

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО

THE DEVELOPMENT A NEW COMPOSITE MATERIAL FOR FIGHTING FIRE CLOTHING

Д.В. Сорокин, А.Л. Никифоров, И.М. Чистяков, С.Н. Животягина, Е.В. Стрижак
D.V. Sorokin, A.L. Nikiforov, I.M. Chistyakov, S.N. Zhivotjagina, E.V. Strizhak

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
The Ivanovo Fire And Rescue Academy of The State Fire Service of EMERCOM of Russia
E-mail: element_37@mail.ru, anikiforoff@list.ru

Рассмотрена структура пакета материалов боевой одежды пожарного. Определены основные причины снижения теплозащитных свойств материалов боевой одежды. Предложена новая концепция разработки многослойного композиционного материала, выполненного на базе текстильной 3D матрицы.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного; теплозащитные свойства; композиционный материал; текстильная 3D матрица; теплоизоляционная подкладка.

The structure of the complete of materials for fighting clothes of the fireman is determined. Main reasons of reduction of thermal properties of materials of fighting clothes are identified. The new concept of development of multi-layered composite material, made on the base of the 3D matrix of textiles is proposed.

Keywords: fireman wear; thermal insulation properties; composite material; textile 3D matrix; thermal insulation lining.

В рамках научно-исследовательских работ, проводимых в ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, идут разработки перспективного композиционного материала, обладающего пониженной горючестью и эффективной теплоизолирующей способностью, предназначенного для использования при изготовлении специальной защитной одежды пожарного. Традиционно используемые материалы: брезент, винилискожа, войлок, шерстяные и полушерстяные ватины с огнезащитной пропиткой – морально и технически устарели и не соответствуют требованиям времени и развитию науки и технологий. Современные материалы «Тварон», «СВМ», «КЕВЛАР», «Конекс», «Номекс» обладают высокими огне- и теплозащитными свойствами, однако являются достаточно дорогостоящими.

Концепция нового материала базируется на создании единого композиционного материала, изготовленного с использованием современных достижений текстильной и химической наук и технологий.

Создание новых веществ и композиций, снижающих горючесть полимерных материалов и обладающих малой токсичностью и низкой дымообразующей способностью, остается крайне актуальной задачей, причем требования к замедлителям горения ужесточаются.

Работа пожарного зачастую связана с выполнением задач в экстремальных условиях, таких как высокая температура окружающей среды, воздействие огнетушащих веществ, воздействие открытого пламени, кратковременный контакт с раскаленными предметами, негативное механическое воздействие. Именно от этих опасных факторов должна обеспечивать защита боевая одежда пожарного (далее – БОП).

На сегодняшний день испытания БОП проводятся по ГОСТ Р 53264-2009 [0, с. 12] и показывают соответствие общим техническим требованиям. Однако данные испытания условно моделируют нагрузки, которые будут воздействовать на БОП в процессе ее эксплуатации на пожаре. В частности, не учитывают влияние на нее температурно-

влажностного режима подкостюмного пространства и внешнее воздействие огнетушащих веществ при тепловых испытаниях. Также не учитывается уровень защитных свойств пакета материалов БОП после многократных механических и термических воздействий. В результате при регулярной эксплуатации БОП перестает соответствовать предъявляемым техническим требованиям еще до истечения нормативного срока эксплуатации [2, с. 61].

Разработка современных материалов для БОП невозможна без понимания механизмов воздействия опасных факторов пожара на человека, а именно без выявления принципа работы системы «Окружающая среда-БОП-Человек».

Пакет материалов и тканей, используемых для изготовления куртки, брюк (полукомбинезона) БОП структурно состоит из 3 основных слоев:

- материала верха, выполненного из негорючих материалов для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени, а также механических воздействий;
- водонепроницаемого слоя, выполненного из различных полимерных материалов для защиты от негативных воздействий влаги, ветра;
- теплоизоляционной подкладки, выполненной из материалов с низкой теплопроводностью, предназначенной для защиты от повышенных тепловых воздействий окружающей среды (Рис.1).

