

Список использованных источников

1. Смелков В.К. Теоретические основы модификации свойств материалов для обуви / В. К. Смелков, Г. Н. Солтовец // Сборник статей международной научной конференции. Актуальные проблемы науки, техники и экономики производства изделий из кожи / УО «ВГТУ». – Витебск, 2004. – с. 253-259.
2. Смелков В.К. Физико-механические свойства трикотажа, модифицированного добавками / В. К. Смелков, Г. Н. Солтовец // Международный сборник научных трудов. Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров, услуг : – Шахты, 2014. – с. 73-75.

УДК 685.34:317.76

О ФОРМИРОВАНИИ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ЧЕЛОВЕКУ, НАХОДЯЩЕМУСЯ В ЗОНАХ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

Асп. Полухина С.Ю., студ. Поезд Ю.М., маг. Селина Н.Г.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ

Основным критерием комфортного состояния стопы человека в обуви принято значение температуры внутриобувного пространства в пределах от 21 до 25°C. При этом, в условиях низких температур, как правило, не учитывается потоотделение стопы в силу его малого влияния на процесс теплообмена. При повышенной температуре окружающего воздуха основная роль в сохранении постоянной температуры тела принадлежит коже, через которую осуществляется теплоотдача путем излучения, проведения и испарения. Когда температура окружающего воздуха совпадает с температурой тела человека, теплоотдача осуществляется преимущественно за счет потоотделения (испарение 1 л воды ведет к потере тепла, равной 580 кал). Поэтому, при повышенной влажности и высокой температуре воздуха, когда испарение пота затруднено, чаще всего возникает перегрев организма человека. Такие случаи возникают при работе в плотной неветилируемой одежде и, особенно, в защитных противохимических костюмах. В этой связи, очень важно учитывать потоотделение при проектировании обуви и одежды, обеспечивающих необходимое время комфортного пребывания в условиях повышенных температур.

К показателям, характеризующим тепловое состояние человека, относятся температура тела, температура поверхности кожи и ее топография, теплоощущения, количество выделяемого пота, состояние сердечно-сосудистой системы и уровень работоспособности.

Температура тела человека характеризует процесс терморегуляции организма. Она зависит от скорости потери теплоты, которая, в свою очередь, зависит от температуры и влажности воздуха, скорости его движения, наличия тепловых излучений и теплозащитных свойств одежды. Выполнение работ категорий Пб и III сопровождается повышением температуры тела на 0,3...0,5 °С. При повышении температуры тела на 1° С начинает ухудшаться самочувствие, появляются вялость, раздражительность, учащаются пульс и дыхание, снижается внимательность, растет вероятность несчастных случаев. При температуре 39°С человек может упасть в обморок.

Температура кожного покрова человека, находящегося в состоянии покоя в комфортных условиях, находится в пределах 32...34 °С. С повышением температуры воздуха она также растет до 35 °С, после чего возникает потоотделение, ограничивающее дальнейшее увеличение температуры кожи, хотя в отдельных случаях (особенно при высокой влажности воздуха) она может достигать 36...37 °С. Установлено, что при разности температур на центральных и периферических участках поверхности тела менее 1,8°С человек ощущает жару; 3...5 °С — комфорт; более 6 °С — холод. При увеличении температуры воздуха также уменьшается разница между температурой кожи на открытых и закрытых участках тела.

Программный продукт написан с помощью прикладных математических пакетов MAPLE и предназначен для расчета распределения температуры и парциального давления в процессе тепло-массообмена в системе «стопа – обувь – окружающая среда» для плоского пакета материалов (например, для низа обуви) в том случае, когда стопа носчика находится в климатической среде с повышенной температурой.

Введем следующие обозначения:

T_c — температура окружающей среды (°С);

U_c — парциальное давление паров влаги в окружающей среде (мм. рт. ст.);

t — время (ч);

x_i — координата i — го слоя пакета (м), $l_{i-1} < x_i < l_i$;

$l_{i-1}; l_i$ — границы i — го слоя пакета;

$\hat{T}_i(x_i; t)$ — температура i — го слоя пакета (°С);

$\hat{U}_i(x_i; t)$ — парциальное давление паров влаги для i — го слоя пакета (мм. рт. ст.);

$T_i(x_i; t) = \hat{T}_i(x_i; t) - T_c$ — относительная температура i — го слоя пакета (°С);

$U_i(x_i; t) = \hat{U}_i(x_i; t) - U_c$ — относительное парциальное давление паров влаги для i — го слоя пакета (мм. рт. ст.);

λ_i — коэффициент теплопроводности i — го слоя пакета (Вт/(м·°С));

d_i — коэффициент паропроницаемости i — го слоя пакета (кг/(м·ч·мм.рт.ст.));

$a_{11}(i)$ — коэффициент температуропроводности i — го слоя пакета (м²/ч);

$a_{22}(i)$ — коэффициент диффузии паров i — го слоя пакета (м²/ч);

$a_{12}(i)$ — коэффициент диффузной теплопроводности i — го слоя пакета (м²/ч);

$a_{21}(i)$ — коэффициент термодиффузии паров i — го слоя пакета (м²/ч);

$q(t)$ — плотность теплового потока стопы (Вт/м²);

$M(t)$ — плотность потока массы влаги, выделяемой стопой (кг/(м²·ч));

α — коэффициент теплоотдачи (Вт/(м²·°С));

β — коэффициент массоотдачи (кг/(м²·ч·мм.рт.ст.));

Система уравнений для описания процесса тепломассопереноса в системе «стопа — обувь — окружающая среда» имеет следующий вид

$$\begin{cases} \frac{\partial T_i}{\partial t} = a_{11}(i) \frac{\partial^2 T_i}{\partial x_i^2} + a_{12}(i) \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_i^2}; \\ \frac{\partial U_i}{\partial t} = a_{21}(i) \frac{\partial^2 T_i}{\partial x_i^2} + a_{22}(i) \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_i^2}, \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Рассматриваются следующие граничные условия.

