

НОВАЯ ТКАНЬ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

NEW FABRIC TO PROTECT PEOPLE FROM EXPOSURE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS

Е.В. СИЛЬЧЕНКО, С.Д. НИКОЛАЕВ
E.V. SILCHENKO, S.D. NIKOLAEV

(Московский государственный университет дизайна и технологии)
(Moscow State University of Design and Technology)
E-mail: nsd0701@mail.ru

Предложена новая полиэфирная металлизированная ткань, предназначенная для применения в производстве экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных полей. Определены коэффициенты экранирования на различных частотах и электрическое сопротивление образцов тканей.

A new metallized polyester fabric designed for use in the manufacture of shielding the standard kit to protect people from exposure of electromagnetic fields. The coefficients of screening at different frequencies and the electrical resistance of tissue samples.

Ключевые слова: металлизированная ткань, экранирование, электрическое сопротивление, электромагнитные поля.

Keywords: metalized fabric shielding, electrical resistivity, electromagnetic fields.

Проблема изготовления тканей для спецодежды в нашей стране стоит довольно остро. Следует констатировать, что рынок бытового текстиля Россия проиграла прежде всего Китаю. Но закупать ткани технического назначения из-за рубежа в достаточном объеме не представляется возможным. На ООО "Чайковская текстильная компания" была спроектирована и разработана металлизированная ткань "ScreenTex 240". В настоящее время предприятие выпускает данную ткань под арт. 89001. Характеристика ткани представлена в табл. 1.

Выпускаемая ткань состоит из полиэфирных нитей с вложением антистатических нитей, ткань одежная пестротканая с отделкой, ее ширина – 150 см.

Таблица 1

Параметры	Значение параметра
Ширина ткани, см	150
Поверхностная плотность, г/м ²	235
Линейная плотность основы, утка, текс	20×3, 20×3
Плотность ткани по основе/по утку, нит/дм	177, 195
Уработка по основе/по утку, %	5, 6
Разрывная нагрузка ткани по основе/по утку, не менее, Н	1200, 1200
Стойкость ткани к истиранию, не менее, циклы	7000

Ткань прошла испытания всех необходимых физико-механических свойств в соответствии с существующей нормативной документацией [1...10].

Представляет интерес определение коэффициента экранирования электромагнитного поля радиочастотного диапазона и электрической проводимости.

Программа испытания образцов экранирующих материалов включала:

- оценку коэффициента экранирования образцов материала для изготовления индивидуальных экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных излучений радиочастотного диапазона;

- сравнительную оценку коэффициента экранирования трех образцов материала, два из которых прошли санитарную обработку;

- оценку проводимости трех образцов материала, две из которых прошли санитарную обработку.

Осуществлялись испытания эффективности применения трех образцов материала:

- образец 1 – после санитарной обработки (химическая чистка);

- образец 2 – после санитарной обработки (три машинные стирки);

- новый материал (без санитарных обработок).

Измерения уровней электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона (на частотах 170, 450, 950, 1800, 2450 и 2800 МГц) осуществлялись без применения образцов тканей и при размещении образцов тканей между источником ЭМП и средством метрологического контроля.

Измерения проводили на расстоянии 10 см от источника ЭМП по величине среднеквадратичного значения напряженности электрического поля (E). Источником ЭМП служил генератор Agilent 8648C, усилитель Mini-Circuits XHL-42W, дипольные антенны SPEAG AG, кабельные сборки H&Z.

Для определения значений E использовали измеритель уровней электромагнитных полей EMR производства фирмы Narda Safety Test Solution GmbH, внесенный в государственный реестр средств измерений за №20041 с датчиком электрического поля типа E-FIELD 8.3.BN 2244/90.20.

По результатам каждого измерения рассчитывали коэффициент экранирования:

$$K_i = 20 \log \left(\frac{E_{\text{фон}}}{E_{\text{обри}}} \right), \quad (1)$$

где K_i – коэффициент экранирования образца при i-м измерении в соответствующих частотных диапазонах (дБ); $E_{\text{фон}}$ – напряженность внешнего электрического поля; $E_{\text{обри}}$ – напряженность электрического поля при использовании i-го образца.

Оценка расхождения коэффициентов экранирования определялась по формуле:

$$\Delta K = |K_{i1} - K_{ij}|. \quad (2)$$

Полученные значения оценивались на соответствие требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03; ТР ТС 019.2011. Технический регламент Таможенного Союза "О безопасности средств индивидуальной защиты".

Для определения значений проводимости ткани использовался мультиметр FPPF109N производства фирмы APPA TECHNOLOGY CORP, включенный в государственный реестр средств измерений.

В табл. 2 представлены результаты эксперимента по определению максимального коэффициента экранирования при применении образцов экранирующего материала при разных частотах.

