Научная статья
УДК 677.017.25
EDN XJPCBE
https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-3-73-18-23
Любовь Борисовна Трифонова[1]
Сергей Юрьевич Бойко[2]
Владимир Юрьевич Романов[3]
Татьяна Леонидовна Фефелова[4]
Галина Георгиевна Сокова[5]
[1,2,3,4] Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, г. Камышин, Россия
[5] Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия
[1] trifonova@kti.ru; https://orcid.org/0000-0002-8178-8674
[2] bojko@kti.ru; https://orcid.org/0000-0003-0997-4111
[3] romanov@kti.ru; http://orcid.org/0000-0001-8570-6288
[4] fefelova@ kti.ru; https://orcid.org/0000-0002-3466-0010
[5] g_sokova@kosgos.ru; https://orcid.org/0000-0002-1436-2489

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ С ФЕРРОМАГНИТНЫМ МИКРОПРОВОДОМ

Аннотация. *Настоящая статья посвящена исследованию некоторых потребительских свойств (прочностных и гигиенических) тканей специального назначения, выработанных с использованием комбинированной комплексной нити с ферромагнитным микропроводом, и сравнению их с хлопчатобумажными одежными тканями. С целью решения поставленной задачи были наработаны образцы тканей с различными параметрами, содержащие экспериментальную комбинированную пряжи с ферромагнитным микропроводом. Определены параметры структуры выработанных образцов. По данным исследования образцов тканей был проведен корреляционный анализ. Анализируя результаты проведенных расчетов, были сделаны выводы о том, какие параметры ткани специального назначения, выработанной с использованием комбинированной комплексной нити с ферромагнитным микропроводом, следует учитывать при ее проектировании.*
Ключевые слова: *ткани специального назначения, комбинированная комплексная нить с ферромагнитным микропроводом, потребительские свойства, проектирование, структура, корреляционный анализ, суровая ткань*

Для цитирования: Исследование потребительских свойств тканей с ферромагнитным микропроводом / Л. Б. Трифонова, С. Ю. Бойко, В. Ю. Романов, Т. Л. Фефелова, Г. Г. Сокова // Технологии и качество. 2026. № 3(73). С. 18–23. https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-3-73-18-23.

Original article
Lyubov B. Trifonova[1]
Sergey Yu. Boyko[2]
Vladimir Yu. Romanov[3]
Tatyana L. Fefelova[4]
Galina G. Sokova[5]
[1,2,3,4] Kamyshin Technological Institute Branch of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia
[5] Kostroma State University, Kostroma, Russia

RESEARCH OF THE CONSUMER PROPERTIES OF FABRICS WITH FERROMAGNETIC MICROWIRE

Abstract*. The paper is dedicated to the of some consumer properties (strength and hygienic) of special-purpose fabrics produced using a combined complex filament with a ferromagnetic microwire, and their comparison with cotton clothing fabrics. To solve the set task, samples of fabrics with various parameters were produced, containing an experimental combined yarn with a ferromagnetic microwire. The parameters*

© Трифонова Л. Б., Бойко С. Ю., Романов В. Ю., Фефелова Т. Л., Сокова Г. Г., 2026

of the structure of the produced samples were determined. A correlation analysis was conducted based on the study of the fabric samples. Based on the analysis of the calculation results, it was concluded which parameters of a special-purpose fabric produced using a combined complex filament with a ferromagnetic microwire should be taken into account during its design.
Keywords: *special-purpose fabrics, combined complex threads with ferromagnetic microwires, consumer properties, design, structure, correlation analysis, coarse fabric*

For citation: Trifonova L. B., Boyko S. Yu., Romanov V. Yu., Fefelova T. L., Sokova G. G. Research of the consumer properties of fabrics with ferromagnetic microwire. Technologies & Quality. 2026. No 3(73). P. 18–23. (In Russ.) https://doi.org/ 10.34216/2587-6147-2026-3-73-18-23.

Производство текстильных материалов специального назначения увеличивается с каждым годом, следуя за возрастающей потребностью таких материалов в различных отраслях [1]. Классифицировать текстильные материалы специального назначения можно по сфере их использования как медицинские, промышленные, транспортные, бытовые, геотехнические, агротехнические, защитные и т. д.

В последнее время особый интерес вызывают ткани с различными защитными свойствами, обеспечивающими как заданные специальные функции, так и потребительские свойства, создающие комфортные условия в носке и при использовании [2–4].

