

Влияние климатических и экологических факторов на износостойкость текстильных материалов

П.В. Журавлева^а, Л.А. Осипенко^б

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донского государственного технического университета в г. Шахты, Российская Федерация
E-mail: ^аpolushko1841@mail.ru, ^бosipenko@aanet.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается устойчивость текстильных материалов к действию климатических и экологических факторов, а также степень влияния находящихся в атмосфере вредных примесей на деструкцию текстильных волокон.

Ключевые слова: износостойкость, климатические факторы, светопогода, волокнистый состав, изменение прочности.

Influence of Climatic and Environmental Factors on Wear Resistance of Textile Materials

P. Zhuravleva^a, L. Osipenko^b

Institute of Service Sector and Entrepreneurship (Branch)
of the Don State Technical University in Shakhty, Russian Federation
E-mail: ^apolushko1841@mail.ru, ^bosipenko@aanet.ru

Annotation. This article discusses the resistance of textile materials to climatic and environmental factors, as well as the degree of harmful impurities influence in the atmosphere on the destruction of textile fibers.

Key words: wear resistance, climatic factors, light weather, fibrous composition, strength change.

Под влиянием экологических и климатических факторов происходит процесс старения волокнистых материалов, вследствие чего происходит потеря материалом первоначальных физико-механических и других свойств [1]. При этом способность оказывать сопротивление этим факторам называют износостойкостью.

От воздействия света в текстильных материалах происходят сложные фотохимические реакции, следствием которых является разрушение материала, усиливающееся при повышении влажности и температуры окружающего воздуха, а также при наличии атмосферных кислотных осадков. При воздействии света происходит фотодеградация материалов в результате реакций окисления, разложения, синтеза и других [2]. В ряде случаев, вместе с фотохимической деструкцией происходит разрушение материала различными микроорганизмами.

Энергия для возбуждения и протекания фотохимических реакций поступает в лучах видимого света, солнечной радиации, а также в ультрафиолетовых и инфракрасных спектрах. Химически активен лишь солнечный спектр, который поглощается материалом. При исследовании степени повреждения неокрашенных текстильных материалов

было обнаружено наиболее сильное воздействие ультрафиолетовых лучей. На окрашенные материалы могут оказывать заметное действие также более длинные лучи солнечного спектра.

Ультрафиолетовые лучи являются наиболее коротковолновыми в солнечном спектре, поэтому при поглощении молекулой материала одного кванта света ей сообщается значительно больше энергии, чем при облучении видимым светом [3].

Известно, что наиболее стойкими к свету являются шерстяные, а наименее – джутовые и шелковые волокна. Это соответствует данным светостойкости различных волокон [1]. По устойчивости к действию света, волокна можно расположить в следующий ряд: нитрон, шерсть, лавсан, виол, лен, хлопок, триацетатное, ацетатное, полинозное, вискозное, капрон, спандекс, натуральный шелк, хлорин.

Светостойкость материалов зависит не только от природы составляющего их вещества, но также и от толщины, структуры, способов отделки. Например, пряжа более светостойка, чем отдельные волокна. Толстые, плотные материалы из крученых нитей теряют прочность медленнее, чем материалы тонкие, редкие из одноплеточной пряжи. Объясняется это тем, что внутренние слои толстых тканей дольше не

затрагиваются окислительными процессами [4]. По данным профессора Ф.И. Садова [5] суровые хлопчатобумажные ткани разрушаются при инсоляции меньше, чем отбеленные. Мерсеризация не только придает тканям блеск, шелковистость, лучшую окрашиваемость, но и понижает падение прочности от воздействия света и атмосферной коррозии.

