

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ  
ДЕФОРМАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В УСЛОВИЯХ ИХ ЦИКЛИЧЕСКОГО СЖАТИЯ**

**A METHOD OF COMPLEX EVALUATION  
OF THE TEXTILE MATERIALS DEFORMATION  
IN THE CONDITIONS OF THEIR CYCLIC COMPRESSION**

*Л.Н. ЛИСИЕНКОВА, А.И. КОВАЛЕВ, Е.Ю. ВОЛКОВА*  
*L.N. LISIENKOVA, A.I. KOVALEV, E.YU. VOLKOVA*

(Филиал Южно-Уральского государственного университета  
(Национальный исследовательский университет), г. Златоуст)  
(The Zlatoust branch of The South-Ural State University)  
E-mail: lisienkova@mail.ru; Volkova.ekaterina.85@inbox.ru

*В статье представлена методика прогнозирования деформации материалов в условиях циклического сжатия, повышающая объективность оценки свойств материалов и изделий. На основе экспериментальных исследований предложены показатели сжимаемости, обеспечивающие комплексную оценку деформации материалов в условиях производства и эксплуатации изделий. Разработаны группы сжимаемости исследованных материалов в условиях циклического сжатия, а также практические рекомендации по рациональному использованию материалов, проектированию, технологической обработке, условиям эксплуатации одежды на основе результатов.*

*The article touches upon a technique for predicting the materials' deformation under cyclic compression what increases the objectivity of evaluation of the materials and products properties. Based on experimental studies, compressibility indicators have been introduced, they a comprehensive assessment of the materials deformation in production and operation processes. The compressibility groups for materials analyzed under cyclic compression have been developed. Based on practical studies recommendations on the rational usage of materials, design, technological processing, exploiting conditions of clothing have been introduced.*

**Ключевые слова:** текстильные материалы, деформация, циклическое сжатие, сжимаемость.

**Keywords:** textile materials, deformation, cyclic compression, compressibility.

Для оценки свойств материалов при производстве и эксплуатации одежды предложено использовать комплекс показателей, характеризующих деформацию и изменение размеров и формы материалов при сжатии:

– относительный показатель сжимаемости  $C_1$ , который определяется толщиной пробы, мм, или величиной полной деформации, %, пробы в кондиционном состоянии при 1-м цикле или небольшом количестве (1...10) циклов свободного сжатия;

– относительный показатель сжимаемости  $C_2$ , определяемый толщиной пробы, мм, или величиной полной деформации, %, при нагружении пробы во влажном состоянии при 1-м цикле или 1...10 циклов свободного сжатия;

– относительный показатель сжимаемости  $C_{\text{ц}}$ , определяемый толщиной пробы, мм, или величиной (обратимой) остаточной деформации, %, доли, после воздействия на пробу заданного количества (50...100) цик-

лов сжатия, в период отдыха при установлении равновесного состояния.

При этом показатель остаточной циклической сжимаемости  $C_{\text{ц}}$  в зависимости от цели исследования может определяться при варьировании условий испытания проб: стесненное или свободное сжатие, кондиционное или влажное состояние проб, с предварительной обработкой проб в процессе технологических операций (соединение в пакет, прессование, дублирование, влажно-тепловые и другие воздействия) или без предварительных воздействий.

Сравнительная оценка показателей сжимаемости  $C_1$  и  $C_2$  характеризует свойства материала в условиях, моделирующих воздействие технологических факторов, и прогнозирует показатели материалов, используемые при выборе конструкции изделия, технологических операций формования, прессования и пр.

Показатель остаточной циклической сжимаемости  $C_{\text{ц}}$  характеризует свойства материала или пакета материалов для одежды после циклических сжатий, моделирующих условия эксплуатации одежды, и прогнозирует показатели надежности изделий (формоустойчивость, изменение размеров, внешнего вида), а также показатели теплофизических свойств.

Оценку показателей проводили на основе экспериментальных исследований деформации материалов методом циклического сжатия [1...3].

Показатель сжимаемости  $C_1$  определяется по формуле:

$$C_1 = 100 (\delta_0 - \delta_{\text{сж}}) / \delta_0, \% \quad (1)$$

где  $\delta_0$ ,  $\delta_{\text{сж}}$  – толщина пробы до сжатия, при сжатии соответственно, мм.

Показатель сжимаемости  $C_2$  определяется по формуле (1) для проб во влажном состоянии.

