УДК 677.46
DOI 10.47367/0021-3497_2025_5_158

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЛАБОРАТОРНОГО ИЗНОСА ОТ НЕОРИЕНТИРОВАННОГО ТРЕНИЯ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПОШИВА СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

DEVELOPMENT OF A METHOD OF LABORATORY WEAR FROM UNORIENTED FRICTION OF FABRICS FOR SEWING SPECIAL CLOTHING

А.Ф. ДАВЫДОВ, К.В. ГОНЧАРОВ, В.А. ДУРМАНОВ

A.F. DAVYDOV, K.V. GONCHAROV, V.A. DURMANOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin)

E-mail: adavydov46@yandex.ru, achi4797@gmail.com, velcxxx@gmail.com

Выбор специальной одежды, обеспечивающей безопасные условия труда, является приоритетной задачей любой отрасли промышленности. Специальная одежда должна обеспечивать безопасность жизни и здоровья людей на всем протяжении срока эксплуатации. Важно, чтобы одежда прослужила как можно дольше и при этом сохраняла защитные свойства и показатели качества. В настоящее время существует достаточно большое количество стандартных методик определения износа от истирания, но размеры применяемых в них образцов не позволяют изучать кинетику износа по выбранным критериям безопасности и качества. Кроме того, эти методы используют в основном ориентированное истирание по линейным и другим законам, что не соответствует реальным условиям эксплуатации. Авторами проведены исследования по определению кинетики изнашивания специальных тканей, используемых для защитной одежды, на установке для лабораторного моделирования износа КИТ-2. Разработанная методика лабораторного износа отличается от стандартных методов и предполагает изучение кинетики износа от неориентированного трения, имитирующего реальные условия эксплуатации ткани. Установка для лабораторного износа тканей КИТ-2 позволяет осуществить износ от истирания по хаотическим неориентированным направлениям ткани и определить кинетику по основным критериям изменения показателей безопасности и качества. Моделирование процесса в лабораторных условиях дает возможность заменить дорогостоящие и длительные испытания в процессах опытной носки.

Choosing special clothing that ensures safe working conditions is a priority for any industry. Special clothing must ensure the safety of human life and health throughout its service life. It is important that the clothes last as long as possible, while maintaining their protective properties and quality indicators. Currently, there are quite a large number of standard methods for determining wear from abrasion, but the size of the samples used in such methods does not allow us to study the kinetics of wear according to the selected safety and quality criteria. In addition, these methods use mainly oriented abrasion according to linear and other laws, which do not correspond to real operating conditions. Research was conducted to determine the kinetics of wear of special fabrics used for protective clothing at the KIT-2 wear laboratory simulation facility. The developed technique of laboratory wear differs from standard methods and involves the study of the kinetics of wear from undirected friction, simulating the real operating conditions of the fabric. The KIT-2 laboratory fabric wear unit allows for wear from abrasion along chaotic non-oriented fabric directions and to determine kinetics based on the main criteria for changes in safety and quality indicators. Modeling the process in the laboratory makes it possible to replace expensive and lengthy tests in experimental wear processes.

Ключевые слова: ткани для спецодежды, истирание, лабораторный износ, показатели качества и безопасности, опытная носка, кинетика.

Keywords: workwear fabrics, abrasion, laboratory wear, quality and safety indicators, experimental wear, kinetics.

Введение

В процессах эксплуатации одежда, в том числе специальная, подвергается значительному износу от истирания по трущимся поверхностям [1…5]. Моделирование процесса износа от истирания является актуальным, так как позволяет заменить опытную носку лабораторными методами испытаний [6…9]. В материаловедческой практике применяется в основном оборудование с ориентированным трением по различным законам, однако все испытания проводятся, как правило, на малых образцах, что затрудняет изучение кинетики изнашивания по основным критериям изменения показателей безопасности и качества [10…14].

