

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБУВИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Р. Папоян, Гр.Г. Акопян, Г.Гр. Акопян

Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал

В подогреваемой обуви специального назначения с автономным питанием предпочтительно используют маломощные нагревательные элементы с целью минимизации и сбережения потребляемой энергии. Эти требования необходимо учитывать при решении задач выбора формы, типа и месторасположения нагревательных элементов в обуви так, чтобы они, как минимум, обеспечивали защиту ступни от обморожения. В представленной работе в качестве нагревательных элементов используются проволочки из константана, которые отличаются по форме и место положению. В результате экспериментальных исследований предлагается в определенных местах обуви вставлять локальные спиралеобразные нагревательные элементы.

Ключевые слова: обувь специального назначения, нагревательный элемент, температура, ступня, исследование.

Введение. В последние годы расширяется ассортимент подогреваемой обуви специального назначения с применением различных способов обогрева. Некоторые компании уже выпускают специальную обувь с электрическим обогревом, в которой нагревательный элемент питается от аккумулятора [1]. Такая обувь обеспечивает комфортную тепловую среду для ступни, однако имеет существенный недостаток - ограниченный ресурс источника питания. Для решения данной проблемы предлагаются автономные источники энергии, в которых механическая энергия ходьбы, или энергия деформации определенных элементов преобразовывается в электрическую энергию. Ранее был разработан способ электропитания обогреваемой обуви, при котором механическая энергия ходьбы преобразовывается в электрическую энергию с помощью миниатюрного генератора, вмонтированного в каблук обуви [2].

Постановка задачи. Целью данной работы является разработка, расчет и предложение конструкции электрического нагревательного элемента, а также схемы расположения этих элементов в обуви, что обеспечит максимальный комфорт и защитит стопу от обморожения [3]. Необходимо получить тепловые характеристики нагревательных элементов, для определения которых был выбран экспериментальный метод исследования.

Методика исследования. На рис.1а приведена схема системы, предназначенная для определения характеристик нагревательного элемента. Система состоит из амперметра A , вольтметра V , пакета нагревательного элемента r и цифровых термометров: T_a , T_b , T_c , T_0 .

На рис. 1б приведен пакет нагревательного элемента, где 1 – полиуретановый изоляционный слой, 2 - нагревательный элемент, 3 - поливинилхлоридная основа. Предварительно определив сопротивление нагревательного элемента (R) и приложенное напряжение (V), получаем силу тока, проходящего через нагревательный элемент (A). Во время эксперимента в системе можно изменить и контролировать напряжение. Опыты проведены при неизменном напряжении, равном 1,5 В. В ходе эксперимента измерялась установившаяся температура элемента в следующих точках:

- на поверхности нагревательного элемента (T_a);
- на поверхности изоляционного слоя, между рядами витков нагревательных элементов (T_b);
- на поверхности изоляционного слоя, непосредственно над нагревательным элементом (T_c);
- в окружающей среде (T_0).

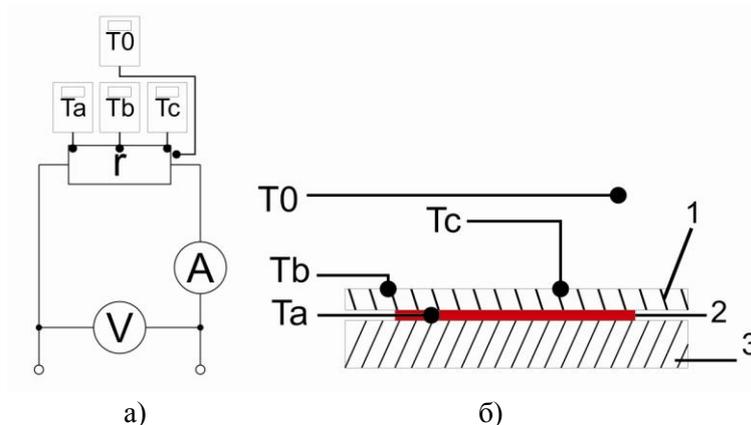


Рис.1. Схема системы исследования характеристик нагревательного элемента:
а- электрическая схема системы; б – точки измерения температуры

Целью эксперимента является определение оптимальной конструкции и участков расположения нагревательного элемента в обуви. В качестве материала для изготовления нагревательных элементов была выбрана проволока из сплава константана марки МНМЦ длиной 150 мм и площадью поперечного сечения 0,07065 мм². Таким образом, было обеспечено одинаковое электрическое

сопротивление всех нагревательных элементов, которые питались от источника питания постоянного тока с неизменными параметрами.

Во время эксперимента были изменены только форма и месторасположение нагревательных элементов (рис. 2): 1 - дугообразное периферийное расположение элемента в зоне кончиков пальцев стопы; 2 - дугообразное среднее расположение элемента в зоне сгибания пальцев; 3 – локальное расположение элементов в пучковой зоне стопы, в круге, где провод расположен в виде спирального витка или волнообразно (рис. 3).

