

УДК 613.48 : 613.64

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАКЕТОВ
ИННОВАЦИОННОЙ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ
С ИЗМЕНЯЕМЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

**RESEARCH OF EFFICIENCY OF PACKAGES
OF INNOVATIVE HEAT-SHIELDING CLOTHES
WITH CHANGEABLE LEVEL OF PHYSICAL PROPERTIES**

М.В. РОДИЧЕВА, А.В. АБРАМОВ
M, V. RODICHEVA, A. V. ABRAMOV

(Госуниверситет – учебно-научно-производственный комплекс)
(State University – Education-Scientific-Production Complex)
E-mail: ral@orel.ru; ant-lin88@mail.ru

*Представлены результаты исследований пакетов теплозащитной
одежды с изменяемыми теплозащитными и гигиеническими свойствами.*

Results of researches of modern heat-shielding clothes with changeable heat-shielding and hygienic properties are presented.

Ключевые слова: теплозащитные свойства, гигиенические свойства, "интеллектуальные" материалы, вентиляционные элементы.

Keywords: heat-shielding and hygienic properties smart fabrics, ventilating elements.

Повышение эффективности защиты человека от холода связано с проектированием спецодежды с изменяемыми теплозащитными свойствами. Такая одежда разрабатывается:

– на основе элементов системы естественной вентиляции пододежного пространства;

– при использовании "интеллектуальных" тканей с инновационной структурой или использования нанотехнологий.

Цель работы заключается в получении количественных данных о влиянии структуры пакетов теплозащитной одежды с изменяемыми теплофизическими свойствами на интенсивность тепло- и массообменных процессов в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда".

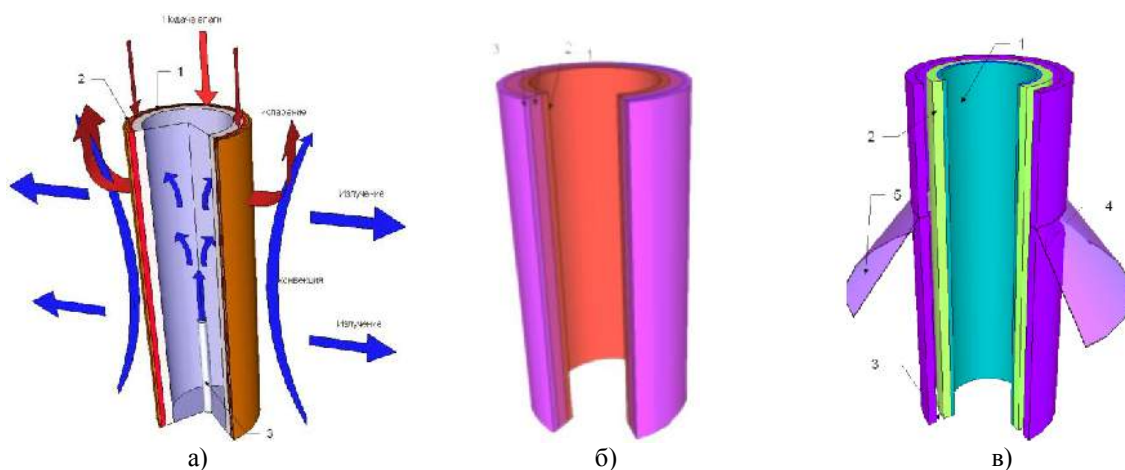


Рис. 1

Исследования проводились на основе авторского метода с использованием тепловой модели элемента тела человека, на рабочей поверхности (1, рис. 1-а) (исследуемые элементы пакетов одежды (а: 1 – рабочая поверхность тепловой модели элемента тела человека, 2 – элемент пакета одежды, 3 – источник тепловой энергии; б: 1 – Thermal layer, 2 – Polartech, 3 – Gore-Tex; в: 1 – хлопчатобумажное белье, 2 – шерстяной флис, 3 – воздушная прослойка, 4 – воздухозаборные отверстия, 5 – вентиляционный элемент)) которой размещается исследуемый пакет одежды (2). Элемент тела нагревается от внутреннего источника энергии (3) в заданных пределах температуры, накапливая строго определенное ко-

личество тепла. При отключении источника элемент остывает до заданной температуры, отдавая накопленное тепло в окружающую среду через пакет одежды, представленный набором концентрических оболочек [1].