Сравнительную оценку свойств группы материалов удобно проводить по коэффициенту начальной сжимаемости материалов во влажном состоянии:

$$K_{\text{сж}} = C_2 / C_1. \quad (2)$$

Показатель остаточной сжимаемости  $C_{\text{ц}}$  определяется долей необратимой (остаточной) деформации  $\varepsilon_{\text{ост}}$  по следующей формуле:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = (\delta_0 - \delta_{\text{ц}}) / \Delta h_{\text{сж}}, \quad (3)$$

где  $\delta_0$ ,  $\delta_{\text{ц}}$  – толщина пробы до и после сжатия и отдыха соответственно, мм;  $\Delta h_{\text{сж}}$  – абсолютная деформация пробы полная (при сжатии), мм.

Практическое применение методики позволило на основе экспериментальных исследований деформации сжатия материалов различного состава и способа получения разработать их градацию на группы по показателям начальной и остаточной сжимаемости для оценки формоустойчивости и формоустойчивости объектов. Характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

Таблица 1

Название материала	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм
1. Ватин холстопршивной арт. 917618	ВХл-100	250,0	5,1
2. Ватин холстопршивной арт. 927622	ВШрс-85, ВПэф-15	200,0	6,1
3. Синтепон арт. СК150/300	ВПэф-100	140,0	12,1
4. Холлофайбер	ВПэф-100	130,0	12,0
5. Пальтовая ткань арт. 4514	ВШрс-67, ВНитр-33	560,0	3,1
6. Драп «Лор» арт. 3655	ВШрс-100	650,0	5,6
7. Полотно поперечновязаное плюшевого переплетения	ПрПэф-50, ПрВис-50	261,0	1,2
8. Электрофлорированное нетканое полотно каркасное с ворсовым покрытием	ВХл-23, ВПэф-30, ВПАН-47	325,0	2,7

В основу градации положена полная и остаточная деформация при однократном и многократном сжатии материалов. Установлены численные значения показателей

начальной и остаточной сжимаемости исследованных материалов, выделены три группы показателей сжимаемости (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Показатель	Группа сжимаемости		
	1	2	3
Полная деформация при 1-м цикле сжатия проб в кондиционном состоянии $C_1$ , %	1,0...3,5	3,6...6,0	Более 6,0
Полная деформация при 1-м цикле сжатия проб во влажном состоянии $C_2$ , %	1,0...4,0	5,0...10,0	Более 10,0
Коэффициент начальной сжимаемости, $K_{сж}$	Более 0,8	0,6...0,7	Менее 0,6
Рекомендации по выбору материалов (пакетов) для моделей одежды			
Рекомендации по выбору силуэта, формы, прибавок, конструктивному решению, способа формообразования			
Рекомендации по выбору технологических обработок (способы формозакрепления, параметры прессования, соединения, влажно-тепловых обработок)			
Циклическая сжимаемость $C_{ц}$ (необратимая деформация после 100 циклов сжатия), %	2...20	21...40	более 40
Рекомендации по условиям эксплуатации, способу хранения, ухода за изделием			

Практическое применение методики комплексной оценки позволило на основе результатов исследования деформации сжатия материалов, установить группу сжимаемости образцов материалов, представленных в табл. 1. Для этого по результатам оценки толщины проб в кондиционном и влажном состоянии при 1-м цикле свободного сжатия рассчитали показатели сжимаемости  $C_1$ ,  $C_2$  и коэффициент сжимаемости  $K_{сж}$  по формулам (1) и (2). Для

оценки циклической сжимаемости  $C_{ц}$  нетканых утепляющих материалов (табл. 1, образцы 1...4) использовали результаты необратимой деформации после 100 циклов стесненного сжатия (предполагалось изделие с неотлетной подкладкой). Для остальных материалов использовали результаты свободного сжатия (образцы выбирали в качестве основного материала изделия). Результаты оценки показателей сжимаемости исследуемых объектов представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Образец материала	Показатели сжимаемости, %			Коэффициент начальной сжимаемости $K_{сж}$
	после 1-го цикла сжатия проб (влажность)		после 100 циклов сжатия проб (влажность)	
	кондиционная ( $C_1$ )	увлажнение 30% ( $C_2$ ),	кондиционная ( $C_{ц}$ )	
1	2,69	4,80	15,6	0,56
2	3,94	5,31	29,1	0,74
3	12,30	16,96	42,7	0,73
4	12,58	17,10	23,2	0,74
5	1,65	2,14	3,0	0,77
6	2,87	3,36	21,3	0,85
7	2,83	2,40	48,4	1,10
8	1,91	1,67	13,6	1,12

Анализ коэффициента сжимаемости  $K_{сж}$  (табл. 3) показал, что чем ближе его величина к 1, тем меньше изменяется деформация пробы при сжатии и влажно-тепловом воздействии, что может прогнозировать

свойства материалов в процессах формования и формозакрепления.

