

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2017 Issue: 04 Volume: 48

Published: 30.04.2017 <http://T-Science.org>

Dimitry Anatolievich Sovetnikov
graduate student Department of material science and
commodity examination The Kosygin State University of
Russia (Kosygin University)
sowetnikov@mail.ru

Viktor Yurevich Mishakov
candidate of technical Sciences, associate Professor
Kosygin University

Elena Aleksandrovna Kirsanova
doctor of technical Sciences, Professor
Kosygin University

**SECTION 25. Technologies of materials
for the light and textile industry.**

THE STUDY OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF HEATERS AND PACKAGES OF CLOTHING FOR MILITARY PERSONNEL THAT APPLY IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: Conducted research investigated the deformation characteristics of nonwoven insulation materials, different fiber composition and different surface density. The peculiarities of the design packages of materials for heat protective clothing, and identifies their principal. The features change and elastic to the plastic compressive deformations of the materials used in the packages of clothing for the soldiers. Identified system requirements package of insulation and the proposed technical solution to meet them, different fiber composition and different surface density.

Key words: relative deformation, plastic deformation, elastic deformation of the packages of clothing, bicomponent fiber thermo physical properties, model structure, material packets

Language: Russian

Citation: Sovetnikov DA, Mishakov VY, Kirsanova EA (2017) THE STUDY OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF HEATERS AND PACKAGES OF CLOTHING FOR MILITARY PERSONNEL THAT APPLY IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION. ISJ Theoretical & Applied Science, 04 (48): 145-150.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-48-23> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2017.04.48.23>

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УТЕПЛИТЕЛЕЙ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ

Аннотация: Исследованы деформационные характеристики нетканых утеплителей, разного волокнистого состава и разной поверхностной плотности. Изучены принципы проектирования пакетов материалов для теплозащитной одежды, и определены их основные виды. Выявлены особенности изменения упругой и пластической деформации при сжатии материалов, используемых в пакетах одежды для военнослужащих. Выявлены требования к системе пакета утеплителя и предложено техническое решение для их удовлетворения.

Ключевые слова: относительная деформация, пластическая (остаточная) деформация, упругая деформация пакеты одежды, бикомпонентные волокна. теплофизические свойства, модели структуры, пакеты материала.

Введение

В систему пакета теплозащитной одежды, должны входить частицы, сохраняющие размеры по площади, т.к. одежды должна соответствовать размерам тела человека. кроме того система должна обладать необходимой упругостью (пластичностью) для того, чтобы обеспечить требования сохранения воздушной прослойки в пакете, и в тоже время создать необходимое прилегание к телу человека, в месте знакопеременной кривизны поверхности [1, с.90].

Текстильные материалы в утепленной верхней одежде (покровная ткань, подкладочная ткань и утеплитель) испытывают деформацию растяжения, сжатия и изгиба [2, с.9]. Поэтому исследование деформационных характеристик утеплителей, как в отдельности, так и в комплекте готового изделия имеет важное значение.

Составные части деформации (упругой, эластической и пластической) проявляются во времени: упругая проявляется почти мгновенно,

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

т.к. после снятия нагрузки она исчезает и при этом сохраняются основные структурные элементы; эластические - проявляется во времени и после снятия нагрузки утеплитель и изделие с ним занимают равновесное состояние, т.е. по истечении определенного времени они занимают первоначальное положение [3, с.53]. Известно, что деформационные характеристики материалов представляют, как совокупность упругих, эластических и пластических деформаций. Упругая деформация протекает мгновенно, т.е. в течение короткого времени, а пластическая – в течение длительного времени и носит необратимый характер. В этой связи наиболее важной характеристикой является пластическая (остаточная) деформация, т.к. она не исчезает после снятия нагрузки. Это свидетельствует о том, что произошло необратимое смещение основных структурных элементов в утеплителе. Следовательно, по этому факту можно судить о качестве утеплителя, так как большая пластическая (остаточная) деформация влияет на другие эксплуатационные свойства (тепловое сопротивление и устойчивость к многократному сжатию, а также теплопроводность и размеры пор). [4, с.53]

