

## ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ВЕТРА \*

### RESEARCH OF THERMAL INDICATIONS OF CLOTHES PACKAGES IN THE WIND CONDITIONS

*A.B. АБРАМОВ, М.В. РОДИЧЕВА*  
*A.V. ABRAMOV, M.V. RODICHEVA*

(Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел)  
(State University, Training and Scientific-Production Complex)  
E-mail: ant-lin88@mail.ru; ral@orel.ru

*Разработка ветрозащитной одежды является важной и актуальной задачей. Ее решение связано с поиском конструктивных решений на основе экспериментальных исследований теплообмена человека с окружающей средой в условиях ветра.*

*Development of windproof clothes is an important and actual task. Its solving is connected with the search of constructive decisions on the basis of experimental research of person heat exchange with environment in wind conditions.*

**Ключевые слова:** биотехническая система "человек – одежда – окружающая среда", вынужденная конвекция, аэродинамическая установка.

**Keywords:** biotechnical system "a person-clothes-environment", compelled convection, aerodynamic installation.

Традиционный подход к проектированию ветрозащитной одежды основан на предположении что ветер, проникая в структуру пакета, повышает интенсивность движения воздуха в структуре утеплителя и микропрослойках, что приводит к снижению теплового сопротивления пакета. Поэтому ткани с низкой воздухопроницаемостью препятствуют проникновению ветра в структуру пакета и эффективно защищают от ветра. Однако подобный подход не позволяет решить задачи вывода пота и продуктов кожного дыхания из-под одежды, что приводит к ухудшению самочувствия человека.

Инновационная одежда должна эффективно защищать от воздействия холода и ветра, а также обладать высоким уровнем гигиенических свойств, что возможно на

основе нетрадиционных сочетаний верха и утеплителя.

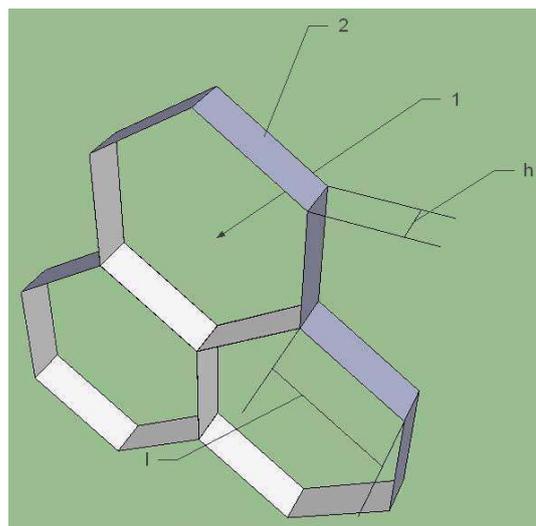


Рис. 1

\* Работа выполнена в рамках проекта № 12-08-97577 "Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и влагопереноса в структуре капиллярно-пористых коллоидных полотен", поддержанного Правительством Орловской области.

Так, U. Danielsson [3] отмечает, что ворсистые ткани в ряде случаев защищают от ветра лучше, чем воздухонепроницаемые. Последние исследования доказывают эффективность ячеистых структур при утеплении пакета одежды в условиях ветра. Авторский вариант такой структуры (рис. 1 – ячеистый утеплитель) содержит систему жестких ребер (поз.2), стабилизирующих воздушные ячейки (поз.1).

Однако рекомендации по использованию сочетаний ворсистых тканей и ячеистых структур при проектировании ветрозащитной одежды должны основываться на результатах экспериментальных исследований процессов теплообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда", для чего необходимо использовать аэродинамические установки. К числу наиболее совершенных могут быть отнесены аэродинамические камеры В.С. Кощева и U. Danielsson, которые позволили решить ряд важных задач проектирования ветрозащитной одежды [1], [3].

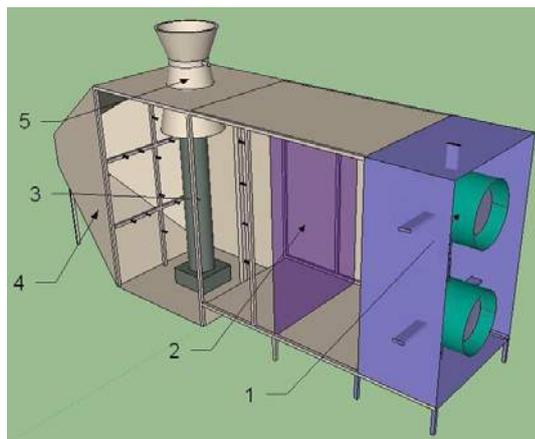


Рис. 2

Предлагаемый нами вариант аэродинамической установки (рис. 2) содержит вентиляторную (1), подготовительную (2) и теплообменную камеры (поз. 3), боковой (4) и верхний (5) аэродинамические концентраторы. Конструкция и принципы ее работы подробно рассмотрены ранее [2]. Инструментальное и методическое обеспечение камеры позволяет оценивать изменение плотности теплового потока в структуре ( $q_{\text{пак}}$ , Вт/м<sup>2</sup>) и на поверхности пакета одежды в условиях ветра. Методика

