

УДК 677.017

**Д. П. ЛОЙКО, В. Н. КИБЗУН, Н. П. НАГОРНАЯ**

Государственная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТКАНЕЙ С ПОЛИМЕРНЫМ  
АДГЕЗИВОМ**

**Аннотация.** Текстильные материалы в процессе эксплуатации подвергаются воздействию влаги, перепада температур, действию тепла, кислорода воздуха и ультрафиолета. Под их влиянием происходят существенные изменения в материалах, они изменяют свою износостойчивость и быстро разрушаются. Поэтому исследования кинетики и механизма износа тканей под влиянием вышеуказанных факторов представляет научный и практический интерес. Это особенно важно для тканей специального назначения, предназначенных для спецодежды рабочих. Настоящая работа посвящена исследованию факторов износа тканей специального назначения с полимерным покрытием для спецодежды рабочих угольных предприятий.

**Ключевые слова:** ткани, тепловые процессы, полимерное покрытие, адгезия.

**ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

Многие ткани, особенно специального назначения, в процессе эксплуатации подвергаются воздействию инсоляционных процессов. В результате ткани стареют, изменяя свои свойства под воздействием тепла, света, влаги, кислорода воздуха, механических деформаций и других факторов. Такие процессы особенно ярко проявляются в тканях специального назначения с полимерным покрытием, которые используются в производстве спецодежды для ряда профессий. В связи с этим возникла настоятельная необходимость в изучении влияния тепловых процессов, имеющих место при сушке, на изменение свойств тканей с полимерным покрытием. В качестве объектов исследования были взяты ткани серийного производства, которые по своим свойствам более устойчивы к изложенным выше факторам, нежели применяемые. Исходя из этого для исследования были взяты восемь наименований тканей, которые по структуре, волокнистому составу и другим показателям соответствовали, хотя бы одному признаку, предъявляемым требованиям [1]. Волокнистый состав и структурные показатели представлены в табл. 1.

Сушка опытных тканей производилась в течение 12 часов при температуре 50, 60 и 80 °С. Критериями оценки теплового процесса были использованы количественные показатели прочности при растяжении, жесткость и адгезия.

Данные изменения прочности при растяжении представлены в табл. 2 и на рис. 1–3. Как показывают полученные данные, сушка оказывает заметное влияние на изменение прочности как в основном, так и в уточном направлениях. Прочность по основе у систем, где в качестве текстильной подложки были использованы различные структуры репсов, падает.

Снижение прочности по основе у репсов, отличающихся плотностью и имеющих одинаковое покрытие, под воздействием тепла при одной и той же температуре разное [2].

Так, при сушке опытных образцов в течение 12 ч при температуре 50 °С снижение прочности по основе составляет: для репса вар. 1 – 8,93 %, вар. 3 – 15,16 % и 4 – 5,10 %.

Аналогичные изменения наблюдаются и при сушке образцов при температуре 60 и 80 °С. Интересно проследить, как влияет повышение температуры сушки на изменение прочности по основе.

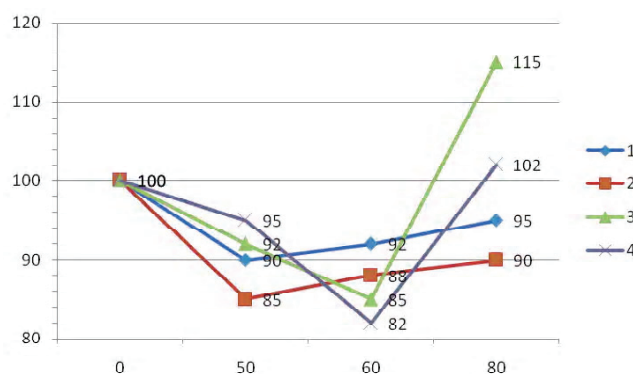
**Таблица 1** – Волокнистый состав и технические показатели исследуемых тканей

