

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО УТЕПЛИТЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕФТИ

Куренова И.В.¹, Черунова И.В.¹, Меркулова А.В.¹, Бахвалов Ю.А.², Стефанова Е.Б.¹, Стенькина М.П.¹, Колесник С.А.¹, Сирота Е.Н.¹, Милютина Г.Р.¹

¹ *Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ (346500, Ростовская обл., г. Шахты, ул. Шевченко, 147)*

² *ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный технический университет» (НПИ) (Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 37).*

В статье представлены результаты исследований влияния нефти на защитные свойства текстильных конструкций. Проникновение нефти в пакет материалов одежды и модификация утеплителя могут менять его первоначальные теплозащитные свойства. Проведена оценка влияния модифицирующего волокна «кевлар» на теплопроводность утеплителя, подвергающегося воздействию нефти. Для установления комплексного влияния таких факторов, как масса кевлара и нефти на теплозащитные характеристики утеплителя, проведён ряд экспериментальных исследований. Экспериментально установлено, что кевлар в составе традиционного синтетического утеплителя - не только средство повышения термостойкости (огнестойкости) одежды, но и способ повышения стабильности ее теплозащиты. В результате анализа экспериментальных данных выявлено, что поглощение нефти утеплителем приводит к его значительному повышению теплопроводности, что необходимо учитывать при разработке усовершенствованной методики расчёта параметров конструкции нефтезащитной утеплённой одежды, где её толщина в главной степени определяет уровень эффективности теплозащиты.

Ключевые слова: теплозащитные свойства, модифицированный утеплитель, проникновение нефти, пакет материалов.

INVESTIGATION OF A MODIFIED OF HEATERS UNDER THE INFLUENCE OF OIL

Kurenova I.V.¹, Cherunova I.V.¹, Merkulova A.V.¹, Bahvalov Y.A.², Stefanova E.B.¹, Stenkina M.P.¹, Kolesnik S.A.¹, Sirota E.N.¹, Milutina G.R.¹

¹ *Institute of the service sector and entrepreneurship (branch) DSTU (346500, Rostov reg., Shakhty, Shevchenko Str. 147)*

² *South Russian State Technical University (NPI) (Rostov reg., Novocherkassk, St. Education, 37)*

The results of studies of the effect of oil on the protective properties of textile structures. The penetration of oil into a package of clothing materials and modification of insulation may change its original thermal insulation properties. Estimated the impact of modifying the thermal conductivity of «Kevlar» fiber insulation, exposed to oil. To establish the combined effect of factors such as the weight of «Kevlar» and oil to heat- insulation characteristics, a number of experimental studies. It was established experimentally that the «Kevlar» as part of the traditional synthetic insulation is not only a means to improve thermal resistance (fire resistance) clothes, but also a way to increase the stability of its thermal protection . The analysis of the experimental data revealed that the oil absorption insulation leads to a significant increase in its thermal conductivity, which should be considered when developing an improved method of calculating the design parameters protected from oil heated clothing, where its thickness in the main level determines the level of efficiency of thermal protection.

Keywords: thermal insulation properties, the modified insulation, penetration of oil, a package of materials.

Необходимость разработки новых методов мониторинга защитных свойств материалов вызвана тем, что в настоящее время все более актуальными становятся задачи оценки и прогнозирования остаточного ресурса изделий, ответственного за здоровье и работоспособность на производстве [6]. Непосредственный контакт с сырой нефтью, пониженные температуры и риски возгорания для отраслей топливно-энергетического комплекса относят к наиболее значимым факторам, побуждающим искать новые

эффективные научные решения по совершенствованию методов промышленного проектирования специальной одежды, выполненной из различных материалов, сформированных в теплозащитный пакет. Однако практика показывает, что из-за загрязнений нефтью потеря защитных свойств специальной одежды, изготавливаемой до настоящего времени на базе установленных требований государственных стандартов 80-х гг. XX века, не предусмотрена в полной мере.

Проникновение нефти в пакет материалов одежды и модификация утеплителя могут менять его первоначальные теплозащитные свойства. Интенсивность проникновения нефти в структуру утеплителя существенно влияет на общий защитный эффект пакета материалов. При этом в случае возникновения условий её воспламенения сами материалы и пакеты из них представляют собой не только источник защиты от холода, но и средство для снижения уровня горения одежды. Такую защитную функцию обеспечивают не только ткани верха, но и внутренняя структура пакета в одежде.

