

## ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ КОМФОРТНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОБУВИ

**Л.И. Стеценко, В.П. Коновал**

*Киевский национальный университет  
технологии и дизайна*

В настоящее время появилось большое количество новых видов теплозащитной обуви. Обеспечение тепловой защиты стопы человека достигается, в основном, за счет использования различных теплоизолирующих, теплоизлучающих материалов верха и низа, нагревательных элементов и др. Анализируя материалы [1], была предложена классификация современной теплозащитной обуви. Она была разделена на два основных вида: утеплитель, который надевается на стопу и входит в комплект обуви, но конструктивно с ней несвязан и утеплитель, конструктивно связанный с обувью, который находится в ней постоянно [2] (см. схему 1).

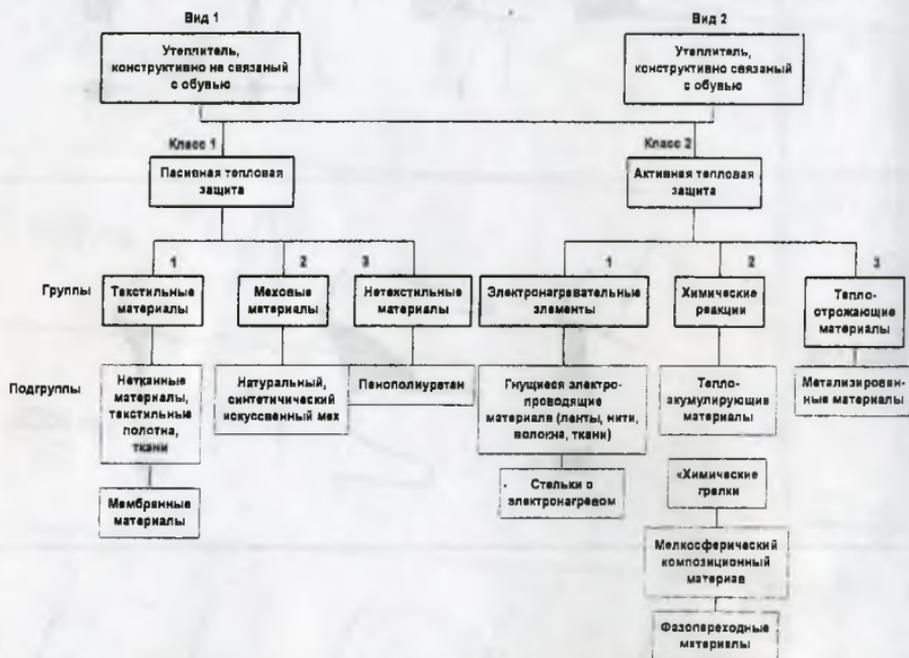


Рисунок 1 - Методы обеспечения теплозащитных свойств современной обуви (Stecenko\_Drawing1)

Разделение на классы осуществлялось за способом, благодаря которому достигается тепловая защита; на группы – за внутренним материалом верха и низа; на виды – за родом материала или его сырьевым составом.

В соответствии с классификацией, к первому классу относятся методы пассивной теплоизоляции, теплозащитный эффект которого достигается за счет способности материалов удерживать тепло. Данный вид тепловой защиты

эффективный при температуре не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , дальнейшее повышение теплового комфорта связано с использованием активной теплоизоляции, которая входит во второй класс и ее теплозащитные свойства обусловлены использованием тепла от различных нагревательных элементов, а также тепла, которое получено в результате химических реакции и благодаря физическим эффектам [1].

Нужно отметить, что физиологической особенностью стопы есть то, что она является теплообменником и регулятором температуры. Изменение температуры конечностей играет роль буфера для организма в целом, и обеспечивает постоянство температуры висцеральных органов и их нормальную работу. Процесс этот является рефлекторным, представляющий реакцию всего организма на воздействие внешней среды [3].

Подолшвы стоп являются чувствительной зоной холодовой рецепции. Пальцы конечностей имеют большую поверхность охлаждения по отношению к их массе. Все это способствует тому, что конечности наиболее быстро реагируют на воздействие холода и быстрее охлаждаются, чем другие участки.

В тоже время, утепление стоп способствует лучшей переносимости общего охлаждения, даже при недостаточной защите от чрезмерных теплопотерь других поверхностей тела. При этом потери тепла конвекцией и радиацией со всех поверхностей тела по отношению к поверхности стопы составляет 7,6-21,6% при температуре воздуха  $+10^{\circ}\text{C}$  [4].

В связи с вышесказанным становится ясно, насколько важная роль в защите организма от переохлаждения принадлежит обуви.

Комфортные условия в обуви определяются ее способностью поддерживать во внутриобувном пространстве необходимые влажность и температуру, которые, в свою очередь, зависят от ряда факторов, приведенные в схеме 2.

