

Таблица 1 – Основные показатели для материалов для низа обуви

Показатели	ГОСТ 10124-76	ГОСТ 12632-79	ГОСТ 17311-71	PD CEN ISO/TR 20880:2007	ГОСТ ISO 5423-2013	ГОСТ 14037-79	BS 5131-0:1990
Назначения	$\rho, \varepsilon_p, \Theta, \sigma_n, \sigma_p, \varepsilon_o, H$	$f_p, \varepsilon_p, \sigma_p, \sigma_n, \varepsilon_o, H, P_p$	$\rho, f_p, \varepsilon_p, \sigma_o, \varepsilon_o, H$	$f_p, \rho, K_{ccs}, P_p, S_p$	$\varepsilon_p, S, H, \sigma_{pm}, f_p, M_{100y}$	$f_p, \varepsilon_p, S$	$f_p, \varepsilon_p, \Theta, \rho, S, H, \sigma_p, P_p$
Устойчивости к внешним воздействиям	$N_w, N_p$	$N_p, \beta$	$N_w, \beta$	$N_w, \beta$	$N_u$	$\beta$	$\beta, N_w, N_p, L_{сж}$
Технологичности		$y$					$y$

Механическая безопасность определяется следующими характеристиками: 1) прочность крепления подошвы и деталей низа обуви; 2) прочность крепления каблука; 3) стойкость подошвы к многократному изгибу; 4) ударная прочность подошвы. Биологическая безопасность обуви характеризуется показателями: гибкость, водонепроницаемость. В качестве требования химической безопасности материалов для изготовления изделий являются нормативы концентрации летучих химических вредных веществ для большинства видов подошвенных материалов на основе синтетических полимеров.

При этом в ТР ТС 017/2011 отсутствует комплекс основных показателей физико-механических свойств полимерных материалов для низа обуви, таких как плотность, прочность, твердость, сопротивление истиранию и др., изложенных в классических учебниках по материаловедению для обувного производства. Однако именно эти физико-механические свойства полимерных подошвенных материалов обуславливают наиболее востребованные потребительские свойства обуви в целом.

Отсутствие в действующем техническом регламенте показателей физико-механических свойств полимерных материалов для низа обуви создает проблему, существенно усложняющую ситуацию с изготовлением и продажей некачественной обуви. На практике это приводит к тому, что предприятия, закупающие для производства подошвы в большинстве случаев зарубежный гранулят, не владеют информацией о составе и потребительских свойствах получаемой подошвы, которая обнаруживается только лишь при использовании обуви.

Сказанное свидетельствует о том, что для повышения качества материалов для низа обуви, улучшения их физико-механических свойств необходимо совершенствовать номенклатуру показателей качества или перечень определяемых показателей как для обуви в целом, так и для материалов, используемых для ее изготовления.

Таким образом, исходя из выше сказанного можно сделать вывод, что сегодня нет определенной ясности относительно номенклатуры показателей качества материалов для низа обуви, отсутствуют или недостаточно разработаны способы и средства измерения целого ряда показателей. На практике это приводит к тому, что для разных материалов для низа обуви установлены разные требования к качеству, а их оценка производится по различным показателям качества.

УДК 677.017.56

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОДУКЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Сапёлко В.В., студ., Петюль И.А., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: теплоизоляция, теплозащитные свойства, суммарное тепловое сопротивление, коэффициент теплопроводности.

**Реферат.** В статье приведены результаты анализа требований к номенклатуре и значениям показателей теплозащитных свойств одежды, относящейся к средствам индивидуальной защиты от пониженных температур в соответствии с ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», а также краткий обзор методик их определения. Представлены отдельные результаты экспериментальных исследований суммарного теплового сопротивления пакетов материалов при различных температурных условиях окружающей среды.

В ассортименте средств индивидуальной защиты большой удельный вес занимает теплозащитная одежда. Разработанные научные основы проектирования такого вида одежды и методы ее оценки значительно отстают от требований потребителя, технологий создания новых теплозащитных материалов и часто не учитывают физиологические особенности человека, особенности трудовых процессов, климатические условия эксплуатации и другие факторы. Прежде всего, одежду, предназначенную для защиты человека от неблагоприятных воздействий внешней среды, необходимо проектировать с учетом климатических особенностей отдельных регионов и обязательных установленных нормативных технических требований [1]. Основным документом, содержащим ряд обязательных требований к средствам индивидуальной защиты, является технический регламент ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», в котором регламентированы такие теплозащитные показатели для специальной защитной одежды как теплоизоляция и суммарное тепловое сопротивление.

Нормированное значение суммарного теплового сопротивления в ТР ТС 019/2011 составляет не менее  $R_{\text{сум}} = 0,50 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Такая норма обоснована созданием благоприятных условий для человека через поддержание постоянства температуры в пододежном пространстве с целью снижения теплопотерь организма. Нормированные значения величины теплоизоляции в реальных условиях использования относительно средних температур воздуха и скорости ветра зимних месяцев для IV климатических регионов/поясов представлены в таблице 1 [2].

Техническим регламентом ТР ТС 019/2011 определено ограниченное количество методик, которые могут применяться для определения теплозащитных свойств при декларировании или сертификации данной продукции. Так, например, теплоизоляционные свойства изделий в целом и отдельных предметов оцениваются по результатам физиологических исследований с участием испытуемых в климатических камерах. Нужно отметить, что данное исследование не проводится ни в одной из лабораторий Республики Беларусь. Единственным испытательным центром, проводящим данный вид исследований, является ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» Российской академии медицинских наук (г. Москва). Другая указанная в регламенте методика оценки теплозащитных свойств изделий позволяет определять только суммарное тепловое сопротивление по ГОСТ 20489-75. Согласно методике, оценка показателя проводится на специальном приборе ПТС-225 при нормальных условиях, то есть при температуре воздуха от 18 °С до 25 °С и относительной влажности воздуха 65 % ± 5 % [3]. В Республике Беларусь только лаборатория УП «Центр испытаний и сертификации ТООТ» аккредитована на определение этого показателя.

Таблица 1 – Величина теплоизоляции в реальных условиях использования комплекта спецодежды защитной от холода

Климатический регион (пояс)	Средняя температура воздуха, °С	Средняя скорость ветра, м/с	Величина теплоизоляции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , не менее:
IA (особый)	- 25	6,8	0,513
IB (IV)	- 41	1,3	0,681
II (III)	- 18	3,6	0,442
III (II)	- 9,7	5,6	0,360

В научной литературе предлагается целый ряд методик, позволяющих определять показатели, характеризующие теплозащитные свойства специальной защитной одежды [1,4,5]. Накоплен значительный опыт создания приборов и методов для оценки суммарного тепло-

вого сопротивления в условиях стационарного и нестационарного теплового режима. Однако большинство известных методов достаточно сложны в реализации, не обеспечивают получение теплозащитных характеристик в реальных условиях эксплуатации, требуют строгого соблюдения многочисленных начальных условий проведения эксперимента, что не всегда удается регламентировать должным образом, сопряжены со значительной трудоемкостью и материалоемкостью, необходимостью применения специализированного оборудования и другими особенностями. Как следствие, большинство методов не находят широкого практического применения.

Ряд разработок и определенный накопленный опыт по данной тематике имеется в Витебском государственном технологическом университете. В источнике [6] приводятся данные о теплофизических характеристиках современных пакетов верха производственной обуви и результаты влияния отдельных комплектующих на суммарное тепловое сопротивление различных систем материалов. Для реализации методики предлагается специальный автоматизированный измерительный стенд, позволяющий определять тепловое сопротивление и теплопроводность различных материалов и их систем с различной толщиной и сочетанием комплектующих.

Кафедрой «Информационные системы и автоматизация производства» была разработана автоматизированная система оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов, которая позволяет воспроизводить температуру пододежного пространства и параметры окружающей среды в широких пределах, что дает возможность проводить испытания материалов в условиях, приближенных к реальным. В результате проведенных экспериментальных исследований боевой одежды пожарных, и их пакетов, установлено, что отклонения значений коэффициента теплопроводности и теплового сопротивления, определенных по предложенной методике, от значений, полученных с использованием стандартных методик, не превышают 6 % [7].

В российском патенте № 2527314 [8] описан достаточно простой метод, позволяющий проводить испытания не только в лабораторных, но и в реальных условиях эксплуатации, в частности при пониженных температурах, влажности воздуха и др. Сущность его заключается в измерении времени остывания аккумулятора тепла, помещенного внутрь материала пакета одежды, в заданном интервале температур и определении суммарного теплового сопротивления образца. Техническая реализация предлагаемой методики является достаточно простой и удобной для ее практического применения. Кроме этого, в публикации показана достаточно высокая сходимости результатов, полученных по предложенной методике и по ГОСТ 20489-75. Взяв за основу предложенную методику, кафедрой «Техническое регулирование и товароведение» совместно с кафедрой «Информационные системы и автоматизация производства» был разработан стенд для определения суммарного теплового сопротивления в нормальных условиях и с использованием климатической камеры. Для исследований на опытном стенде использовались образцы с известным суммарным тепловым сопротивлением, определенным по ГОСТ 20489-75 в лаборатории УП «Центр испытаний и сертификации ТООТ». Анализ результатов, полученных на опытном стенде в нормальных условиях, подтверждает достоверность применяемого метода: относительная погрешность составила не более 9 %. Использование климатической камеры позволило провести исследования образцов в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации одежды и в соответствии с температурными параметрами, приведенными в ТР ТС 019/2011 для различных климатических регионов/поясов (таблица 2). В таблице 2 представлены средние значения суммарного теплового сопротивления, полученные для пяти пакетов материалов в указанных диапазонах температур, рассчитанные по формуле

$$R_{\text{сум}} = \frac{S_{\text{np}} \cdot \tau}{c \cdot m}, \quad (1)$$

где  $S_{\text{np}}$  – площадь поверхности пробы, через которую совершается теплообмен, м<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – время остывания нагревательного элемента в заданном интервале температур, с;  
 $c$  – удельная теплоемкость нагревательного элемента, Дж/кг·°С;  
 $m$  – масса нагревательного элемента, кг.

Таблица 2 – Средние значения суммарного теплового сопротивления по всем образцам

Температура в климатической камере при испытании	(20 ± 2) °С, (65 ± 5) %	(-1 ± 2) °С	(-9,7 ± 2) °С	(-18 ± 2) °С	(-25 ± 2) °С
Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	0,657	0,354	0,311	0,287	0,255

В ТР ТС 019/2011 значение суммарного теплового сопротивления не менее 0,50 м<sup>2</sup>·°С/Вт нормировано для испытаний в нормальных условиях. Но исходя из результатов, представленных в таблице 2, очевидно, что имеет смысл ранжирование норм в зависимости от климатического пояса, в котором будет эксплуатироваться защитная одежда. Таким образом, опробованная методика определения суммарного теплового сопротивления, может быть использована на стадии конструкторско-технологической подготовки производства предприятиями, занимающимися производством защитной одежды, изготовителями материалов верха, утеплителя и подкладки. Оценка данного показателя позволит осуществлять рациональную комплектацию и подбор пакетов материалов, а также прогнозировать теплозащитные свойства утепленной одежды при различных условиях ее эксплуатации.

#### Список использованных источников

1. Колесников, П.А. / Теплозащитные свойства одежды. – Москва : Легкая индустрия, 1965. – 340 с.
2. О безопасности средств индивидуальной защиты : ТР ТС 019/2011 : принят 09.12.2012 : вступ. в силу 01.06.2012 / Евраз. экон. комис. – Минск : Экономэнерго, 2012. – 108 с.
3. ГОСТ 20489-75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. Введ. 1976-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 11 с.
4. Шульц, Я.О. Метод определения комплекса теплофизических характеристик материалов для спецодежды / Я.О. Шульц, В.Е. Романов, М.Т. Мынбаев // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности – 1989. – № 5. – С.35-39. – Библиогр.: с.39.
5. Ребрик, В.Е. Определение теплофизических характеристик материалов с учетом влияния влаги / В. Е. Ребрик, М. Н. Иванов, А.М. Шахбазян // Новые методы исследования строения и свойств и оценки качества текстильных материалов. – Минск, 1977. – С. 150-152.
6. Оценка теплозащитных свойств пакетов верха производственной обуви / В.Е. Горбачик [и др.] // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015 г. – Вып. 28. – С.41-49.
7. Соколова, А. С. Метод оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов / А. С. Соколова, А. А. Кузнецов, Н. Л. Надежная // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016 г. – Вып. 31. – С. 24-31.
8. Способ определения теплозащитных свойств материалов и пакетов одежды : пат. RU №2527314 / Чижик М.А., Долгова Е.Ю., Иванцова Т.М. – Опубл. 27.08.2014.

УДК 620.19:677.017:53.09

## РОБАСТНОСТЬ МОДЕЛЕЙ РАЗРЫВА ТКАНЫХ ПОЛОТЕН

*Севостьянов П.А., проф., Самойлова Т.А., ст. преп.,*

*Монахов В.В., асп., Воробьев И.Н., асп.*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина,*

*г. Москва, Российская Федерация*

Ключевые слова: моделирование, деформация, тканые полотна.

Реферат. Выполнен анализ робастности модели разрыва ткани к форме законов распределения разрывного удлинения нитей основы. Исследована динамика развития деформации в тканых полотнах. В настоящее время актуальной является задача оценки робастности,