Большое значение имеет окраска изделий, причем не только цвет, но и химический состав применяемых красителей. Красители, с одной стороны, ограждают полимер от деструктирующего действия солнечной радиации, с другой стороны, служат акцептором радикалов, отрывая цепные окислительные реакции [1]. Старение вызывают лучи, которые поглощаются материалом. Потому, как правило, сильнее разрушаются изделия, окрашенные в желтые, оранжевые и красные цвета, так как они больше всего поглощают ультрафиолетовые и коротковолновые фиолетовые лучи. Однако в ряде случаев решающее значение имеет химический состав красителя и тогда материал, окрашенный в разные цвета, может разрушаться практически одинаково, а изделия фиолетового или голубого цвета могут разрушаться интенсивнее, чем желтого или красного цвета, полученного красителем иного химического состава [5].

При рассмотрении проблемы светостарения окрашенных волокон следует принимать во внимание старение как красителя на волокне, так и самого материала, то есть волокна. Подобное комплексное рассмотрение диктуется соображениями практического характера и целесообразно с теоретической точки зрения. Идеальным волокнистым материалом с точки зрения его светостойкости можно считать материал с близкими и одновременно высокими значениями светостойкости волокна и красителя.

К сожалению, в настоящее время данное обстоятельство при выборе красителей для волокна учитывается крайне редко.

Фоторазрушение красителей на волокнах и самих волокон происходит во времени (кинетический процесс). Естественно, изучение основных закономерностей светостарения окрашенных волокон и отыскание путей повышения их светостойкости возможны с кинетических позиций путем выявления основных стадий процесса, установления наиболее быстрой из них, затормаживание этой самой быстрой стадии.

Несмотря на то, что такой кинетический подход широко практикуется в области катализа и ингибирования химических реакций, в теории и практике светозащиты окрашенных материалов он практически не применяется. Важно отметить, что большинство публикаций, посвященных проблеме светостойкости волокон и красителей, носят эмпирический характер, а несвоевременные представления в области фотохимии и фотоники органических веществ. До сегодняшнего дня, не существует единой, стройной теории фотовыцветания

красителей на волокне и фоторазрушения окрашенных волокон, теории, позволяющей предсказывать с достаточной достоверностью поведение волокон и красителей при облучении в зависимости от их фундаментальных свойств. Подобная теория могла бы быть создана на основе использования достижений квантовой химии и информации о химизме фоторазрушения красителей и волокнообразующих полимеров. Однако разработка квантовой химии применительна к таким сложным органическим молекулам, как молекулы красителей и макромолекулы полимеров, далека от завершения, а механизм (химизм) фотодеструкции красителей и волокон изучен только в общих чертах [6].

Для рационального использования и обеспечения надежности в эксплуатации материалов необходимо знать их стойкость к физико-химическим воздействиям, которая зависит от их волокнистого состава. Стойкость волокон к светопогоде имеет большое значение при определении возможности их использования для изготовления различных текстильных изделий, эксплуатируемых в разных климатических и экологических условиях [5].

Критерием оценки износостойкости материалов является величина падения их прочности P , %, при растяжении их до разрыва по сравнению с контрольными образцами [7], которая рассчитывается по формуле

$$P = \frac{P_k - P_n}{P_k} \cdot 100, \quad (1),$$

где P_k – прочность контрольного образца, даН;

P_n – прочность образца после эксплуатационного воздействия, даН.

Неодинаковые значения этого показателя при испытании текстильных материалов разного волокнистого состава побудили к исследованию ухудшения физико-механических свойств этих материалов после инсоляции в городах одной области – Сальске, Миллерово и Шахтах.

Отобранные образцы тканей, характеристика которых по волокнистому составу представлена в таблице 1, подвергались инсоляции [8] в течение трёх летних месяцев на открытом воздухе в городах Миллерово, Сальск и Шахты, которые находятся в разных широтах: Шахты – центр области, Миллерово – север, Сальск – юг. Города имеют разное загрязнение атмосферы и разное значение солнечной радиации (в Сальске более высокий уровень). Уровень загрязнения воздуха в городе Миллерово повышенный, в городах Сальск и Шахты – низкий [9]. Условия инсоляции указаны в таблице 2.