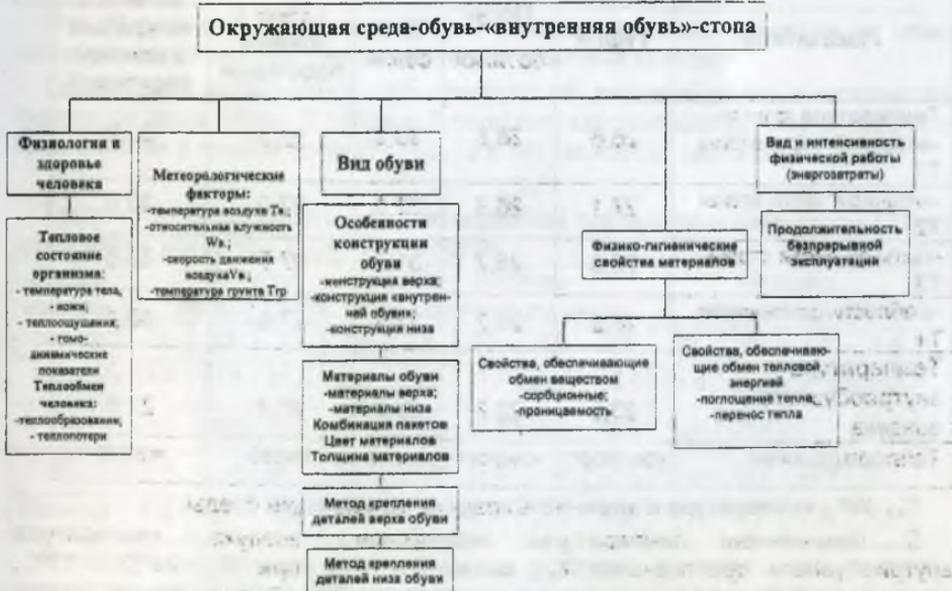


Рисунок 2 - Факторы, влияющие на формирование микроклимата внутриобувного пространства ((Stecenko\_Drawing2).

Следует отметить, что приведенная схема в определенной мере условна, так как все факторы в той или иной степени взаимосвязаны, и характер этой взаимосвязи необходимо учитывать при проектировании обуви и одежды в целом.

В условиях комфорта температура внутриобувного пространства составляет 21-27°C, а влажность в закрытой мужской обуви – 78-85%, а в закрытой женской 60-75% [5]. Нужно отметить, что комфортное состояние сохраняется, когда повышение относительной влажности воздуха внутриобувного пространства на 10%, отвечает снижению его температуры на 2°C [3].

В условия лаборатории университета было проведено ряд исследований по определению оптимального температурного микроклимата в середине обуви с учетом физиологических особенностей терморегуляции стопы, в зависимости от климатогеографических условий, вида обуви и ее конструкции, различных материалов верха, возраста, пола, физической нагрузки и др. Фиксировались теплоощущения носчиков по 7и-бальной системе (очень холодно, холодно, прохладно, комфорт, тепло, жарко, очень жарко).

В ходе экспериментов было установлено, что температура внутри обуви зависит от вида обуви и параметров окружающей среды (табл.1). Самая низкая температура наблюдалась в кожаных туфлях с кожаной подкладкой, самая высокая - в кроссовках из синтетических кож. Также было установлено, что температура изменяется в зависимости от конструкции обуви. Температура повышается в зависимости от приподнятости пяточной части, ширины носочной части, степени закрытости обуви и др.

Таблица 1 - Средняя температура стопы человека, находящегося в состоянии относительного покоя при  $T_{о.с.}=24^{\circ}\text{C}$ ,  $W=40-60\%*$ .

Показатель	Туфли	Полу-ботинки	Кроссовки	Ботинки с кожаной подкладкой	Ботинки с натуральной меховой подкладкой
Температура кожи в: -носочной части стопы Т1	26,6	26,8	33,2	28,7	31,2
-пяточной части стопы Т2	27,1	26,3	32,0	27,0	30,6
-тыльной части стопы Т3	25,8	25,7	31,3	27,5	30,5
-в области сочленения Т4	26,2	26,7	32,3	27,6	30,4
Температура внутриобувного воздуха	23,6	23,2	26,2	26,9	27,6
Теплоощущения	комфорт	комфорт	жарко	тепло	жарко

$T_{о.с.}, W^*$  - температура и влажность воздуха окружающей среды.

С понижением температуры окружающего воздуха, температура внутриобувного пространства  $T_{в.п}$  снижается. Так, при  $T_{о.с.} 24^{\circ}\text{C}$  -  $19^{\circ}\text{C}$ , температура  $T_{в.п}$  почти не изменяется. Но при действии более низких температур, температура  $T_{в.п}$  снижается на 3-5 °C.