Вид ткани	Волокнистый состав		Линейная плотность пряжи (нитей), текс		Число нитей на 100 мм		Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Переплетение
	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку		
1. Репс хлопчатобумажный	пр х/б 100	пр х/б 100	18,5×2	76,9	326	136	258,0	Репсовое
2. Репс	пр х/б 100	пр х/б 100	18,5×2	76,9	327	121	242,2	Репсовое
3. Репс	пр х/б 100	пр х/б 100	18,5×2	76,9	329	119	240,0	Репсовое
4. Репс	пр х/б 100	пр х/б 100	18,5×2	76,9	330	105	230,0	Репсовое
5. Ткань хлопко-лавсановая	пр х/б 67 ВЛс33	пр х/б 67 ВЛс33	18,5×2	18,5×2	329	116	189,0	Полотняное
6. Ткань лавсановая (лавсан в нитях)	пр х/б 67 ВЛс33	пр х/б 100	29,4×2	76,9	180	120	232,0	Полотняное
7. Ткань лавсановая (лавсан в нитях)	пр х/б 60 НЛс 40	пр х/б 100	18,5+ 27,8×2	76,9	179	117	247,2	Полотняное

**Таблица 2** – Изменение прочности испытуемых отрезков тканей с полимерным покрытием при растяжении под действием тепла

Номера вариантов	Прочность на разрыв даН/м (до сушки)		Прочность на разрыв после сушки образцов при температуре, даН/м					
			50 °С		60 °С		80 °С	
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку
1	52,39	36,49	47,68	48,27	47,97	45,42	50,13	30,12
2	57,58	35,12	48,85	38,85	51,60	36,89	52,09	28,84
3	55,72	34,63	50,91	36,30	45,91	32,06	66,12	27,86
4	49,93	49,34	47,38	37,47	40,52	43,65	51,70	30,80
5	53,27	14,81	54,45	15,40	49,64	15,21	46,70	13,24
6	67,59	38,26	44,34	33,35	45,52	29,43	42,97	26,98
7	201,11	57,68	141,26	36,79	133,42	37,87	192,28	50,62
ЛГН-566 (прорезиненная ткань)*	26,19	20,31	24,72	20,20	25,80	20,80	26,09	18,54

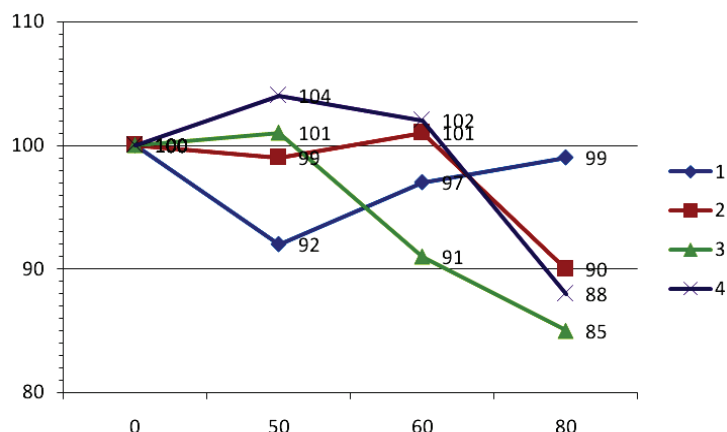
\*Примечание: ЛГН-566 базовый образец в данных исследованиях.



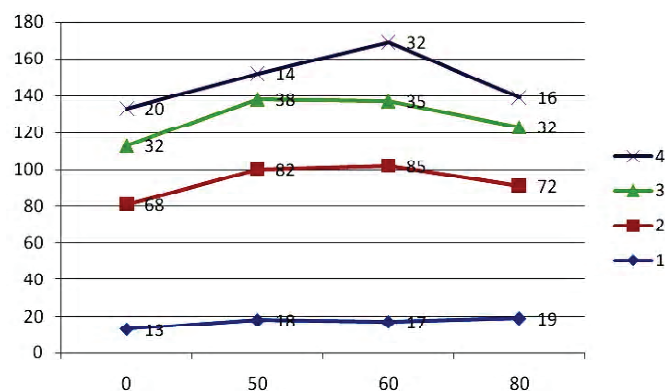
**Рисунок 1** – Изменение прочности тканей (репсы) с полимерным покрытием по основе под действием тепла: вар. 1. 2. 3. 4.

