

Исследование влияния поверхностной плотности и условий циклического промерзания на устойчивость к истиранию специальных водоотталкивающих текстильных материалов

Е.Б. Стефанова, И.В. Черунова, Л.А. Осипенко

Донской государственный технический университет (г. Шахты)

Аннотация: Статья посвящена изучению устойчивости к истиранию специальных текстильных материалов в условиях циклического промерзания. Разработана методика исследования специальных водоотталкивающих текстильных материалов для выявления их прочностных характеристик к истиранию в зависимости от их плотности и воздействия циклического промерзания. Представлены экспериментальные исследования трех групп образцов материалов с учетом их поверхностной плотности и волокнистого состава (натуральные, смесовые и синтетические). Исследовано влияние времени циклического промерзания на устойчивость к истиранию специальных текстильных материалов.

Ключевые слова: текстильные материалы, устойчивость к истиранию, износ, циклическое промерзание.

Усталость материала – это процесс постепенного аккумулялирования повреждений под действием определённой нагрузки (часто циклической), приводящей к изменению свойств материала, потере прочности и постепенному разрушению материала [1].

При эксплуатации одежды материалы теряют свои исходные свойства. Данный процесс называется потерей прочности, а его результатом является износ, который приводит к разрушению структуры или потере свойств материалов [2]. Выделяют два вида износа:

- местный износ представляет собой повреждение отдельных участков материала, но сохраняет прочность изделия в целом;
- общий износ - это процесс влияния группы факторов, таких как истирание, разрыв, растяжение, изгиб, сжатие[2].

Прочность материалов непосредственно зависит от их состава и свойств, следовательно, при снижении температуры текстильные волокна значительно меняют механические свойства.

Истирание – один из основных видов механического воздействия, которое материал испытывает при эксплуатации швейных изделий. В условиях пониженных температур устойчивость тканей к истиранию изменяется. Так, при понижении температуры от +20 до -70 °С выносливость хлопчатобумажных тканей и тканей из полиамидных нитей снижается. Следует отметить, что показатель выносливости при истирании ткани из полиамидных нитей в нормальных условиях (температура + 20 °С) значительно превосходит этот показатель для других тканей, поэтому несмотря на резкое снижение выносливости материалов в условиях пониженных температур абсолютный показатель ее при температуре -70 °С остается достаточно высоким [3].

Ткани из полиэфирных текстурированных нитей при понижении температуры до -70 °С снижают устойчивость к истиранию (на 10—15%). По абсолютному значению этот показатель для материалов из полиэфирных текстурированных нитей значительно выше, чем для состава из полиамидных нитей [4].

В работах [5] изучены прочностные характеристики при истирании поверхности материалов и рассмотрены факторы, влияющие на показатели износостойкости с учетом низких температур [6,7]. На основе проанализированных разработок можно сделать вывод, что данные решения во многом реализуют важные задачи по исследованию свойств материалов, но не учитывают процессы потери их прочности в целом для режимов многократного циклического промерзания. Режимы эксплуатации одежды на холоде подразумевают чередующиеся температурные нагрузки и практически постоянные механические, приводящие к износу материалов и потере её запаса прочности по ряду показателей. В работе автора [8] представлено исследование изменения устойчивости к истиранию после различных периодов воздействий низких температур, показана зависимость

циклов истирания от температуры с предварительным вымачиванием образцов в морской соли. Данное исследование соотносится по тематике, но не рассматривает усталость материалов при многократном циклическом промерзании. В работе [9] приведено исследование эквивалентных напряжений, возникающих при индентировании (релаксация свойств материалов), и показана возможность применения на практике широко используемого метода исследования «скретч-тест для оценки механических свойств поверхности. Предложен пример практической реализации указанного способа, описана возможность определения механических свойств материала поверхности методом «скретч-тест» после различной упрочняющей обработки и нанесения функциональных покрытий [9]. Данный метод может быть применен для определения прочности характеристик материалов при циклическом промерзании.

Целью работы является исследование влияния многократного циклического промерзания на устойчивость к истиранию текстильных материалов с водоотталкивающими отделками в зависимости от их исходной поверхностной плотности.

Задачами исследования являются:

- разработка методики исследования показателей износостойкости к истиранию материалов в результате многократного циклического промерзания;
- экспериментальные исследования специальных текстильных материалов с учетом режима циклического промерзания и типизации материалов по их поверхностной плотности.

