Поступила в редакцию *07.10.2025*

УДК 677.017 DOI: 10.37816/2713-0789-2026-6-1(19)-138-145

Исследование влияния естественной светопогоды на механические свойства тканей верха одежды для защиты от пониженных температур

З. Н. Османов[*,1], А. В. Курденкова[*], Я. И. Буланов[*]

[*]Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния естественной светопогоды на механические характеристики тканей верха различного происхождения и состава. Проведён сравнительный анализ изменения разрывной нагрузки, удлинения при разрыве и раздирающей нагрузки образцов после воздействия контролируемых климатических факторов. Установлены корреляции между степенью деградации свойств и исходными структурными параметрами материалов. Результаты показывают статистически значимое снижение прочности и увеличение хрупкости всех исследуемых тканей, при этом величина изменений варьируется в зависимости от сырьевого состава, плотности и наличия защитного покрытия.

Ключевые слова

Ткань, светопогода, разрывная нагрузка, раздирающая нагрузка, удлинение, полиэфирные нити, защитное покрытие.

Введение

Эксплуатационные свойства тканей верха одежды для защиты от пониженных температур в значительной степени определяются их устойчивостью к воздействию внешних факторов, среди которых особое место занимает комплексное влияние солнечной радиации, температуры и влажности, то есть светопогоды. Такое длительное воздействие приводит к фотоокислительной деструкции полимерных цепей филаментов нитей, что проявляется в снижении механической прочности, изменении эластичности и ухудшении целостности материала. Целью данного исследования являлась количественная оценка изменения ключевых прочностных характеристик тканей на основе полиэфирных нитей после старения от действия естественной светопогоды [1-6].

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования использовались семь образцов тканей верха (таблица 1), различающихся страной-производителем (Россия, Корея, Китай), сырьевым составом (100 % ПЭ, 95 % ПЭ /

[1] *Для переписки:*
Email: osmanov-zn@rguk.ru

5 % эластан), толщиной (0.34–0.53 мм), поверхностной плотностью (180–250 г/м^2) и наличием водоотталкивающего полиуретанового покрытия. Все образцы имели полотняное переплетение. Структурные характеристики определялись по стандартным методикам [6-9].

Образцы помещались на открытом пространстве на стенде под углом 45° к горизонту без приложения растягивающих усилий. Длительность воздействия составила 6 месяцев с ноября по апрель.

До и после воздействия на испытательной системе Инстрон серии 4411 определялись следующие показатели:

1. Разрывная нагрузка (Н) и разрывное удлинение (мм) [10].

2. Раздирающая нагрузка (Н) двумя методами: с одним продольным разрезом [10] и по методу гвоздя [7].

Рассчитывалось процентное изменение каждого показателя после воздействия светопогоды.

Результаты

Результаты испытаний представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 1 — Структурные характеристики тканей верха

Наименование показателей	**Образец 1**	**Образец 2**	**Образец 3**	**Образец 4**	**Образец 5**	**Образец 6**	**Образец 7**
Страна-производитель	Россия	Россия	Россия	Россия	Корея	Китай	Китай
Сырьевой состав	100% ПЭ						95 % ПЭ 5 % Эластан
Вид переплетения	Полотняное						
Толщина ткани, мм	0.42	0.38	0.45	0.34	0.4	0.53	0.47
Поверхностная плотность, г/м^2	220	190	210	180	200	250	230
Плотность ткани по основе, число нитей / 10 см	310	380	350	330	320	350	340
Плотность ткани по утку, число нитей / 10 см	310	380	350	330	320	350	340
Линейная плотность нитей основы, текс	35	25	30	28	32	35	35
Линейная плотность нитей утка, текс	35	25	30	28	32	35	35
Водоотталкивающее покрытие	Полиуретановое			Нет	Полиуретановое		Нет