исследования плотности теплового потока в структуре пакета подробно рассмотрены ранее [2]. Плотность теплового потока на поверхности пакета одежды рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{Q_{\text{вын}} + Q_{\text{смеш}} + Q_{\text{луч}}}{F_{\text{пов-пак}}}, \quad (1)$$

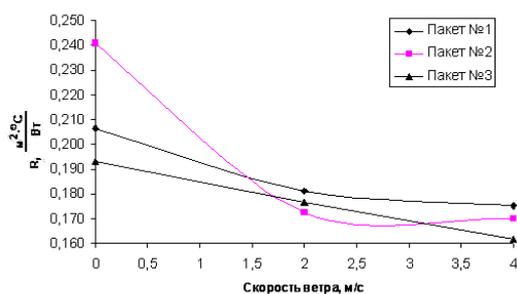
где  $Q_{\text{вын}}$ ,  $Q_{\text{смеш}}$ ,  $Q_{\text{луч}}$  – потоки тепла соответственно за счет вынужденной (регистрируется в боковом концентраторе) и смешанной конвекции (регистрируется в верхнем концентраторе) теплового излучения, Вт;  $F_{\text{п}}$  – площадь теплообмена поверхности пакета одежды, м<sup>2</sup>.

Расчет тепловых потоков основан на оценке массового расхода воздуха в верхнем и боковом аэродинамических концентраторах; прироста температуры воздуха при теплообмене с поверхностью исследуемого пакета; измерении температур внешней поверхности пакета одежды и стенок теплообменной камеры. Методики проведения исследований рассмотрены в [2].

С помощью аэродинамической камеры исследована структура теплообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда" при различной комплектации пакетов одежды, состоящем из пяти слоев: бельевого (полотно кулирное хлопчатобумажное), свитером (полотно кулирного главного переплетения), подкладки (ткань полиэфирная, полотняного переплетения), утеплителя (ватин, синтепон, инновационные ячеистые структуры с ячейкой  $h=20$  мм;  $l=50$  мм), верха (воздухонепроницаемые ткани с односторонним изнаночным полиуретановым покрытием, шерстяной драп).

На рис. 3 представлены результаты исследований суммарного теплового сопротивления пакетов одежды с воздухонепроницаемым верхом при различных утеплителях (пакет №1 – ватин, пакет №2 – синтепон, пакет №3 – утеплитель на основе ячеистой структуры). В условиях спокойного воздуха наилучшие теплозащитные свойства отмечаются у пакета на основе синтепона. В условиях ветра со скоростью 2 м/с максимальное снижение теплоза-

щитных свойств наблюдается у пакета на основе ватина. При дальнейшем увеличении ветра снижение теплозащитных пока-



зателей становится менее выраженным и равномерным для всех пакетов.

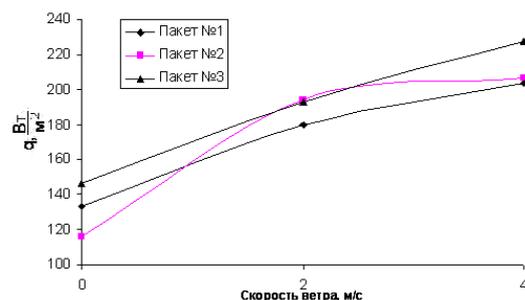


Рис. 3

Наибольшее падение температур (рис. 4 – распределение температурного поля в структуре пакетов одежды для скоростей движения воздуха 2 и 4 м/с; а) – пакет №1, б) – пакет №2, в) – пакет №3) наблюдается в структуре пакета с ячеистым утеплителем. Очевидно, что основным механизмом теплообмена в воздушных ячейках является тепловое излучение. Поэтому снижение степени черноты внутренней поверхности верхнего слоя может способст-

вовать повышению теплозащитных свойств пакета за счет уменьшения лучистой составляющей теплообмена в ячеистой структуре. Согласно результатам предварительных исследований металлизация внутренней поверхности верхнего слоя позволяет повысить суммарное тепловое сопротивление пакета на 10...15%. Эти данные нуждаются в более детальной проверке.

