

УДК 667.01  
DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_3\_67

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ  
ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО СЖАТИЯ**

**DEVELOPMENT OF METHOD OF DEFORMATION  
OF BULK NON-WOVEN MATERIALS  
UNDER CYCLIC COMPRESSION CONDITIONS**

*А.И. ДЕРЯБИНА, Л.Н. ЛИСИЕНКОВА, С.В. КОННОВ*

*A.I. DERYABINA, L.N. LISIENKOVA, S.V. KONNOV*

**(Южно-Уральский государственный университет (НИУ) (филиал), г. Златоуст,  
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ))**

**(The Zlatoust branch of The South-Ural State University,  
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University))**

E-mail: mivt@zb-susu.ru

*В работе представлена новая методика прогнозирования свойств нетканых материалов в условиях циклического сжатия. Предложены новые показатели начальной и циклической сжимаемости для прогнозирования поведения материалов при циклическом сжатии. Для оценки объективности*

*методик проведен сопоставительный анализ характеристик свойств, полученных в условиях циклического сжатия материалов и при эксплуатации изделий. Представлена математическая модель деформации объемных нетканых материалов при циклическом сжатии, позволяющая прогнозировать параметры производства и эксплуатации нетканых материалов, при которых материалы остаются в упругом состоянии.*

*The paper presents a new technique for predicting the properties of nonwovens under cyclic compression. New indicators of initial and cyclic compressibility are proposed to predict the behavior of materials under cyclic compression. To assess the objectivity of the methods, a comparative analysis of the characteristics of the properties obtained under the conditions of cyclic compression of materials and during the operation of products was carried out. A mathematical model of the deformation of bulk nonwoven materials under cyclic compression is presented, which makes it possible to predict the parameters of production and operation of nonwoven materials at which the materials remain in an elastic state.*

**Ключевые слова:** циклическое сжатие, деформация, эксплуатация.

**Keywords:** cyclic compressive, deformation, operation.

Для улучшения качества оценки показателей свойств объемных нетканых материалов необходимы методы и средства комплексной оценки характеристик деформации в условиях циклического сжатия. В настоящее время в основном применяются методы и средства, предназначенные для тканей и вязаных полотен [1]. Указанное выше существенно снижает качество и объективность количественной оценки свойств нетканых полотен.

Для объективного прогнозирования поведения объемных нетканых материалов в условиях производства и эксплуатации необходимы показатели, адекватно отражающие свойства материалов в условиях циклического сжатия.

Основным свойством объемных нетканых материалов при циклическом сжатии является деформация, для ее оценки необходимы количественные показатели толщины материалов до и после сжатия. Полная деформация и ее компоненты, позволяют прогнозировать поведение материалов при сжатии в условиях производства и эксплуатации швейных изделий.

Полную и остаточную деформацию можно характеризовать свойствами сжимаемости и упругости соответственно.

Показатели сжимаемости материалов при сжатии позволяют адекватно отражать поведение материалов в результате воздействия сжимающих усилий.

Цель работы заключалась в разработке методики оценивания деформации объемных нетканых материалов, обеспечивающих возможность проведения испытаний, приближенных к реальным условиям основных этапов жизненного цикла материалов, а именно: производственным и эксплуатационным.

Преимущество разработанного устройства для реализации циклического сжатия не только в автоматическом режиме реализации испытаний, измерений с помощью фотодатчиков, но также в возможности оценки деформации при различных условиях сжатия (стесненное или свободное) и внешней среды (влажность, тепло), применении отличающихся по форме съемных наконечников индентора [2]. Указанные достоинства обеспечивают, с одной стороны, объективность и точность измерения показателей, с другой – позволяют изучать сжимаемость и оценивать динамику изменения данного показателя при различных задаваемых внешних факторах.

Для прогнозирования поведения нетканых объемных материалов при производстве и эксплуатации разработана методика комплексной оценки их показателей свойств. Сущность методики заключается в использовании комплекса показателей, характеризующих деформацию и изменение размеров и формы материалов при сжатии: предельная сжимаемость, циклическая сжимаемость, показатели сжимаемости (технологичности).

Коэффициент начальной сжимаемости  $K_{сж}$  характеризует технологические свойства материалов и позволяет выбирать наиболее оптимальные методы обработки деталей и узлов изделия или способы ухода за изделиями при эксплуатации:

$$K_{сж} = C_2 / C_1. \quad (1)$$

В качестве базового показателя сжимаемости берется показатель  $C_1$ , который рассчитывается по полученным экспериментальным данным исследования деформации в условиях циклического свободного сжатия в кондиционных условиях [3]:

$$C_1 = 100 (\delta_0 - \delta_{сж}) / \delta_0, \quad (2)$$

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

Показатель сжимаемости  $C_2$  сравнивается с базовым показателем  $C_1$  и в зависимости от технологических операций формования, прессования, выбора конструкции изделия, условий обработки определяется по формуле (2) по результатам испытания проб в кондиционном или влажном состоя-

ниях, стесненного или свободного сжатия соответственно.

