

- заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО МГУДТ, ЗАО «ЦНТБ». – № 2008147071/12; Заявл. 01.12.2008. Оpubл. 10.03.2010. Бюл. № 7. – 4 с.
2. Пат. 2396926 Российская Федерация, МПК В 82 В 3/00, А61 F5/14. Вкладная разгружающая стелька с биоцидным эффектом / Киселев С.Ю., Киселева М.В., Белгородский В.С., Баранов В.Д.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО МГУДТ, ЗАО «ЦНТБ». – № 2008147072; Заявл. 01.12.2008; Оpubл. 20.08.2010. Бюл. № 23. – 5 с.

[В начало к содержанию](#)

УДК 685.34.017.3.002.56

**В.Е. Горбачик, А.А. Кузнецов, Р.Н. Томашева,
К.Н. Ринейский, В.В. Леонов**

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Выполнен анализ существующих методов оценки теплозащитных свойств материалов, отражены их основные недостатки и обозначена необходимость разработки новых оперативных методов и средств определения теплофизических характеристик обувных материалов. Разработан автоматизированный измерительный стенд для оценки теплозащитных свойств материалов, позволяющий быстро, качественно и без существенных материальных и трудовых затрат получать количественную оценку теплофизических характеристик материалов и систем с различной толщиной в условиях нестационарного теплового режима. Практическое использование разработанного измерительного стенда обеспечит возможность рациональной комплектации пакетов верха обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства и позволит прогнозировать уровень теплозащитных свойств готовой обуви, повысить её качество и конкурентоспособность.

Ключевые слова: теплозащитные свойства, коэффициент теплопроводности, тепловое сопротивление, системы материалов, автоматизированный стенд.

**V.E. Gorbachik, A.A. Kuznetsov., R.N. Tomasheva,
K.N. Rineysky, V.V. Leonov**

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED MEASURING BENCH STATION FOR EVALUATION OF HEAT-PROOFING PROPERTIES OF SHOE MATERIALS

Summary. The analysis of existing methods of evaluation of heat-proofing properties of materials revealed their main weaknesses and emphasized the necessity for the development of new operational methods and means for determining thermal characteristics of the shoe materials. We here propose an automated measuring bench station, allowing fast and qualitatively high evaluation and quantitative estimation of the thermophysical heat-proofing

properties of shoe materials without considerable material and labor costs. Moreover, the automated measuring bench station can be applied to systems with different thicknesses in a transient thermal regime. The practical implementation of proposed automated bench station will enable a rational configuration of upper packages at the stage of design and technological pre-production. Besides, it will predict levels of heat-proofing properties of the end product and improve its quality and competitiveness.

Keywords: heat-proofing properties; thermal conductivity; thermal resistance of materials; automated measuring bench station.

Вопросы оценки качества обуви и применяемых для её производства материалов неразрывно связаны с разработкой и внедрением новых методов и инструментальных средств измерения, обеспечивающих получение максимально полной и точной количественной оценки исследуемых характеристик.

Одним из наиболее важных требований к качеству обуви, предназначенной для эксплуатации в зимний период носки в условиях с пониженной температурой окружающей среды, является обеспечение высокого уровня её теплозащитных свойств. В настоящее время в мировой практике накоплен значительный опыт создания приборов и методов для оценки теплозащитных свойств обувных материалов и их систем в условиях стационарного и нестационарного теплового режима [1–4]. Особенность и главный недостаток большинства из них состоит в проведении испытаний в условиях, значительно отличающихся от реальных условий эксплуатации материалов.

Большинство известных методов испытания достаточно сложны в реализации, требуют строго соблюдения многочисленных начальных условий проведения эксперимента, что не всегда удается регламентировать должным образом, сопряжены со значительной трудоемкостью и материалоемкостью, необходимостью применения специализированного оборудования. Эти методы зачастую не позволяют одновременно определять коэффициенты теплопроводности и теплоотдачи и рассчитывать по ним суммарное тепловое сопротивление, наиболее полно характеризующее теплозащитную способность обувных материалов и их систем; не позволяют учитывать и определять зависимость теплового сопротивления от неоднородности толщины и теплопроводных свойств исследуемых материалов. Как следствие, большинство методов не нашли широкого применения и используются в настоящее время в основном при проведении различного рода научно-исследовательских работ. Это определяет необходимость разработки новых, более совершенных приборов и методов, основанных на современных достижениях науки и техники.