С целью формирования выборки исследуемых образцов были проанализированы характеристики современных текстильных материалов, применяемых в условиях низких температур. При проектировании специальной одежды необходимо учитывать требования ГОСТ 11209-2014

Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний, в соответствии с которым главным критерием отбора образцов определена поверхностная плотность, составляющая от 180 г/м² до 300 г/м². С учетом проведенного анализа специальных материалов на основе ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний была предложена корректировка граничных значений групп по поверхностной плотности, и выделено 3 группы материалов: смесовые, синтетические, натуральные, каждая из которых делится на подгруппы. На основе представленных критериев группировки разработана ассортиментная выборка специальных текстильных материалов для исследований, представленная в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики выборки специальных текстильных материалов,
сгруппированных с учетом их поверхностной плотности

№ п/п	Наименование материала	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м ²	Отделка*	Производитель
Смесовые ткани					
I – (190-220 г/м ²)					
1	Грета - М8С60	хлопок - 20, полиэфир – 80	190	ВО	ООО «Моготекс», Беларусь
Смесовые ткани					
II – (245-300 г/м ²)					
2	Премьер - комфорт 250 А	хлопок - 80, полиэфир – 20	255	ВО	Чайковский текстиль, Пермь
Синтетические					
I – (180-220 г/м ²)					
3	Дьюспа 240 PU Milky	100% полиэстер	196	ВО	Сяншен текстиль, Китай
4	Jordan	100% полиэстер	220	ВО	Сяншен текстиль, Китай
5	Ткань Оксфорд 210	100% полиэстер	210	ВО	Сяншен текстиль, Китай.

Синтетические					
II – (240-285 г/м ²)					
6	Polu princ	100% полиэстер	255	ВО	Wujiang Hengrun Weaving Manufacturing Factory, Китай
7	Оксфорд 610 WR PU	100% полиэстер	240	ВО	Сяншен текстиль, Китай
Натуральные					
II – (240-280 г/м ²)					
8	Саржа С-14-20Д	Хлопок -100%	240	ВО	ООО «Моготекс», Беларусь

Истирание - это процесс разрушения материала под действием трения, приводящий к ухудшению свойств текстильных изделий в процессе их эксплуатации [10]. Механизм разрушения структуры материала идет постепенно, в результате приводит к необратимым изменениям в структуре.

Выделяют три основных стадии деструкции материала при истирании [10]:

1 стадия – на поверхность материала при истирании выходят отдельные волокна (процесс разрушения за счет деформации волокон);

2 стадия – на поверхность материала при истирании выходят волокна (затухающий процесс за счет интенсивного расшатывания структуры);

3 стадия – удаление из структуры материала отдельных волокон за счет разрушенных участков нитей (разрушение структуры материала, процесс протекает быстро).

В настоящее время приборы, на которых проводятся исследования истирания материалов, соответствуют характеру истирания в условиях эксплуатации. Из широкого спектра существующих абразивов, применяемых для исследования материалов, как правило, используют мягкие абразивы

типа суконных тканей. Они приближены по характеру разрушения материала к тому, который наблюдается у тканей во время носки [11].

Исследования процесса истирания ассортимента материалов для специальной одежды проводятся для неориентированного истирания по плоскости на приборе УГН – 1 по ГОСТ 18976-73 Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. С помощью данного прибора определяют стойкость к истиранию хлопчатобумажных, шелковых и смешанных тканей, что соответствует ГОСТ 18976-73 Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. Для испытания мягким абразивом из материала вырезают пробы в виде кружков диаметром 90 ± 1 мм по 5 проб каждого материала. Образцы подвергают предварительному циклическому промерзанию. Испытания проводятся в три этапа: промерзания по 64 минуты и 10 минут отдыха, при температуре -25 °С. Данные условия взяты для нормирования циклических нагрузок промерзания материалов.

Устойчивость ткани к истиранию определяется числом циклов вращения головки прибора до образования дыры. За конечный результат принимают среднее значение результатов всех испытываемых образцов одного артикула материала с точностью до 0,1 цикла и округляют до целых единиц.