Нами проведены исследования кинетики износа на лабораторной установке КИТ-1, которая позволяет проводить испытания на больших образцах по линейным направлениям основы или утка [15, 16]. Этот метод позволил изучить влияние истирания от трения на основные показатели качества и безопасности, но, к сожалению, он не отражает реального процесса износа при эксплуатации изделий в реальных условиях.

Нами была разработана и изготовлена вторая модификация прибора КИТ-2, которая позволяет осуществить лабораторный износ от истирания по хаотическим неориентированным направлениям ткани. Изображение установки представлено на рис. 1 (1 – дверь камеры прибора; 2 – корпус; 3 – барабан; 4 – абразив; 5 – электродвигатель; 6 – таймер; 7 – регулятор оборотов и тумблер питания; 8 – ремень).

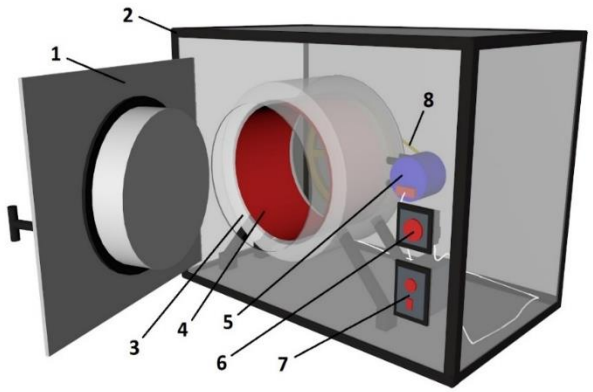

Рис. 1

Программа работы прибора (выбор времени и оборотов двигателя) устанавливается согласно методике испытания или требуемым задачам.

Методика разрабатывалась исходя из следующих условий:

- износ по отдельным местам должен быть существенным и соответствовать износу образцов в реальных условиях;
- размеры образцов должны позволять оценивать кинетику износа в процессах истирания и быть достаточными для проведения различных видов испытаний;
- длительность испытаний не должна превышать 24 часов постоянной работы.

Принцип действия прибора КИТ-2 заключается в следующем: образец материала размером 1000х1000 мм помещается в камеру прибора, которая состоит из барабана (1) с сменным абразивом (2) и определенной зернистостью. Установка позволяет регулировать обороты двигателя и время работы при помощи тиристорного регулятора мощности (3) и реле задержки времени (4). При включении тумблера питания (5) происходит запуск электрического двигателя (6), который через ремень (7) приводит во вращательное движение барабан, тем самым образцы, находящиеся внутри, начинают со временем равномерно истираться.

Прибор КИТ-2 позволяет задавать обороты двигателя в диапазонах от 10 до 400 об/мин. Таймер времени состоит из 5 режимов и соответствует следующим значениям:

- Режим 1 – 1 час.
- Режим 2 – 3 часа.
- Режим 3 – 6 часов.
- Режим 4 – 12 часов.
- Режим 5 – 24 часа.

По окончании испытания вращение прибора останавливается, образцы извлекаются из прибора и раскраиваются по наибольшим очагам поражения с отступом от кромки не менее 50 мм.

По вырезанным образцам определяют показатели качества и безопасности по стандартным методикам и строят графики зависимости показателей износа от числа циклов истирания.

Материалы и методы исследования

Для испытаний выбраны ткани российского производства, используемые в пошиве специальной одежды для работников металлообрабатывающей и нефтегазовой промышленности, структурные характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ образца	Наименование ткани	Характеристика тканей			
		Сырьевой состав, %	Поверхн. плотн., г/м2	Пропитка	Предназначение
1	Мастер Ткани производства ТД "Текстиль", Россия	100хл	290	МВО	Общепроизводственные загрязнения
2	Свартекс 440 Восток сервис, Россия	100хл	440	МВО	Нефтегазовая промышленность

Испытания образцов проводились на установке для лабораторного изнашивания КИТ-2. Отбор проб производили по ГОСТ 20566-75. Для проведения испытаний от каждой ткани выкраивали шаблоны размерами 1000х1000 мм в количестве 5 штук. Перед испытаниями образцы выдерживали в нормальных климатических условиях согласно ГОСТ 10681-75.