Оказывается, что при сушке опытных образцов репсов с полимерным адгезивом до 50 °С идет снижение прочности по основе. В дальнейшем, т. е., при повышении температуры сушки до 60 и 80 °С, величина снижения прочности по основе уменьшается, а для некоторых репсов наблюдается даже увеличение.

Например, для первых двух вариантов репсов понижение прочности в зависимости от температуры сушки составляет соответственно: при температуре 50 °С – 8,98 и 15,16 %, при температуре 60 °С – 8,42 и 10,39 %, и при температуре 80 °С – 4,3 и 9,54 %. Для следующих двух вариантов репсов с полимерным покрытием наблюдаются подобные изменения, а при температуре 80 °С происходит даже увеличение прочности по основе.



**Рисунок 2** – Изменение прочности тканей ЛГН-566 и вар. 5 под действием тепла (от 0 до 80 °С): 1, 2 – ЛГН по основе и утку; 3, 4 – вар. 5 по основе и утку.



**Рисунок 3** – Изменение относительного удлинения тканей (%) ЛГН-566 и вар. 5 под действием тепла (от 0 до 80 °С): 1, 2 – ЛГН-566 по основе и утку; 3, 4 – вар. 5 по основе и утку.

Изменение прочности по утку также находится в зависимости от плотности текстильных субстратов и величины температуры сушки. Однако здесь изменения носят несколько другой характер [3].

Сушка при температуре 50 °С для большинства образцов вызывает не уменьшение прочности, как это наблюдалось по основе, а наоборот, увеличение. Так, для ткани вар. 1 увеличение прочности в уточном направлении составляет 32,25 %, для репса вар. 2-го – 10,6 %, для вар. 3 – 4,8 %. Дальнейшее повышение температуры до 60 °С у первых двух вариантов репса увеличивает прочность в уточном направлении соответственно на 24,46 и 5,02 %, а у следующих двух – снижает на 5,69 % (вар. 3) и 11,53 % (вар. 4). Сушка при 80 °С у всех репсов в уточном направлении вызывает снижение прочности. Подобные изменения наблюдаются и в контрольных образцах – ЛНГ-566.

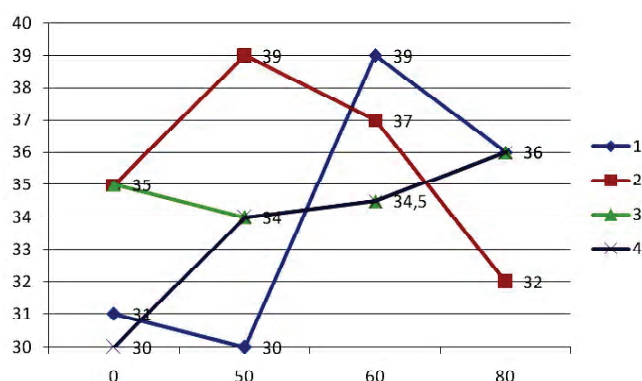
Введение в основу и уток лавсана (вар. 5) несколько стабилизирует разрывные характеристики системы в целом, т. е. размах изменения свойств под влиянием сушки меньше, чем у хлопчатобумажных репсов. Однако увеличение содержания лавсана в тканях, а также введение его в виде нитей ускоряет процесс старения. Так, в ткани вар. 3, где в основу введен лавсан в виде нитей в количестве 40 %, сушка при температуре 50 °С в течение 12 часов понижает прочность по основе на 29,75 %, а по утку – на 36,22 %. При температуре 60 °С прочность по основе у этого варианта ткани понизилась на 33,65 %, при 80 °С снижение составило всего 4,14 %.

В таблице 3 и рис. 3–5 представлены данные изменения относительного удлинения при разрыве в процессе сушки.