Термоскрепленные объемные утеплители получают с использованием бикомпонентных (БКВ) или других термопластичных волокон. На практике получило большое распространение использование БКВ. [5, с.66]. С увеличением содержания БКВ в составе сырья от 20 до 40 % снижается значение обратимой (упругой и эластической), и наоборот, имеется тенденция к повышению необратимой деформации, что, очевидно, объясняется увеличением узлов и точек скрепления волокон. Утеплитель при увеличении содержания БКВ от 20 до 40 % в смеси приобретает более жесткую структуру с меньшей подвижностью волокон в структуре. Поэтому более рационально процентное содержание БКВ в составе около 20 % с точки зрения улучшения деформационных характеристик и экономии более дорогостоящего компонента, БКВ по сравнению с ПЭ-волокном. Увеличение узлов и точек контакта с увеличением процентного содержания БКВ также подтверждается снижением

воздухопроницаемости бикомпонентного волокна в качестве связующих волокнистого холста, состоящего из многослойных прочесов. Количество волокнистых прочесов зависит от поверхностной плотности [6, с.343].

Объекты и методы исследования.

В качестве объектов исследования выбраны объемные нетканые термоскрепленные утеплители из полиэфирного волокна с содержанием 20 % бикомпонентного волокна. Поверхностная плотность исследуемых образцов утеплителя составляет от 90 до 500 г/м². Для более детального анализа были исследованы утеплители, наиболее часто используемые в одежде разной поверхностной плотности: №1 -90 г/м², №2 -100, №3-150, №4 -180, №5 -200, №6 -250, №7 -270, №82 -300, №9 -400, №10 -500 г/м².

Разные структура и состав прокладочного материала влияют на динамику изменения деформации пакетов при циклическом сжатии [7, с.68; 8, с.15].

Комплект специальной одежды для военнослужащих пограничных органов можно использовать в различных физикогеографических условиях. при этом не теряется широкая вариативность эксплуатации всех наименований, как в комплекте, так и при автономном ношении отдельных ее элементов. В одежде для арктической зоны имеется два вида пакетов: Первый – в котором слои жестко соединены, то есть ни при каких условиях они не изменяют в своей конструкции. Изменение геометрических параметров таких пакетов, происходит только при изменении их толщины в определенных пределах, за счет упругих свойств утеплителя. Второй тип – это пакеты, гибко соединённые с другими элементами одежды, которые могут быть выполнены или из других пакетов или из единичных материалов [9, с.78]. Поэтому для оценки влияния утеплителей на изменение упругих характеристик исследованы образцы пакетов одежды, с верхом из смесовой хлопкополиэфирной ткани (ПЭ – 67%, х/б – 33%) и подкладкой из полиэфирных комплексных нитей, различающихся виду и количеству слоев утеплителя (табл. 1) [3, с.56].

Таблица 1

Характеристика пакетов одежды.

Условное обозначение пакета одежды	Утеплитель	
	Состав, %	Количество слоев
С2	Синтепон 150	2
С3	Feelgood	3
Ф 2	То же	2
Ф 3	То же	3

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

У2	Синтотекс	2
У3	То же	3
3/Г	Тинсулейт Р 100	3
S/2	Тинсулейт CS 150	2

Исследования деформационных характеристик проводили на основе предложенного нами в процессе выполнения работы метода определения однократного и многократного сжатия, который введен в ГОСТ Р 57027–2016 «Полотна нетканые термоскрепленные объемные синтетические. Общие технические условия».

Определены характеристики при сжатии: относительная деформация E как отношение толщины образца, измеренной по направлению действия сжимающей силы, к его

первоначальной толщине, выраженное в % сила сопротивления сжатия, H .

