	1,2	1,48
		у	2,1	6,5	0	2,26
3	F(0,9)	о	216,6	208,6	2,2	1,24
		у	4,6	10,8	0	2,11
4	F(1,2)	о	318,5	311,3	4,2	1,49
		у	8,8	13,5	0,8	1,65
5	F(1,5)	о	407,1	430,7	6,3	2,52
		у	12,4	19,2	1,3	1,63
6	F(2)	у	19,8	27,2	2	1,54
7	F(4)	у	58,8	63,3	9	43,7
8	F(6)	у	123,6	111,3	19,2	1,23
9	F(8)	у	222,3	170,8	29,5	1,38
10	F(10)	у	353,7	247,7	43	1,45

Таблиця 5

Коефіцієнти парної кореляції між показниками розтягу матеріалів та компресійним тиском суконь на м'які тканини

Група показників	Показник	Коефіцієнти парної кореляції	
		основа (вздовж полотна)	уток (поперек полотна)
Базові	LT	0,9198	0,7763
	WT	-0,9113	-0,983
	EMT	-0,913	-0,9561
	RT	0,8387	-0,9424
Адаптовані	F(0,3)	0,8747	0
	F(0,6)	0,9149	0,4169
	F(0,9)	0,928	0,5194
	F(1,2)	0,9228	0,7036
	F(1,5)	0,8938	0,6957
	F(2)	-	0,7574
	F(4)	-	0,8822
	F(6)	-	0,953
	F(8)	-	0,988
	F(10)	-	0,9973

На **другому етапі** були виміряні значення тисків під сукнями в 13 антропометричних точках фігури під час виконання різних рухів, що супроводжувалися розтягуванням матеріалів і появою компресійного тиску під ними [4]. Інтервал значень тиску склав 0,12...1,2 кПа.

На **третьому етапі** був проведений кореляційний аналіз між показниками властивостей матеріалів і компресійним тиском, виміряним під сукнями з цих же матеріалів. Коефіцієнти кореляції наведені в табл. 5. Встановлено, що компресійний тиск за ступенем впливу залежить від показників (в порядку зменшення): $[F(10)_y - F(8)_y - Wt_y - EMT_y - F(6)_y] - [F(90,9)_0 - F(1,2)_0 - LT_0 - F(0,6) - EMT_0 - WT_0]$.

Найбільш тісні зв'язки існують з адаптованими показниками, виміряними при розтягу за утком на 6...10%. Менші значення зусиль розтягу чинять не настільки виражений вплив на компресійний тиск. При збільшенні зусиль розтягу матеріалу одягу тиск пропорційно збільшується [5].

Базові показники ЕМТ, виміряні під навантаженням 500 сН/см та LT не мають таких тісних зв'язків

з компресійним тиском, як адаптовані.

Таким чином, кореляційний аналіз підтвердив доцільність використання нестандартизованих показників KES-F та їх адаптованих до реальних умов експлуатації аналогів, виміряних при малих навантаженнях. Пряма залежність між видовженням матеріалу та виникаючого в ньому напруження, з одного боку, та компресійного тиску, з іншого, дозволяє ціленаправлено керувати комфортністю на етапах проектування при виборі від'ємних конструктивних прибавок.

Модель із найвищою адекватністю для прогнозування компресійного тиску суконь на фігуру має вигляд:

$$P = 0,8F(10)_y + 330, (F= 12,4) \quad (11)$$

де P – компресійний тиск під напруженою текстильною оболонкою, Па; $F(10)_y$ – зусилля, необхідне для розтягу текстильного матеріалу з утоком (поперек полотна) на 10 %, сН/см.

Висновки

1. Досліджений механізм формоутворення суконь, що дало можливість прогнозування їх об'єму, форми та виникаючого під ними компресійного тиску на м'які тканини. Показана та доведена доцільність використання комплексу KES-F для виміру показників властивостей текстильних матеріалів, які можна використати з метою прогнозування об'єму форми суконь та виникаючого під ними компресійного тиску на м'які тканини. Підтверджений єдиний механізм для двох процесів – формоутворення суконь навкруги форми та створюваного ним тиску, які викликані одними і тими ж показниками властивостей текстильних матеріалів при їх розтягу та згині.