Таблица 2 — Результаты определения разрывной нагрузки и удлинения тканей верха

Образцы	Направление ткани	Разрывная нагрузка, Н	Разрывная нагрузка после действия светопогоды, Н	Изменение разрывной нагрузки после действия светопогоды, %	Разрывное удлинение, мм	Разрывное удлинение после действия светопогоды, мм	Изменение разрывного удлинения после действия светопогоды, %
1	Основа	1820	1692	7.1	29.3	26.6	9.2
	Уток	1707	1588	6.9	20.1	18.2	9.5
2	Основа	1158	999	13.7	35.7	30.4	14.8
	Уток	915	797	12.9	38.3	33.8	11.7
3	Основа	1512	1285	15.0	37.3	30.3	18.8
	Уток	1241	1066	14.1	27.3	23.2	15.0
4	Основа	878	714	18.7	32.3	25.6	20.7
	Уток	859	719	16.3	24.7	19.5	21.1
5	Основа	1163	989	14.9	48.5	42.6	12.2
	Уток	1045	911	12.8	48.8	41.7	14.5
6	Основа	1638	1449	11.5	52.6	44.2	16.0
	Уток	1520	1375	9.5	53.6	46.4	13.4
7	Основа	1346	1122	16.7	74.8	65.5	12.4
	Уток	1292	1112	14.0	78.5	64.5	17.8

Таблица 3 — Результаты определения раздирающей нагрузки тканей верха

Образцы	Направление ткани	Раздирающая нагрузка образцов с одним продольным разрезом, Н	Раздирающая нагрузка образцов с одним продольным разрезом после действия светопогоды, Н	Изменение раздирающей нагрузки образцов с одним продольным разрезом после действия светопогоды, Н	Раздирающая нагрузка образцов по методу гвоздя, Н	Раздирающая нагрузка образцов по методу гвоздя после действия светопогоды, Н	Изменение раздирающей нагрузки образцов по методу гвоздя после действия светопогоды, Н
1	Основа	87.4	75.3	13.8	155.3	142.8	8.0
	Уток	79.6	71.0	10.8	143.2	135.3	5.5
2	Основа	58.3	48.7	16.5	93.6	82.9	11.4
	Уток	56.7	47.9	15.5	85.1	77.2	9.3
3	Основа	65.2	53.6	17.8	112.7	97.1	13.8
	Уток	53.6	45.2	15.7	96.4	83.9	13.0
4	Основа	43.7	33.4	23.6	78.9	65.5	17.0
	Уток	31.3	25.4	18.8	72.7	61.4	15.5
5	Основа	58.5	50.3	14.0	83.4	71.8	13.9
	Уток	48.1	42.0	12.7	79.6	69.4	12.8
6	Основа	75.3	64.5	14.3	147.6	133.9	9.3
	Уток	67.0	58.1	13.3	139.4	128.7	7.7
7	Основа	67.9	55.9	17.7	133.5	112.1	16.0
	Уток	62.8	52.3	16.7	127.3	110.2	13.4

Анализ данных таблицы 2 показывает, что воздействие светопогоды привело к снижению разрывной нагрузки у всех образцов. Наименьшее снижение по основе (7.1 %) и утку (6.9 %) зафиксировано у образца 1 (Россия, 100 % ПЭ, с полиуретановым покрытием, наибольшая плотность по основе/утку — 310 нитей/10 см). Наибольшая деградация прочности по основе (18.7 %) наблюдалась у образца 4 (Россия, 100 % ПЭ, без покрытия, наименьшая толщина и поверхностная плотность).

Разрывное удлинение также уменьшилось, причём процент снижения зачастую превышал процент потери прочности. Максимальное падение удлинения по основе (20.7 %) и утку (21.1 %) отмечено у того же образца 4. Это свидетельствует об увеличении хрупкости материала после фотостарения. Образец 7, содержащий эластан, показал высокие значения удлинения, но также значительное их снижение после воздействия (до 17.8 %).

