

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

RESEARCH OF BOTH THE PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS AND PACKAGES OF CLOTHING FOR PROTECTING THE THERMAL EXPOSURE OF THE ELECTRIC ARC

Ю.С. ШУСТОВ, Ж.С. ПУШКИНА

YU.S. SHUSTOV, ZH.S. PUSHKINA

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

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: 6145263@mail.ru

Проведены исследования воздействия энергии, выделяемой электрической дугой, на термостойкость спецодежды в зависимости от уровней защиты. Осуществлено сравнение значений эталонной кривой Столл, обозначающей физиологический предел кожи человека, после которого возникает ожог II степени, с полученными данными исследуемых образцов. Приведены сравнительные значения электродугового термического воздействия рассматриваемых материалов и различных комбинаций пакетов материалов.

Investigations of the effect of the energy released by an electric arc on the thermal resistance of overalls, depending on the level of protection, are presented. The comparison of the values of the Stoll standard curve, which denotes the physiological limit of human skin, after which a 2nd degree burn occurs from the obtained data of the studied samples, is carried out. Comparative values of the electric arc thermal effect of the materials under consideration and various packages of materials are given.

Ключевые слова: специальная одежда, термостойкость, уровень защиты, кривая Столл.

Keywords: special clothing, heat resistance, protection level, Stoll curve.

Повышение требований к изделиям, выпускаемым текстильной промышленностью, немислимо без оценки качества этой продукции. Особенно это относится к текстильным материалам, применяемым для защиты от термического воздействия электрической дуги [1...5].

В качестве объектов исследования были выбраны ткани, наиболее часто используемые для пошива специальной одежды, применяемой ведущими компаниями энергетической промышленности, причем это ткани, утеплители, подкладка (табл. 1) [6].

Из трех групп рассматриваемых материалов (ткани верха, утеплители и ткани

подкладочные) были сформированы различные пакеты материалов разнообразного состава (однослойные, двухслойный и многослойные), для них были выбраны такие определяющие показатели, как стойкость к конвективному теплу и тепловому излучению, стойкость к воздействию электрической дуги. В зависимости от значения падающей энергии, выделяемой электрической дугой, термостойкую спецодежду подразделяют по значению электродугового термического воздействия (ЗЭТВ) на различные уровни защиты (8 уровней защиты от 5 кал/см² до 100 ± 5 кал/см²).

№ ткани	Название	Состав	Производитель
Ткань №1	Ткань верха "БиОТерм®"	90% хлопок, 10% ПА, в т.ч. антистатическая нить	Россия
Ткань №2	Ткань верха "Номекс® Комфорт"	98% арамид, 2% антистатическое волокно	Германия
Ткань №3	Ткань верха "ПРОтерм®"	98% арамид, 2% антистатическое волокно	Россия
Ткань №4	Утеплитель "Арквинтер"	98% арамид, 2% антистатическое волокно	Россия
Ткань №5	Утеплитель "Shelter FR ArcPro"	98% арамид, 2% антистатическое волокно	Россия
Ткань №6	Ткань подкладочная, арт. 101736	100% хлопок, в т.ч. антистатическая нить	Россия
Ткань №7	Ткань подкладочная "Унилайн"	100% хлопок, в т.ч. антистатическая нить	Россия

Испытания на стойкость к воздействию электрической дуги проходят с использованием установки, моделирующей воздействие электрической дуги. При проведении испытаний необходимо использовать три образца пакета материалов для точности определения значения электродугового

термического воздействия [7].

На рис. 1 (воздействие электрической дуги на ткань верха "Номекс® Комфорт": а) до испытаний; б) после испытаний) приведено изображение ткани верха "Номекс® Комфорт", подвергнутой воздействию электрической дуги.