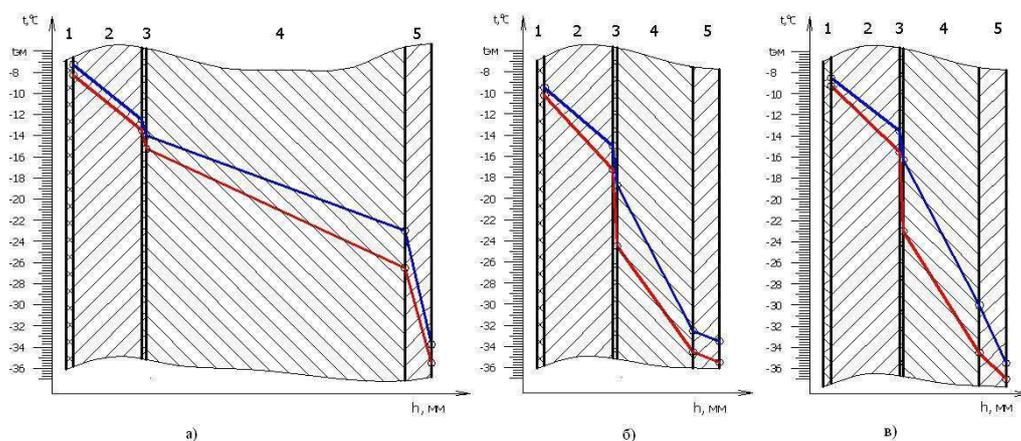


Рис. 4

На рис 5 представлены результаты исследований по суммарному тепловому сопротивлению пакетов одежды с различными вариантами тканей верха (№ 2 – воздухо непроницаемый с односторонним изнаночным полиуретановым покрытием, №4,5 – шерстяной драп) и утеплителем (№ 2,4 –

синтепоном, №5 – ячеистый утеплитель). Шероховатый и толстый в сравнении с воздухо непроницаемыми тканями драп обеспечивает лучшие теплозащитные свойства как в условиях спокойного воздуха, так и в условиях ветра, несмотря на более высокую воздухопроницаемость.

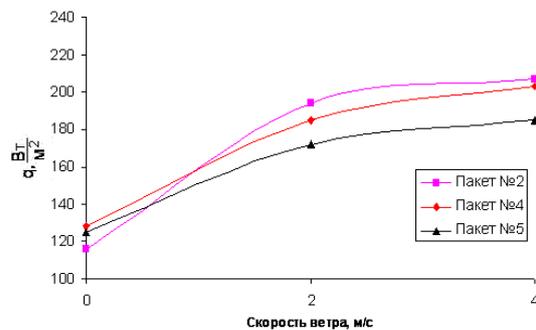
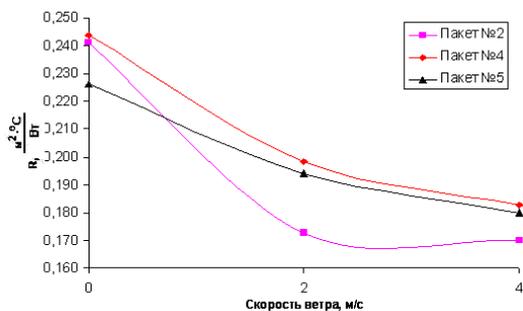


Рис. 5

## ВЫВОДЫ

1. Традиционный подход к проектированию утепленной одежды не всегда позволяет обеспечить эффективную защиту человека в условиях пониженных температур и ветра.

2. Теплообмен человека с окружающей средой в условиях холода и ветра исследовался с помощью аэродинамических установок. Авторский вариант такой установки позволяет численно оценить отдельные составляющие теплообмена.

3. Показано, что в условиях ветра теплозащитная эффективность пакетов одежды на основе шерстяного драпа в ряде случаев эффективнее пакетов на основе воздухо непроницаемых тканей с односторонним изнаночным полиуретановым покрытием.

4. Повышение теплозащитных свойств утепленной одежды может быть обеспечено за счет проектирования нетрадиционных утеплителей. Например, использова-

ние ячеистых структур позволяет повысить теплозащитную эффективность одежды на 10...15%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кошечев В.С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. – М.: Медицина, 1981.

2. Родичева М.В., Абрамов А.В., Уваров А.В., Татарнинова Г.Ю. Устройство для исследования процессов комбинированного теплообмена в биотехнической системе "человек – одежда – окружающая среда" // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: Госуниверситет - УНПК, 2012, № 2...5 (292). С.104...111.

3. Danielsson U. Predicting the Impact from Wind and Activity on Thermal Characteristics of Ensembles // 6-th international thermal manikin and modeling meeting: Thermal Manikins and Modelling. – 2006. P.139...149.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования швейных изделий. Поступила 20.05.13.