

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ
ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ**

**APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS
FOR PROTECTIVE CLOTHING
FROM EXPOSURE ELECTRIC FIELDS**

Р.Д. АКБАРОВ, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, И.В. ЧЕРУНОВА, Р.Т. БОЛЫСБЕКОВА
R.D. AKBAROV, R.O. ZHILISBAEVA, S.SH. TASHPULATOV, I.V. CHERUNOVA, R.T. BOLYSBEKOVA

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского
государственного технического университета, Российская Федерация)
(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
Institute of Services and Businesses (branch)
of the Don State Technical University, Russian Federation)

E-mail: akrust@gmail.com; barno.professorov@mail.ru; rau_45@mail.ru; i_sch@mail.ru

Статья посвящена разработке и исследованию свойств специальных электропроводящих тканей и костюмов на их основе экранирующих электрические поля высокой напряженности, с целью применения в специальной одежде для работников топливно-энергетической отрасли. При проведении экспериментальных исследований были использованы стандартные методы определения удельного поверхностного электрического сопротивления с применением современного оборудования сертификационной лаборатории CentexUZ по ГОСТ. Для выявления зависимости напряженности электрического поля внутри различных экранирующих костюмов от напряжения и электрического сопротивления текстильного материала и от расположения электропроводящих нитей были изготовлены несколько вариантов образцов. В результате проведенных исследований определены рациональные варианты прокладывания электропроводящих нитей в ткани, позволяющие значительно улучшить электрофизические свойства антистатических тканей для специальной одежды работников топливно-энергетической отрасли.

The article is devoted to the development and research of the properties of special electrically conductive fabrics and suits based on them electric fields of high tension for use in special clothing for workers in the fuel and energy industry. During the experimental studies, standard methods for determining the specific surface electrical resistance using modern equipment of the CentexUZ certification laboratory were used. To determine the dependence of the electric field strength within the various shielding suits on the voltage and electrical resistance of the textile material from the location of the electrically conductive filaments, several variants of the samples were made. As a result of the conducted studies, rational variants of laying electrical wires in the fabric were determined, which made it possible to significantly improve the electro physical properties of antistatic fabrics for special clothes for workers in the fuel and energy sector.

Ключевые слова: электрофизические свойства, специальная одежда, электропроводящие ткани, защита от электрических полей, экранирующие ткани.

Keywords: electrophysical properties, special clothes, electrically conductive fabrics, protection from electric fields, shielding fabrics.

В переменном поле, которое возникает вокруг установок и оборудования сверхвысокого напряжения, а также различных бытовых приборов и персональных компьютеров, полярность постоянно изменяется, заряды перемещаются через тело человека, и появляется ток, который может достигать сотен микроампер. Эти явления крайне нежелательны, так как они в дальнейшем могут вызывать различные заболевания. Эксплуатация и техническое обслуживание таких объектов должны проводиться персоналом в специальной защитной одежде, которая резко ограничивает возможность протекания электрического тока через тело

человека. Например, при напряжении 100 кВ ток, протекающий по телу человека, находящегося в электрическом поле в обычной спецодежде, равен 140 мкА, а в электропроводящей одежде – 20 мкА. Соответственно в последнем случае ток, протекающий по самой одежде, возрастает с 5 до 120 мкА.

Согласно существующим стандартам (ГОСТ ССТБ 12.1.002–84) [1], [2] установлены следующие гигиенические нормы воздействия на человека электрического поля токов промышленной частоты напряжением 400 кВ и выше (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Напряженность электрического поля, кВ/м	Время пребывания человека в электрическом поле в течение одних суток, мин
Менее 5	Без ограничения
от 5 до 10	не более 180
от 10 до 15	не более 90
от 15 до 20	не более 10
от 20 до 25	не более 5

Когда напряженность электрического поля на рабочем месте превышает 25 кВ/м или продолжительность пребывания человека в электрическом поле не соответствует указанным в табл. 1 нормам, работающим должны выдаваться специальные средства защиты.

Однако известные защитные костюмы в большинстве случаев содержат металлические проволочки, имеют большой вес, неудобны в эксплуатации и при их изготовлении не учтены климатические условия нашего региона.

Среди различных способов защиты от электромагнитного воздействия эффективным является использование специальных экранирующих материалов, среди которых широкое распространение получили металлизированные ткани на основе синтетических волокон. Такие материалы обладают

малой толщиной, они легкие, гибкие, имеют хорошую адгезию к различным смолам и синтетическим клеящим составам. Они являются незаменимыми при создании специальной защитной одежды.

Цель исследования – разработать образцы электропроводящих тканей, способных экранировать электрические поля высокой напряженности, и на их основе создать экспериментальные образцы экранирующего костюма и изучить их свойства.

В качестве электропроводящей нити, которую вводили в структуру ткани, использовали разработанную в [3] электропроводящую пряжу со следующими характеристиками.

Состав – 60% хлопкового волокна, 40% электропроводящего волокна.

Линейная плотность – 50 ± 2 текс.

Удельная разрывная нагрузка – 9,0 сН/текс.