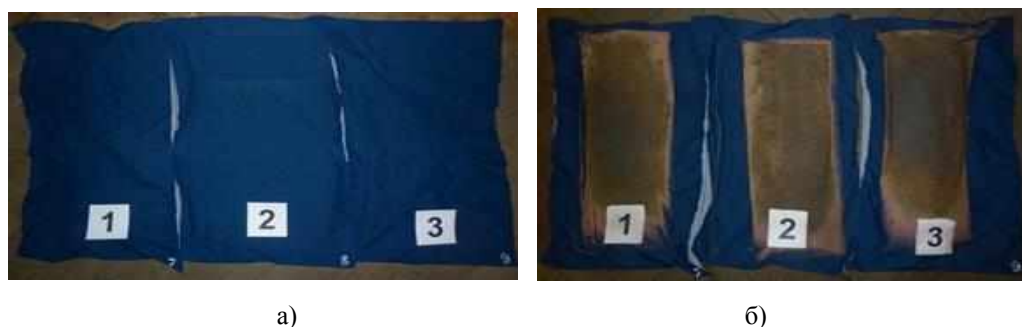


Рис. 1

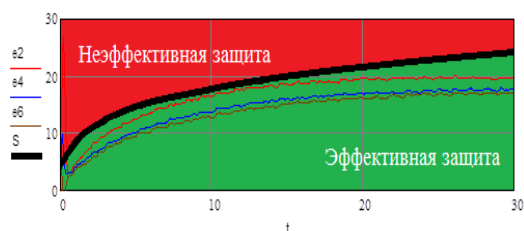


Рис. 2

Во время воздействия электрической дуги специальные калориметрические датчики измеряли температуру на поверхности манекена под тканью верха для изготовления спецодежды. На рис. 2 (кривая температуры датчиков в зависимости от времени, где: θ_2 , θ_4 и θ_6 – полученные данные датчиков температуры; S – зависимость Столл (в градусах Цельсия)) приведено изображение сравнения полученных данных дат-

чиков и значение эталонной кривой Столл, обозначающей физиологический предел кожи человека, после которого возникает ожог II степени.

Полученные показания датчиков расположились ниже кривой Столл, следовательно, защитная одежда, изготовленная из ткани верха "Номекс® Комфорт", способна ослабить тепловое воздействие электрической дуги на кожу человека до уровня, который не может вызвать тяжелые ожоговые травмы.

Сравнительные значения ЗЭТВ рассматриваемых материалов и различных комбинаций пакетов материалов, подвергнутых лабораторному износу (5 и 50 циклов стирки), представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Состав сформированного пакета материалов	Уровень защиты ЗЭТВ, кал/см ²	
		после 5 стирок	после 50 стирок
1	Однослойный пакет из ткани верха "БиОТерм®"	15,0	15,8
2	Однослойный пакет из ткани верха "Номекс® Комфорт"	13,9	13,6
3	Однослойный пакет из ткани верха "ПРОтерм®"	19,4	18,6
4	Двухслойный пакет из двух слоев ткани верха "БиОТерм®"	42,6	44,9
5	Двухслойный пакет из двух слоев ткани верха "Номекс® Комфорт"	34,1	36,0
6	Двухслойный пакет из двух слоев ткани верха "ПРОтерм®"	32,9	34,3
7	Двухслойный пакет, состоящий из ткани верха "БиОТерм®" и ткани подкладочной, арт. 101736	34,1	36,9
8	Двухслойный пакет, состоящий из ткани верха "Номекс® Комфорт" и ткани подкладочной, арт. 101736	24,1	27,5
9	Двухслойный пакет, состоящий из ткани верха "ПРОтерм®" и ткани подкладочной, арт. 101736	27,3	26,0
10	Многослойный пакет, состоящий из ткани верха "БиОТерм®", утеплителя "Shelter FR ArcPro" и ткани подкладочной, арт. 101736	51,3	56,2
11	Многослойный пакет, состоящий из ткани верха "Номекс® Комфорт", утеплителя "Shelter FR ArcPro" и ткани подкладочной, арт. 101736	57,6	57,0
12	Многослойный пакет, состоящий из ткани верха "ПРОтерм®", утеплителя "Shelter FR ArcPro" и ткани подкладочной, арт. 101736	51,6	56,4
13	Многослойный пакет, состоящий из ткани верха "БиОТерм®", утеплителя "Арквинтер" и ткани подкладочной "Унилайн"	57,5	57,2
14	Многослойный пакет, состоящий из ткани верха "Номекс® Комфорт", утеплителя "Арквинтер" и ткани подкладочной "Унилайн"	56,5	54,3
15	Многослойный пакет, состоящий из ткани верха "ПРОтерм®", утеплителя "Арквинтер" и ткани подкладочной "Унилайн"	56,6	60,4

Как видно из приведенных данных, изменение уровня защиты после лабораторного износа в пределах допустимых значений.

С увеличением количества материалов, входящих в пакет для изготовления специальной одежды для защиты термических рисков электрической дуги, увеличивается уровень защиты ЗЭТВ, что позволяет подбирать комплект для эксплуатации электрооборудования и электроустановок с различными параметрами (например, сила тока короткого замыкания, напряжение, время воздействия дуги, расстояние до источника дуги, расстояние между токоведущими частями).

В результате определения стойкости к конвективному теплу и тепловому излучению пакетов материалов было выявлено, что все пакеты материалов соответствуют требованиям в части их эксплуатационного уровня (не ниже В1 и С1) и сохраняют их после лабораторного износа.