Одними из самых устойчивых к огню являются признанные во всём мире арамидные волокна. Под воздействием высоких температур на поверхности арамидной ткани образуется прочный карбонизированный слой, изолирующий тело человека от опасного воздействия. Термозащитные свойства этих тканей не меняются с течением времени, так как обусловлены молекулярной структурой волокон. Основой этих волокон является синтетический параарамид «кевлар» [5].

Изделия из таких волокон выпускают зарубежные и отечественные производители: волокна Номекс (Nomex)[®] - производственная компания «Дюпон», нити «Аримид», «Пион», «Твим» - ООО «Лирсот», «Русар», СВМ – ОАО «Каменскволокно». Их ресурсы и перспективы использования представляют собой интерес для повышения термостойкости одежды путём модификации пакета её материалов, что обосновывает ряд специальных исследований свойств таких модифицированных пакетов и разработки рекомендаций для проектирования специальной нефтезащитной одежды [3]. Поэтому синтетическое волокно кевлар предложено в качестве сырья для модификации внутреннего слоя пакета материалов нефтезащитной одежды, представленного на рисунке 1.

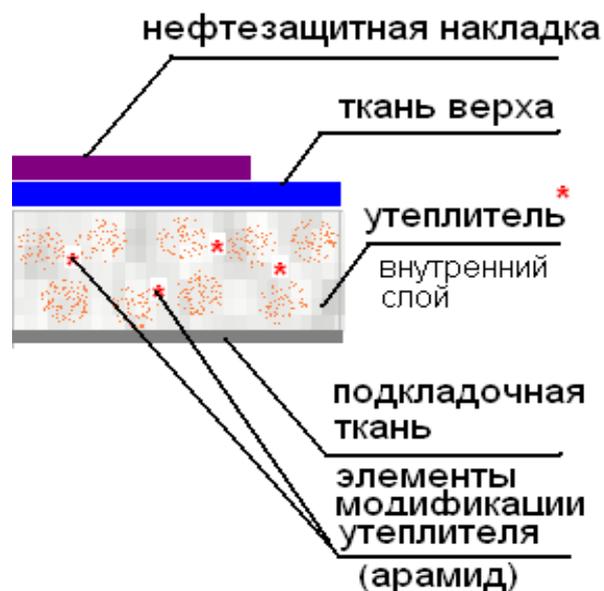


Рис. 1. Схема теплозащитного пакета материалов для утепленного нефтезащитного костюма с модифицированным утеплителем

В этом плане был исследован модифицированный пакет материалов, состоящий из синтетического нетканого утеплителя и арамидного волокна кевлар.

Для выявления зависимости теплопроводности модифицированного пакета материалов от нефти были проведены исследования коэффициента теплопроводности по ГОСТ 12.4.185-99 [1] утепляющих материалов, в качестве которых использовали холофайбер (200 г/м²).

Для исследования теплозащитных свойств [4; 7] с целью определения коэффициента теплопроводности была проведена серия экспериментов с помощью измерителя теплового потока ИТП-МГ4.03 «Поток». Исходя из условий будущей эксплуатации исследовался тепловой поток, проходящий через датчик на чистых образцах утеплителя и загрязненных нефтью.

Учитывая особенности структуры нефти, как вязкого вещества (вязкость 0,0086 Па·с при нормальных условиях) [2], была определена зависимость коэффициента теплопроводности утеплителя от содержания нефти и температуры. На рисунке 2 представлены результаты сравнительного акустико-эмиссионного анализа устойчивости холлофайбера и модифицированного утеплителя к проникновению нефти.

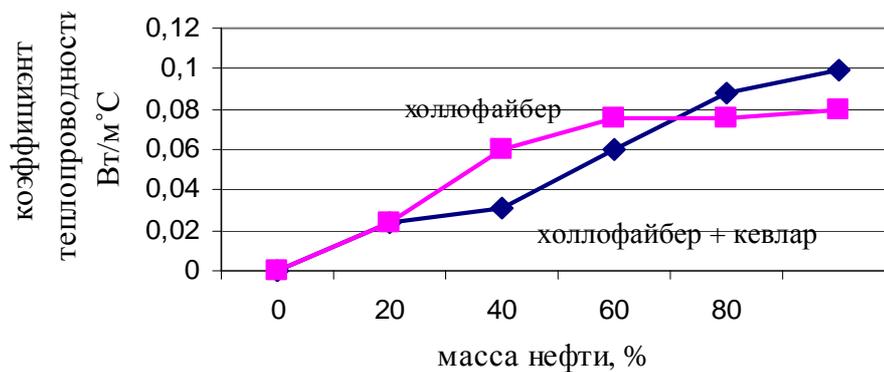


Рис. 2. Зависимость теплопроводности различного состава синтетического утеплителя от массовой доли нефти