Т а б л и ц а 2

Частота ЭМП, МГц	Коэффициент экранирования, дБ		
	образец 1	образец 2	образец 3
170	35,11	34,93	34,36
450	34,38	34,15	33,04
900	34,89	35,59	37,29
1800	35,93	37,10	34,95
2450	36,18	35,79	35,30
2800	40,04	36,71	38,06

Результаты испытания образцов свидетельствуют о том, что в среднем коэффициент экранирования для всех трех образцов составляет от 33,02 до 40,04 дБ при небольшом расхождении коэффициента экранирования на различных частотах и образцах.

Коэффициенты экранирования немного увеличиваются с увеличением частоты для всех трех образцов. На частоте 450 МГц коэффициент экранирования был минимальным для всех трех образцов и составлял 33,04...34, 18 дБ. Наибольший коэффициент экранирования отмечен на частоте 2800 МГц с максимальным значением у образца №1.

В целом результаты испытаний по оценке средних значений коэффициента

экранирования образцов материала для изготовления индивидуальных экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных излучений свидетельствует о достаточно высокой эффективности образцов материала в диапазоне частот 170...2800 МГц.

Представленные образцы могут быть использованы как материал в изделиях средств индивидуальной защиты, предназначенных для применения в качестве средства обеспечения защиты человека от неблагоприятного влияния ЭМП радиочастотного диапазона 170...2800 МГц.

В табл. 3 представлены результаты расчета расхождения максимальных коэффициентов экранирования между образцами на разных частотах.

Таблица 3

Частота ЭМП, МГц	Расхождение максимальных коэффициентов экранирования образцов		
	образцы 1 - 2	образцы 2 - 3	образцы 1 - 3
170	0,18	0,57	0,75
450	0,22	0,69	1,11
900	0,70	0,12	1,69
1800	1,16	3,00	2,13
2450	0,39	3,72	0,49
2800	3,32	1,27	1,34

Сравнительная оценка влияния санитарной обработки на экранирующие свойства трех образцов материала при действии ЭМП в диапазоне частот 170...2800 МГц показывает, что на частоте 170 МГц после первичной и повторной санитарной обработки коэффициент экранирования образцов тканей снижается незначительно, сохраняя высокие армирующие свойства. На частотах 170...900 МГц максимальное значение коэффициентов экранирования по сравнению с первым образцом составило 1,69 после второй санитарной обработки, а на частотах 1800...2450 МГц заметно большее снижение коэффициента экранирования после второй санитарной обработки, составляя при этом 3,00 и 3,72 соответственно.

Результаты сравнительной оценки влияния на эффективность экранирования

материала первичной и повторной санитарной обработки показывают, что несмотря на некоторое снижение коэффициентов экранирования после первичной и повторной обработки, их значения меняются неравномерно по частотным диапазонам. В наименьшей степени они изменяются на частотах до 900 МГц, несколько больше на частотах больших или равных 1800 МГц. Тем не менее, значения снижения коэффициентов экранирования не превышают 10% от исходных величин.

Для определения значений проводимости ткани использовался мультиметр APPA109N фирмы APPA TECHNOLOGY CORP, включенный в государственный реестр средств измерений.

Результаты измерений трех образцов материала представлены в табл. 4.

Частота ЭМП, МГц	Электрическое сопротивление, кОм		
	образец 1	образец 2	образец 3
Измерение 1	15,61	10,10	1,20
Измерение 2	28,57	4,18	4,20
Измерение 3	20,37	7,29	0,72
Измерение 4	18,54	9,11	1,17
Измерение 5	18,36	8,37	0,41
Среднее значение	20,29	7,81	1,54

Из данных, представленных в табл. 4, видно, что электрическое сопротивление ткани неустойчиво и изменяется в зависимости от механического воздействия. Таким образом, электрическое сопротивление ткани сильно зависит от износа в результате гигиенической обработки (стирка, химическая чистка), а также от естественного механического износа в процессе носки защитного комплекта.

Представленные данные свидетельствуют, что:

- проводимость материала не является значимым параметром для обеспечения экранирования в радиочастотном диапазоне ЭМП;

- представленные образцы тканей не удовлетворяют требованиям ГОСТа 12.4.172087 ССБТ. Комплект экранирующих для защиты от электрических полей промышленной частоты, из-за чего и не могут быть использованы в средствах защиты от электрических полей частотой 50 Гц.

В Ы В О Д Ы

1. Применение исследованных образцов металлизированной ткани "ScreenTex 240", арт.89001, предназначенных для применения в производстве экранирующих комплектов для защиты человека от воздействия электромагнитных полей, приводит к значительному снижению уровней ЭМП радиочастотного диапазона (170...2800 МГц) в связи с высокими коэффициентами экранирования; наибольшая степень экранирования отмечается на частоте 2800 МГц.

2. Первичная и повторная санитарная обработки материала приводят к

незначительным изменениям коэффициента экранирования, не превышающим 10% от исходных значений.