2. Підтверджено існування стійких залежностей між показниками властивостей текстильних матеріалів, виміряних на комплексі KES-F та виникаючим під оболонками в системі «фігура – одяг» компресійним тиском.

3. Показана ефективність застосування нового показника для вибраних форм суконь та використаних матеріалів – зусилля розтягу матеріалів, що має значення $214,7 \pm 91$ сН/см, та необхідного для їх видовження на 6...10 % для прогнозування компресійного тиску суконь на м'які тканини тіла.

4. Отримано дві групи математичних рівнянь для прогнозування компресійного тиску суконь на м'які тканини тіла в залежності від обсягу сукні та показників властивостей текстильних матеріалів, виміряних при стандартизованих умовах при навантаженні 500 сН/см та при дії малих за величиною розтягуючи зусиль, достатніх для розтягу матеріалів на 6...10 %.

5. Для жіночих суконь з додатними значеннями основних конструктивних прибавок до обхвату по лінії грудей, талії та стегон розроблені універсальні моделі для прогнозування фізичного тиску та його суб'єктивного сприйняття на основі об'ємних конструктивних прибавок, величина яких залежить від показників розтягу та чистого згину. Встановлено, що умовами для найбільш точного прогнозування компресійного тиску в цьому випадку є наступні умови випробовування – зусилля розтягу $214,7 \pm 91$ сН/см та відносного видовження на 6...10 %.

Література

1. Березненко М.П. Роль одягу, як фактора оздоровчого характеру / М.П. Березненко, І.М. Федоткін, О.Й. Янцеловський, С.М. Березненко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 3. – С. 16–19.
2. Нахайчук О.В. Використання статистичних методів дослідження антропометричної інформації / О.В. Нахайчук, Е.А. Захарова, А.А. Мізрах // Вісник Хмельницького національного технічного університету. Технічні науки. – 2017. – № 1. – С. 79–82.
3. Pratt J., West G. Pressure garments: a manual on their design and fabrication. Bath, UK: Bath Press, 1995.
4. Guo M., Kuzmichev V.E., Adolphe D.C. Human-friendly design of virtual systems “femalebody - dress”. AUTEXResearchJournal, 2015, March, vol. 15, №. 1, p. 19–29.
5. Ciesielska-Wrobel I.-L., Langenhove L.V. The hand of textiles – definitions, achievements, perspectives – a review. Textile Research Journal, 2012, 82(14), p. 1457–1468.

References

1. Bereznenko M.P. Rol odiahu, yak faktora ozdorovchoho kharakteru / M.P. Bereznenko, I.M. Fedotkin, O.I. Yantselovskiy, S.M. Bereznenko // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2013. – № 3. – S. 16–19.
2. Nakhaichuk O.V. Vykorystannia statystychnykh metodiv doslidzhennia antropometrychnoi informatsii / O.V. Nakhaichuk, E.A. Zakharova, A.A. Mizrakh // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2017. – № 1. – S. 79–82.
3. Pratt J., West G. Pressure garments: a manual on their design and fabrication. Bath, UK: Bath Press, 1995.
4. Guo M., Kuzmichev V.E., Adolphe D.C. Human-friendly design of virtual systems “femalebody - dress”. AUTEXResearchJournal, 2015, March, vol. 15, №. 1, p. 19–29.
5. Ciesielska-Wrobel I.-L., Langenhove L.V. The hand of textiles – definitions, achievements, perspectives – a review. Textile Research Journal, 2012, 82(14), p. 1457–1468.

Рецензія/Peer review : 02.06.2020 р.

Надрукована/Printed : 27.6.2020 р.
Рецензент: к.ф.-м.н. Шньорко В.М.