Из рисунка 2 видно, что наличие нефти в структуре утеплителя приводит к повышению теплопроводности защитного слоя одежды. При этом не менее важно оценить в это же время и влияние самого модифицирующего волокна кевлар на теплопроводность утеплителя, подвергающегося воздействию нефти. Внедрение кевлара в структуру холлофайбера изменяет теплозащитные характеристики всего модифицированного утеплителя. Для определения оптимального количества кевлара, добавляемого в утеплитель, исследовалась зависимость его теплозащитных характеристик от его массовой доли (рис. 3). Из графика видно, что добавление кевлара более 300 г/м^3 увеличивает показатель теплопроводности, что ухудшает основную защитную функцию утеплителя.

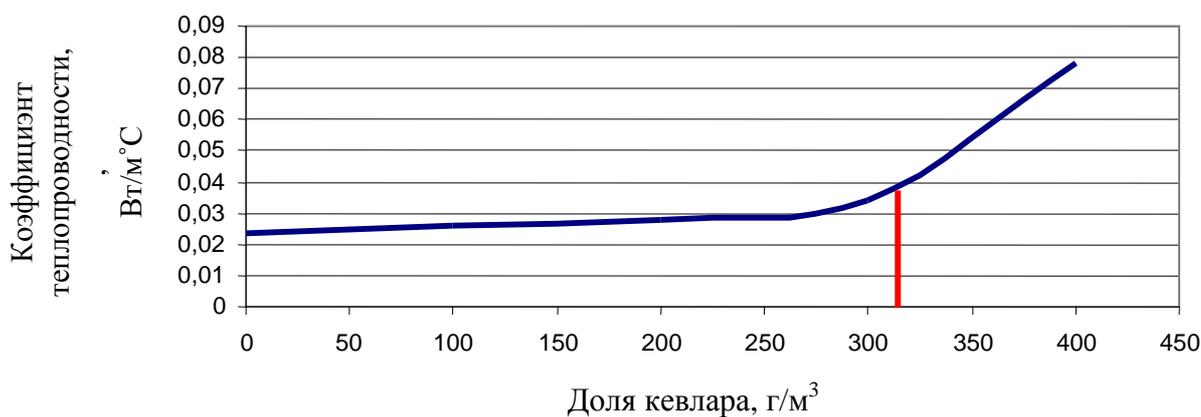


Рис. 3. Зависимость теплопроводности от массовой доли кевлара в структуре холлофайбера

Для установления комплексного влияния таких факторов, как масса кевлара и нефти на теплозащитные характеристики утеплителя, проведён ряд экспериментальных исследований. В результате обработки этих данных построена интерполяционная математическая модель и получена поверхность отклика (рис. 4), чтобы спроектировать результат с требуемой точностью во всех точках некоторой заранее заданной области. Результаты эксперимента подтверждают, что увеличение массы впитанной нефти и внесённого кевлара приводит к увеличению оптимизируемого параметра – коэффициента теплопроводности, т.е. к снижению теплового сопротивления модифицированного пакета материалов.