Ткани, применяемые военными в качестве защитной одежды, должны иметь определенную структуру и обладать параметрами и свойствами, обеспечивающими высокую износостойкость, гигиеничность, защиту от ветра, устойчивость к перепаду температуры, долговечность, влагостойкость, способность к снижению последствий от различных внешних воздействий, иметь качественную отделку, малую потребительскую усадку и пр. [5, 6]. Для обеспечения отдельных специальных свойств, таких как огнезащита, защита от электромагнитных излучений, водонепроницаемость и др., при производстве тканей могут использоваться синтетические материалы, применяться различные пропитки и покрытия, которые, в свою очередь, могут ухудшать гигиенические свойства ткани, обеспечивающие комфорт бойцам [7, 8]. Ткани военного назначения, кроме специальных защитных свойств, должны обеспечивать оптимальный теплообмен – пропускать воздух, выводить излишки влаги и быстро сохнуть.

В настоящей статье приведены результаты исследований образцов тканей, выработанных с использованием комбинированной комплексной нити с ферромагнитным микропроводом, которые сравнивались с образцами, изготовленными из хлопчатобумажной пряжи. Исследовалось влияние структуры ткани на некоторые физико-механические свойства, в частности, воздухопроницаемость, стойкость к разрыву.

Установлено, что комбинированная комплексная нить с ферромагнитным микропроводом (далее – ФМП), изготовленная АО «Центральное конструкторское бюро специальных радиоматериалов» (ЦКБ РМ), подавляет электромагнитное излучение (ЭМИ), что вызывает интерес в части ее использования для получения текстильных материалов специального назначения и изготовления из них предметов защиты от ЭМИ: обмундирования, защитных чехлов и пр. [9, 10].

Исследовались 10 видов опытных образцов тканей, из них образцы 1–6 выработаны с использованием комбинированных комплексных нитей с ФМП, образцы 7–10 – из хлопчатобумажной пряжи. Все исследованные ткани изготовлены в условиях производства ООО «Камышинский текстиль» на ткацких станках Toyota JAT810 и СТБУ-180. Спроектированные структуры образцов тканей предусматривали как использование различных переплетений и числа нитей на 10 см ткани, так и разное соотношение нитей из комбинированной пряжи с ФМП, хлопчатобумажных пряж (далее – х/б) и полиэфирных нитей (далее – ПЭ), которые использовались как в качестве основы, так и утка.

Основные параметры образцов тканей представлены в таблицах 1 и 2.

Для всех образцов тканей определены параметры структуры [11]:
- раппорт переплетения ткани R;
- коэффициент, зависящий от вида сырья (по основе $C_о$, по утку $C_у$);
- соотношение плотностей ткани ($K_р = P_о/P_у$);
- расчетная линейная плотность нитей, текс (по основе $T_о$, по утку $T_у$);
- соотношение линейных плотностей нитей ($K_т = T_о/T_у$);
- коэффициент равновесности ($K_R = K_р + K_т$);
- порядок фазы строения (расчетный) $Ф$.

Результаты исследования структуры представлены в таблице 3.

Образцы тканей, изготовленных с использованием экспериментальной комбинированной пряжи с ФМП, в дальнейшем планируется применять для выработки тканей военного назначе-

ния. Поэтому в данной работе определялись следующие показатели образцов 1–10 ткани, важные для спецодежды:

– поверхностная плотность ткани $M_п$, г/м^2;
– воздухопроницаемость ткани $B_п$, дм^3/(м^2·с);
– разрывная нагрузка ткани по основе $P_{но}$, Н;
– разрывная нагрузка ткани по утку $P_{ну}$, Н;
– разрывное удлинение ткани по основе $\Delta L_{ро}$, мм;
– разрывное удлинение ткани по утку $\Delta L_{ру}$, мм.