Допускается совмещение водонепроницаемого слоя с теплоизоляционной подкладкой или материала верха с водонепроницаемым слоем (материал с полимерным пленочным покрытием) [1, с. 5]. На рис. 1 показана структура пакета материалов БОП



Рис. 1. Структура пакета материалов БОП

Конструктивное исполнение пакета материалов БОП направлено за защиту пожарного от внешних опасных и вредных факторов окружающей среды на пожаре, основным из которых является повышенное тепловое воздействие. Коэффициент теплопроводности пакета материалов БОП напрямую зависит от влажности. Для защиты от воды, поступающей из окружающей среды в конструкции БОП, предусмотрен водонепроницаемый слой. Однако влага в пакет материалов может поступать не только из окружающей среды, но и в результате потоотделения человека при интенсивной физической нагрузке и высоких температурах. Количество влаги, передаваемое в пакет материалов БОП, может быть значительным. Так в работе [3, с. 58] приведены показатели потоотделения человека при интенсивной работе в специальной защитной одежде пожарного, количество влаги, выделяемое при этом способно повысить значение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного слоя БОП более чем в 2 раза. Следовательно, при выполнении пожарным оперативно-тактических задач, связанных с воздействием повышенных тепловых потоков, произойдет сокращение нормируемого времени защитного действия.

Возникает некий парадокс: организм человека, осуществляя терморегуляцию при помощи потоотделения, ускоряет рост температуры в подкостюмном пространстве боевой одежды пожарного.

Для более детального рассмотрения, какими качественными свойствами должен обладать современный композиционный материал для БОП, мы провели в этой области обзор литературы, а также ряд исследований стоящей на вооружении одежды пожарного с целью выявления ее основных недостатков и причин снижения защитных свойств пакета материалов.

В ходе исследования были выявлены следующие основные причины снижения теплозащитных свойств пакета материалов БОП:

- повышенная влажность пакета материалов БОП, возникающая при внешнем воздействии огнетушащих веществ и внутреннем увлажнении в результате повышенного потоотделения пожарного во время выполнения тяжелой работы при высоких температурах;
- уменьшение толщины теплоизолирующего слоя БОП под влиянием механического воздействия, происходящего в результате сжатия пакета материалов при сгибании коленных и локтевых суставов в сидячем положении, при воздействии веса дыхательного аппарата на область плеч, слипанию пакета материалов в результате многократных механических и термических воздействий;
- повышенная теплопроводность светоотражающих лент и логотипов;
- термическая деструкция материалов БОП, которая может протекать без видимых изменений внешнего слоя и приводить к значительному снижению тепловой устойчивости материалов [4, с. 7], [5, с. 89].

Мы видим, что основными причинами потери теплозащитных свойств пакета материалов БОП являются факторы, которые не учитываются при испытаниях БОП по ГОСТ Р 53264-2009 [0, с. 12], о чем упоминалось выше. Можно отметить, что при разработке нового композиционного материала необходимо добиться повышенной устойчивости теплоизолирующего слоя не только к тепловым, но и к механическим воздействиям, что позволит обеспечить соответствие предъявляемым требованиям на весь срок эксплуатации.