Что касается атмосферного воздействия, сопровождающего действие света на материалы, оно проявляется в изменении не только температурно-влажностного режима эксплуатации материалов, но и химического состава окружающей среды, который зависит от экологического состояния последней. Состав атмосферы имеет важное значение при

эксплуатации материалов на открытом воздухе и при исследовании светостойкости в естественных условиях.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха на территории Ростовской области является автотранспорт, предприятия топливно-энергетического и машиностроительного комплексов, предприятия строительной индустрии. Сохраняется

тенденция роста загрязнения атмосферного воздуха вблизи автомагистралей и на улицах городов с интенсивным движением транспорта. Росту выбросов вредных веществ в атмосферный воздух способствуют: низкое качество дорог их низкая пропускная способность, не соответствующая быстрым темпам роста автотранспортного парка, уменьшение озеленения городов [9].

Таблица 1 – Характеристика исследуемых образцов тканей по волокнистому составу

№ п/п	Волокнистый состав
1	Капрон, вискоза
2	Хлопчатобумажное волокно, лавсан
3	Вискоза
4	Ацетатное волокно
5	Ацетатное волокно, вискоза
6	Хлопчатобумажное волокно
7	Хлопчатобумажное волокно, лен
8	Хлопчатобумажное волокно, вискоза
9	Натуральный шелк
10	Хлопчатобумажное волокно

Таблица 2 – Характеристика метеорологических условий инсоляции

Место инсоляции	Время года при инсоляции	Суммарная продолжительность инсоляции, часов	Кол-во солнечных дней	Средняя дневная температура, °С	Кол-во осадков, дней
Шахты	01.06.2018 – 30.08.2018	2184	70	28,9	8
Сальск	01.06.2018 – 30.08.2018	2184	71	30,2	8
Миллерово	01.06.2018 – 30.08.2018	2184	63	27,8	11

Мониторинговые наблюдения за качеством атмосферного воздуха населенных мест на территории Ростовской области проводились на 14 стационарных постах и 44 маршрутных постах наблюдения на 17 административных территориях [9].

Учитывая специфику выбросов промышленных объектов, расположенных в области, и приоритетный вклад в загрязнение атмосферного воздуха автотранспорта, на протяжении ряда лет основными вредными примесями являются следующие загрязняющие вещества: азот диоксид, акролеин,

аммиак, ацетальдегид, ацетон, бенз(а)пирен, бензол, бутилацетат, взвешенные вещества, винилхлорид, сера диоксид, диметилбензол смесь (о-,м-, п-изомеров), марганец и его соединения (в пересчет на марганец (IV) оксид), оксид углерода, свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), серная кислота, сероводород, метилбензол, углерод, гидроксibenзол, формальдегид, фенол, гидрохлорид, хром (в пересчете на хрома (VI) оксид), этилацетат. Среднегодовые концентрации вредных примесей [9] в интересующих нас городах представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Среднегодовые концентрации вредных примесей

Примеси	Концентрация вредных примесей, мг/м ³		
	Шахты	Миллерово	Сальск
Взвешенные вещества	0,263	-	0,10
Диоксид серы	0,003	0,005	-
Оксид углерода	2,0	4,4	-
Диоксид азота	0,066	0,010	0,026
Оксид азота	0,039	0,010	-
Сероводород	0,001	0,001	-
Аммиак	-	0,030	-
Формальдегид	-	0,014	0,002
Марганец	-	-	0,001

Из загрязнений, представляющих интерес с точки зрения их влияния на светостроение окрашенных волокон, следует выделить следующие: окислы азота, двуокись серы, углекислый газ, озон и альдегиды. Все эти химически активные вещества содержатся в атмосфере, причем их содержание варьируется в широких пределах (в зависимости от того, атмосфера эта городская или в сельской местности, от расстояния места испытаний до промышленных предприятий, от географического расположения

места экспозиции, времени года и времени дня, солнечной радиации и запыленности воздуха) [6].

После испытаний текстильных материалов методом малых полосок на разрывной машине был проведен анализ прочности эталонных и подвергавшихся инсоляции образцов [10].