Таблица 1

Основные параметры исследованных опытных образцов тканей с ФМП

Параметр	**Номер образца ткани**					
	1	2	3	4	5	6
Вид переплетения	саржа 2/2	саржа 1/2	саржа 1/2	саржа 1/2	саржа 2/2	саржа 2/2
Число нитей на 10 см:						
по основе $P_о$	270	360	360	360	240	240
по утку $P_у$	180	240	240	240	170	170
Вид сырья (с указанием соотношения чередования нитей, где это необходимо):						
по основе	х/б х/б + ФМП (2 : 1)	ПЭ	ПЭ	ПЭ	х/б	х/б
по утку	х/б х/б + ФМП (2 : 1)	х/б х/б + ФМП (2 : 1)	х/б + ФМП	х/б х/б + ФМП (1 : 1)	х/б х/б + ФМП + ПЭ (1 : 1)	х/б + ФМП
Фактическая линейная плотность компонентов нитей, текс:						
по основе	25×2 (х/б); (25×2)+6,2 (х/б +ФМП)	20	20	20	25×2	25×2
по утку	25×2 (х/б); (25×2) + 6,2 (х/б + ФМП)	50 (х/б); 50 + 6,2 (х/б + ФМП)	50 + 6,2 (х/б + ФМП)	50 (х/б); 50 + 6,2 (х/б + ФМП)	25×2 (х/б); 50 + 5 + 7,6 (х/б + ФМП + ПЭ)	50 + 5 + 7,6 (х/б + ФМП+ ПЭ)
Вид ткацкого оборудования	Ткацкий станок СТБУ-180					

Таблица 2

Основные параметры образцов хлопчатобумажных тканей

Параметр	**Номер образца ткани**			
	7	8	9	10
Вид переплетения	саржа 2/2	саржа 2/2	саржа 2/1	саржа 2/1
Число нитей на 10 см:				
по основе $P_о$	271	314	310	310
по утку $P_у$	160	168	283	283
Фактическая линейная плотность нитей, текс:				
по основе	42	42	29	36
по утку	29	42	18,5	20
Вид ткацкого оборудования	Ткацкий станок Toyota JAT810			

Таблица 3

Результаты исследования структуры образцов тканей

Параметр	**Номер образца ткани**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3
$C_о$	0,92	1,09	1,09	1,09	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
$C_у$	0,92	0,92	0,8	1	1,025	0,82	1,25	1,25	1,25	1,25
$K_р$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,24	1,24	1,69	1,83	1,1	1,1
$T_о$	53,1	20	20	20	50	50	42	42	29	36
$T_у$	53,1	53,1	53,1	53,1	56,3	56,3	29	42	18,5	20
$K_т$	1	0,37	0,35	0,37	0,88	0,8	1,45	1	1,57	1,8
K_R	2,5	1,87	1,85	1,87	2, 12	2,04	3,14	2,83	2,67	2,9
$Ф$	5	5,25	5,04	5,25	5,03	5,03	4,95	5	4,9	4,9

Поверхностная плотность определялась весовым методом, воздухопроницаемость тканей – с использованием прибора ВПТМ-2. Для определения разрывных характеристик образцов тканей применялась разрывная машина с маятниковым силоизмерителем ИР-5074-3. В эксперименте исследовались образцы суровых тканей, без проведения заключительной отделки. Исследования потребительских/эксплуатационных свойств проводились в соответствии с ГОСТ 21790–2005 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные одежные. Общие технические условия». Результаты исследований представлены в таблице 4.

Анализ полученных данных показал, что воздухопроницаемость тканей (физико-гигиеническое свойство) и разрывные характеристики у всех образцов тканей соответствуют требованиям ГОСТ 21790–2005 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные одежные. Общие технические условия».

Для оценки степени связи между исследуемыми параметрами проведен корреляционный анализ, так как исследуемые параметры представляют собой случайные величины с определенным законом распределения. Обработка данных проводилась с помощью встроенных функций в программе MS Excel.

В результате корреляционного анализа определены коэффициенты корреляции, которые используются для определения взаимосвязи между двумя свойствами текстильного изделия. С их помощью можно определить, насколько взаимосвязаны данные исследуемые наблюдения или эксперименты.

Результаты корреляционного анализа приведены в таблицах 5–7.

В результате исследования установлено наличие сильной корреляционной связи между параметрами строения и эксплуатационными/потребительскими свойствами тканей, которые можно учитывать при проектировании структуры тканей:

1) «порядок фазы строения $Ф$ – соотношение линейных плотностей нитей $К_т$»;
2) «коэффициент, зависящий от вида сырья по утку, $С_у$ – поверхностная плотность ткани $М_п$»;
3) «соотношение линейных плотностей нитей $К_т$ – коэффициент, зависящий от вида сырья по утку, $С_у$»;
4) «разрывная нагрузка ткани по направлению утка $Р_{ну}$ – коэффициент, зависящий от вида сырья по утку, $С_у$».