У мужчин и у женщин, находящиеся в условиях теплового комфорта, значения средневзвешенной температуры кожи стопы практически одинаковы, но имеет место некоторые различия в ее топографии. При действии холода на организм женщин, более низкая температура наблюдается в области большого пальца стопы, а при плюсовых температурах, более низкая температура – в области тыла стопы. Нижняя граница допустимой температуры первого пальца стопы составляет 17°C, при этом появляется ощущение холодного дискомфорта (теплоощущение «холодно» и «очень холодно»). Наши результаты были близки к [6] относительно болевых ощущений при температуре 10-12°C.

Нужно отметить, что организм женщин и мужчин по-разному реагирует на влияние низких температур.

Таблица 2 - Топография температуры кожи стопы у мужчин и у женщин, которые оценивают свои теплоощущения, как «холодно» и «очень холодно» (°C)

Часть стопы	T <sub>о.с.</sub> = - 10°C		
	мужчины	женщины	разница
Носочная часть T1	13,4±0,66	12,7±0,76	0,7
Пяточная часть T2	13,3±0,54	13,0±0,51	0,3
Тыльная часть T3	13,5±0,43	13,5±0,43	0
Область сочленения T4	13,7±0,51	13,4±0,51	0,3

Это объясняется тем, что у женщин больше холодных рецептов на коже, чем у мужчин, и они быстрее реагируют на действие холода.

Также было установлено, что температура внутриобувного пространства зависит от цвета обуви. В таблице 3 показано, как температура внутриобувного пространства в каждой точке (T1, T2, T3 и T4) зависит от цвета верха обуви.

Таблица 3 - Зависимость средневзвешенной температуры кожи стопы (°C) от цвета верха обуви при T<sub>н.с.</sub> = -10°C, W=80%

Время замера (мин.)	Ботинки белого цвета				Ботинки коричневого цвета				Ботинки черного цвета			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Фон	26,4	27,5	27,4	27,8	26,5	27,7	27,4	28,5	26,5	27,8	27,5	28,7
15	25,1	26,3	26,8	26,5	25,2	26,3	26,9	26,0	25,4	26,4	27,1	26,4
30	25,4	25,8	26,1	26,4	24,8	22,8	24,5	23,3	24,8	23,1	24,9	25,1
Разница	1,0	1,7	1,3	1,4	1,7	4,9	2,9	5,2	1,7	4,7	2,6	3,6

В обуви температура кожи стопы в условиях нагрузки, как правило, возрастает, это связано с физико-гигиеническими свойствами систем обувных материалов. В середине обуви собирается большое количество влаги, что через 0,5-2 часа приводит к значительному дискомфорту и способствует

появлению заболеваний кожи. При низких атмосферных температурах высокая влажность внутри обуви приводит к снижению теплозащитных свойств материалов верха и охлаждению стопы.

В экспериментах с различными утеплениями стоп, показано, что если стопы не защищены необходимым образом от охлаждения, несмотря на хорошую тепловую изоляцию других поверхностей тела человека, переносимость холода резко уменьшается.

Проектирование рациональной и комфортной обуви для разных климатических и эксплуатационных условий является сложной научной проблемой, успешно разрешить которую можно только на базе комплексного использования данных физиологии, гигиены обуви и одежды, климатологии, теплофизики, материаловедения и конструирования обуви. Особое внимание необходимо уделить физиологическим особенностям терморегуляции нижних конечностей и на факторы, которые влияют на создание оптимального микроклимата внутриобувного пространства.

#### Список используемых источников.

1. Стеценко Л.И., Коновал В.П. Материалы и устройства обогрева для обеспечения тепловой комфортности стопы *Новітні технології, матеріали та дизайн в легкій промисловості та сервісі*. К.:КНУТД 2003,115–119с.
2. Краснюк Л.В. Удосконалення процесу проектування спортивного теплозахисного одягу для гірських туристів. Канд. дис. Хмельницький - 2003р.
3. Виттэ Н.К. Тепловой обмен человека и его гигиенические значения. – К.: Гос.мед.из-во УССР., 1956. С.123-256.
4. Кощев В.С., Кузнец Е.И. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. - М.: Медицина., 1981. С.123-256.
5. Младек М., Лонгмайер Ф. (Чехия). – Гидрофильные свойства обувных материалов и рациональная обувь. *Кож. об. пром-сть.*: –1977.– №11. С 23-25.
6. Зубина Е.А., Коростин А.С. Критерии регламентации охлаждения нижних конечностей при работе в спецобуви. М.: Медико-технические проблемы индивидуальной защиты человека - 1984. С.44-49

УДК 685.34.017.87

#### **ПРОБЛЕМЫ КОМФОРТНОСТИ ВЫСОКОКАБЛУЧНОЙ ОБУВИ**

***О.К. Тулупов, О.А. Артемьева***

*Санкт-Петербургский государственный  
университет технологии и дизайна*

Исследования в области повышения опорной комфортности обуви проводились многими как зарубежными, так и российскими учеными. Исследованию влияния на комфортность показателей жесткости обуви в своих