Установка позволяет имитировать работу системы потоотделения и обеспечивает подачу на внутреннюю поверхность пакета одежды модельной влаги, которая мигрирует к его внешней поверхности, откуда испаряется в окружающую среду. В процессе проведения исследований измеряются термодинамические параметры воздуха до и после его контакта с рабочей поверхностью пакета. По результатам замеров могут быть рассчитаны: величина

суммарного теплового сопротивления пакета (1), плотность теплового потока на его поверхности (2), интенсивность испарения с поверхности (3), динамика величины влагосодержания слоев пакета во времени (4).

$$R = \frac{F\tau_2(t_{\text{внут}} - t_{\text{внеш}})}{U\tau_1}, \quad (1)$$

$$\frac{U\tau_1}{\tau_2} = \dot{m}(c(t_1 - t_2) + ir) + \sigma\epsilon F \left(\left[\frac{T_{\text{пов}}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_{\text{окр}}}{100} \right]^4 \right), \quad (2)$$

где \dot{m} – массовый расход воздуха, обтекающего поверхность пакета одежды, кг/с; c – теплоемкость воздуха, Дж/кг·°С; $T_{\text{пов}}$ – температура поверхности модели, К; $T_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды, К; σ –

где F – площадь поверхности элемента пакета одежды, м²; $t_{\text{внут}}$, $t_{\text{внеш}}$ – значение температуры на внутренней и внешней поверхностях пакета, °С; U – напряжение на ТЭНе нагревателя, В; τ_1 – продолжительность импульса, с; $\tau_{\text{цикла}}$ – продолжительность цикла, с; I – сила тока на ТЭНе нагревателя, Ом [2].

постоянная Стефана-Больцмана; ϵ – степень черноты рабочей поверхности модели; i – интенсивность испарения с поверхности пакета одежды, г/с; r – удельная теплота испарения влаги, Дж/г [2].

$$i = 622\dot{m} \left(\frac{10^k - 0,7947(t_{\text{сп}} - t_{\text{вп}})(1 + 0,00115t_{\text{вп}})}{P_6 - (10^k - 0,7947(t_{\text{сп}} - t_{\text{вп}})(1 + 0,00115t_{\text{вп}}))} - \frac{10^k - 0,7947(t_{\text{сд}} - t_{\text{вд}})(1 + 0,00115t_{\text{вд}})}{P_6 - (10^k - 0,7947(t_{\text{сд}} - t_{\text{вд}})(1 + 0,00115t_{\text{вд}}))} \right), \quad (3)$$

где k – показатель степени; P_6 – барометрическое давление, мм рт. ст.; $t_{\text{сд}}$, $t_{\text{вд}}$ – показания психрометра, размещенного на расстоянии метра от тепловой модели, °С; $t_{\text{сп}}$, $t_{\text{вп}}$ – показания психрометра, размещенного в потоке воздуха после контакта с поверхностью пакета, °С [2];

$$\frac{du}{d\tau} = \frac{m_{\text{в1}}/m_{\text{с1}} - m_{\text{в2}}/m_{\text{с2}}}{(\tau_2 - \tau_1)}, \quad (4)$$

где $m_{\text{в1}}$, $m_{\text{в2}}$ – масса элементарных образцов, отобранных из структуры каждого слоя пакета одежды в моменты времени τ_1 и τ_2 ; $m_{\text{с1}}$, $m_{\text{с2}}$ – масса тех же образцов после выдерживания в сушильном шкафу согласно методике [3].

Исследовалась эффективность следующих элементов пакетов одежды для условий субнормального климата:

– инновационного из "интеллектуальных" материалов (рис. 1-б): нижний слой (1) – термобелье Thermal layer, промежуточный утепляющий (2) – ткань Polartech, верхний (3) – мембранная ткань Gore-Tex;

– традиционного: нижний слой – хлопчатобумажное белье, утепляющий – шер-

стяной флис, верхний – плащевая ткань с односторонним изнаночным покрытием;

– вентилируемого: нижний и промежуточный слои (1, 2) аналогичны предыдущей комплектации, между ними и верхним слоем – стабилизированная воздушная прослойка (3), в верхнем слое выполнены воздухозаборные отверстия (4) и расположенные над ними воздухозаборные элементы (5) – на рис. 1-в условно показаны прозрачными.

На рис. 2-а, в представлена динамика суммарного теплового сопротивления пакетов в сухом состоянии, при увлажнении за счет имитатора потоотделения, и в процессе сушки при выключенном имитаторе потоотделения. На рис. 2-б, г представлена динамика влагосодержания пакетов в процессе сушки. Как видно, вывод пота из-под одежды в инновационном пакете на 30...40% интенсивнее, чем в традиционном, а величина суммарного теплового сопротивления на 20...30% ниже. Эта разница, по нашему мнению, обусловлена тем, что через мембранную ткань влага отводится в виде пара и на ее испарение в структуре пакета дополнительно затрачи-

вается тепловая энергия. В вентилируемом пакете при открытых вентиляционных элементах наблюдается повышенная ин-

тенсивность вывода пота, а при закрытых – значительно повышается суммарное тепловое сопротивление пакета.