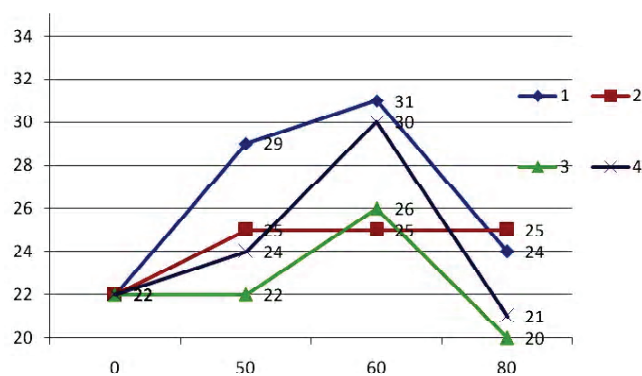
Из данных таблицы 3 и рис. 3–5 видно, что удлинение тканей по основе после сушки при различных температурах главным образом увеличивается. Причем с повышением температуры сушки прирост относительного удлинения уменьшается. Так, для репса варианта 2-го увеличение относительного удлинения при температуре 50 °С составляет 5,3 %, при температуре 60 °С – 1,9 % и при температуре 80 °С – 1,5 %, аналогичная картина.

**Таблица 3** – Изменение относительного удлинения при разрыве в процессе сушки

Номера вариантов	Относительное удлинение исходных образцов, %		Относительное удлинение в % образцов после сушки					
	по основе	по утку	50 °С		60 °С		80 °С	
			по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку
1	36,2	23,2	30,4	28,8	38,5	32,3	34,0	24,0
2	35,3	23,2	38,3	24,6	37,2	25,4	36,8	24,6
3	32,4	22,6	34,2	24,0	34,0	26,0	33,0	19,6
4	35,4	27,4	34,0	24,0	34,0	30,6	36,0	22,0
5	31,8	20,5	38,4	14,8	34,0	18,4	32,2	17,6
6	38,8	17,7	42,0	24,0	40,0	24,0	40,0	24,0
7	42,7	25,0	43,0	26,2	38,6	20,0	46,0	43,0
ЛГН-566	16,0	68,2	17,2	82,0	17,0	84,0	19,4	74,0



**Рисунок 4** – Изменение относительного удлинения тканей % (репсы) с полимерным покрытием по основе под действием тепла (от 0 до 80 °С): вар. 1, 2, 3, 4.



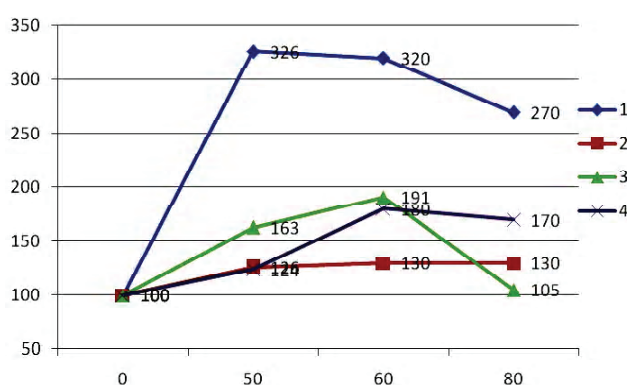
**Рисунок 5** – Изменение относительного удлинения тканей % (репсы) с полимерным покрытием по утку под действием тепла (от 0 до 80 °С): вар. 1, 2, 3, 4.

Что касается изменения относительного удлинения по утку, то здесь наблюдается следующая зависимость. В начале, т. е. при температуре сушки 50 °С, в зависимости от плотности и волокнистого состава текстильных подложек происходит увеличение или падение относительного удлинения. В дальнейшем при повышении температуры до 60 °С во всех случаях происходит увеличение удлинения, а при температуре 80 °С удлинение падает.

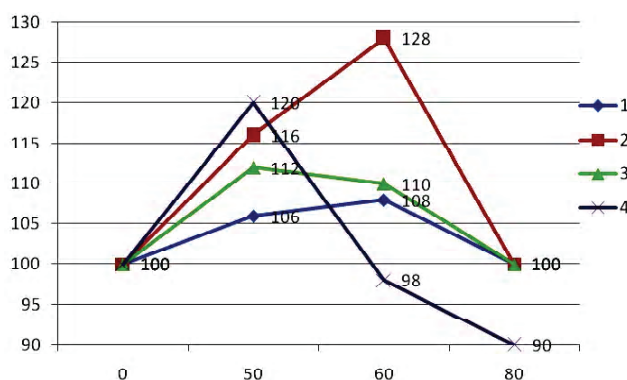
Важной характеристикой, отражающей изменение эксплуатационных свойств тканей с полимерным покрытием в процессе теплового старения, является показатель жесткости. Данные изменения этого показателя для испытуемых тканей под действием тепла приведены в таблице 4 и рис. 7–9. Из данных таблицы и рисунков видно, что жесткость всех тканей при сушке в течение 12 часов и температуре 50 °С по основе и утку увеличивается. Однако темпы повышения жесткости неодинаковы для