Учитывая это, в УО «ВГТУ» была проведена работа по созданию автоматизированного измерительного стенда для оценки теплозащитных свойств обувных материалов, позволяющего оперативно, с высокой степенью точности и без существенных материальных затрат получать количественную оценку теплофизических характеристик различных материалов и их систем.



Рис. 1. Внешний вид автоматизированного измерительного стенда для оценки теплозащитных свойств материалов

Автоматизированный измерительный стенд включает:

- прибор для исследования теплозащитных свойств материалов, работающий по принципу нестационарного теплового режима;
- автоматизированное устройство для установления и фиксации параметров испытания, регистрации и графического отображения полученных в ходе испытания экспериментальных данных;
- источники регулируемого питания приборной автоматики и электронагревателя.

Внешний вид разработанного измерительного стенда представлен на рисунке 1.

Схема разработанного измерительного стенда представлена на рисунке 2.

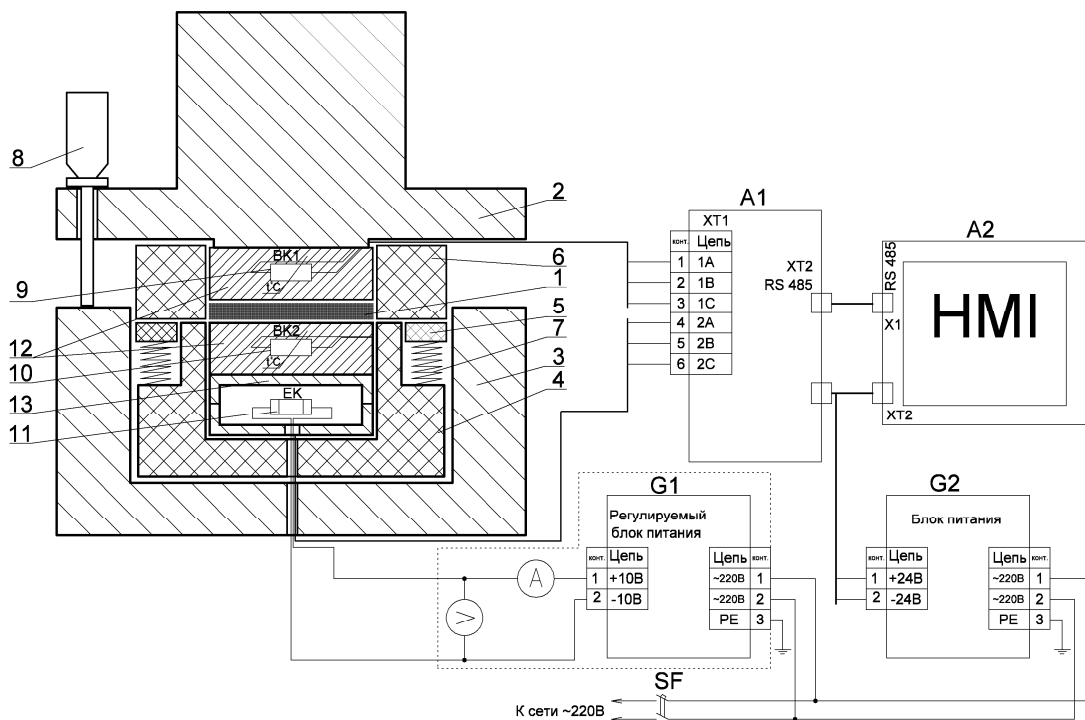


Рис. 2. Схема автоматизированного измерительного стенда для определения теплозащитных свойств материалов:

- 1 – образец материала; 2, 3 – верхняя и нижняя части металлического корпуса (латунь); 4 – теплоизоляционная оболочка нагревателя (пеноплэкс); 5 – охранный кольцо; 6 – теплоизоляционная оболочка образца (пеноплэкс); 7 – пружинный компенсатор перекоса (4 шт. по контуру); 8 – микрометр; 9 – датчик «холодной» стороны образца; 10 – датчик нагреваемой стороны образца; 11 – нагреватель; 12 – верхние и нижние металлические пластины (медь); 13 – корпус электронагревателя; A1 – вторичный преобразователь термометров сопротивления IO-6-RTDs; A2 – устройство регистрации и отображения данных HMI-750; G1 – источник регулируемого питания электронагревателя; G1 – источник питания приборной автоматики; SF – автоматический выключатель