Сравнительная оценка величины  $K_{сж}$  показала, что при 1-м цикле сжатия полная деформация проб после влажной обработки в

паровоздушной среде ворсового трикотажного полотна и нетканого материала "флок" (образцы 7, 8) практически не изменяется относительно деформации сжатия проб в кондиционном состоянии. Это объясняется составом и структурой данных материалов.

Коэффициент сжимаемости драпа (образец 6) составил 0,85, что связано с большой плотностью и жесткостью материала, поэтому трудоемкость операций формования

деталей из данного материала будет больше относительно пальтовой ткани ( $K_{сж} = 0,77$ ) и отразится на параметрах влажно-тепловых операций при формовании и формозакреплении. Наибольшая сжимаемость во влажном состоянии у ватина из хлопковых волокон (образец 1).

По величине показателей (табл. 3) установили группы сжимаемости материалов в табл. 4.

Таблица 4

Показатель	Группа сжимаемости		
	1	2	3
Полная деформация при 1-м цикле сжатия проб в кондиционном состоянии $C_1$ , %	1,0...3,5	3,6...6,0	Более 6,0
Образцы материалов	1, 5, 6, 7, 8	2	3, 4
Полная деформация при 1-м цикле сжатия проб во влажном состоянии $C_2$ , %	1,0...4,0	5,0...10,0	Более 10,0
Образцы материалов	5, 6, 7, 8	1, 2	3, 4
Коэффициент сжимаемости $K_{сж}$	Более 0,8	0,6...0,7	Менее 0,6
Образцы материалов	6, 7, 8	2, 3, 4, 5	1
Необратимая деформация после 100 циклов сжатия $C_{п}$ , %	2...20	21...40	Более 40
Образцы материалов	1, 5, 6, 8	2, 4	3, 7

На основе комплексной оценки показателей сжимаемости материалов разработаны рекомендации для выбора материалов для моделей верхней одежды на швейном предприятии.

## ВЫВОДЫ

1. Предложены новые показатели сжимаемости, комплексно прогнозирующие показатели технологичности и надежности материалов и их систем при действии технологических и эксплуатационных факторов: коэффициент начальной сжимаемости и остаточная сжимаемость.

2. Разработаны практические рекомендации по рациональному использованию материалов, проектированию, технологической обработке, условиям эксплуатации одежды на основе результатов исследования деформации материалов в условиях циклического сжатия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лисиенкова Л.Н., Кирсанова Е.А. Исследование деформационных свойств материалов для одежды методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С. 25...28.
2. Патент на полезную модель Российская Федерация № 144579 U1, МПК G01N 3/08 Устройство для определения деформации текстильных материалов при сжатии / А.И. Дерябина, Л.Н. Лисиенкова, Е.А. Трофимов, Ю.С. Мязина – Заявка №2014115352/28; заявл. 16.04.2014; опубл. 27.08.2014.
3. Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н. Исследование деформации волокнисто-сетчатых материалов методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 1. С.32...36.

## REFERENCES

1. Lisienkova L.N., Kirsanova E.A. Issledovanie deformacionnyh svojstv materialov dlja odezhdy metodom ciklicheskogo szhatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 3. S.25...28.

2. Patent na poleznuju model' Rossijskaja Federacija № 144579 U1, MPK G01N 3/08 Ustrojstvo dlja opredelenija deformacii tekstil'nyh materialov pri szhatii / A.I. Derjabina, L.N. Lisienkova, E.A. Trofimov, Ju.S. Mjazina – Zajavka № 2014115352/28; zajavl. 16.04.2014; opubl. 27.08.2014.

3. Derjabina A.I., Lisienkova L.N. Issledovanie deformacii voloknisto-setchatyh materialov metodom

ciklicheskogo szhatija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 1. S. 32...36.

Рекомендована факультетом сервиса, экономики и права филиала ЮУрГУ (НИУ). Поступила 07.08.17.

---