**Таблица 4** – Изменение показателя жесткости для испытуемых образцов тканей при сушке

Номера вариантов	Жесткость до сушки образцов, сН		Жесткость после сушки образцов при температуре, сН					
			50 °С		60 °С		80 °С	
	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6,53	4,67	7,08	5,94	7,24	7,94	6,51	7,08
2	6,55	4,74	7,65	5,96	8,51	6,80	6,51	6,80
3	6,22	4,61	7,08	5,39	7,08	5,10	6,23	5,67
4	5,90	4,21	7,08	6,80	5,71	5,67	5,34	5,94
5	5,43	5,13	8,78	6,51	10,49	9,35	6,21	8,32
6	5,33	4,41	7,65	5,94	7,37	6,67	7,08	5,67
7	9,05	5,45	9,92	5,67	9,06	6,56	9,92	6,80
ЛГН566	6,02	6,81	19,85	9,09	19,00	9,06	16,16	9,06



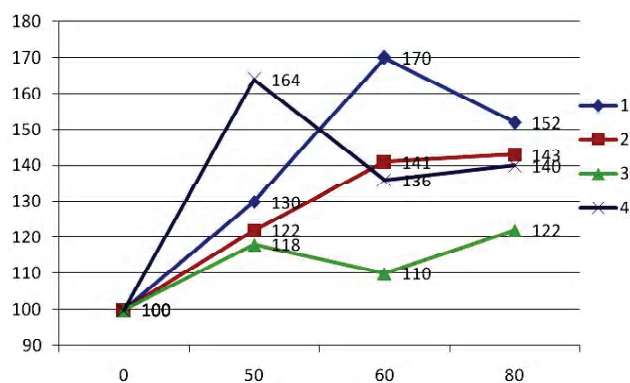
**Рисунок 6** – Изменение жесткости тканей % ЛГН-566 и вар. 5 под действием тепла (от 0 до 80 °С): 1, 2 – ЛГН-566 по основе и утку; 3, 4 – вар. 5 по основе и утку.



**Рисунок 7** – Изменение жесткости тканей % с полимерным покрытием по основе (репсы) под действием тепла (от 0 до 80 °С): вар. 1, 2, 3, 4.

разных по структуре и волокнистому составу тканей [4]. Наблюдается разница в показателях повышения жесткости по основе и утку. По утку во всех видах репсов жесткость увеличилась значительно больше, чем по основе. Например, если жесткость по основе у репса вар. 1 увеличилась на 8,4 %, то по утку этот показатель повысился на 27,3 %. Для репса вар. 4 жесткость увеличилась соответственно на 20,3 % и 61,5 %. Сушка при температуре 60 °С, как правило, способствует дальнейшему повышению жесткости по основе. Последующая сушка при более высокой температуре (80 °С) в ряде случаев приводит к снижению жесткости по отношению к первоначальному показателю.

Что касается жесткости по утку, то здесь тоже наблюдается некоторая тенденция к снижению этого показателя. Однако по отношению к данным исходных образцов, т. е. до сушки, жесткость всё ещё



**Рисунок 8** – Изменение жесткости тканей % с полимерным покрытием по утку (репсы) под действием тепла (от 0 до 80 °C): вар. 1, 2, 3, 4.