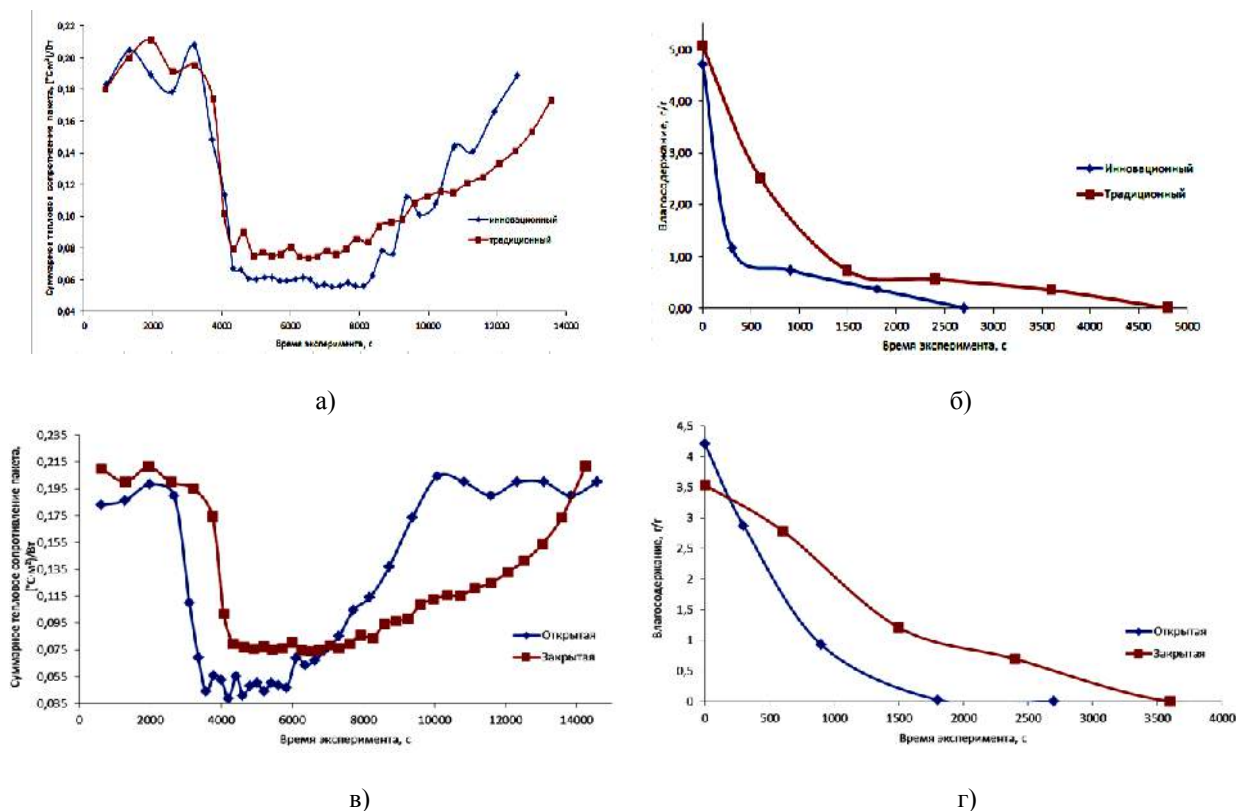


Рис. 2

Обобщая, отметим, что недостатком пакетов теплозащитной одежды из "интеллектуальных" материалов является выраженное снижение величины суммарного теплового сопротивления во влажном состоянии вследствие затрат тепла на испарение влаги в их структуре. Использование системы вентиляции пододежного пространства позволяет регулировать интенсивность вывода влаги и за счет этого изменять теплозащитные свойства пакета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. №2340267 РФ. Устройство для обеспечения регулируемой вентиляции под одеждой /

М.В. Родичева и др.; заявитель: ОрелГТУ, заявл. 06.04.2008, опубл. 10.12.2008, - 5с.: ил.

2. Родичева М.В., Абрамов А.В., Уваров А.В. Моделирование процессов теплообмена в биотехнической системе "человек - одежда - окружающая среда" // Швейная промышленность. – 2009, №6. С.38...40.

3. Родичева М.В., Абрамов А.В., Белова Т.И., Агаишова Е.М. Оценка влияния кислотности осадков на параметры массообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда" // Отраслевые аспекты технических наук. – М.: ИНГН, 2011, №10. С.2...5.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 30.09.14.