3. Данные испытаний экранирующих свойств исследуемой металлизированной ткани показывают, что они полностью соответствуют СанПиН 2.2.4.1191-03. "Электромагнитные поля в производственных условиях".

4. Исследуемая металлизированная ткань, предназначенная для использования при производстве экранирующих комплектов с целью защиты человека от воздействия электромагнитных полей, может быть использована в качестве средства обеспечения защиты человека от неблагоприятного влияния ЭМП радиочастотного диапазона.

5. Параметры материала по электрическому сопротивлению свидетельствуют о недопустимости его использования в экранирующих комплектах, применяемых для защиты персонала от воздействия электрических полей промышленной частоты 50 Гц, так как не обеспечивает защиту человека от токов смещения, импульсных токов, а также токов, вызванных наведенным напряжением; металлизированная ткань "ScreenTex 240" не может быть использована под рабочим напряжением промышленных частот, так как не соответствует требованиям ГОСТа 12.4.172087 ССБТ п.2.11.

6. Эффективность экранирования средств индивидуальной защиты из материала "ScreenTex 240" должна быть определена отдельными испытаниями.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. СТО 50281518-026-2011. Ткань "ScreenTex 240", арт.89001. ТУ.

2. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.
3. ГОСТ 18976–73. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию.
4. ГОСТ 3816–81. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.
5. ГОСТ 30157.0–95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения.
6. ГОСТ 30157.1–95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок.
7. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.
8. ГОСТ ИСО 1833–2001. Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон.
9. ГОСТ 12088–77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.
10. ГОСТ 25617–83. Ткани и изделия: льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний.
11. ГОСТ 12.4.172087 ССБТ. Комплект экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты.
12. СанПиН 2.2.4.1191–03; ТР ТС 019.2011. Технический регламент Таможенного Союза "О безопасности средств индивидуальной защиты".
13. Николаев С.Д., Мартынова А.А., Юхин С.С., Власова Н.А. Методы и средства исследования технологического процесса ткачества. – М.: МГТУ им.А.Н.Косыгина, 2003.
14. Сергеев В.Т., Николаев С.Д., Сумарукова Р.И. Технология изготовления многослойной бикомпонентной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 81...85.
15. Кащеев О.В., Разумеев К.Э., Николаев С.Д. Разработка новых видов тканей для детской одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 67...73.
16. Евсюкова Е.В. Разработка структуры и исследование свойств углеродных тканей для композитов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2. С. 74...77.
1. STO 50281518-026–2011. Tkan' "ScreenTex 240", art.89001. TU.
2. GOST 3813–72. Materialy tekstil'nye. Tkani i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnyh harakteristik pri rastyazhenii.
3. GOST 18976–73. Tkani tekstil'nye. Metod opredeleniya stojkosti k istiraniyu.
4. GOST 3816–81. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya gigroskopicheskikh i vodoottalkivayuwih svojstv.
5. GOST 30157.0–95. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokryh obrabotok ili himicheskoy chistki. Obwie polozheniya.
6. GOST 30157.1–95. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokryh obrabotok ili himicheskoy chistki. Rezhimy obrabotok.
7. Materialy tekstil'nye. Tkani, netkanye polotna i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya linejnyh razmerov, linejnoj i poverhnostnoj plotnostej.
8. GOST ISO 1833–2001. Materialy tekstil'nye. Metody kolichestvennogo himicheskogo analiza dvuhkomponentnyh smesej volokon.
9. GOST 12088–77. Materialy tekstil'nye i izdeliya iz nih. Metod opredeleniya vozduhopronicaemosti.
10. GOST 25617–83. Tkani i izdeliya: l'nyanye, polul'nyanye, hlochatobumazhnye i smeshannye. Metody himicheskikh ispytanij.
11. GOST 12.4.172087 SSBT. Komplekt e'kraniruyuwij dlya zawity ot e'lektricheskikh polej promyshlennoj chastoty.
12. SanPiN 2.2.4.1191–03; TR TS 019.2011. Tehnicheskij reglament Tamozhennogo Soyuza "O bezopasnosti sredstv individual'noj zawity".
13. Nikolaev S.D., Martynova A.A., YUhin S.S., Vlasova N.A. Metody i sredstva issledovaniya tehnologicheskogo processa tkachestva. – M.: MGTU im.A.N.Kosygina, 2003.
14. Sergeev V.T., Nikolaev S.D., Sumarukova R.I. Tehnologiya izgotovleniya mnogoslujnoj bikomponentnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6. S. 81...85.
15. Kashheev O.V., Razumeev K.E., Nikolaev S.D. Razrabotka novyh vidov tkaney dlya detskoj odezhdy // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S. 67...73.
16. Evsyukova E.V. Razrabotka struktury i issledovanie svojstv uglerodnyh tkaney dlya kompozitov // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S. 74...77.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 26.09.14.