

На рисунке 1 представлена схема этапов, которые проходит товар от своего зарождения в виде запроса покупателя и концептуализации в идею «товара» до поставки товара покупателю в виде конкретного изделия, обладающего определенным набором технических характеристик, и имеющего определенный комплекс маркетинга. На первом этапе отдел маркетинга на основе маркетингового исследования или на базе конкретного запроса потребителя формирует идею «товара». Если идея «товара» формулируется на основе конкретного запроса, то маркетолог должен стараться получить как можно больше информации о технических характеристиках необходимой ткани. Далее сформированную идею «товара» необходимо максимально точно донести до дессинаторов, т.е. тех, кто непосредственно должен воплотить идею «товара» в конкретное изделие.

На втором этапе в художественной мастерской разрабатывается идея «продукта», чем лучше было установлено взаимодействие между дессинаторами и маркетологами, тем точнее создаваемая идея «продукта» будет соответствовать идеи «товара». Стоит также отметить, что чем жестче условия, требуемые заказчиком, по техническим параметрам ткани, тем проще задача дессинатора при формулировке идеи «продукта» и тем проще оценить работу дессинатора с точки зрения соответствия этим требованиям; если требования наоборот расплывчатые, то тем сложнее создать идею «продукта» максимально соответствующую идеи «товара» и тем сложнее оценить работу дессинатора. Далее в обязанности дессинатора входит процесс управления реализацией; непосредственно материализация идеи «продукта» в конкретное изделие и отработка процесса производства происходит в производственном отделе — это показано на рисунке как третий этап. Выпустив конкретное изделие, необходимо составить полное описание этого изделия, включающее его технические параметры, технологические условия его выработки, достигнутые результаты по однородности качества, по физико-механическим свойствам и др. Четвертый этап — это этап, когда в ходе коллегиального решения принимается или отвергается конкретное изделие как соответствующее идеи «товара». В случае установления не соответствия должна быть пересмотрена либо идея «продукта» и выпущено новое изделие, либо создана новая идея «товара» соответствующая данному изделию. Если проверка на соответствие прошла удачно, то маркетинговый отдел приступает к реализации идеи «товара» на базе созданной ткани — это этап номер пять. Конечным результатом данного процесса является поставка покупателю требуемого им товара.

УДК 685.34.017.87+685.34.017.84

## СОЗДАНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ СТОПЕ НОСЧИКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*Т.М. Осина, доцент, Е.В. Компанченко, инженер, А.Б. Михайлов, к.ф.-м.н., доцент  
ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»,  
г. Шахты, Российская Федерация*

При эксплуатации обуви в различных климатических зонах возникает ситуация создания таких условий, при которых стопа человека должна ощущать комфортность в течение всего времени нахождения человека в этих условиях. Для реализации такой задачи использовались специальные эксперименты, позволяющие проследить ситуацию изменения теплового состояния стопы в исследуемых образцах обуви при различной температуре воздуха. Если носчик ощущал дискомфорт, то принималось решение, что такое соотношение выбранных материалов для верха и низа обуви не обеспечивает защиту стопы от воздействия на нее низких температур. Естественно, что такие эксперименты являлись затратными и материалоёмкими, так как требовали проведения большого количества опытов в

естественных условиях, или в специальных климатических камерах с привлечением большого числа носчиков, но это все равно не гарантирует от ошибок и практически неосуществимо при рассмотрении всего ассортимента обуви, который выпускается обувными предприятиями. Основными факторами, влияющими на температуру внутриобувного пространства при построении математической модели, являются температура окружающей среды, теплообразование стопы, теплофизические свойства материалов, составляющих обувные пакеты, форма этих пакетов и теплоотдача с внешней поверхности обуви в окружающую среду. В основу концепции математической модели положено представление обуви как совокупность многослойных пакетов материалов различной формы и состава. Для ее разработки с помощью программы 3D Studio MAX 5 построили геометрический образ модели (на примере мужского ботинка) (рис. 1). Модель обуви построена с использованием базовых геометрических объектов:



Рисунок 1 — Геометрический образ модели ботинка:

- 1 — подошва — плоская пластина;
- 2 голенище — вертикальный многослойный цилиндр;
- 3 — пяточно-перейменный участок — многослойный цилиндрический сегмент;
- 4 пучковый участок горизонтальный многослойный цилиндрический сегмент;
- 5 носочная часть многослойный сферический сегмент;
- 6 пяточная часть — вертикальный многослойный цилиндрический сегмент.

При построении математической модели мы рассмотрим низ обуви как  $n$ -слойную пластину, между слоями которой будем предполагать идеальный контакт.

Задача о распределении температуры сводится к решению системы:

$$\frac{\partial T_i}{\partial t}(x_i, t) = a_i \frac{\partial^2 T_i(x_i, t)}{\partial x_i^2}, \quad l_{i-1} < x_i < l_i, \quad t > 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Окончательно получаем выражение температуры  $i$ -го слоя обуви:

$$\begin{aligned} \theta_i(x_i, t) &= T_i(x_i, t) + T_{i-1} = \\ &= T_{i-1} + A_i x_i + B_i + \sum_{k=1}^{\infty} \tilde{A}_{ik} M_{ik} \exp(-\mu_{ik}^2 t) \sin\left(\frac{\mu_{ik} x_i}{\sqrt{a_i}} + \varphi_{ik}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

В отличие от многослойной пластины внешняя поверхность цилиндрических и сферических сегментов больше чем внутренняя, и это различие будет тем больше, чем больше будет толщина пакета материалов, формирующих детали обуви, представляющих

с собой многослойные полые цилиндры. Для пакетов цилиндрической ( $\nu = 1$ ) и сферической ( $\nu = 2$ ) формы задача теплопроводности ставится таким же образом, как и для пакетов плоской пластины.

