

УДК 614.895

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА ЛЕГКОГО ТИПА ОТ ПОВЫШЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Грудинский М.В.\*, Русецкий Ю.Г.\*, к.т.н., Дмитракович Н.М.\*,  
Ольшанский В.И.\*\*, к.т.н., профессор, Филатов С.А.\*\*\*, к.т.н.

\*Учреждение «Научно-исследовательский центр

Витебского областного управления МЧС Республики Беларусь»

\*\*Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

\*\*\*Государственное научное учреждение

«Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» НАН Беларуси

*Статья посвящена решению задачи получения специальной защитной одежды от повышенных тепловых воздействий, решаемой в рамках выполнения задания государственной программы прикладных исследований «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций». Полученные результаты позволяют организовать производство специальной защитной одежды легкого типа от повышенных тепловых воздействий на территории Республики Беларусь.*

(Поступила в редакцию 11 февраля 2009 г.)

### Введение

Одним из основных средств индивидуальной защиты пожарных, работающих в условиях воздействия повышенной тепловой радиации, является специальная защитная одежда от повышенных тепловых воздействий (СЗО ПТВ).

В нашей республике на вооружении находится СЗО ПТВ, производимая в Российской Федерации, Украине, Германии и др. Главным отличием всех защитных костюмов являются особенности конструкции и применяемые в пакете материалы.

С учетом направленности государственной политики в нашей стране на импортозамещение и создание новых технологий возник вопрос разработки специальных защитных костюмов, способных защитить от повышенных тепловых воздействий и отвечающих требованиям стандартов. Для этого необходимо произвести системный анализ условий эксплуатации и использовать новые виды материалов, что позволит сделать ассортимент средств индивидуальной защиты высокоэффективным, экономически целесообразным и выгодным как для потребителя, так и для изготовителя, сократить время ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

### Постановка задачи

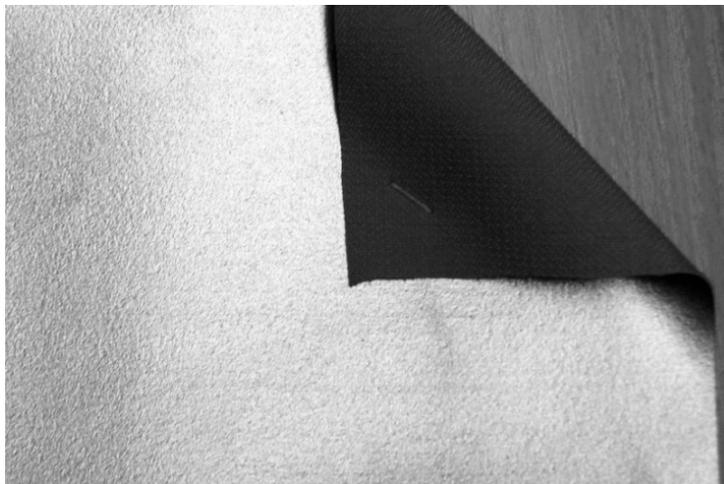
С учетом вышеперечисленного главной целью являлась разработка отечественной СЗО ПТВ легкого типа, соответствующей требованиям технических нормативных правовых актов. Для достижения указанной цели необходимо было решить ряд задач: получить огнестойкий материал с металлизированным покрытием; получить и исследовать основные характеристики защитного смотрового стекла; определить состав пакета материалов СЗО ПТВ, исследовать его основные характеристики.

### Основная часть

Решением вопроса разработки СЗО ПТВ в Республике Беларусь начали заниматься в 2006 году. В течение двух лет было выполнено задание ГППИ «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций». В ходе выполнения задания проведены экспериментальные и теоретические исследования огнестойких материалов, разработаны математические методы и прикладные программы расчета нестационарной теплопроводности многослойных материалов с целью оптимизации характеристик защитной одежды пожарных-спасателей.

Исследованы режимы термофиксации полимерной композиции с введением в ее состав огнетермостойких и теплоотражающих составляющих [1].

В результате выполнения задания разработана технология производства огнетермостойкого материала с металлизированным покрытием для СЗО ПТВ, получена опытная партия материала (рис. 1). Цена материала верха для СЗО ПТВ российского производства на 10 % выше при практически идентичных свойствах.