высокая. Так, для репса варианта 4 увеличение жесткости при температуре сушки 80 °C по утку составляет 41,25 %, для репса варианта 3-го – 22,9 %, для репса варианта 1 – 51,6 %, для ткани варианта 5 – 62,1 %. Интересно проследить за изменением адгезии тканей с полимерным покрытием после сушки при различных температурах. Предполагалось, что адгезия под влиянием однократных тепловых воздействий не будет претерпевать значительных изменений. Поэтому кинетика изменения адгезии изучалась на одном образце (вар. 5). Однако опыты опровергли наши первоначальные предположения. Адгезия, как и другие определяемые нами показатели, изменяется. Прочность сцепления текстильного субстрата и полимерного адгезива под воздействием тепла растет. Так, адгезия исходной системы ткань – полимерное покрытие (вар. 5) составляет по основе 9,12 сН/м, по утку, – 8,83 сН/м. После сушки при температуре 50 °C она увеличилась и составила соответственно – 12,46 и 6,98 сН/м; при температуре 60 °C данные показателя составили 9,52 и 11,09 сН/м и при температуре 80 °C прочность сцепления компонентов системы стала равной, по основе – 9,81, и по утку – 10,40 сН/м (рис. 6).

Такое изменение механических свойств систем происходит главным образом под влиянием двух факторов, во-первых, под влиянием тепла и кислорода воздуха происходит деструкция и структурирование полимерного адгезива. Причем деструкция и структурирование могут протекать одновременно и на каком-то этапе взаимно компенсироваться, благодаря чему и возникает видимость стабильности полимера [5]. В зависимости от того, какой из двух процессов преобладает, свойства изменяются по-разному. В нашем случае процесс структурирования полимерного адгезива протекает, очевидно, уже при температуре 80 °C. Во-вторых, изменяется плотность текстильных субстратов по основе и утку, что заметно сказывается на механических свойствах системы ткань – полимерное покрытие.

## ВЫВОДЫ

1. Сушка оказывает существенное влияние на изменение физико-механических свойств системы ткань – полимерное покрытие:

- прочность системы в основном направлении под воздействием одноразовых сушек понижается, величина снижения прочности находится в зависимости от плотности текстильных подложек;
- повышение температуры сушки уменьшает величину снижения прочности систем по основе;
- сушка при температуре 50 °C для большинства тканей в уточном направлении вызывает увеличение прочности, дальнейшее повышение температуры до 80 °C снижает прочность тканей по утку;
- введение в основу и уток лавсана несколько стабилизирует разрывные характеристики системы, т. е. размах изменения свойств под влиянием сушки меньше, чем у хлопчатобумажных репсов;
- увеличение содержания лавсана в тканях вначале приводит к понижению прочности, а затем к её увеличению;
- удлинение тканей по основе после сушки при различных температурах главным образом увеличивается, при этом с повышением температуры сушки процент увеличения относительного удлинения уменьшается.

2. Жесткость всех испытуемых тканей в процессе сушки увеличивается. Однако величина повышения жесткости после сушки находится в зависимости от структуры и волокнистого состава тканей:

- жесткость тканей по утку во всех случаях увеличилась значительно больше, чем по основе;
- сушка при температуре до 80 °С в ряде случаев приводит к снижению жесткости по отношению к первоначальному показателю, исключение составляют хлопколавсановые ткани;
- прочность сцепления текстильного субстрата и полимерного адгезива под воздействием тепла растет до определенного предела.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаршов В.С. Оценка износа тканей в одежде специального назначения [Текст] : (для шахтеров) : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук / (394) Шаршов Виктор Семенович / Ленингр. ин-т текстильной и легкой пром-сти им. С. М. Кирова. – Ленинград : [б. и.], 1972. – 26 с.
2. Кибзун, В. Н. Исследование эксплуатационных свойств водонепроницаемых тканей для спецодежды шахтеров [Текст] : автореф. дис. на соиск. учен. степ. к. т. н. : специальность 05.19.08 «Товароведение промышленных товаров и сырья легкой промышленности» / Кибзун Валентина Николаевна. – [М. : Институт народного хозяйства им. Г. В. Плеханова]. – 1987. – 24 с.
3. Петкевич, Е. В. Исследование эксплуатационных свойств льняных тканей [Текст] / Е. В. Петкевич, Н. П. Гарская, Н. Н. Бодяло // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции (ноябрь 2011 г., г. Витебск): в 2 ч. – Ч. 1 / УО «ВГТУ». – Витебск [б. и.], 2011. – С. 222–224.
4. Смирнова Н. А. Прогнозирование упругих свойств костюмно-платьевых льняных тканей в условиях эксплуатации [Текст] / Н. А. Смирнова, В. В. Лапшин, А. В. Горелова, Л. В. Воронова // Международ. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях» (Лен-2004). – Кострома: КГТУ, 2004. – С. 70–71.
5. Сокова Г.Г. Развитие теории и практики проектирования льняных тканей [Текст] : монография / М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Костромской гос. технологический ун-т. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2007. – 123 с.