Данные таблицы 3 подтверждают общую тенденцию к ухудшению свойств. Метод с одним разрезом, более чувствительный к началу разрушения, показал большее процентное снижение нагрузки (до 23.6% у образца 4 по основе), чем метод гвоздя (максимум 17.0% у того же образца). Это указывает на снижение способности материала перераспределять локальные нагрузки из-за потери эластичности и прочности нитей. Образцы с более высокой исходной плотностью и наличием покрытия (1, 6) демонстрировали лучшую сохранность сопротивления раздиранию.

Наибольшее негативное влияние светопогоды испытывали образцы с меньшей поверхностной плотностью и плотностью по основе/утку, а также без защитного полиуретанового покрытия. Покрытие дополнительно увеличивает механические свойства тканей и снижает воздействие УФ-излучения и влаги. Образцы азиатского производства (5–7) показали результаты, связанные с различиями в технологии производства и модификации нитей, а не только с сырьевым составом.

Обсуждение полученных результатов

Воздействие естественной светопогоды приводит к статистически значимому изменению прочностных свойств всех исследуемых тканей верха, проявляющейся в снижении разрывной и раздирающей нагрузки, а также уменьшении удлинения при разрыве.

Результаты показали, что степень изменения свойств не является равномерной и определяется исходными структурными характеристиками материала. Наибольшую устойчивость продемонстрировали ткани с повышенной плотностью переплетения (более 300 нитей/10 см) и наличием полиуретанового защитного покрытия, которое выполняет функцию частичного барьера для агрессивных факторов. У этих образцов снижение разрывной и раздирающей нагрузки не превышало 10–14 %, а уменьшение удлинения оставалось в пределах 9–13 %.

Напротив, образцы с низкой поверхностной плотностью и отсутствием защитного покрытия проявили значительную потерю эксплуатационных качеств: падение разрывной нагрузки достигло 18–19 %, а раздирающей — 23–24 %. Особенно показательным является существенное (до 20-21 %) снижение разрывного удлинения, что указывает на переход материала в более хрупкое состояние и снижение его способности к деформации без разрушения.

Для обеспечения долговечности изделий из синтетических тканей верха, эксплуатирующихся в условиях интенсивной инсоляции и перепадов влажности,

целесообразно выбирать материалы с высокой плотностью переплетения, стабилизированные к УФ-излучению и имеющие защитные функциональные покрытия.

Заключение

Проведённое исследование позволило установить количественное влияние естественной светопогоды на комплекс прочностных характеристик полиэфирных тканей верха. Полученные данные свидетельствуют о закономерном ухудшении механических свойств всех образцов после естественной светопогоды, что подтверждает гипотезу о развитии фотоокислительной деструкции полимерных филаментов комплексных нитей под действием УФ-излучения, температуры и циклического увлажнения.

Полученные зависимости позволяют сформулировать практические рекомендации для выбора материалов, предназначенных для длительной эксплуатации в условиях интенсивной инсоляции и переменной влажности. Для минимизации последствий светового старения целесообразно отдавать предпочтение тканям с высокой плотностью, стабилизированным к УФ-воздействию, и обязательно использовать материалы с функциональными защитными покрытиями.

Проведённая работа может служить основой для дальнейших исследований, направленных на изучение влияния конкретных компонентов покрытий и модифицирующих добавок в волокне на устойчивость тканей к комплексным атмосферным воздействиям, а также для разработки нормативных требований к ресурсу материалов специального назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Шустов Ю. С., Курденкова А. В., Плеханова С. В. Текстильные материалы технического и специального назначения: монография. М.: ФГБОУ ВПО "МГТУ им. А. Н. Косыгина", 2012. 150 с.

[2]. Балашова Я. П. и др. Оценка изменения механических свойств функционально-окрашенных тканей после действия естественной светопогоды. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 2024, № 5(413), с. 53-57.

DOI: 10.47367/0021-3497_2024_5_53

[3]. Курденкова А. В., Буланов Я. И. Материалы для специальной одежды. М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2023. 217 с.