В соответствии с разработанной методикой были проведены экспериментальные исследования группы образцов материалов (натуральных, синтетических и смесовых), подверженных циклическому охлаждению, и получены зависимости циклов истирания от поверхностной плотности, представленные на рис.1.

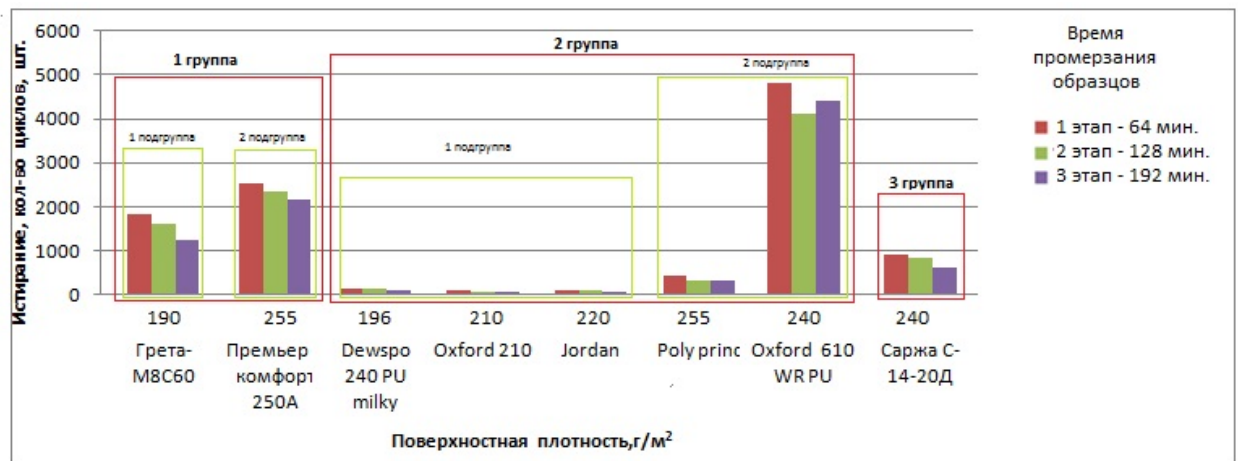


Рис.1. – Влияние времени циклического промерзания и поверхностной плотности на устойчивость к истиранию специальных водоотталкивающих текстильных материалов

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что современные текстильные материалы показывают различную степень устойчивости к истиранию под воздействием циклического промерзания с учетом разработанной методики. В группе смесовых материалов при циклической нагрузке холода первая подгруппа материалов (с поверхностной плотностью 190-220 г/м²) на начальном этапе увеличивает свои показатели до 1860 циклов, а затем теряет их в процессе двух последующих этапов за счет увеличения времени промерзания в соответствии разработанной методикой. Вторая подгруппа материалов (с поверхностной плотностью от 245-300 г/м²) на начальном этапе также увеличивает прочностные показатели до 2520 циклов, а затем теряет их за счет увеличения времени промерзания в соответствии разработанной методикой.

В группе синтетических материалов процесс потери прочности также изменяется в зависимости от времени промерзания: при циклической нагрузке в первой подгруппе (с плотностью 180-220 г/м²) протекает на максимальном значении 300 циклов, а затем теряет свои свойства. А во второй подгруппе (с плотностью 240-285 г/м²) показатели достигают

максимальных значений на 4500 циклов истирания, показывая высокие показатели износостойкости.

Группа натуральных материалов (с плотностью 240-280 г/м²) на начальном этапе достигает 980 циклов, затем теряет свои свойства в процессе трех этапов циклического промерзания.

Таким образом, при однородном волокнистом составе материала исследуемые образцы под влиянием циклического промерзания и увеличением времени цикла показывают усталость материала и впоследствии разрушение его структуры.

Литература

1. Щербаков В.П. Очерк о механике нити // Научно-технический журнал. Технология текстильной промышленности. Издание Ивановской государственной текстильной академии. 2007, №6 (303). С. 86-90.

2. Черунова И.В., Стефанова Е.Б., Князева С.В., Медведева О.П., Юстина Н.И. Исследование поверхностных свойств волокнистых материалов с учетом климатических условий средовых пространств строительных объектов // Инженерный вестник Дона, 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5164

3. Al-Monsur M.A., Bardl G., Cherif C. Evaluation of adhesive binders for the development of yarn bonding for new stitch-free non-crimp fabrics Textile Research Journal, 2015. Т. 85. № 15. С. 1635-1648.