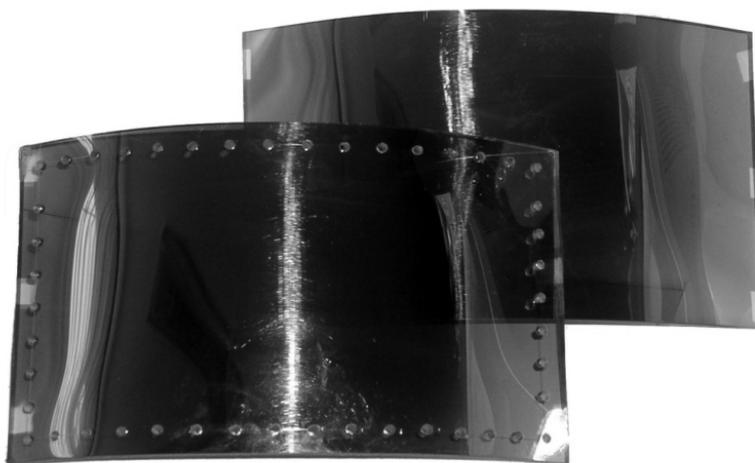
**Рисунок 1 – Материал огнетермостойкий с металлизированным покрытием**

В то же время для создания отечественного теплоотражательного костюма помимо получения огнетермостойкого материала необходимо было решить вопрос получения защитных смотровых стекол СЗО ПТВ. В 2008 году он был решен при участии ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» НАНБ в рамках выполнения задания СР 30 ГППИ «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций».

Полученные опытные образцы защитного смотрового стекла удовлетворяют требованиям технических нормативных правовых актов в отношении геометрических показателей:

– защитное смотровое стекло панорамное, радиус изгиба составляет  $(170 \pm 2)$  мм; габаритные размеры стекла составляют: высота  $(150 \pm 2)$  мм; ширина  $(230 \pm 2)$  мм.

В качестве материала для получения образцов защитного смотрового стекла с учетом всех вышеперечисленных требований был выбран плоский листовой поликарбонат марки MARLON толщиной 5 мм. Образцы получены методом изгиба с одновременным нагревом (рис. 2).



**Рисунок 2 – Образцы защитных смотровых стекол СЗО ПТВ**

После процесса пластической деформации образца при нагреве струей горячего воздуха необходимая форма образца сохраняется при остывании до комнатной температуры. Испытания полученных образцов без защитного покрытия показали их устойчивость к воздействию теплового потока плотностью не более  $10,0 \text{ кВт/м}^2$ , поскольку образцы поглощали практически все падающее излучение в ближней и средней ИК областях спектра. Для обеспечения устойчивости к воздействию теплового потока  $18,0 \text{ кВт/м}^2$  в течение не менее 960 с и теплового потока  $25,0 \text{ кВт/м}^2$  – не менее 240 с на образцы смотрового стекла нанесено защитное покрытие, отражающее поток теплового излучения в ИК области и относительно прозрачного в видимой области спектра.

В результате проведенных исследований установлено, что покрытие толщиной более 1 мкм, наносимое методом магнетронного или электронного распыления материала металлической мишени, удовлетворяет необходимым требованиям.

Выбранная толщина поликарбоната (не менее 5 мм) обеспечивает требуемую устойчивость к воздействию температуры (при  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  – не менее 960 с) и устойчивость к одиночным ударам кинетической энергией не менее 1,2 Дж без нарушения целостности и внешнего вида покрытия.

В ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» НАНБ под руководством С.А. Филатова проведены экспериментальные исследования оптических характеристик защитного смотрового стекла. В результате исследований установлено, что коэффициент ослабления инфракрасного излучения составляет 98 % [2]. При использовании защитного смотрового стекла экономия средств по сравнению с приобретением аналога в Российской Федерации составляет около 50 %.

Определение конструкции теплоотражательного костюма проводилось совместно с кафедрами «Технология и оборудование машиностроительного производства» и «Технология швейного производства» УО «Витебский государственный технологический университет» и осуществлялось по двум направлениям: на основе изучения информации, представленной в специальных журналах и каталогах, и на основе опроса специалистов, которым приходилось использовать изделия данного назначения в боевых условиях [3].