Рассмотрены основные причины, обуславливающие проявление упругой, эластичной и пластической деформации и устойчивости утеплителя и готового изделия в процессе эксплуатации одежды.

Результаты и обсуждение. Проведены эксперименты, позволяющие выяснить как изменяется значение обратимой и необратимой деформации от поверхностной плотности объемного утеплителя (см. табл.2.).

Таблица 2**Изменение деформационных характеристик утеплителей**

Наименование характеристик	Значение показателя утеплителей поверхностной плотности (г/м ²)									
	90	100	150	180	200	250	270	300	400	500
1. Упругая и эластическая деформация при однократном сжатии, %	95	96	85	91	83	90	88	97	92	96
2. Упругая и эластическая деформация после многократного сжатия, %	83	75	73	68	65	78	79	90	87	94
3. Снижение деформации после многократного сжатия, %	12	21	12	23	18	12	9	7	5	2
4. Пластическая деформация после однократного сжатия, %	5	4	15	9	7	10	12	3	8	4
5. Пластическая деформация после многократного сжатия, %	17	25	27	32	35	22	21	10	13	6

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.234
ESJI (KZ) = 3.860
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260

Анализируя полученные данные (табл. 2) можно отметить некоторое снижение необратимой деформации при увеличении поверхностной плотности утеплителей и наблюдается тенденция к повышению обратимой части деформации как при однократном, так и при многократных циклах сжатия.

Снижение деформации после многократного сжатия составило в среднем 14,0 %. Пластическая деформация, как и следовало ожидать, после

многократного сжатия увеличивается в среднем почти на 2,4 раза, что свидетельствует о том, что необратимая деформация растет по мере возрастания воздействия многократных нагрузок. После воздействия многократных нагрузок восстанавливаемость составляет 79,2 %. Следовательно, потребительские свойства утеплителя не снижаются

Результаты испытаний готовых пакетов материалов представлена в табл. 3.

Таблица 3

Деформационные характеристики пакетов одежды с утеплителями.

Наименование деформационных характеристик	Пакет одежды							
	С2	С3	Ф2	Ф3	У2	У3	3/Т	S/2
Упругая и эластическая деформация при однократном сжатии, %	91	88	93	90	89	88	95	96
Упругая и эластическая деформация после многократного сжатия, %	74	72	85	83	78	69	89	91
Снижение деформации после многократного сжатия, %	17	16	8	7	11	19	6	5
Пластическая деформация при однократном сжатии, %	9	12	7	10	11	12	5	4
Пластическая деформация после многократного сжатия, %	26	28	15	17	22	31	11	9
Восстанавливаемость после многократного сжатия, %	76	75	87	88	79	75	91	94

Полученные данные (табл.3) подтверждают тезис о том, что на изменение толщины пакета в процессе эксплуатации влияет структура утеплителя.

Переход от подбора пакетов материалов в изделиях к проектированию многокомпонентных пакетов (МКП) с заранее известной функцией основан на том, материалы, входящие в систему должны быть согласованы по поверхностной плотности, чтобы не утяжелять готовую систему, эстетические свойства материалов (цвет, рисунок, фактура) должны находиться в композиционном единстве, и все элементы МКП создавать определенный синергический эффект. [10, с.49].

Варьируя сочетания материалов, типы конструкций, вид и технологию изготовления пакета одежды, можно получить множество вариантов многокомпонентных систем.

Устойчивость системы в МКМ будет определяться свойствами всех элементов, поэтому структуру системы лучше разделить на узлы, с учетом того, что основной функциональный элемент, осуществляющий выбор – узел (система), и тогда элементами будут наборы узлов, которые также описываем фасетной формулой.

На выходе имеем описание системы, позволяющее не только подобрать но и разработать новые многокомпонентные пакеты материалов для изделий разного назначения [11, с.132].