Циклическая сжимаемость  $C_{ц}$  материала учитывает релаксационный характер изменения толщины во время нагрузки (отдыха) и поэтому является более объективной характеристикой сжимаемости, определяемой в период отдыха пробы при установлении релаксационного равновесия (при последнем измерении);

$$C_{ц} = L_0 - L_{ц} = h_i, \quad (3)$$

где  $L_0$  – толщина пробы до сжатия, мм;  $L_{ц}$  – толщина материала после воздействия периода сжатия, мм;  $h_i$  – последнее измерение величины деформации сжатия пробы в период отдыха, мм.

Показатель остаточной сжимаемости  $C_{ц}$  характеризует "податливость" материалов при сжатии и обратное этому свойству проявление – упругость, то есть способность материала сопротивляться сжимающей нагрузке.

На основе показателя остаточной сжимаемости  $C_{ц}$  определены группы сжимаемости (табл. 1), и с учетом коэффициента начальной сжимаемости  $K_{сж}$  разработана методика оценки сжимаемости материалов для одежды в условиях непредельных циклических нагрузок. Применение методики позволило разработать практические рекомендации по проектированию конкретных моделей изделия (силуэтные варианты); определить рациональные способы выполнения технологических операций и прогнозировать условия эксплуатации и ухода за изделиями.

Т а б л и ц а 1

Показатель	Группа сжимаемости	
	1 (среднесжимаемые, нетканые полотна, скрепленные механическим способом)	2 (сильносжимаемые, объемные, термоскрепленные полотна)
Остаточная сжимаемость после 100 циклов сжатия $C_{ц}$ , %	10...20	Более 20
Образцы материалов	1,2,3	4,5,6,7

Для оценки объективности методик проведен сопоставительный анализ характеристик свойств, полученных в условиях

циклического сжатия материалов и при эксплуатации изделий. Графо-аналитическим способом установлено, что величина коэф-

фициента подобия между результатами деформации материалов при сжатии и эксплуатации равна 15.

На основе групп сжимаемости материалов разработаны рекомендации для рационального выбора материалов швейного производства верхней одежды (табл. 2).

Практическое применение методики позволяет повысить объективность оценки свойств материалов для разработки рекомендаций по выбору материалов в пакет изделия.

Т а б л и ц а 2

Группа сжимаемости	Рекомендации по выбору			
	материалов (пакетов) для моделей одежды	силуэта, формы, прибавок, конструктивному решению, формообразованию	технологических обработок (способы формозакрепления, параметры прессования, соединения, влажно-тепловых обработок)	способа хранения, ухода за изделием
1	В качестве утепляющего материала для мужских и женских п/пальто	Полуприлегающий прямой силуэт малого, среднего объема, подкладка отлетная	Влажно-тепловая обработка не рекомендуется	Хим. чистка, хранение и сушка в расправленном виде
2	В качестве утепл. материала мужских и женских курток, комбинезонов, жилетов	Полуприлегающий прямой силуэт малого, среднего объема, простегивание, подкладка неотлетная	Влажно-тепловая обработка не рекомендуется	Хим. чистка, хранение и сушка в расправленном виде

## ВЫВОДЫ

1. Предложен комплекс показателей сжимаемости материалов, характеризующих деформацию и изменение размеров материалов при воздействии факторов производства и эксплуатации: предельная сжимаемость, циклическая сжимаемость, показатели сжимаемости (технологичности), коэффициент начальный. Разработаны методики оценки указанных показателей в условиях циклического сжатия на разработанном устройстве.

2. Разработана методика комплексной оценки показателей сжимаемости нетканых утепляющих материалов для прогнозирования их поведения при производстве и эксплуатации одежды. На основе экспериментальных исследований деформации объектов в условиях циклического сжатия разработана градация утепляющих нетканых объемных материалов на две группы сжимаемости (1 – средняя, 2 – высокая).

3. Разработаны практические рекомендации для швейного производства по рациональному выбору объемных утепляющих нетканых материалов в пакет изделия, технологической обработке, условиям эксплуатации одежды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н. Исследование деформации волокнисто-сетчатых материалов методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.32...36.
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., Тарасова О.Ю. Моделирование деформации волокнисто-сетчатых материалов при циклическом сжатии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 3. С. 29...34.

## REFERENCES

1. Deryabina A.I., Lisienkova L.N. Issledovanie deformatsii voloknisto-setchatykh materialov metodom tsiklicheskogo szhatiya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, №1. S.32...36.
2. Patent na poleznuyu model' Rossiyskaya Federatsiya № 144579 U1, MPK G01N 3/08 Ustroystvo dlya opredeleniya deformatsii tekstil'nykh materialov pri szhatii / A.I. Deryabina, L.N. Lisienkova, E.A. Trofimov, Yu.S. Myazina – Zayavka №2014115352/28; zayavl. 16.04.2014; opubl. 27.08.2014.

3. Deryabina A.I., Lisienkova L.N., Tarasova O.Yu. Modelirovanie deformatsii voloknisto-setchatykh materialov pri tsiklicheskom szhatii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 3. S. 29...34.

Рекомендована кафедрой математики и вычислительной техники. Поступила 26.05.21.

---