Получено 06.12.2018

#### Д. П. ЛОЙКО, В. М. КИБЗУН, Н. П. НАГОРНА ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА ЗМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТКАНИН З ПОЛІМЕРНИМ АДГЕЗИВОМ

Державна організація вищої професійної освіти «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського»

**Анотація.** Текстильні матеріали в процесі експлуатації піддаються впливу вологи, перепаду температур, дії тепла, кисню повітря і ультрафіолету. Під їх впливом відбуваються істотні зміни в матеріалах, вони змінюють свою зносостійкість і швидко руйнуються. Тому дослідження кінетики і механізму зносу тканин під впливом вищезазначених факторів становить науковий і практичний інтерес. Це особливо важливо для тканин спеціального використання, призначених для спецодягу робітників. Дана робота присвячена дослідженню факторів зносу тканин спеціального призначення з полімерним покриттям для спецодягу робітників вугільних підприємств.

**Ключові слова:** тканини, теплові процеси, полімерне покриття, адгезія.

#### DMITRY LOIKO, VALENTINA KIBZUN, NINA NAGORNAYA THE EFFECT OF THERMAL PROCESSES ON THE CHANGE OF THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF FABRICS WITH POLYMERIC ADHESIVE

State Organization of Higher Professional Education «Mikhail Turgan-Baranovsky Donetsk National University of Economics and Trade»

**Abstract.** Textile materials in operation are exposed to moisture, temperature changes, heat, air oxygen and ultraviolet. Under their influence, there are significant changes in materials, they change their durability and quickly destroyed. Therefore, the study of the kinetics and mechanism of tissue wear under the influence of the above factors is of scientific and practical interest. This is especially important for special-purpose fabrics designed for workwear. This work is devoted to the study of the wear factors of special purpose fabrics with polymer coating for working clothes of coal enterprises.

**Key words:** fabrics, thermal processes, polymer coating, adhesion.

**Лойко Дмитрий Петрович** – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров Государственной организации высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Научные интересы: исследование потребительных свойств пластмасс, клеев и текстильных товаров.

**Кибзун Валентина Николаевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров Государственной организации высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Научные интересы: исследование потребительных свойств одежно-обувных товаров.

**Нагорная Нина Павловна** – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы непродовольственных товаров Государственной организации высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

**Лойко Дмитро Петрович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів Державної організації вищої професійної освіти «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського». Наукові інтереси: дослідження споживчих властивостей пластмас, клеїв і текстильних товарів.

**Кібзун Валентина Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів Державної організації вищої професійної освіти «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського». Наукові інтереси: дослідження споживчих властивостей одягово-взуттєвих товарів.

**Нагорна Ніна Павлівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів Державної організації вищої професійної освіти «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського». Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

**Loiko Dmitry** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Commodity Research and Expertise of Non Foodstuff Department, State Organization of Higher Professional Education «Mikhail Turgan-Baranovsky Donetsk National University of Economics and Trade». Scientific interests: research of consumer properties clothing – footwear products.

**Kibzun Valentina** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Commodity Research and Expertise of Non Foodstuff Department, State Organization of Higher Professional Education «Mikhail Turgan-Baranovsky Donetsk National University of Economics and Trade». Scientific interests: research of consumer properties clothing – footwear products.

**Nagornaya Nina** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Commodity Research and Expertise of Non Foodstuff Department, State Organization of Higher Professional Education «Mikhail Turgan-Baranovsky Donetsk National University of Economics and Trade». Scientific interests: development of effective technologies of processing of technogenic raw material in composition materials.