Кинетика износа моделировалась по 5 режимам длительности испытаний: исходный, 1 ч, 3 ч, 6 ч, 24 ч.

В качестве критериев износа выбраны: разрывная нагрузка по основе и утку, воздухопроницаемость, гигроскопичность, длина обугленного участка, сопротивление проколу и порезу.

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 представлено изменение внешнего вида образцов ткани №2 после испытаний на установке для моделирования лабораторного износа КИТ-2.

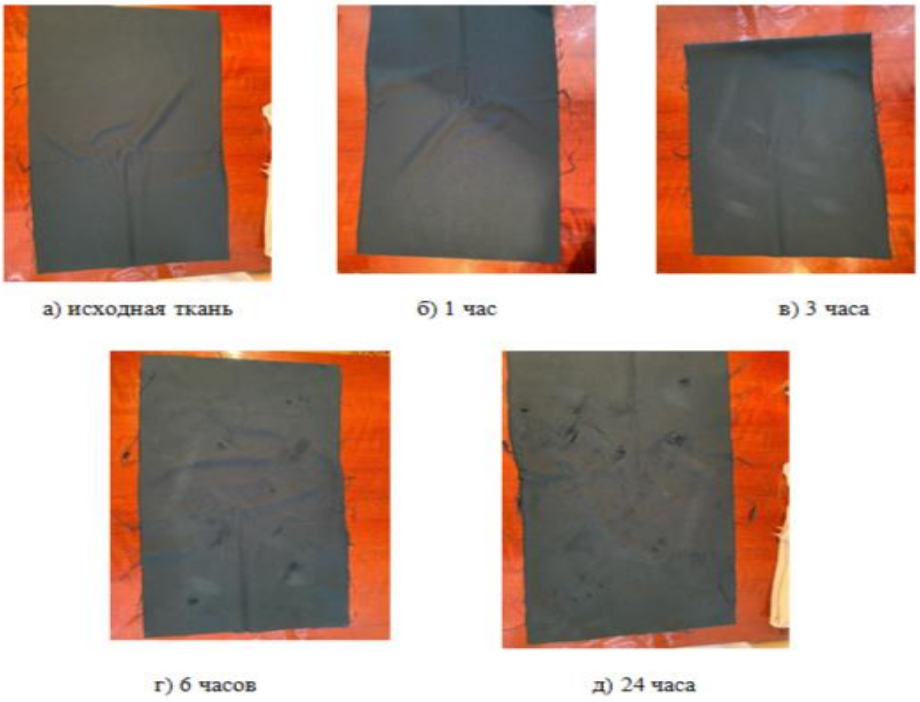

Рис. 2

На рис. 2 видно, что чем больше время истирания, тем больше дефектов появляется на ткани, причем распределение потертостей имеет случайный характер. К 24 часам уже видны места с нарушением целостности ткани, то есть такую ткань уже невозможно эксплуатировать, так как изделие из этой ткани не будет поддерживать безопасность человека.

Результаты исследований по выбранным критериям износа представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вид ткани	Время испытания, ч	Значения показателей					
		Разрывная нагрузка, Н		Показатель воздухопроницаемости, $дм^3/м^2$ с	Изменение, %		
		основа	уток		длины обугленного участка	усилия прокола иглой	сопротивление порезу
Мастер "Текстиль", Россия	0	1780	1050	40	7	25	12
	1	1680	950	42	8	24	12
	3	1540	875	45	9	22	10
	6	1120	695	65	11	17	9
	24	812	380	120	15	8	7
Свартекс 440 "Восток сервис", Россия	0	2105	1305	35	5,5	30	14
	1	1955	1150	37	6,3	28	14
	3	1845	1095	41	7	26	12
	6	1550	815	50	8,7	20	10
	24	1225	495	110	11,4	10	8

При истирании ткани на установке для лабораторного износа КИТ-2 значительная потеря прочности у всех образцов наблюдалась после первых 6 часов испытания, а после 24 часов ткани теряют прочность, которая принимает значение ниже нормы. Таким образом, при жестком износе происходит интенсивное снижение прочности, что приводит к потере защитных свойств и, как следствие, невозможности дальнейшей эксплуатации таких тканей.