Прибор для определения теплозащитных свойств материалов состоит из разъемного металлического корпуса, плоского металлического нагревателя, теплоизоляционных оболочек для нагревателя и испытываемого образца, верхних и нижних металлических пластин, в которые вмонтированы датчики температуры, микрометра.

Металлические пластины для установки датчиков были выполнены из меди (коэффициент теплопроводности меди ~ 380 Вт/м·К) по размеру измерительных площадок с пазовыми направляющими для установки датчиков (рис. 3). Такая конструкция пластины позволяет измерять температуру в трех точках поверхности, что позволяет оценить неравномерность теплового поля. Соединение металлических пластин с конструкцией прибора производилось посредством высокотемпературной сварки.

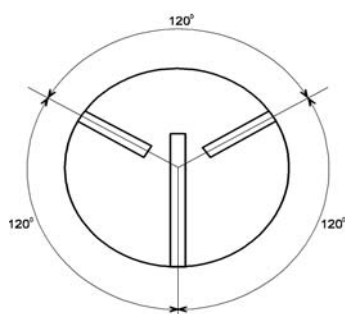


Рис. 3. Схема металлической пластины для установки датчиков температур

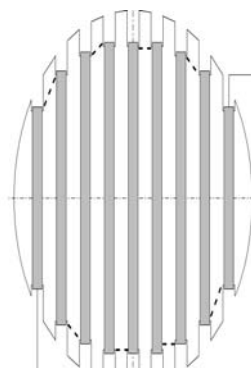


Рис. 4. Схема нагревательного элемента

Для контроля температурных параметров применялись датчики типа М222 Pt100 класс А с измерительным диапазоном $50\text{--}300$ °С, точностью $\pm 0,15$ °С, временем отсчёта $\pm 0,15$ с.

С целью снижения тепловых потерь и улучшения теплопередачи в ходе испытания осуществлялась предварительная шлифовка поверхности металлических пластин, и после установки измерительных компонентов в пазы пластин образовавшиеся пустоты заполнялись термопастой.

Для обеспечения равномерного теплового поля в разработанном измерительном стенде применялся составной нагревательный элемент (слюда + слюда с намотанной нихромовой проволокой + слюда), схема которого представлена на рисунке 4. Данный нагревательный элемент позволяет обеспечить проведение испытаний в широком диапазоне задаваемых температур (максимально допустимая температура ± 1000 °С).

Образец материала круглой формы помещается на нижнюю металлическую пластину и накрывается верхним блоком с определённым усилием прижатия, что обеспечивает сведение до минимума толщины воздушных прослоек между образцом и прилегающими плоскостями прибора. Нижняя металлическая пластина прибора с помощью вмонтированного

электрического нагревателя разогревается до получения необходимого перепада температур относительно верхней металлической пластины, после чего электронагреватель отключают. Далее в процессе испытания происходит свободное охлаждение нагретой нижней металлической пластины, теплота от которой проходит через пробу материала и поглощается верхней холодной металлической пластиной.

В процессе испытания фиксируется время, необходимое для охлаждения нагретой пластины в заданном интервале температур, определяется темп охлаждения нагретой пластины и на основании полученных данных рассчитывается коэффициент теплопроводности исследуемой пробы материала. Регистрация температурных и временных параметров испытания и графическое отображение протекающих в ходе испытания процессов теплообмена осуществляется в автоматическом режиме на приборной панели стенда. В качестве базового элемента сбора и обработки данных, поступающих от датчиков, использован панельный контроллер НМІ 750 и модуль подключения термосопротивлений.

Интерфейс вывода графической информации представлен на рисунке 5. Вывод графика ведётся в системе время-температура. Частота опроса датчиков один опрос в секунду.