Таким образом необходимо обеспечить переход от моносистемы (из однородных волокон и однообразной структуры), к бисистеме (использование бикомпонентных волокон) и далее к полисистеме (сложная структура из смеси разных волокон), что позволит перенести функции с одного объекта на другой

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
 ISI (Dubai, UAE) = 0.829
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (Russia) = 0.234
 ESJI (KZ) = 3.860
 SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260

На основе указанных рекомендаций, имея в виду обеспечение комфортных условий спецодежды по теплозащитным свойствам, произведя анализ параметра «цена + качество», нами в процессе написания работы разработан новый нетканый теплозащитный материал. был разработан нетканый теплозащитный материал для утеплителя одежды, который включает каркасное полотно в виде предварительно изготовленного волокнистого холста [1, с.78].

По одну сторону каркасного полотна расположен волнообразный волокнистый холст, который скреплен с каркасным полотном пучками волокон, вытянутых из волнообразного волокнистого слоя методом иглопрокалывания. на глубину 1/3 толщины. После

иглопрокалывания материал термофиксируют в среде горячего воздуха (рис.1).

Материал выполнен из термоплавких штапельных волокон 3, расположенных по одну или обе стороны каркасного полотна 1, скрепленного между собой посредством иглопрокалывания 2, 4 и термообработки.

Волокнистый слой на поверхности содержит частично подправленные волокна, отличающиеся тем, что каркасное полотно выполнено из 100 % полиэфирного волокна волокна с диаметром волокон $34 \div 82$ мкм, или бикомпонентного полиэфирного волокна и полиэфирного волокон при соотношении волокон масс % 50:50 волокнистый слой выполнен из 100 % полиэфирных или бикомпонентных волокон диаметром не менее 40 мкм.

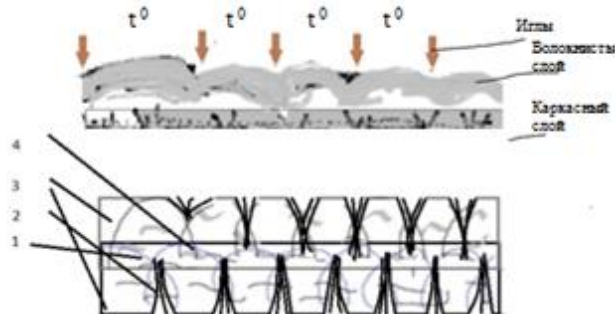


Рисунок 1 – Схема поперечного среза разработанного теплозащитного материала.

Проведены испытания разных вариантов разработанного материала (табл.4)

Таблица 4

Характеристики разработанного материала в зависимости от поверхностной плотности.

Наименование показателя	Образцы полотна разработанного материала:									
	Однородное полотно, рыхлой структуры, без посторонних включений, цвет белый с оттенками									
Поверхностная плотность, г/м ²	89	98	148	182	190	266	268	293	388	449
Толщина при давл.0,5 кПа, в мм	1,38	1,99	4,42	4,67	6,23	7,88	7,96	4,96	7,35	7,56
Неровнота по массе (коэф. вариаци.), %	6,1	3,8	7,5	3,2	4,3	3,6	4,2	1,9	2,2	4,3
Разрывная нагрузка, Н	4	5	10	7	8	9	9	13	19	16
Деформация при однокр. сжатии, %	95	96	85	91	83	90	88	97	92	96

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 3.860	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Деформация при многократном сжатии, %	83	75	73	68	65	78	79	90	87	94
Суммарное тепловое сопротивление, м ² °C/Вт	2 слоя 0,368	2 слоя 0,388	1 слой 0,387	1 слой 0,391	1 слой 0,392	1 слой 0,41	1 слой 0,397	1 слой 0,388	1 слой 0,415	1 слой 0,425
Теплопроводность, Вт/мК	2 слоя 0,045	2 слоя 0,049	1 слой 0,039	1 слой 0,042	1 слой 0,039	1 слой 0,04	1 слой 0,036	1 слой 0,037	1 слой 0,037	1 слой 0,036