Воздухопроницаемость зависит от количества и размера пор: чем крупнее поры, тем больше воздухопроницаемость. При воздействии истирающей поверхности происходит резкое изменение целостности структуры волокон и соответственно структуры пряжи в ткани – вплоть до образования дыр. При 24 часах истирания воздухопроницаемость тканей становится неограниченно большой, и ее невозможно измерить на приборе ВПТМ, что объясняется разрушением волокон и нитей.

Разрывная нагрузка, сопротивление проколу и порезу уменьшаются, а длина обугленного участка увеличивается за счет нарушения целостности пряжи и увеличения пор.

Заключение

1. Установка для лабораторного износа тканей КИТ-2 позволяет осуществить износ ткани от истирания по хаотическим неориентированным направлениям и определить кинетику изнашивания по основным критериям изменения показателей безопасности и качества.

2. В процессе износа от хаотического истирания на лабораторной установке КИТ-2 наиболее интенсивные изменения показателей качества и безопасности тканей происходят к 24 часам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кирюхин С.М., Шустов Ю.С.* Текстильное материаловедение. М.: Колос, 2010. 360 с.
2. *Соловьев А.Н., Кирюхин С.М.* Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 215 с.
3. *Ревенко В.А.* Новые требования к специальной одежде // Uniform. М., 2004. С. 29.
4. *Маглаперидзе З.И.* Выбор комплекса характеристик свойств для оценки качества текстильных полотен для спецодежды // Текстильная промышленность. 2005. № 1-2. С. 30…31.
5. *Фомченкова С.П.* Современные материалы для рабочей и специальной одежды зарубежных фирм // Текстильная промышленность. 2004. № 7-8. С. 42…47.
6. *Давыдов А.Ф, Дурманов В.А.* Выбор номенклатуры показателей и исследование свойств материалов для специальной одежды работников нефтегазового комплекса / // Дизайн и технологии. 2024. № 99. С. 67…73.
7. *Давыдов А.Ф, Дурманов В.А.* Изменения показателей безопасности и качества специальной одежды для защиты работников нефтегазового комплекса в процессах стирки и лабораторного износа от истирания // Костюмология. 2025. Т 10. №2.
8. *Berkalp O. B., Pourdeyhimi B., Seyam A., Holmes R.* Texture Retention After Fabric-to-Fabric Abrasion // Textile Research Journal. 2003. №4. P. 316…321.
9. *Molina R., Julia M.R., Erra P.* Shrinkage Properties of Peroxide Enzyme-Biopolymer Treated Wool // Textile Research Journal. 2001. №11. P. 911…916.
10. *Савчук Н.Г., Жарикова С.Е.* Влияние условий стирки на изменение линейных размеров бельевых тканей // Надежность, экономичность и качество текстильных материалов. М.: МТИ, 1988. Т. 2. С. 51…52.
11. *Виноградова Н.А.* Кинетика изнашивания тканей специального назначения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. № 3(381). С. 61…64.
12. *Курденкова А.В., Шустов Ю.С.* Прогнозирование воздухопроницаемости хлопчатобумажных тканей, выработанных различными переплетениями // Сборник работ аспирантов. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005. №10. С. 14…18.
13. *Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Строчилкина О.В.* Влияние многократных стирок на воздухопроницаемость хлопчатобумажных тканей технического назначения // Вестник ДИТУД. 2005. №3 (25). С. 22…25.
14. *Кирюхин С.М., Куроедова Д.В., Денисова О.Н., Литовченко С.Ф.* Сравнительная оценка качества и надежности тканей для спецодежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. №4. С. 13…19.
15. *Давыдов А.Ф., Гончаров К.В.* Изменение свойств тканей для спецодежды для защиты от общих производственных загрязнений // Сб-к науч. тр. междунар. науч. конф., посвященной 75-летию со дня рождения проф. А.П. Жихарева. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2023. С. 14…18.
16. *Давыдов А.Ф., Гончаров К.В.* Выбор номенклатуры показателей и исследование свойств материалов для защитной одежды от общих производственных загрязнений (в металлообрабатывающей промышленности) // Дизайн и технологии. 2023. №96. С. 69…76.