В настоящее время в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России на кафедре пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») разрабатывается концепция комплексного подхода к созданию огнезащитных материалов и изделий из них. В рамках выполнения данных работ предусматривается создание образца многослойного композиционного материала, выполненного на базе текстильной 3D матрицы. В качестве основного материала матрицы предлагается использовать нити из негорючих (например - арамидных) волокон. Толщина и жесткость матрицы, равно как и плотность переплетений ее поверхностей может изменяться с учетом технических требований к готовому изделию. В первую очередь, это касается показателей теплоизолирующей способности и способности гасить ударные нагрузки. На обе поверхности матрицы должно быть нанесено пленочное полимерное покрытие, выполненное из полисиллоксана (негорючий, химически инертный полимер с высокими показателями температурной устойчивости). Данное покрытие предназначено для защиты от жидких сред, а также как дополнительная теплоизоляция. При этом в наружный слой пленки могут быть интегрированы различные наполнители, повышающие эффективность отдельных свойств, таких как способность отражать тепловой поток и др. Наличие двух непроницаемых поверхностей с воздушным промежутком между ними открывает дополнительные возможности по созданию отдельных модулей – камер, пространство которых может заполняться на короткое время хладагентами (например, углекислотой) и способствовать дополнительной защите личного состава от воздействия высоких температур. В целях обеспечения гигиены внутренняя поверхность предлагаемого «сэндвича», которая предполагает контакт с кожными покровами человека может быть продублирована съемным слоем хлопчатобумажной ткани с небольшой поверхностной плотностью, но значительной толщиной (например – молескин, байка, фланель, трикотаж). Получаемый таким образом материал предполагается использовать для изготовления защитных костюмов. При этом толщина материала различных элементов костюма будет неоднородной: должен учитываться уровень и вероятность поражения частей тела человека в зависимости от выполняемых работ. Предполагается разработка защитного костюма со съемными защитными модулями, которые могут быть легко заменены в случае выхода из строя в ходе эксплуатации, что значительно повысит экономический эффект за счет увеличения срока службы костюма.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. Стандратинформ. – 2009. – С. 37.
2. Архиев К.Э., Игнатова И.Д., Логинов В.И. Исследования по определению возможности увеличения срока службы боевой одежды пожарного // «Пожарная безопасность». – 2014. – №4. – С. 61
3. Михайлов Е.С., Логинов В.И. Влияние температурно-влажностного режима внутреннего пространства термоагрессивостойких костюмов на их теплозащитные свойства // Пожарная безопасность. – 2014. – №1. – С. 56.
4. Final Report of Thermal Capacity of Fire Fighter Protective Clothing. Fire Protection Research Foundation. – 2008. – 37 pp.
5. Логинов В.И., Игнатова М.Д., Архиев К.А. Результаты испытаний специальной защитной одежды пожарного на стенде «Термоманекен» // Пожарная безопасность. – 2011. – №3. – С. 89.

УДК677.021.256

АНАЛИЗ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ТРЕПАЛЬНЫХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА

ANALYSIS OF TIGHTENING MACHINES OF TREPICAL MACHINES WITH THE USE OF THE AUTOMATED CALCULATION SYSTEM

А.С. Чувиляева, Н.И. Коваленко, С.Н. Разин
A.S. Chuvilyaeva, N.I. Kovalenko, S.N. Razin

Костромской государственный университет
Kostroma State University

E-mail: a_fominikh@mail.ru, nika.sneg.k@gmail.com, razin1954@list.ru

Рассмотрены конструкции трепальных машин различных марок для переработки лубяных волокон. Определены их отличительные особенности и влияние на надежность зажима обрабатываемых прядей волокна. Разработан алгоритм и программное обеспечение для проведения расчета параметров машин. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании трепальных машин.

Ключевые слова: трепание; проектирование; прядь; натяжение.

Considered are the designs of trepal machines of various grades for processing bast fibers. Their distinctive features and influence on the reliability of the clamping of processed fiber strands are determined. An algorithm and software for calculating the parameters of machines has been developed. The results obtained can be used in designing trepal machines.

Keywords: fluttering; projection; strand; tension.

Основным показателем работы заводов по переработке лубяных культур является выход длинного волокна. Он зависит от различных факторов. Одним из них является надежность зажима обрабатываемых прядей в зажимном механизме трепальной машины. Сущность процесса трепания заключается в поочередной обработке прядей в каждой из секций трепальной машины. При этом одна часть пряди зажимается в ремнях зажимного механизма, а оставшаяся часть свисает в зону трепания и подвергается ударным воздействиям со стороны бил трепальных барабанов. В первой секции трепальной машины зажимается вершинная часть пряди и обрабатывается комлевая. Во второй секции трепальной машины зажим осуществляется за обработанную комлевою часть, а обработке