Предпочтение было отдано следующим решениям:

- состав теплоотражательного костюма - куртка и брюки;
- защита головы – капюшон с удлиненной пелериной и иллюминатором и отсеком для дыхательного аппарата;
- защита ног – брюки с приработанными сапогами и калошами;
- защита рук – краги теплоотражательные, которые одеваются на рукавицы, либо высокотемпературные рукавицы;
- использование вместе с дыхательным аппаратом – обеспечивается наличием на спине объемного отсека в виде рюкзака;
- застежка – две длинные застежки молнии, которые проходят от манжет далее под мышками до нижнего бокового края куртки.
- ширина куртки по низу регулируется эластичной тесьмой;
- брюки с высоким поясом и эластичными подтяжками;
- застежка располагается по среднему шву передних частей брюк.

В рамках определения состава пакета материалов для СЗО ПТВ были сформированы образцы пакетов материалов, предлагаемых для использования при разработке СЗО ПТВ. Сформированные образцы были направлены в ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» НАНБ для проведения испытаний теплофизических свойств пакетов материалов и тканей с целью формирования рациональной конструкции СЗО ПТВ.

По результатам исследований установлено, что наиболее эффективным по сравнению с остальными образцами с точки зрения защитных свойств СЗО ПТВ, требования к которым изложены в проекте стандарта «Одежда специальная защитная от повышенных тепловых воздействий. Общие технические условия», является образец № 8 за счет подобранных в пакете материалов: материал верха – материал огнестойкий с металлизированным

покрытием (ТУ ВУ 300620644.014-2007), иглопробивное нетканое огнестойкое полотно и полиэфирная подкладка. Представленный пакет обладает наилучшей устойчивостью к разрушению и высоким температурам, что подтверждается результатами исследований, проведенных в лаборатории водородной энергетики ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси (рис. 3, 4).