[4]. Буланов Я. И., Курденкова А. В. Исследование свойств тканей с полимерной мембраной. М.: РГУ им. А. Н. Косыгина, 2023. 146 с.

[5]. Гуренко М. Г., Курденкова А. В. Исследование влияния естественной инсоляции на стойкость к механическим воздействиям сигнальных жилетов. *Сборник научных трудов, посвященный 75-летию кафедры Материаловедения и товарной экспертизы* / под ред. Ю. С. Шустова, Я. И. Буланова, А. В. Курденковой. М., 2019, с. 37–40.

[6]. Курденкова А. В., Шустов Ю. С., Буланов Я. И. Установление взаимосвязи между временем действия искусственной и естественной светопогоды на параарамидные ткани. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 2018, № 2(374), с. 117–119.

[7]. Шустов Ю. С., Кирюхин С. М. Текстильное материаловедение и управление качеством: учебник. М.: ИНФРА-М, 2022. 384 с.

[8]. Кирюхин С. М., Плеханова С. В. Оценка, контроль и управление качеством текстильных материалов: учебное пособие / под общ. ред. С. М. Кирюхина. СПб.: Лань, 2022. 428 с.

DOI: 10.12737/1079228

[9]. Давыдов А. Ф. и др. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности: учебное пособие. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. 384 с.

[10]. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. М.: ИПК Издательство стандартов, 1973. 50 с.

Османов Заур Нурбиевич — старший преподаватель кафедры энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности, Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Российская Федерация, 119071, Москва, Малая Калужская ул., д. 1).

Курденкова Алла Вячеславовна — канд. техн. наук, доцент кафедры Материаловедения и товарной экспертизы, Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Российская Федерация, 119071, Москва, Малая Калужская ул., д. 1).

Буланов Ярослав Игоревич — канд. техн. наук, доцент кафедры Материаловедения и товарной экспертизы, Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Российская Федерация, 119071, Москва, Малая Калужская ул., д. 1).

A study of the effect of natural light on the mechanical properties of upper fabrics for protective clothing from low temperatures

Z. N. Osmanov[*,1], A. V. Kurdenkova[*], Ya. I. Bulanov[*]

**The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia*

Abstract

This article presents the results of an experimental study examining the effects of natural light on the mechanical properties of upper fabrics of various origins and compositions. A comparative analysis was conducted of changes in breaking load, elongation at break, and tear load of samples after exposure to controlled climatic factors. Correlations were established between the degree of degradation of properties and the initial structural parameters of the materials. The results demonstrate a statistically significant decrease in strength and an increase in brittleness for all fabrics studied, with the magnitude of the changes varying depending on the raw material composition, density, and the presence of a protective coating.

Keywords

Fabric, weather resistance, breaking load, tearing load, elongation, polyester threads, protective coating.

REFERENCES

[1]. Shustov Yu. S., Kurdenkova A. V., Plekhanova S. V. Tekstil'nye materialy tekhnicheskogo i spetsial'nogo naznacheniya: monografiya [Textile materials for technical and special purposes: monograph]. Moscow: FGBOU VPO "MGTU im. A. N. Kosygina" [Moscow State University of Design and Technology], 2012, 150 p. (In Russ.)

[2]. Balashova Ya. P. et al. Otsenka izmeneniya mekhanicheskikh svoystv funktsional'no-okrashennykh tkaney posle deystviya estestvennoy svetopogody [Assessment of changes in mechanical properties of functionally dyed fabrics after exposure to natural weather conditions]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Technology of Textile Industry], 2024, no. 5(413), pp. 53-57. (In Russ.)

DOI: 10.47367/0021-3497_2024_5_53

[3]. Kurdenkova A. V., Bulanov Ya. I. Materialy dlya spetsial'noy odezhdy [Materials for special clothing]. Moscow: RGU im. A. N. Kosygina [Kosygin Russian State University], 2023, 217 p. (In Russ.)