Таблица 4

Результаты исследований образцов тканей

Параметр	Номер образца ткани									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$М_п$	271	209	255	230	252	285	271	228	162	194
$В_п$	223	152,8	178,5	157,7	404,1	355,2	1431	608	675	367
$Р_{но}$	579	521	544	530	560	572	441	636	441	441
$Р_{ну}$	380	313	472	392	320	449	98	324	294	294
$Р_{уо}$	29	45	45	45	33	34	45	54	45	45
$Р_{уу}$	25	23	30	26	21	23	10	33	30	30

Таблица 5

Результаты корреляционного анализа

	R	$С_о$	$С_у$	$К_р$	$К_т$	$В_п$	$Ф$
R	1						
$С_о$	0,1369	1					
$С_у$	0,0255	0,5705	1				
$К_р$	0,3455	–0,2554	0,0222	1			
$К_т$	0,1362	0,5051	0,7915	–0,3617	1		
$В_п$	0,4049	0,5378	0,6609	0,2611	0,5951	1	
$Ф$	–0,2803	–0,4499	–0,5388	0,3040	–0,8556	–0,5250	1

Таблица 6

Результаты корреляционного анализа

	R	$С_о$	$С_у$	$К_р$	$К_т$	$Р_{но}$	$Р_{ну}$	$\Delta L_{ро}$	$\Delta L_{ру}$	$Ф$
R	1									
$С_о$	0,1369	1								
$С_у$	0,0255	0,5705	1							
$К_р$	0,3455	–0,2554	0,0222	1						
$К_т$	0,1362	0,5051	0,7915	–0,3617	1					
$Р_{но}$	0,4904	–0,2850	–0,4583	0,4614	–0,5731	1				
$Р_{ну}$	–0,1966	–0,4023	–0,7567	–0,1870	–0,6085	0,5726	1			
$\Delta L_{ро}$	–0,4193	0,3635	0,5271	0,3953	0,0684	–0,1668	–0,2740	1		
$\Delta L_{ру}$	–0,4330	–0,0818	0,0110	–0,1780	–0,0521	0,2985	0,5974	0,3249	1	
$Ф$	–0,2803	–0,4499	–0,5388	0,3040	–0,8556	0,3207	0,3248	0,0427	–0,0701	1

Таблица 7

Результаты корреляционного анализа

	R	$C_о$	$C_у$	$K_р$	$K_т$	$M_п$	$Ф$
R	1						
$C_о$	0,1369	1					
$C_у$	0,0255	0,5705	1				
$K_р$	0,3455	–0,2554	0,0222	1			
$K_т$	0,1362	0,5051	0,7915	–0,3617	1		
$M_п$	0,3991	–0,4095	–0,7928	0,0688	–0,5813	1	
$Ф$	–0,2803	–0,4499	–0,5388	0,3040	–0,8556	0,2788	1

ВЫВОДЫ

1. Исследованные в работе образцы тканей, выработанные с использованием комбинированной пряжи с ФМП в сочетании с хлопчатобумажными пряжами и полиэфирными нитями, могут быть использованы в качестве одежных тканей, поскольку соответствуют требованиям ГОСТ 21790–2005 по воздухопроницаемости и разрывным характеристикам ткани.