Разрывное удлинение – 14,0%.

Погонное электрическое сопротивление, измеренное при $\lambda = 0,03$ м – 35 кОм/м.

Число кручений – 500 кр/м.

Были выработаны два варианта электропроводящей ткани, структуры которых показаны на рис. 1-а и б.

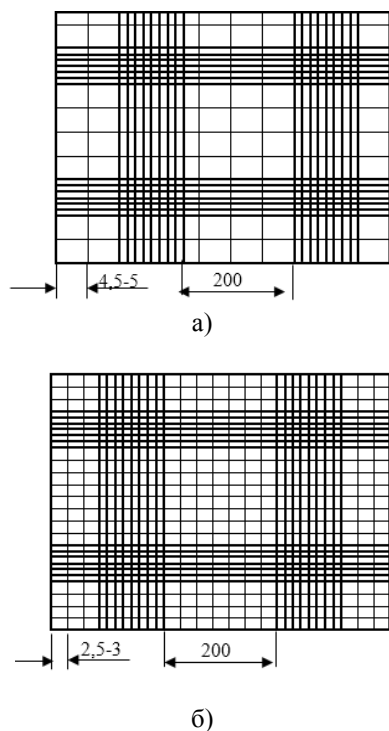


Рис. 1

Полученные опытные образцы электропроводящей ткани фактически представляют собой хлопчатобумажную ткань полотняного переплетения, в которую по основе и утку на определенном расстоянии включена электропроводящая пряжа.

В первом случае расстояние между электропроводящими нитями в ткани составляло 4...5 мм (рис. 1-а), а в другом случае 2,5...3 мм (рис. 1-б). Для улучшения гальванического соединения всех частей ткани на расстоянии 150...200 мм друг от друга по утку и основе располагали высокопроводящие участки в виде лент. В первом случае эти ленты выполнялись из луженого медного микропровода диаметром 0,15 мм в количестве 5 штук в каждой ленте, во втором варианте из электропроводящей пряжи – в количестве 10...15 штук. Ленты из электропроводящей пряжи обладают погонным электрическим сопротивлением 1...1,5 кОм/м.

Известно, что экранирующая способность материала или изделия определяется его поверхностным электрическим сопротивлением, которое должно быть не более $5 \cdot 10^4$ Ом.

При изучении электрофизических характеристик изготовленных опытных образцов электропроводящих тканей было установлено, что их поверхностное электрическое сопротивление находится в пределах 140...280 Ом, и они обладают достаточно высоким коэффициентом экранирования электрического поля (табл. 2 – электрофизические характеристики опытных образцов электропроводящей ткани).

Тот факт, что текстильные свойства разработанных электропроводящих тканей практически не отличаются от свойств обычных тканей, позволил разработать цельнокроеную экранирующую одежду. На основе разработанных тканей были изготовлены два экспериментальных костюма (костюм – В1 и костюм – С2).

Т а б л и ц а 2

Вариант образца	Поверхностное электрическое сопротивление, Ом	Коэффициент экранирования электрического поля K_e , дБ $U=80$ кВ
1	280	46,1
2	145	51,2

Эффективность разработанных материалов наглядно видна при рассмотрении результатов испытания экранирующих костюмов, изготовленных из них. Испытания проводились в Центре высоких напряжений и больших токов Института энергетики

и автоматики АН РУз. Для сравнения был также испытан экранирующий костюм (производство Китай, костюм А1), который применяется на подстанциях 500 кВ ГАК Узбекэнерго при производстве работ под напряжением.

На рис. 2 приведены результаты исследований экранирующих свойств различных костюмов в сильных электрических полях, где кривая 1 – костюм А1; 2 – костюм В1; 3 – костюм С2.

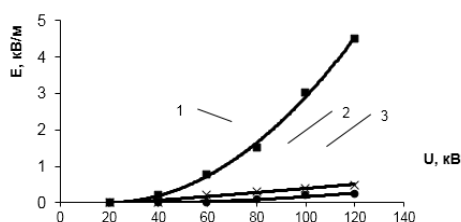


Рис. 2

Из рис. 2 видно, что при напряжениях до 30 кВ напряженность поля E внутри всех трех исследованных костюмов практически ничтожно мала. При дальнейшем росте приложенного напряжения поле внутри костюма А1 (рис. 2, кривая 1) растет существенно быстрее, чем в случае костюмов В1 и С2 (рис. 2, кривые 2 и 3). Так, при $U=60$ кВ напряженность электрического поля внутри костюма А1 равна 0,8 кВ/м, для кос-

тюма В1 этот показатель составляет 0,2 кВ/м, а для костюма С2 он не отличается от нулевого значения. При напряжении 80 кВ напряженность внутри костюма А1 увеличилась до 1,5 кВ/м, в костюме В1 она стала равной только 0,3 кВ/м, а в костюме С2 всего лишь 0,1 кВ/м.