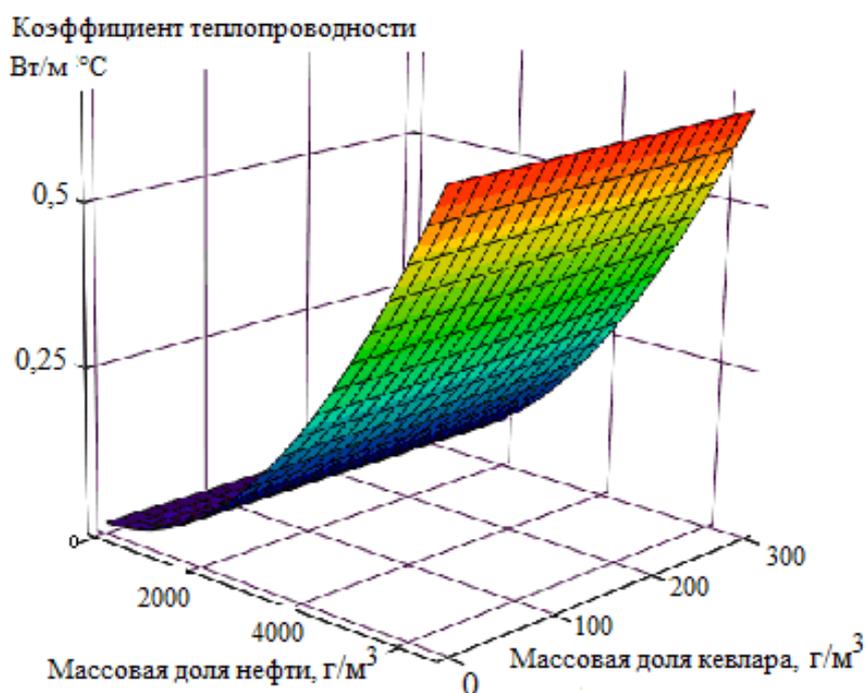


Рис. 4. Зависимость коэффициента теплопроводности модифицированного утеплителя от доли кевлара и нефти

С целью определения норм модифицирующего наполнителя в структуре объемного синтетического утеплителя (на примере холлофайбера) по ГОСТ 26464 – 85 были проведены экспериментальные исследования, позволившие установить основной интервал доли кевлара в утеплителе, который составил 30 ± 3 г/м³. Такое количество кевлара практически не меняет толщину, пористость и плотность пакета материалов (менее 1%), что свидетельствует о постоянстве объема воздуха, наличие которого обосновывает величину теплового сопротивления утеплителя.

Установлено, что при добавлении арамидного волокна кевлар в синтетический утеплитель интенсивность впитывания нефти снижается, увеличивая стабильность воздушной прослойки в одежде. То есть можно сделать вывод, что кевлар в составе традиционного синтетического утеплителя - не только средство повышения термостойкости (огнестойкости) одежды, но и способ повышения стабильности ее теплозащиты.

Как показывает график, введение кевлара в структуру холлофайбера не приводит к повышению теплопроводности утеплителя, сохраняя его теплозащитные свойства, увеличивая при этом его термостойкие свойства. При этом поглощение нефти утеплителем приводит к его значительному повышению теплопроводности, что необходимо учитывать при разработке усовершенствованной методики расчёта параметров конструкции нефтезащитной утеплённой одежды, где её толщина в главной степени определяет уровень эффективности теплозащиты.

Таким образом, установлено, что поглощение нефти утеплителем приводит к значительному повышению его теплопроводности, что необходимо учитывать при разработке усовершенствованной методики расчёта параметров конструкции нефтезащитной утеплённой одежды, где её толщина в главной степени определяет уровень эффективности теплозащиты. Экспериментально установленные зависимости теплопроводности синтетического модифицированного объёмного утеплителя от массовой доли нефти и кевлара в его объёме и структуре позволили оценить динамические изменения теплофизических свойств теплозащитной одежды.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки по гранту (№ 14.В37.21.1247).

Список литературы

1. ГОСТ 12.4.185-99 ССБТ. Средства индивидуальной защиты от пониженных температур. - М. : Издательство стандартов, 1999. – 16 с.
2. Григорьев Б.А. Теплофизические свойства нефти, нефтепродуктов, газовых конденсатов и их фракций / Григорьев Б.А., Богатов Г.Ф., Герасимов А.А. ; под ред. Б.А. Григорьева. — М. : Изд-во МЭИ, 1999. — 372 с. : ил.
3. Куренова И.В. Разработка и исследование специальной нефтезащитной одежды с модифицированным утеплителем : дис. ... канд. техн. наук. - Шахты, 2013. - С. 63-64.
4. Лебедева Е.О., Бринк И.Ю., Терехов А.Л. Изменение теплозащитных свойств специальной одежды в климатических условиях побережья арктических морей // Газовая промышленность. - 2012. - № 1. - С. 71-74.

5. Мусина Т.К., Волохина А.В., Щетинин А.М., Оприц З.Г. Полиимидные и арамидные волокна и нити со специальными свойствами // В мире оборудования. - 2010. - № 2. - С. 4-8.
6. Черунова И.В., Бринк И.Ю. Исследования теплозащитных свойств текстильных материалов // Студенческая наука – экономике научно-технического прогресса : материалы межрегион. конф. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. – 28–30 с.
7. Черунова И.В., Корнев Н.В., Куренова И.В., Стефанова Е.Б. Оценка свойств материалов нефтезащитных костюмов // Швейная промышленность. - М., 2012. – Вып. 6. - С. 43-45.

Рецензенты:

Бринк И.Ю., д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Моделирование, конструирование и дизайн», Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты.

Алиева Н.З., д.ф.н., доцент, профессор кафедры «Естественно-научные дисциплины», Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты.