

Производитель ИПУП «Парфюмерно-косметическая фабрика «Сонца» (РБ, г. Осиповичи) начала выпускать средство для стирки April evolution ECO Solution (рис. 2), средство для уборки помещений. Экологическая безопасность продуктов подтверждена сертификатом соответствия продукции ЭКО. Стиральный порошок не содержит фосфатов, хлора, отдушек, красителей и оптических отбеливателей, упакован в 100 % биоразлагаемый материал с минимальным количеством красок.

Анализ продукции торговых сетей города Витебска показал, что экологически ориентированная продукция бытовой химии занимает около 30 % от общего объема представленных товаров. Но хотелось бы отметить, что динамика к расширению ассортимента данного вида продукции и количеству производителей экопродукции положительная. Согласно опросу потребителей, более 60 % покупателей проявляют интерес к экологически ориентированной продукции, это в основном женская половина населения в возрастной группе 30–50 лет. Для более старшего поколения интерес к продукции возникает, однако ценовой фактор является сдерживающим. Согласно опросу продавцов-консультантов, удельный вес экологически ориентированного товара на полках торговых сетей с каждым годом увеличивается, т.к. потребители все чаще обращают внимание на экологичность приобретаемого товара и отдают предпочтение продукции с маркировкой «эко».

Список использованных источников

1. Производство Synergetic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://synergetic.ru/>. – Дата доступа: 15.03.2022.
2. Производство Greenlov. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenlove.su/>. – Дата доступа: 25.03.2022.
3. Производство iKeep [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chimii.net/production/>. – Дата доступа: 02.04.2022.
4. Производство Сонца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sontsa.by/product/april-evolution-8/>. – Дата доступа: 05.04.2022.
5. Производство Бархим [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.barhim.by/>. – Дата доступа: 05.04.2022.

УДК 685.34.035.51

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖЕВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ

*Гречаников А.В., к.т.н., доц., Тимонов И.А., к.т.н., доц.,
Томашева Р.Н., к.т.н., доц., Чайковская А.П., студ.*

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

Реферат. В статье приведены результаты исследований теплофизических свойств кожевенных материалов для верха обуви в условиях стационарной теплового режима на измерителе теплопроводности ИТ-λ-400. Проведен сравнительный анализ теплофизических характеристик различных видов натуральных кож, изучено влияние различных факторов (толщина, пористость, влажность) на значения коэффициента теплопроводности и тепловое сопротивление кожевенных материалов.

Ключевые слова: теплопроводность, кожевенные материалы, измеритель теплопроводности ИТ-λ-400, пористость, тепловое сопротивление, влажность.

Одним из важных аспектов улучшения качества обуви является улучшение её гигиенических свойств, в том числе теплозащитных, так как в зоне умеренного климатического пояса значительный период носки обувь эксплуатируется при пониженной температуре воздуха и опоры и высокой влажности. От теплозащитных свойств обуви в значительной мере зависит здоровье и работоспособность людей. Как показывает ряд научных исследований, при низких температурах травматическому действию холода в первую очередь подвергаются конечности, особенно ноги человека [1]. При носке обуви с

недостаточными теплозащитными свойствами температура нижних конечностей может значительно понижаться, наступает общее охлаждение организма и возникают простудные заболевания, которые могут приводить к серьезным нарушениям жизнедеятельности человека.

Теплозащитные свойства обуви в значительной степени определяются свойствами применяемых для ее изготовления материалов. Наиболее важной характеристикой теплофизических свойств материалов является теплопроводность. Обувные кожаные материалы относятся к капиллярно-пористым телам. Передача теплоты в них состоит из теплопроводности через слои кожи, теплопроводности и конвекции через воздушные поры и излучением между стенками пор. Все эти виды теплообмена протекают в материалах одновременно, дополняя друг друга, но основное значение имеет теплообмен путем теплопроводности. Экспериментальное определение теплопроводности кожаных материалов связано с определенными трудностями, вызванными неравномерностью структуры кож, малой толщиной образцов, их сжимаемостью, влагосодержанием и другими факторами. Поэтому для оценки теплозащитных свойств кожаных материалов часто применяют расчетные методы. От правильного определения теплопроводности, пористости, гигроскопичности материалов зависит точность расчёта и проектирования теплофизических свойств обуви.

Анализ литературных источников по изучаемой тематике [1–5] показал, что в настоящее время накоплен значительный опыт создания приборов и методов для оценки теплозащитных свойств обувных материалов и их систем. Особенность и главный недостаток большинства из них состоит в проведении испытаний в условиях, значительно отличающихся от реальных эксплуатационных. Кроме того, интенсивное развитие химических технологий приводит к постоянному расширению ассортимента обувных материалов, появлению материалов новых структур, состава и способов обработки. Это способствует быстрому моральному устареванию накопленных данных об теплофизических свойствах материалов и обуславливает необходимость их постоянной актуализации и дополнения.

Учитывая это, целью представленной работы является определение и сравнительный анализ теплофизических свойств различных видов материалов для верха обуви в различных тепловлажностных условиях.