2. При проектировании таких тканей следует учитывать влияние сырьевого состава и линейной плотности уточных и основных нитей, а также соотношение чередования комбинированных нитей с ФМП и хлопчатобумажной пряжи.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ ассортимента специальной одежды и основных материалов, применяемых при ее изготовлении / С. Ш. Ташпулатов, Х. А. Махмудов, Г. Т. Максытова, А. А. Кушбакова, Ч. А. Алмазбекова // Universum: технические науки. 2023. № 3-3(108). С. 5–12.
2. Современные технологии получения текстильных материалов со специальными свойствами и области их применения / А. М. Киселев, Е. В. Румянцев, О. И. Одинцова, В. Е. Румянцева // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 2(398). С. 121–133.
3. Проблемные вопросы придания текстильным материалам специальных защитных свойств / С. А. Сырбу, О. Г. Циркина, А. Х. Салихова, В. Г. Спиридонова, Т. В. Фролова, Н. Н. Кузьмина // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2(47). С. 133–140.
4. Хамматова Э. А. Повышение эксплуатационных свойств готовых изделий одежды специального назначения на основе применения модифицированных текстильных материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5(389). С. 74–79.
5. Виноградова Н. А., Плеханова С. В. Сравнительный анализ показателей физико-механических свойств тканей специального назначения // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10, № 1-1. С. 32–37.
6. Хайруллина Э. Р., Галимов Ф. М. Комплекс факторов, влияющих на обеспечение качества текстильной продукции // Компетентность. 2023. № 7. С. 45–52.
7. Базыльчук Т. А., Брайкова А. М., Садовский В. В. Оценка гигиенических свойств и показателей безопасности тканей, предназначенных для пошива одежды // Потребительская кооперация. 2025. № 2(89). С. 47–50.
8. Сафонов П. Е., Левакова Н. М., Юхин С. С. Проектирование структуры и выбор сырьевого состава экранирующей ткани для спецодежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2020. № 1(385). С. 150–154.
9. Анализ текстильных материалов, используемых для защиты от электромагнитного излучения / Т. Л. Фефелова, Л. Б. Трифонова, Г. Г. Сокова, С. Ю. Бойко // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 30–33.
10. Комбинированные нити с ферромагнитным стержнем, их структура и перспективы использования / С. Ю. Бойко, Т. Л. Фефелова, Л. Б. Трифонова, Г. Г. Сокова, П. Н. Рудовский // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 30–35.
11. Обоснование шага обвивки нити микропроводом для исключения его разрыва при растяжении комплексной нити / П. Н. Рудовский, С. В. Палочкин, С. Г. Смирнова, Т. Л. Фефелова // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 5–9.

REFERENCES

1. Tashpulatov S. Sh., Makhmudov Kh. A., Maksytova G. T., Kushbakova A. A., Almazbekova Ch. A. Analysis of the range of special clothing and basic materials used in its manufacture. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: technical sciences]. 2023;3-3(108):5–12. (In Russ.)

2. Kiselev A. M., Rumyantsev E. V., Odintsova O. I., Rumyantseva V. E. Modern technologies for producing textile materials with special properties and areas of their application. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2022;2(398):121–133. (In Russ.)
3. Syrbu S. A., Tsirkina O. G., Salikhova A. Kh., Spiridonova V. G., Frolova T. V., Kuzmina N. N. Problematic issues of imparting special protective properties to textile materials. *Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity* [Modern problems of civil defense]. 2023;2(47):133–140. (In Russ.)
4. Khammatova E. A. Improving the performance properties of finished special-purpose clothing products through the use of modified textile materials. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2020;5(389):74–79. (In Russ.)
5. Vinogradova N. A., Plekhanova S. V. Comparative analysis of physical and mechanical properties of special-purpose fabrics. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economy: yesterday, today, tomorrow]. 2020;10,1-1:32–37. (In Russ.)
6. Khairullina E. R., Galimov F. M. Complex of factors influencing the quality assurance of textile products. *Kompetentnost'* [Competence]. 2023;7:45–52. (In Russ.)
7. Bazylchuk T. A., Braykova A. M., Sadovsky V. V. Evaluation of hygienic properties and safety indicators of fabrics intended for sewing clothing. *Potrebitel'skaya kooperaciya* [Consumer cooperation]. 2025;2(89):47–50. (In Russ.)
8. Safonov P. E., Levakova N. M., Yukhin S. S. Design of the structure and selection of raw material composition of shielding fabric for workwear. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2020;1(385):150–154. (In Russ.)
9. Fefelova T. L., Trifonova L. B., Sokova G. G., Boyko S. Yu. Analysis of textile materials used for protection against electromagnetic radiation. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2022;3(57):30–33. (In Russ.)
10. Boyko S. Yu., Fefelova T.L., Trifonova L. B., Sokova G. G., Rudovsky P. N. Combined threads with a ferromagnetic core, their structure and prospects for use. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2023;2(60):30–35. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 06.05.2026
Принята к публикации 02.07.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ
Л. Б. Трифонова, старший преподаватель
С. Ю. Бойко, кандидат технических наук, доцент
В. Ю. Романов, кандидат технических наук, доцент
Т. Л. Фефелова, старший преподаватель
Г. Г. Сокова, доктор технических наук, профессор