Исследование электрофизических характеристик различных образцов костюмов было проведено также и при достаточно высоких значениях напряжения, равных 100 и 120 кВ. При $U=120$ кВ костюм А1 снижает напряженность поля до 4,5 кВ/м, внутри костюма В1 напряженность поля равна 0,5 кВ/м, а костюм С2 обладает самой высокой экранирующей способностью, и напряженность поля внутри него всего лишь 0,25 кВ/м.

В табл. 3 приведены коэффициенты экранирования различных образцов костюмов при различных напряжениях, где E – напряженность поля внутри костюма; $K_э$ – коэффициенты экранирования различных образцов костюмов, дБ.

Т а б л и ц а 3

Напряжение, кВ	Костюм А1		Костюм В1		Костюм С2	
	E , кВ/м	$K_э$	E , кВ/м	$K_э$	E , кВ/м	$K_э$
20	0	-	0	-	0	-
40	0,2	46,0	0	-	0	-
60	0,8	37,5	0,2	49,5	0	-
80	1,5	34,6	0,3	48,6	0,1	58,0
100	3,0	30,4	0,4	48,0	0,2	54,0
120	4,5	28,5	0,5	47,6	0,25	53,6

Из табл. 3 видно, что экспериментальные образцы костюмов обладают высоким коэффициентом экранирования при достаточно высоких напряжениях порядка 120 кВ и могут обеспечить эффективную защиту персонала. По эффективности экранирования они значительно превосходят существующий костюм (производство Китай, костюм А1).

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что ткани, содержащие в своем составе определенное количество электропроводящей пряжи, обладают достаточным коэффициентом экра-

нирования электрического поля. На их основе могут быть созданы специальные материалы и изделия. Специальный костюм, полученный на основе разработанных тканей, обладает достаточным коэффициентом экранирования электрического поля и может быть использован при работе в электрических полях для защиты персонала.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 12.1.002–84 ССБТ. Электрические поля токов промышленной частоты напряжением 400 кВ и выше. Общие требования безопасности. – 1984.
- САНПИН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях // Санитарные правила и нормы. – М., 2003.

3. Акбаров Д.Н. Разработка технологии получения, исследование свойств и применение новых видов электропроводящих волокон: Дис....докт. техн. наук. – Мытищи, 1989.

4. Hoime I., McIntyre J.E. and Shen Z.J. Electrostatic Charging of Textiles // Textile Progress. – V. 28, № 1, 1998. The Textile Institute, Manchester M3 5DR, UK. P.133.

5. Черунова И.В., Меркулова А.В. Исследование антистатических свойств текстильных материалов утепляющих пакетов для одежды // Мат. XIII Междунар. научн.-практ. конф. студентов и молодых ученых: Современная техника и технологии СТТ 2007. – Томск: ТПУ, 2007. Т.2. С.248...250.

6. Черунова И.В., Меркулова А.В. Пути повышения качества проектирования и степени защиты специальной утепленной одежды с антинефтемаслостатическим эффектом // Мат. междунар. конф.: Производство. Технология. Экология. "ПРОТЭК'2006". – М.: МГТУ "СТАНКИН", 2006. С.87...91.

7. ГОСТ 29104.20–91. Ткани технические. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления.

8. JIS L-1094. Testing method for electrostatic propensity of woven and knitted fabrics. – P.24.

REFERENCES

1. GOST 12.1.002–84 SSBT. Jelektricheskie polja tokov promyshlennoj chastoty naprjazheniem 400 kV i vyshe. Obshhie trebovanija bezopasnosti. – 1984.

2. SANPIN 2.2.4.1191–03. Jelektromagnitnye polja v proizvodstvennyh uslovijah // Sanitarnye pravila i normy. – М., 2003.

3. Akbarov D.N. Razrabotka tehnologii polucheniya, issledovanie svoystv i primenenie novyh vidov jelektroprovodjashhih volokon: Dis....dokt. tehn. nauk. – Mytishhi, 1989.

4. Hoime I., McIntyre J.E. and Shen Z.J. Electrostatic Charging of Textiles // Textile Progress. – V. 28, № 1, 1998. The Textile Institute, Manchester M3 5DR, UK. P.133.

5. Cherunova I.V., Merkulova A.V. Issledovanie antistaticheskikh svoystv tekstil'nyh materialov utepljajushhih paketov dlja odezhdy // Mat. XIII Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. studentov i molodyh uchenyh: Sovremennaja tehnika i tehnologii STT 2007. – Tomsk: TPU, 2007. T.2. S.248...250.

6. Cherunova I.V., Merkulova A.V. Puti povyshe-nija kachestva proektirovanija i stepeni zashhity special'noj uteplennoj odezhdy s antineftemaslostaticheskim jeffektom // Mat. mezhdunar. konf.: Proizvodstvo. Tehnologija. Jekologija. "PROTJeK'2006". – М.: MGTU "STANKIN", 2006. S.87...91.

7. GOST 29104.20–91. Tkani tehniicheskie. Metod opredelenija udel'nogo poverhnostnogo jelektricheskogo soprotivlenija.

8. JIS L-1094. Testing method for electrostatic propensity of woven and knitted fabrics. – P.24.

Рекомендована Ученым советом АТУ. Поступила 02.10.18.