На рисунке 1 представлена потеря прочности материалов по основе после инсоляции, на рисунке 2 – потеря прочности по утку после инсоляции в различных городах Ростовской области.

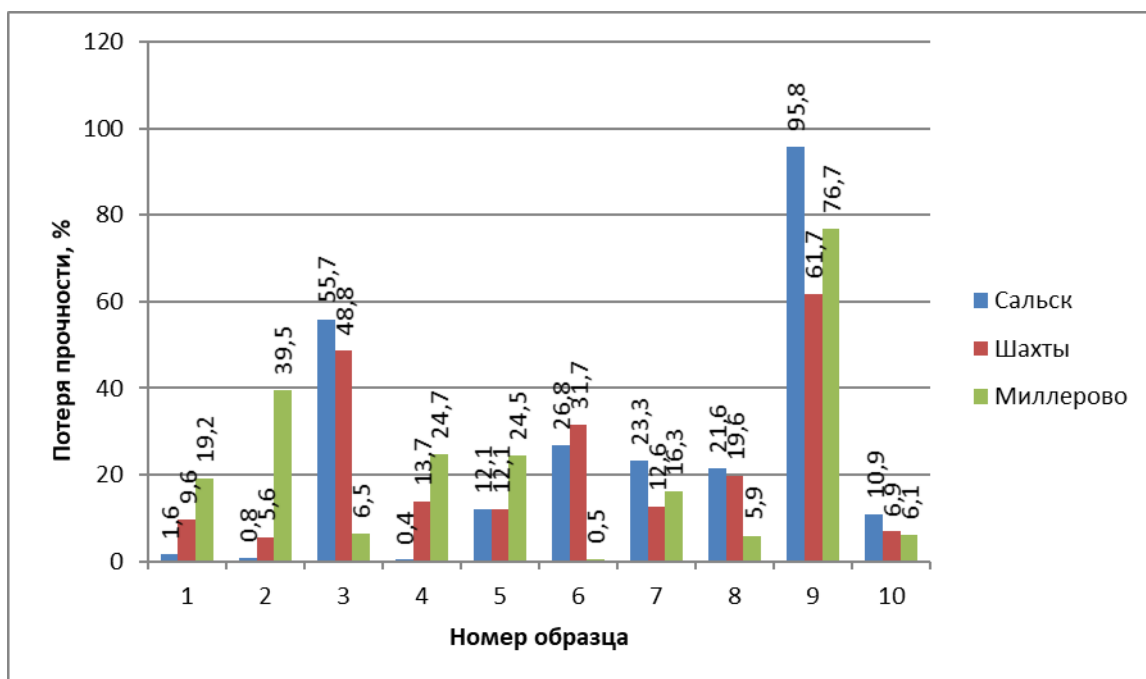


Рисунок 1 – Гистограмма потери прочности после инсоляции по основе

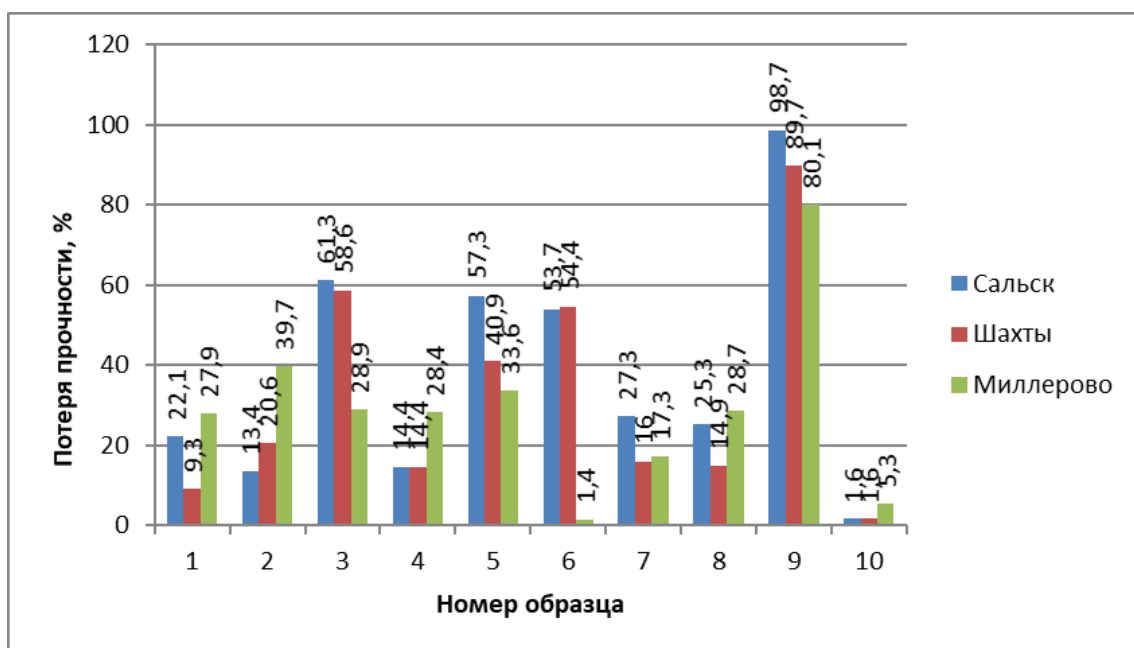


Рисунок 2 – Гистограмма потери прочности после инсоляции по утку

Оценка износостойкости материалов после инсоляции в различных районах Ростовской области, отличающихся друг от друга влажностью и интенсивностью солнечной радиации, позволяет установить требования к материалам в зависимости от территориальных условий эксплуатации одежды.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований можно сделать выводы, что климатические и экологические факторы оказывают влияние на износ текстильных материалов.

2. Выбранные города региона для исследования вопроса износостойкости от климатического и экологического состояния имеют разные уровни загрязнения атмосферы, солнечной радиации и влажности.

3. Наличие в атмосферном воздухе вредных примесей оказывает влияние на деструкцию текстильных волокон:

– содержание в атмосферном воздухе формальдегида приводит к значительному разрушению ацетатных волокон;

– содержание в атмосферном воздухе сероводорода приводит к большему разрушению полиамидных волокон;

– наличие в атмосферном воздухе аммиака способствует значительному разрушению полиэфирных волокон;

– наличие диоксида азота в атмосфере способствует снижению прочности тканей из ацетатных волокон;

– наличие диоксида серы в атмосфере приводит к снижению прочности хлопчатобумажных и вискозных тканей.