[4]. Bulanov Ya. I., Kurdenkova A. V. Issledovanie svoystv tkaney s polimernoy membranoy [Investigation of the properties of fabrics with polymer membrane]. Moscow: RGU im. A. N. Kosygina [Kosygin Russian State University], 2023, 146 p. (In Russ.)

[5]. Gurenko M. G., Kurdenkova A. V. Issledovanie vliyaniya estestvennoy insolyatsii na

[1] *Corresponding author:*
Email: osmanov-zn@rguk.ru

stoykost' k mekhanicheskim vozdeystviyam signal'nykh zhiletov [Study of the influence of natural insolation on the resistance to mechanical influences of signal vests]. *Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyy 75-letiyu kafedry Materialovedeniya i tovarnoy ekspertizy* [Collection of scientific papers dedicated to the 75th anniversary of the Department of Materials Science and Commodity Expertise]. Ed. by Yu. S. Shustov, Ya. I. Bulanov, A. V. Kurdenkova. Moscow, 2019, pp. 37-40. (In Russ.)

[6]. Kurdenkova A. V., Shustov Yu. S., Bulanov Ya. I. Ustanovlenie vzaimosvyazi mezhdu vremenem deystviya iskusstvennoy i estestvennoy svetopogody na paraaramidnye tkani [Establishing the relationship between the exposure time of artificial and natural weather conditions on para-aramid fabrics]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Technology of Textile Industry], 2018, no. 2(374), pp. 117-119. (In Russ.)

[7]. Shustov Yu. S., Kiryukhin S. M. Tekstil'noe materialovedenie i upravlenie kachestvom: uchebnik [Textile materials science and quality management: textbook]. Moscow: INFRA-M, 2022, 384 p. (In Russ.)

[8]. Kiryukhin S. M., Plekhanova S. V. Otsenka, kontrol' i upravlenie kachestvom tekstil'nykh materialov: uchebnoe posobie [Assessment, control and quality management of textile materials: textbook]. Ed. by S. M. Kiryukhin. St. Petersburg: Lan', 2022, 428 p. (In Russ.)

DOI: 10.12737/1079228

[9]. Davydov A. F. et al. Tekhnicheskaya ekspertiza produktsii tekstil'noy i legkoy promyshlennosti: uchebnoe posobie [Technical expertise of textile and light industry products: textbook]. Moscow: FORUM: INFRA-M, 2021, 384 p. (In Russ.)

[10]. GOST 3813-72. Materialy tekstil'nye. Tkani i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnykh kharakteristik pri rastyazhenii [State Standard 3813-72. Textile materials. Fabrics and piece goods. Methods for determining tensile breaking characteristics]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 1973, 50 p. (In Russ.)

Osmanov Z. N. — Senior Lecturer, Department of Energy and Resource Efficient Technologies, Industrial Ecology and Safety, The Kosygin State University of Russia (Malaya Kaluzhskaya st., 1, Moscow, 119071, Russian Federation).

Kurdenkova A. V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Department of Materials Science and Commodity Expertise, The Kosygin State University of Russia (Malaya Kaluzhskaya st., 1, Moscow, 119071, Russian Federation).

Bulanov Ya. I. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Department of Materials Science and Commodity Expertise, The Kosygin State University of Russia (Malaya Kaluzhskaya st., 1, Moscow, 119071, Russian Federation).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Исследование влияния естественной светопогоды на механические свойства тканей верха одежды для защиты от пониженных температур / З. Н. Османов, А. В. Курденкова, Я. И. Буланов // Промышленные процессы и технологии. 2026. Т. 6. № 1(19). С. 138 – 145.

DOI: 10.37816/2713-0789-2026-6-1(19)-138-145

Please cite this article as:

Osmanov Z. N., Kurdenkova A. V., Bulanov Ya. I. A study of the effect of natural light on the mechanical properties of upper fabrics for protective clothing from low temperatures. Industrial processes and Technologies, 2026, vol. 6, no. 1(19). pp. 138 – 145.

DOI: 10.37816/2713-0789-2026-6-1(19)-138-145