Выводы

Разработан метод определения однократного и многократного сжатия нетканых термоскрепленных объемных синтетических полотен. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшей пластической (необратимой) деформацией обладает утеплитель синтепон, а наименьшей - утеплитель Тинсулейт. Основное значения при исследовании деформационных характеристик отводится к

объемным утепляющим прокладкам, а покровная ткань для верха одежды и подкладочная ткань существенный вклад не вносит, т.к. ткани верха и подкладки имеют сравнительно плоскую структуру. Таким образом, деформационные характеристики (изменение толщины при сжатии) определяются только видом и структурой синтетического утеплителя. Разработан оптимальный нетканый теплозащитный материал для утеплителя одежды

References:

1. Sovetnikov DA, Mishakov VY, Pavlov MA, Kirsanova EA, Treshchalin YM (2017) Teoreticheskoe issledovanie voloknistyh materialov s cel'yu rascheta i prognozirovaniya teplofizicheskikh svoystv //Dizajn i tekhnologii. 2017. № 57 (99). p. 86-91.
2. Mishakov VY, Zhagrina IN, Muhamedzhanov GK, Sovetnikov DA (2013) Harakteristiki i osobennosti primeneniya teploizolyacionnyh materialov pri sozdaniy paketa dlya spetsodezhdy voennoslužhashchih, ispol'zuemoj v holodnoj klimaticheskoy zone RF //Rabochaya odezhda 2013 № 3.p.7-9
3. Sovetnikov DA, Derzhavin EV, Mishakov VY, Kirsanova EA (2015) Issledovanie uteplitelej i paketov odezhdy vedomstvennogo naznacheniya //Dizajn i tekhnologii. 2015. № 50 (92). p. 52-57.
4. Mishakov VY, Makarova NA, Stalevich AM (2004) RELAXATION AND DELAY TIMES IN NONWOVEN FABRICS //Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2004. № 4. p. 52-55.
5. Sovetnikov DA, Mishakov VY, Zhagrina IN, Muhamedzhanov GK (2013) Assortiment i oblasti primeneniya sinteticheskikh uteplitelej// Dizajn i tekhnologii. 2013. № 34 (76). p. 62-69.
6. Ionova MH, Kirsanova EA (2015) Issledovanie ehkspluatacionnyh i gigienicheskikh svoystv netkanyh materialov, poluchennyh po tekhnologii termoskrepneniya // V sbornike: Materialy dokladov 48 Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii
7. Kirsanova EA, Deryabina AI, Lisienkova LN, Maharashvili GE (2013) Issledovanie deformacii voloknisto- setchatyh materialov pri ciklicheskom szhatii //Dizajn i tekhnologii, № 35 (77),- M.: IIC MGUDT 2013, p 64-70.
8. Lisienkova LN, Kirsanova EA (2010) Issledovanie deformacionnyh svoystv materialov dlya odezhdy metodom ciklicheskogo szhatiya//Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2010. № 4. p. 15-18.
9. Sovetnikov DA, Mishakov VY, Kirsanova EA, Treshchalin YM (2016) Issledovanie teplozashchitnyh svoystv netkanyh uteplitelej v paketah odezhdy [Tekst]//Dizajn i tekhnologii. 2016. № 56 (98). p. 73-79.
10. Vershinina AV, Ionova MH, Kirsanova EA, Pavlov MA (2017) Issledovanie svoystv funkcional'nyh materialov dlya odezhdy raznogo naznacheniya// V sbornike: Innovacionnye vnedreniya v oblasti tekhnicheskikh nauk sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Federal'nyj centr nauki i obrazovaniya "EHvensis". 2017. p. 48-50.
11. Kirsanova EA (2005) Prognozirovaniye struktury i svoystv tekstil'nyh materialov dlya sozdaniya odezhdy zadannoy formy (monografiya) [Tekst]. – M.: MGUDT, 2005. –150p.