4. Повышенная радиация приводит к ухудшению свойств полиамидных и вискозных волокон, а также тканей из натурального шелка.

5. Повышенная влажность приводит к понижению износостойкости тканей из хлопкополиэфирных волокон.

6. Кроме того, для повышения износостойкости изделий, эксплуатируемых в помещениях, рекомендуется покрывать оконные стекла пленками, содержащими ультрафиолетовые абсорберы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузов, Б. А. *Материаловедение швейного производства : учебное пособие для вузов* / Б. А. Бузов, Т. А. Модестова, Н. Д. Алыменкова ; под ред. Б. А. Бузова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.

2. Кирюхин, С. М. *Текстильное материаловедение : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 260700 "Технология и проектирование текстильных изделий", 240200 "Химическая технология полимерных волокон и текстильных материалов", 071500 "Художественное проектирование изделий текстильной и легкой промышленности" и спец. 080502 "Экономика и управление на предприятии"* / С. М. Кирюхин, Ю. С. Шустов. – Москва : КолосС, 2011. – 360 с.

3. Бузов, Б. А. *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Технология и конструирование изделий легкой промышленности" по спец. "Технология швейных изделий" и "Конструирование швейных изделий" и по направлению подготовки бакалавров и магистров "Технология, конструирование изделий и материалы легкой промышленности"* / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова ; под ред. Б. А. Бузова. – Москва : Академия, 2004. – 448 с.