Для исследования были выбраны различные по структуре и способам обработки виды кожаных материалов: эластичная кожа, крафт обувной, юфта обувная термоустойчивая, бычина и велюр-спиллок, выработанные из шкур крупного рогатого скота хромовым методом дубления, свиная подкладочная кожа хромсинтанового метода дубления без лицевого покрытия и экокожа арт. 13 на коллагенсодержащей нетканой основе с пористым полиуретановым покрытием и тканевым промежуточным каркасным слоем.

Определение теплофизических характеристик исследуемых материалов осуществлялось в условиях стационарного теплового режима с помощью измерителя теплопроводности ИТ-λ-400. Прибор рассчитан на проведение теплофизических исследований твёрдых тел в широком температурном диапазоне (от -100°С до +400°С). Измерение теплопроводности проводится в режиме монотонного нагрева методом динамического калориметра. В измеряемом образце создается градиент температуры, который может быть определен экспериментально. Одновременно измеряется количество теплоты, поступающей в образец.

Для измерения использовались пробы материалов в форме круга диаметром 15 мм. Теплофизические свойства материалов оценивались по показателям коэффициента теплопроводности λ и теплового сопротивления R .

С учетом потерь тепла через боковые поверхности конструктивных элементов измерителя, потерь тепла на нагрев образца, а также тепловых сопротивлений в местах заделки термпар и контактных пластин выражение для коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К), может быть записано в виде:

$$\lambda = \frac{h}{\frac{\Delta T_0 S (1 + \sigma)}{\Delta T_T K_T} - P_K}, \quad (1)$$

где h – толщина образца, м; ΔT_0 – перепад температуры на образце, число делений; ΔT_T – перепад температуры на тепломере, число делений; S – площадь поперечного сечения

образца, м²; σ – поправка, учитывающая теплоемкость образца; K_T – коэффициент пропорциональности, характеризующий тепловую проводимость тепломера, Вт/К; P_K – поправка, учитывающая тепловое сопротивление участков заделки термопар, м²·К/Вт.

Параметры K_T и P_K являются постоянными измерителя и определяются в процессе градуировки прибора по материалам с известными теплофизическими свойствами: теплоемкостью и теплопроводностью.

Тепловое сопротивление материалов, R , (м²·К)/Вт, рассчитывалось по формуле:

$$R = \frac{\Delta T_0 S (1 + \sigma)}{\Delta T_T K_T} - P_K = \frac{h}{\lambda}. \quad (2)$$

Так как определяющими факторами, оказывающими влияние на теплофизические свойства материалов, являются их пористость и толщина, то в работе также были определены плотность и пористость исследуемых материалов. Методика определения показателей заключалась в измерении массы и объема проб, включая объем пор, и нахождения отношения этих величин.

Для пористых материалов различают истинную и кажущуюся плотность. Истинная плотность $\rho_{ист}$ представляет собой отношение массы материала к объему его плотного вещества. Кажущаяся плотность $\rho_{каж}$, определяется отношением массы образца к его полному объему, включая объем пор.

Кажущийся объем материала определяется при погружении образца в ёмкость с жидкостью (керосин) (рис. 1) путем измерения объема вытесненной образцом жидкости: $V_{каж} = V_1 - V_0$. Объем пор определялся по изменению уровня жидкости в ёмкости по истечении 30 мин после начала испытания: $V_{пор} = V_1 - V_2$.

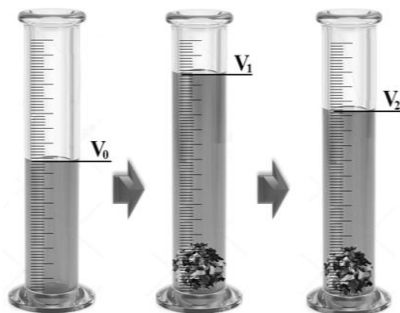


Рисунок 1 – Схема проведения испытания для определения плотности и пористости материалов

Пористость материалов Π , %, определялась как отношение объема пор к полному объёму материала:

$$\Pi = \frac{V_{пор}}{V_{каж}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $V_{пор}$ – объем пор, см³; $V_{каж}$ – кажущийся объем материала, см³.

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что тепловое сопротивление исследуемых материалов колеблется в широких пределах и во многом зависит от соотношения их пористости и толщины. Установлено, что среди исследованных материалов наилучшими теплозащитными характеристиками обладал крафт обувной, что обусловилось сочетанием высокой пористости материала со значительной толщиной. Достаточно высокие показатели теплового сопротивления отмечались также у экокожи, бычины и юфти, что, несмотря на относительно невысокую пористость материалов, компенсировалось их значительной толщиной. Эластичная кожа, велюр и свиная подкладочная кожа, несмотря на высокие показатели пористости, ввиду низких толщин характеризовались невысокими показателями теплового сопротивления, поэтому в исследуемом диапазоне толщин могут применяться только для изготовления обуви весенне-летнего ассортимента.