Граничные условия:  $i = 1, \dots, n$ ,  $R_{i-1} < R_i < R_i$ , от стопы на внутреннюю поверхность обуви поступает тепловой поток плотности  $q$ . На внешней поверхности обуви происходит теплообмен с окружающей средой по закону Ньютона с коэффициентом теплообмена

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r}(R_0, t) + q = 0 \quad \lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial r}(R_n, t) + \alpha(T_n(R_n, t) - T_c) = 0 \quad (3)$$

между слоями предполагается идеальный контакт  $T_{i-1}(R_{i-1}, t) = T_i(R_{i-1}, t)$ ;

$$\lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial r}(R_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial r}(R_{i-1}, t) \quad i = 2, \dots, n. \quad (4)$$

Начальные условия

$$T_i(r, 0) = \varphi_i(r), \quad R_{i-1} \leq r \leq R_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Решения задач (3–5) для многослойных цилиндра и сферического сегмента находится в виде соответствующих рядов

$$T_i(r, t) = A_i \ln r + B_i + \sum_{k=1}^{\infty} \left( A_{i,k} J_{\nu} \left( \frac{\mu_k r}{\sqrt{a_i}} \right) + B_{i,k} Y_{\nu} \left( \frac{\mu_k r}{\sqrt{a_i}} \right) \right) \exp(-\mu_k^2 t) \quad (6)$$

$$T_i(r, t) = A_i + \frac{B_i}{r} + \frac{1}{r} \sum_{k=1}^{\infty} M_{i,k} \exp(-\mu_k^2 t) \sin \left( \frac{\mu_k r}{\sqrt{a_i}} + \varphi_{i,k} \right), \quad (7)$$

которые сходятся равномерно и абсолютно на отрезке  $[R_{i-1}, R_i]$  при любом  $t \geq 0$ . В ряде (6)  $J_{\nu}(x)$ ,  $Y_{\nu}(x)$  — функции Бесселя первого и второго рода индекса. Зная теплофизические характеристики материалов, составляющих обувной пакет, температурные условия окружающей среды и энергозатраты стопы, по полученным формулам можно рассчитать температуру в любой части обуви и в любой момент времени. В частности, можно получить температуру внутриобувного пространства как функцию времени, которая является критерием температурной комфортности стопы при эксплуатации обуви в условиях низких температур. Построенные математические модели позволяют найти распределение температуры внутриобувного пакета материалов при воздействии на него низких температур. Тепловое состояние человека зависит от дефицита тепла в его организме. Если теплообразование организма уравнивается теплоотдачей с поверхности его тела через одежду и обувь, то создается тепловой баланс. Если теплообразование больше, то тепло накапливается в организме, если теплообразование меньше, то теплосодержание и средняя температура тканей тела человека снижаются. В работе проведен был расчет теплопотерь с различных зон мужских ботинок клевого метода крепления (рис. 2).

Для поверхности зон 1 — 4, 6 теплообмен с окружающей средой осуществляется по закону Ньютона. А для 5-й и 7-й зон подошвы, которые непосредственно опираются на поверхность земли, температура предполагается равной температуре окружающей среды -10 °С. На рисунке 2 приведены расчетные графики абсолютных теплопотерь (с учетом занимаемых площадей) всех семи зон обуви.

Для низа обуви наибольшие теплопотери несет носочная часть (зона 5), которая соприкасается с поверхностью земли, а наименьшие теплопотери у пяточной части подошвы, у которой самое большое тепловое сопротивление.



Рисунок 2 — Мужской ботинок с разбивкой на зоны

Исследование удельных теплотерь пакетов верха показали, что за первый час пребывания на холоде наибольшие теплотеры с единицы поверхности несет носочная часть обуви и ее задинка. Затем по мере быстрого остывания носка разность температур поверхности носка и окружающей среды уменьшается, а, следовательно, снижаются и теплотеры. Напротив, теплотеры задинки остаются в дальнейшем больше, чем носка, за счет большей площади внешней поверхности задинки и больше, чем у союзки и голенища, за счет более высокого коэффициента теплоотдачи.

УДК 685.34.017.87+685.34.017.84

### **О ВЛИЯНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРИ ПАКЕТА ОТ ВРЕМЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕГО НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА КОМФОРТНОСТЬ СТОПЫ НОСИКА**

*Т.М. Осина, доцент, А.Б. Михайлов, к.ф.-м.н., доцент,  
Р.Ф. Афанасьева, д.м.н., профессор, Е.В. Компанченко, инженер  
ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»,  
г. Шахты, Российская Федерация*

Разработан программный продукт для решения задач нестационарных процессов теплообмена для системы «стопа — обувь — окружающая среда» при условии зависимости коэффициентов теплопроводности от температуры, который позволяет осуществлять расчет распределения температуры внутри пакета материалов и расчета зависимости удельных и абсолютных теплотер с поверхности различных конструктивных узлов обуви при определении времени комфортного пребывания человека в различных климатических зонах.

Для реализации программного продукта авторы рассматривали нестационарный процесс теплообмена в системе «стопа — обувь — окружающая среда» для пакетов материалов, представляющих плоскую пластину, цилиндрические и сферические сегменты с краевыми условиями второго, третьего и четвертого рода. Для ее разработки с помощью программы 3D Studio MAX 5 был построен геометрический образ модели обуви на примере мужского зимнего ботинка.

Рассмотрен нестационарный процесс теплопередачи через пакеты материалов с учетом зависимости коэффициентов теплопроводности от температуры материалов пакета.