4. Модестова, Т. А. *Материаловедение швейного производства* / Т. А. Модестова, Л. Н. Флерова, Б. А. Бузов. – Москва : Издательство «Легкая индустрия», 1969. – 472 с.

5. Кукин, Г. Н. *Текстильное материаловедение : учебник для высших учебных заведений текстильной промышленности. Ч. 3* / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев ; под общ. ред. Г. Н. Кукина. – Москва : Легкая индустрия, 1967. – 302 с.

6. Кричевский, Г. Е. *Светостойкость окрашенных текстильных изделий* / Г. Е. Кричевский, Я. Гомбкете. – Москва : Легкая индустрия, 1975. – 168 с.

7. Бузов, Б. А. *Практикум по материаловедению швейного производства : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Технология и конструирование изделий легкой промышленности" по спец. "Технология швейных изделий" и "Конструирование швейных изделий" и по направлению подготовки бакалавров "Технология, конструирование изделий и материалы легкой промышленности"* / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. – Москва : Академия, 2004, 2003. – 416 с.

8. Кукин, Г. Н. *Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия)* / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Ростовской области в 2017 году: доклад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.61.rospotrebnadzor.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=96&layout=blog&Itemid=116. – Дата доступа: 05.11.2018.

10. Витязь, П.А. Структурные особенности алмазных порошков после поверхностного модифицирования активаторами спекания / Витязь П.А., Сенють В.Т., Жорник В.И., Парницкий А.М., Гамзелова Т.В. // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016. – № 1(30). – С. 62.

REFERENCES

1. Buzov, B. A. The was the Science of garment production / B. A. Buzov, T. A. Modestova, N. D. Alimentov ; under the editorship of B. A. Buzova. – 4th ed., rew. and additional. – Moscow : Legprombytizdat, 1986. – 424 p.
2. Kiryukhin, S. M. Textile materials science : textbook for university students studying in the areas 260700 «Technology and design of textile products», 240200 «Chemical technology of polymer fibers and textile materials», 071500 "Art design of textile and light industry products" and special. 080502 "Economics and enterprise management" / S. M. Kiryukhin, Yu. S. Shustov. – Moscow : Koloss, 2011. – 360 p.
3. Buzov, B. A. Material Science in the production of light industry products (garment production) : textbook for students / B. A. Buzov, N. D. Alymenkova ; edited by B. A. Buzov. – Moscow : publishing center "Academy", 2004. – 448 p.
4. Modestova, T. A. Material Science of sewing production / T. A. Modestova, L. N. Flerova, B. A. Buzov. – Moscow : publishing house "Light industry", 1969. – 472 p.
5. Kukin, G. N. Textile materials science. Part 3. / G. N. Kukin, A. N. Soloviev. – Moscow : Light industry, 1967. – 216 p.
6. Krichevsky, G. E. Lightfastness of dyed textiles / G. E. Krichevsky, J. Gombket. – Moscow : Light industry, 1975. – 168 p.
7. Buzov, B. A. Workshop on materials science of sewing production : studies manual for students no studies Institutions / B. A. Buzov, N. D. Alymenkova, D. G. Petropavlovsky. – Moscow : publishing center "Academy", 2003. – 416 p.
8. Kukin G. N. Textile materials science (textile fabrics and products) : studies for universities / G. N. Kukin, A. N. Solovyov, A. I. Koblyakov. – 2nd ed., rework and add. – Moscow : Legprombytizdat, 1992. – 272 p.
9. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population of the Rostov region in 2017 : report [Electronic resource]. – Access mode: http://www.61.rosпотребнадзор.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=96&layout=blog&Itemid=116. – Date of access: 05.11.2018.
10. Vityaz, P. A. Structural features of diamond powders after surface modification by sintering activators / Vityaz, P. A., Senyut, V. T., Zhornik, V. I., Parnitsky, a.m., Gamzeleva, T. V. // Bulletin of the Vitebsk state technological University. – 2016. - № 1(30). - P. 62.