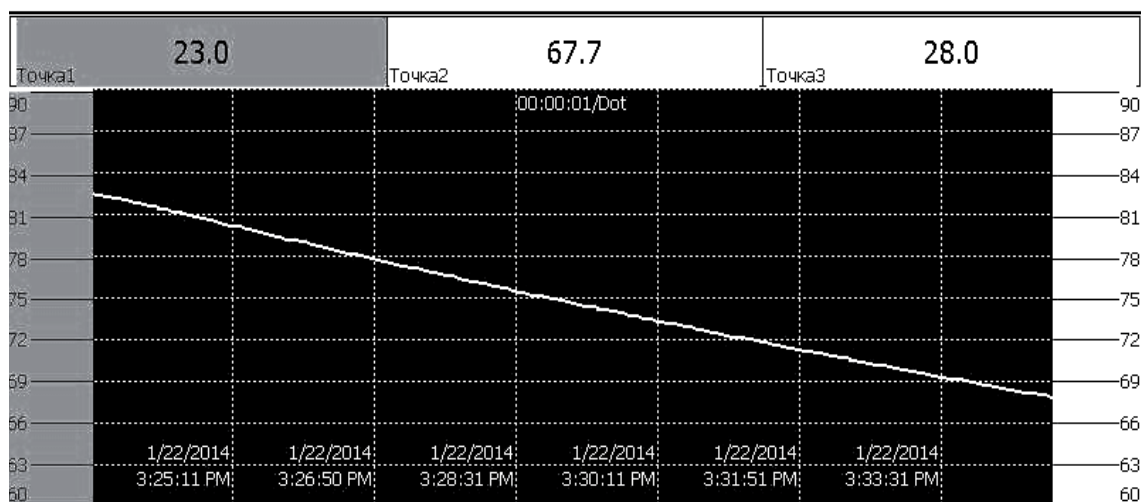


Рис. 5. Внешний вид интерфейса регистратора

Разработанный измерительный стенд для определения теплозащитных свойств материалов позволяет:

- быстро, качественно и без существенных материальных и трудовых затрат определять теплопроводность различных материалов и систем в условиях нестационарного теплового режима;
- в автоматическом режиме отображать кривую охлаждения образца в заданном температурном диапазоне;
- измерять теплопроводность образцов различной толщины;

– обеспечить хорошую изоляцию образцов от окружающей среды во время опыта, что исключает влияние случайных колебаний окружающей среды на результаты испытаний;

– в автоматическом режиме регистрировать значения температур с нагреваемой и холодной поверхности образца в заданные моменты времени, а также фиксировать температуру окружающей среды;

– формировать графическое отображение зависимости температуры от времени в заданном масштабе на дисплее устройства, что позволяет оперативно оценивать качество проведения эксперимента по наличию нелинейных отклонений снимаемых показаний;

– осуществлять съём и передачу полученной в ходе испытаний информации на персональный компьютер для дальнейшей её обработки.

Разработанная установка характеризуется незначительными габаритами, простотой и удобством в пользовании.

При необходимости конструкция установки позволяет при внесении соответствующих изменений осуществлять проведение испытаний и в режиме стационарного теплового потока.

Таким образом, разработанный измерительный стенд позволяет быстро, с высокой степенью точности и без существенных материальных затрат определять в лабораторных условиях теплофизические характеристики обувных материалов и их систем. Это обеспечит возможность объективной оценки и прогнозирования теплозащитных свойств материалов и систем ещё на стадии конструкторско-технологической подготовки производства и позволит осуществлять рациональную комплектацию пакетов верха обуви для создания конструкций с заданным уровнем теплозащитных свойств.

Список литературы

1. Дурович А.П., Лычников Д.С. Методы определения теплозащитных свойств обувных материалов и обуви // Обзоры по основным направлениям развития отрасли. Сер. Обувная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1984. – Вып. 1. – 35 с.
2. Иванов М.Н. Проблемы улучшения гигиенических свойств обуви. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 136 с.
3. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий лёгкой промышленности. – М.: Академия, 2004. – 448 с.
4. Ребрик В.Е., Иванов М.Н., Шахбазян А.М. Определение теплофизических характеристик материалов с учётом влияния влаги // Новые методы исследования строения и свойств и оценки качества текстильных материалов. – Минск, 1977. – С. 150–152.

[В начало к содержанию](#)