Таблица 1 – Теплофизические свойства кожевенных материалов

Наименование материала	Толщина, мм	Истинная плотность, $\rho_{ист}$, г/см ³	Кажущаяся плотность, $\rho_{каж}$, г/см ³	Пористость P , %	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/(м·К), при температуре		Тепловое сопротивление R , (м ² ·К)/Вт, при температуре	
					+50°С	+75°С	+50°С	+75°С
Свиная подкладочная кожа	0,8	1,27	0,8	44,9	0,0573	0,0577	0,01396	0,01386
Эластичная кожа	0,9	0,91	0,64	29,1	0,0591	0,0579	0,01523	0,01554
Экокожа (коллагеносодержащая)	1,5	0,85	0,75	12,5	0,0673	0,0670	0,02229	0,02239
Крафт обувной	1,9	0,99	0,67	31,6	0,0748	0,0833	0,02540	0,02281
Спилкок-велюр	1,6	0,96	0,82	14,6	0,0943	0,0959	0,01697	0,01668
Юфть обувная термоустойчивая	1,9	0,77	0,69	10,7	0,1	0,102	0,01900	0,01863
Бычина	2,0	1,08	0,92	14,1	0,106	0,104	0,01887	0,01923

Как показали данные, при одной и той же плотности материалов их теплопроводность тем ниже, чем больше общий объем их пор. С увеличением величины воздействующей температуры коэффициент теплопроводности материалов существенно не изменяется. В целом полученные в работе коэффициенты теплопроводности для различных видов кожевенных материалов согласуются с данными, представленными в других научных источниках [1–5].

В процессе производства и эксплуатации обуви материалы верха часто подвергаются интенсивному увлажнению. Учитывая это в работе также было изучено влияние увлажнения на изменение теплопроводности исследуемых материалов. Для этого образцы материалов перед испытанием подвергались увлажнению острым паром в течение 30 с, 60 с и 90 с, а затем осуществлялось исследование теплопроводности предварительно увлажненных материалов по описанной ранее методике. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Как показывают экспериментальные данные влажность оказывает большое влияние на теплопроводные свойства кожевенных материалов. Намокание приводит к вытеснению воздуха из пор и капилляров кожевенных материалов и заполнению их водой, в результате чего их теплопроводность возрастает, а тепловое сопротивление снижается, что ведет к ухудшению теплозащитных свойств обуви в целом. Динамика насыщения влагой материалов значительно отличается, что обуславливается прежде всего их химическим составом. Так, кожевенные материалы отличаются высокими гидрофильными свойствами и активно впитывают влагу (до 50 % и выше), что приводит к резкой потере их теплозащитных свойств (у эластичной кожи до 30 %, у крафта обувного – более чем на 85 %). Искусственная кожа (экокожа) ввиду наличия в составе основы значительного числа гидрофобных термоплавких синтетических волокон менее интенсивно впитывает воду, и, как следствие, менее существенно изменяет свои первоначальные теплофизические свойства (до 25 %).

Таблица 2 – Теплофизические свойства кожевенных материалов в увлажненном состоянии

Вид материала	Толщина, мм	Влагонасыщение образцов, %	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/(м·К) при температуре		Тепловое сопротивление R , (м ² ·К)/Вт, при температуре	
			+50°С	+75°С	+50°С	+75°С
Эластичная кожа	0,9	без увлажнения	0,0591	0,0579	0,01523	0,01554
		30,00	0,0686	0,0647	0,01312	0,01391
		46,77	0,0759	0,0745	0,01186	0,01208
		36,44	0,0688	0,0704	0,01308	0,01278
Краст обувной	1,9	без увлажнения	0,0748	0,0833	0,02540	0,02281
		11,76	0,0945	0,0905	0,02010	0,02099
		59,63	0,216	0,172	0,00879	0,01105
		36,92	0,135	0,112	0,01407	0,01696
Экокожа (коллагенсо-держущая)	1,5	без увлажнения	0,0673	0,679	0,02229	0,02239
		22,70	0,0824	0,0714	0,01820	0,02100
		23,66	0,0843	0,0754	0,01779	0,01989
		25,10	0,0802	0,0711	0,01870	0,02110

Полученные экспериментальные данные позволяют производить сравнительный анализ теплофизических характеристик различных материалов и осуществлять рациональный подбор комплектующих для пакетов верха обуви, обеспечивающих заданный уровень теплового сопротивления конструкции обуви.

Список использованных источников

1. Дурович, А. П. Методы определения теплозащитных свойств обувных материалов и обуви / А. П. Дурович, Д. С. Лычников // Обзоры по основным направлениям развития отрасли. Серия. Обувная промышленность. Выпуск 1. – Москва: ЦНИИТЭИлегпром, 1984. – 35 с.
2. Жихарев, А. П. Исследование теплопроводности материалов и пакетов при пониженных температурах / А. П. Жихарев, О. В. Фукина, А. Н. Неверов // Кожевенно-обувная промышленность. – 1997. – № 1. – С. 31–32.
3. Каштан, В. С. Исследование теплофизических свойств кожи / В. С. Каштан, С. А. Вишенский // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1976. – № 4. – С. 20–22.
4. 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.
5. Marcinkowska, Ewa. Skóry i ich zamienniki w świetle bezpieczeństwa i higieny użytkowania / Ewa Marcinkowska // Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, 2013. – 205 с.