REFERENCES

1. *Kiryukhin S.M., Shustov Yu.S.* Textile materials science. Moscow: Kolos, 2010. 360 p.
2. *Solovyov A.N., Kiryukhin S.M.* Evaluation and forecasting of the quality of textile materials. Moscow: Light and food industry, 1984. 215 p.
3. *Revenko V.A.* New requirements for special clothing // Uniform. M., 2004. P. 29.
4. *Maglaperidze Z.I.* The choice of a set of characteristics of properties for assessing the quality of textile materials for workwear // Textile industry. 2005. № 1-2. P. 30...31.

5. *Fomchenkova S.P.* Modern materials for work and special clothing of foreign companies // Textile industry. 2004. No. 7-8. P. 42…47.

6. *Davydov A.F., Durmanov V.A.* Selection of the nomenclature of indicators and research of the properties of materials for special clothing of workers of the oil and gas complex // Design and Technology. 2024. No. 99. P. 67...73.

7. *Davydov A.F., Durmanov V.A.* Changes in safety and quality indicators of special clothing for the protection of oil and gas industry workers during washing and laboratory wear from abrasion // Costumology. 2025. T 10. No. 2.

8. *Berkalp O.B., Pourdeyhimi B., Seyam A., Holmes R.* Texture Retention After Fabric-to-Fabric Abrasion // Textile Research Journal. 2003. No. 4. P. 316...321.

9. *Molina R., Julia M.R., Erra P.* Shrinkage Properties of Peroxide Enzyme-Biopolymer Treated Wool // Textile Research Journal. 2001. No. 11. P. 911...916.

10. *Savchuk N.G., Zharikova S.E.* The influence of washing conditions on the change in the linear dimensions of linen fabrics // Reliability, efficiency and quality of textile materials. Moscow: MIT, 1988, vol. 2. P. 51...52.

11. *Vinogradova N.A.* Wear kinetics of special-purpose fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2019. No. 3. P. 61...64.

12. *Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S.* Forecasting the air permeability of cotton fabrics produced by various weaves // Collection of works by graduate students. Moscow: MSTU im. A.N. Kosygina, 2005. No.10. P. 14...18.

13. *Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S., Strochilkina O.V.* The influence of multiple washings on the breathability of cotton fabrics for technical purposes // Bulletin of DITUDE. 2005. No. 3 (25). P. 22...25.

14. *Kiryukhin S.M., Kuroedova D.V., Denisova O.N., Litovchenko S.F.* Comparative assessment of the quality and reliability of fabrics for workwear // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2009. №4. P. 13...19.

15. *Davydov A.F., Goncharov K.V.* Changing the properties of fabrics for workwear to protect against common industrial pollutants // Collection of scientific papers of the international scientific conference dedicated to the 75th anniversary of the birth of Professor A.P. Zhikharev. Moscow: RSU named after A.N. Kosygina, 2023. P. 14...18.

16. *Davydov A.F., Goncharov K.V.* The choice of the nomenclature of indicators and the study of the properties of materials for protective clothing against common industrial pollutants (in the metalworking industry) // Design and Technology. 2023. No. 96, P. 69...76.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 18.06.25.