SPISOK LITERATURY

1. Buzov, B. A. Materialovedenie shvejnogo proizvodstva : uchebnoe posobie dlja vuzov / B. A. Buzov, T. A. Modestova, N. D. Alymenkova ; pod red. B. A. Buzova. – 4-e izd., pererab. i dop. – Moskva : Legprombytizdat, 1986. – 424 s.
2. Kirjuhina, S. M. Tekstil'noe materialovedenie : uchebnoe posobie dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po napravlenijam 260700 «Tehnologija i proektirovanie tekstil'nyh izdelij», 240200 «Himicheskaja tehnologija polimernyh volokon i tekstil'nyh materialov», 071500 "Hudozhestvennoe proektirovanie izdelij tekstil'noj i legkoj promyshlennosti" i spec. 080502 "Jekonomika i upravlenie na predpriyatii" / S. M. Kirjuhina, Ju. S. Shustov. – Moskva : KolosS, 2011. – 360 s.
3. Buzov, B. A. Materialovedenie v proizvodstve izdelij legkoj promyshlennosti (shvejnoe proizvodstvo) : uchebnik dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po napravleniju "Tehnologija i konstruirovanie izdelij legkoj promyshlennosti" po spec. "Tehnologija shvejnyh izdelij" i "Konstruirovanie shvejnyh izdelij" i po napravleniju podgotovki bakalavrov i magistrav "Tehnologija, konstruirovanie izdelij i materialy legkoj promyshlennosti" / B. A. Buzov, N. D. Alymenkova ; pod red. B. A. Buzova. – Moskva : Akademija, 2004. – 448 s.
4. Modestova, T. A. Materialovedenie shvejnogo proizvodstva / T. A. Modestova, L. N. Flerova, B. A. Buzov. – Moskva : Izdatel'stvo «Legkaja industrija», 1969. – 472 s.
5. Kukin, G. N. Tekstil'noe materialovedenie : uchebnik dlja vysshih uchebnyh zavedenij tekstil'noj promyshlennosti. Ch. 3 / G. N. Kukin, A. N. Solov'ev ; pod obshh. red. G. N. Kukina. – Moskva : Legkaja industrija, 1967. – 302 s.
6. Krichevskij, G. E. Svetostojkost' okrashennyh tekstil'nyh izdelij / G. E. Krichevskij, Ja. Gombkete. – Moskva : Legkaja industrija, 1975. – 168 s.
7. Buzov, B. A. Praktikum po materialovedeniju shvejnogo proizvodstva : uchebnoe posobie dlja studentov vuzov, obuchajushhihsja po napravleniju "Tehnologija i konstruirovanie izdelij legkoj promyshlennosti" po spec. "Tehnologija shvejnyh izdelij" i "Konstruirovanie shvejnyh izdelij" i po napravleniju podgotovki bakalavrov "Tehnologija, konstruirovanie izdelij i materialy legkoj promyshlennosti" / B. A. Buzov, N. D. Alymenkova, D. G. Petropavlovskij. – Moskva : Akademija, 2004, 2003. – 416 s.
8. Kukin, G. N. Tekstil'noe materialovedenie (tekstil'nye polotna i izdelija) / G. N. Kukin, A. N. Solov'ev, A. I. Koblyakov. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva : Legprombytizdat, 1992. – 272 s.
9. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija Rostovskoj oblasti v 2017 godu : doklad [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : http://www.61.rosпотребнадзор.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=96&layout=blog&Itemid=116. – Data dostupa: 05.11.2018.

10. Vityaz', P.A. Strukturnye osobennosti almaznyh poroshkov posle poverhnostnogo modifitsirovaniya aktivatorami spevaniya / Vityaz' P.A., Senyut' V.T., ZHornik V.I., Parnickij A.M., Gamzeleva T.V. // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta . — 2016. — № 1(30). — S. 62.

Статья поступила в редакцию 28.11.2019