При разработке пакета одежды для защиты от термических рисков электрической

дуги, помимо параметров электроустановки, необходимо также учитывать климатический пояс эксплуатации, а также экономическую целесообразность использования материалов. Так, например, если сравнивать стоимость изготовления костюма из двухслойного пакета из двух слоев ткани верха "Номекс® Комфорт" (с уровнем защиты 34,1 кал/см²) и костюма из двухслойного пакета, состоящего из ткани верха "Номекс® Комфорт" и ткани подкладочной, арт. 101736 (с уровнем защиты 24,1 кал/см²), целесообразно использовать первый вариант.

ВЫВОДЫ

1. Все исследуемые материалы (ткани верха, утеплители и ткани подкладочные) не теряют устойчивость к открытому пламени и сохраняют термостойкие свойства при температуре 180 и 260°C, после всех циклов лабораторного износа материалы не горят, не тлеют и не расплавляются, остаточное горение и тление отсутствуют.

2. Стойкость к воздействию электрической дуги после лабораторного износа сохраняется, изменения происходят в пределах допустимых значений.

3. В результате определения стойкости к конвективному теплу и тепловому излучению пакетов материалов было выявлено, что все пакеты материалов соответствуют требованиям в части их эксплуатационного уровня (не ниже В1 и С1) и сохраняют его после лабораторного износа.

4. При разработке пакета одежды для защиты от термических рисков электрической дуги помимо параметров электроустойчивости, необходимо также учитывать климатический пояс эксплуатации, а также экономическую целесообразность использования материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаринов И.И., Хакимуллин Ю.Н., Шаехов М.Ф., Галимзянова Р.Ю., Перова Н.М.* Санитарно-химические и токсикологические исследования образцов материалов для изготовления одежды и белья после воздействия ионизирующего излучения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №1. С.125...129.

2. *Пенкрат Д.И., Ольшанский В.И., Давыденкова В.И.* Исследование изменения коэффициента ослабления инфракрасного излучения материала верха теплозащитного костюма // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №4. С.30...34.

3. *Денисенко Т.А., Глушченко А.А.* Воспламеняемость текстильных материалов от искр и кострового угля. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 3. С.34...37.

4. *Давыдов А.Ф., Кудринский С.В.* Определение коэффициента теплопередачи конвективного тепла огнестойких тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №3. С.38...40.

5. *Пушкина Ж.С., Шустов Ю.С.* Одежда для защиты от электрической дуги. Условия и требования // Сб. научн. тр. посвященный 75-летию кафедры Материаловедения и товарной экспертизы – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019. С.67...71.

6. *Пушкина Ж.С.* Специальная одежда для защиты от термического воздействия электрической дуги / Сб. мат. Междунар. научн. студенческой конф.: Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности. – Часть 2. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2019. С. 64...67.

7. *Пушкина Ж.С., Шустов Ю.С.* Сравнение текстильных материалов, используемых для защиты от

термических рисков электрической дуги / Сб. мат. Всерос. научн. конф. молодых исследователей с международным участием: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина" Часть 3. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2020. С. 138...140.

REFERENCES

1. *Garinov I.I., Khakimullin Yu.N., Shaekhov M.F., Galimzyanova R.Yu., Perova N.M.* Sanitary-chemical and toxicological studies of samples of materials for the manufacture of clothing and underwear after exposure to ionizing radiation // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2020, № 1. P.125...129.

2. *Penkrat D.I., Olshansky V.I., Davydenkova V.I.* Investigation of the change in the coefficient of attenuation of infrared radiation of the material of the top of the heat-protective suit // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2019, №4. P.30...34.

3. *Denisenko T.A., Glushchenko A.A.* Flammability of textile materials from sparks and fire coal. // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 3. P. 34 ... 37.

4. *Davydov A.F., Kudrinsky S.V.* Determination of the heat transfer coefficient of convective heat of fire-resistant fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №3. P.38...40.

5. *Pushkina Zh.S., Shustov Yu.S.* Clothing for protection against electric arcs. Conditions and requirements // Sat. scientific tr. dedicated to the 75th anniversary of the Department of Materials Science and Commodity Expertise – М.: RGU im. A.N. Kosygina, 2019. P.67...71.

6. *Pushkina Zh.S.* Special clothing for protection against thermal effects of an electric arc / Sat. mat. International scientific student conf.: Innovative development of light and textile industry. - Part 2. – М.: RSU named after A.N. Kosygina, 2019. P. 64...67.

7. *Pushkina Zh.S., Shustov Yu.S.* Comparison of textile materials used to protect against thermal risks of an electric arc / Sat. mat. Vseros. scientific conf. young researchers with international participation: Innovative development of equipment and technologies in the industry dedicated to the Anniversary Year in the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "RSU named after A.N. Kosygin" Part 3. – М.: RSU named after A.N. Kosygina, 2020. P. 138...140.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 25.10.21.