4. Бузов Б. А., Алыменкова Н.Д., Петропавловский Д.Г. Практикум по материаловедению швейного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений // М.: Академия, 2004. - 416 с.

5. Стефанова Е.Б., Черунова И.В. Исследование устойчивости к истиранию поверхности одежды для эксплуатации в условиях циклического промерзания // Научная весна-2017. Сборник научных трудов по итогам II



Всероссийской (с участием граждан иностранных государств) научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 63-69.

6. Щедрина О. А., Осипенко Л. А., Михайлова И. Д. Исследование влияния различных факторов на теплозащитные свойства одежды // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. Т. 11. С. 691–695.

7. Хамматова Э.А. Проведение исследовательских испытаний стойкости к истиранию экспериментальных образцов наноструктурированных текстильных материалов применяемых в одежде специального назначения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX) Издательство: Ивановский государственный политехнический университет. 2016. №1-1. С.365-368.

8. Кудринский С.В. Разработка методов оценки показателей безопасности и качества тканей для специальной одежды работников нефтяных комплексов в условиях морских шельфов. 2018. 165 с. URL: search.rsl.ru/ru/record/01009885141

9. Селиванов К.С. Оценка прочности материала поверхности при его испытании методом «Скретч-тест» // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19. № 1. С. 100-106.

10. Пушнова Л.С., Тюменев Ю.Я. Анализ существующих методов определения стойкости к истиранию текстильных материалов // Сервис в России и за рубежом. Издательство: Российский государственный университет туризма и сервиса. 2012. 8 (35). С. 190-196.

11. Назарова М.В., Фефелова Т.Л. Исследование технологического режима выработки хлопчатобумажной ткани с целью получения ткани с максимальной стойкостью к истиранию // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11-5. С. 737-740.

References

1. Shherbakov V.P. Nauchno-texnicheskij zhurnal. Tekhnologiya tekstilnoj promyshlennosti. Izdanie Ivanovskoj gosudarstvennoj tekstil'noj akademii. 2007. №6 (303). pp. 86-90.
 2. Cherunova I.V., Stefanova E.B., Knyazeva S.V., Medvedeva O.P., Yustina N.I. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5164
 3. Al-Monsur M.A., G. Bardl, C. Cherif Evaluation of adhesive binders for the development of yarn bonding for new stitch-free non-crimp fabrics Textile Research Journal. 2015. T. 85. № 15. pp. 1635-1648.
 4. Buzov B. A., Aly`menkova N.D., Petropavlovskij D.G. Praktikum po materialovedeniyu shvejnogo proizvodstva [Workshop on materials science of sewing production]: ucheb. posobie. dlya. stud. vyssh. ucheb. zavedenij. M.: Akademiya. 2004. 416 p.
 5. Stefanova E.B., Cherunova I.V. Nauchnaya vesna-2017. Sbornik nauchnyx trudov po itogam II Vserossijskoj (s uchastiem grazhdan inostrannyx gosudarstv) nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyx uchyonyx. 2017. S. 63-69.
 6. Shhedrina O. A., Osipenko L. A., Mixajlova I. D. Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept». 2016. T. 11. pp. 691–695.
 7. Xammatova E.A. Fizika voloknistyx materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii i materialy (SMARTEX) Izdatelstvo: Ivanovskij gosudarstvennyj politexnicheskij universitet. 2016. №1-1. S. 365-368.
 8. Kudrinskij S.V. Razrabotka metodov ocenki pokazatelej bezopasnosti i kachestva tkaney dlya specialnoj odezhdy rabotnikov neftyanyx kompleksov v usloviyax morskix shelfov. 2018. 165 p. URL: search.rsl.ru/ru/record/01009885141
-



9. Selivanov K.S. Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo texnicheskogo universiteta. 2015. T. 19. № 1. pp. 100-106.

10. Pushnova L.S., Tyumenev Yu.Ya. Servis v Rossii i za rubezhom. Izdatelstvo: Rossijskij gosudarstvennyj universitet turizma i servisa. 2012. 8 (35). pp. 190-196.

11. Nazarova M.V., Fefelova T.L. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyx i fundamentalnyx issledovanij. 2014. № 11-5. pp. 737-740.