Тепловой поток стопы, поступающий на внутреннюю поверхность обуви, равен $q(t)$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x_1}(0, t) + q(t) = 0; \quad (2)$$

Плотность потока массы влаги, выделяемой стопой, равен $M(t)$

$$d_1 \frac{\partial U_1}{\partial x_1}(0, t) + M(t) = 0; \quad (3)$$

Теплообмен на поверхности обуви происходит по закону Ньютона

$$\lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial x_n}(l_n, t) + \alpha T_n(l_n, t) = 0; \quad (4)$$

Подошва водонепроницаема, что выражается на ее внутренней поверхности равенством:

$$\frac{\partial U_n}{\partial x_n}(l_{n-1}, t) = 0; \quad (5)$$

между слоями низа обуви предполагается идеальный контакт, который выражается условиями сопряжения на стыках:

$$T_{i-1}(l_{i-1}, t) = T_i(l_{i-1}, t), \quad (6)$$

$$\lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial x_{i-1}}(l_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial x_i}(l_{i-1}, t), \quad i = 2, \dots, n, \quad (7)$$

$$U_{i-1}(l_{i-1}, t) = U_i(l_{i-1}, t), \quad (8)$$

$$d_{i-1} \frac{\partial U_{i-1}}{\partial x_{i-1}}(l_{i-1}, t) = d_i \frac{\partial U_i}{\partial x_i}(l_{i-1}, t), \quad i = 2, \dots, n - 2. \quad (9)$$

Начальные условия:

$$T_i(x_i, 0) = f_i(x_i). \quad (10)$$

$$U_i(x_i, 0) = g_i(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (11)$$

Таким образом, разработанный авторами программный продукт для формирования комфортных условий стопе носчика при ее нахождении в климатической среде с повышенной температурой впервые осуществляет обоснованный выбор пакета материалов для низа обуви, чтобы реализовывать эти самые условия комфортности и существенно улучшать условия труда человеку в экстремальных условиях.

Результаты расчетов изменения температуры и парциального давления паров внутриобувного пространства приведены на рисунках 1 и 2, на которых кривая 1 - для пакетов материалов для низа обуви использовали в качестве подошвы непористую водонепроницаемую резину; а кривая 2 - для пакета материалов для низа обуви, когда в качестве подошвы использовали материал, изготовленный по нанотехнологии и обладающий способностью к вентиляции, т.е. к обмену воздуха во внутриобувном пространстве.

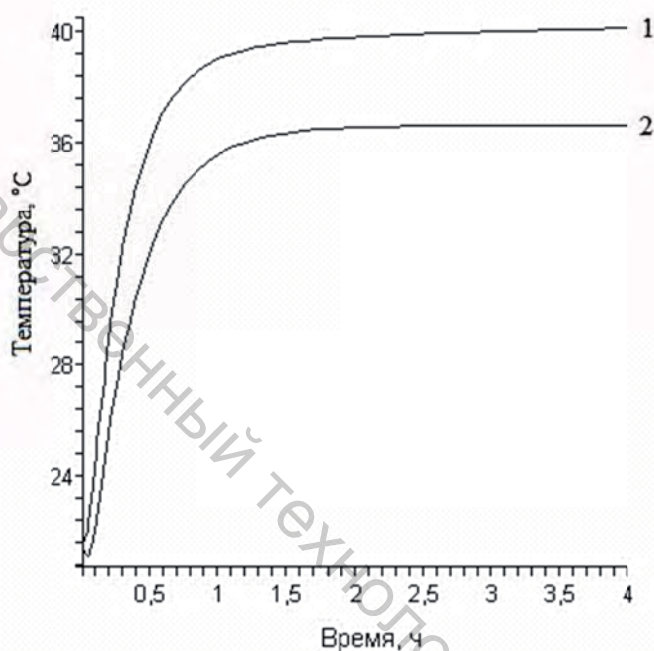


Рисунок 1 – Характеристика температуры во внутриобувном пространстве.

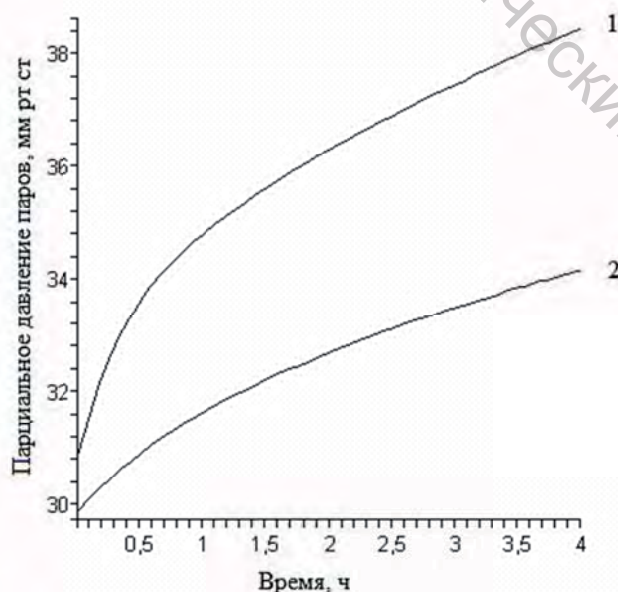


Рисунок 2 – Характеристика парциального давления паров во внутриобувном пространстве