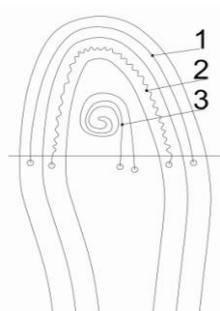


Рис. 2. Варианты расположения нагревательных элементов:
1,2,3 – зоны установки нагревательного элемента

Данные, полученные в результате экспериментов, приведены в табл. 1. Измерения температур были проведены с помощью цифровых термометров марки “Lutron TM-902C”. Все результаты были получены после фиксированного промежутка времени с момента подключения нагревательных элементов к источнику питания. Температура окружающей среды составила $T_0=16^{\circ}C$.

Таблица 1

Температуры при различных вариантах расположения нагревательных элементов

Варианты расположения нагревательных элементов	Температура, $^{\circ}C$		
	T_a	T_b	T_c
1 - дугообразное периферийное расположение	52,1	23,4	29,6
2 – дугообразное среднее расположение	51,9	28,1	34,5
3 – локальное расположение	52,2	36,7	43,1

Результаты исследования. Как следует из табл. 1, при одинаковой мощности локальное расположение нагревательных элементов обеспечивает наивысшую температуру на поверхности изоляционного слоя 1, непосредственно с которым контактирует стопа (см. рис. 1б). Следовательно, этот вариант наиболее эффективен для обогрева стопы.

Во время следующего этапа экспериментального исследования было проведено сравнительное изучение двух вариантов нагревательных элементов, локально расположенных в круге, которые отличались лишь формой нагревательной проволоочки (см. рис. 3).

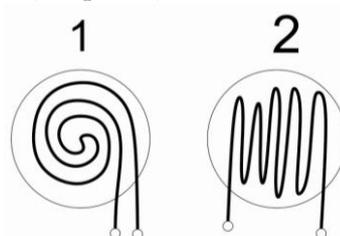


Рис. 3. Форма расположения нагревательного элемента в круге:
1 – спиралеобразная; 2 – волнообразная

Результаты исследования, зарегистрированные после стабилизации температуры нагревательных элементов, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температуры нагревательных элементов различных форм локального расположения в круге

Форма нагревательной проволоочки в элементе	Температура, $^{\circ}C$		
	Ta	Tb	Tc
1 – спиралеобразная	53,4	45,3	52,1
2 – волнообразная	53,3	40,7	47,4

Заключение. Из анализа полученных результатов следует, что спиралеобразный вариант нагревательного элемента наиболее эффективен. Следовательно, в качестве нагревательного элемента обуви целесообразно применять локальное расположение нагревательных элементов со спиралеобразной формой нагревательной проволоочки.

Литература

1. <http://www.gsconto.com/ru/blogs/post/131/Elektricheskie-botinki-ot-COLUMBIA>.
2. ՀՀ արտոնագիր N0 2581A. Կոշիկ - Գեներատոր / Ա.Ռ. Պապոյան, Հ.Գ. Հակոբյան. – Հայտի համարը AM 20110106, Հրատարակման թվականը 25.01.2012. – 5 էջ:
3. Прохорова В.Т. Особенности защиты человека от воздействия низких температур: Монография. - Шахты: Изд-во ГОУ ВПО “ЮРГУЭС”, 2007. - 499 с.

Поступила в редакцию 25.12.2015.
Принята к опубликованию 22.04.2016.

ՀԱՏՈՒԿ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԿՈՇԻԿԻ ՏԱՔԱՑՆՈՂ ՏԱՐԻԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Ա.Ռ. Պապոյան, Հ.Գ. Հակոբյան, Գ.Հ. Հակոբյան

Ինքնավար սնուցմամբ հատուկ նշանակության տաքացվող կոշիկներում գերադասելի է օգտագործել ոչ մեծ հզորությամբ տաքացնող տարրեր՝ դրանց վրա ծախսվող էներգիայի խնայողության և նվազեցման նպատակով: Այդ պահանջները պետք է հաշվի առնել կոշիկում տաքացնող տարրերի տիպի, ձևի, տեղաբաշխման խնդիրները լուծելիս այնպես, որ դրանք առնվազն ապահովեն ոտնաթաթի պաշտպանությունը ցրտահարումից: Աշխատանքում որպես տաքացնող տարր օգտագործվել են կոնստանտանից մետաղալարեր, որոնցից պատրաստված տարրերը տարբերվում են ձևով և կոշիկի մեջ տեղակայման դիրքով: Փորձարարական հետազոտությունների արդյունքում առաջարկվում է կոշիկի մեջ տեղակայել կենտրոնացված տեղաբաշխմամբ պարուրածն դասավորությամբ տաքացնող տարրեր:

Առանցքային բաներ. հատուկ նշանակության կոշիկ, տաքացնող տարր, ջերմաստիճան, ոտնաթաթ, հետազոտում:

INVESTIGATING THE CHARACTERISTICS OF SPECIAL - PURPOSE SHOES' HEATING ELEMENTS

A.R. Papoyan, H.G. Hakobyan, G.H. Hakobyan

In the heated special purpose shoes with self-contained power supply, low-power heating elements in order to minimize and save the consumed energy is preferably used. These requirements should be considered when solving the problems of choosing the shape, type and location of the heating elements in the shoes so as to ensure the protection of the foot from frostbite. In this article, metal wires from constantan are used as heating elements which differ in shape and location. As a result of experimental studies, it is proposed to insert local heating spiral elements in certain places of footwear.

Keywords: special purpose shoes, heating element, temperature, foot, study.