### Теплопроводность слоев пакета №8

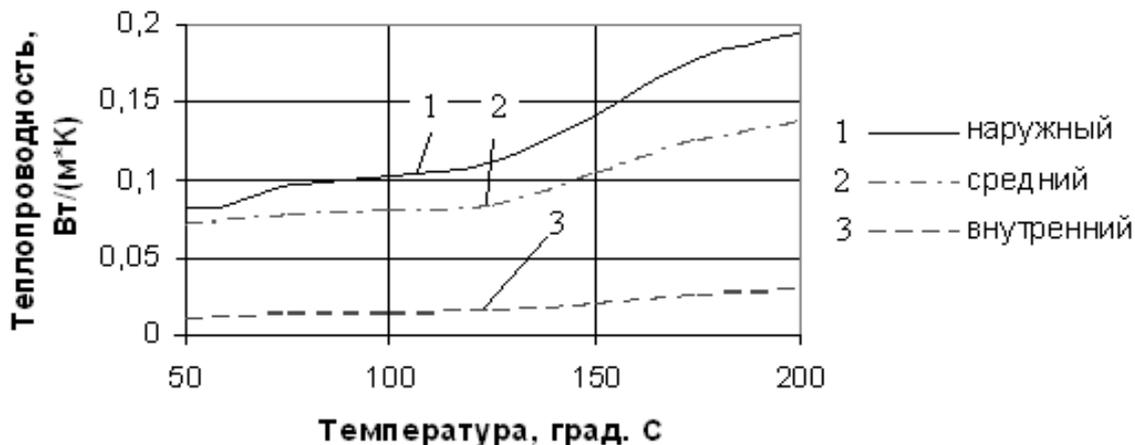


Рисунок 3 – Распределение теплопроводности пакета № 8 по слоям

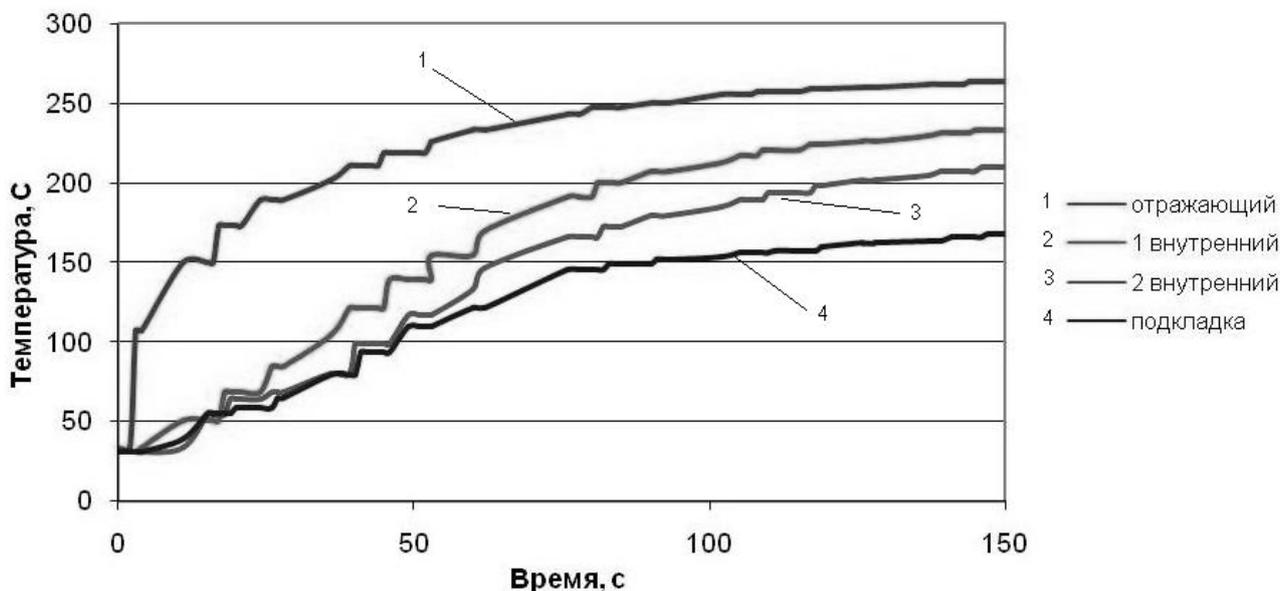


Рисунок 4 – Результаты испытания распределения температурного поля по слоям пакета СЗО ПТВ № 8 при контактном подводе теплового потока

Проведенные исследования пакета материалов № 8 показали, что при температурах до 98 °С происходит незначительная потеря массы вследствие удаления влаги из образца; при температуре выше 202 °С начинается процесс деполимеризации материала с потерей части массы и началом разрушения образца; при температуре выше 267 °С – с образованием расплава; при температуре 334 °С происходит частичное отделение отражающего слоя. При температуре выше 450 °С начинается интенсивное разрушение образца, а выше 529 °С –

остается только минеральная основа материала. Полученные в результате исследования данные показывают, что пакет материалов № 8 соответствует требованиям технических нормативных правовых актов.

В результате выполнения задания «Разработать технологию производства специальной защитной одежды от повышенных тепловых воздействий» ГППИ «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций» на базе РПУП «Униформ» был получен опытный образец теплоотражательного костюма (ТОК-200) (рис. 5).



Рисунок 5 – Опытный образец ТОК-200

## Выводы

В ходе выполнения задания решены задачи получения материала огнестойкого с металлизированным покрытием и защитного смотрового стекла, выбора оптимального варианта конструкции СЗО ПТВ. Проведены экспериментальные исследования оптических характеристик полученного опытного образца защитного смотрового стекла. Подготовлены вся необходимая база и технологическая оснастка для мелкосерийного производства специального термостойкого защитного иллюминатора СЗО ПТВ.

На основании исследований теплофизических свойств пакетов материалов и тканей для формирования рациональной конструкции СЗО ПТВ определен состав пакета материалов СЗО ПТВ.

В результате проведенных работ получен опытный образец СЗО ПТВ легкого типа (ТОК-200).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка методов и технологии получения огнестойких тканей с металлизированным покрытием : отчет о НИР (промеж.) / Научно-исследовательский центр Витебского областного управления МЧС Республики Беларусь» ; рук. темы Н.И. Стетюкевич. – Витебск, 2007. – 29 с. – № ГР 2006892.
2. Экспериментальные исследования пакетов материалов и защитного смотрового стекла специальной защитной одежды от повышенных тепловых воздействий : отчет о НИР (заключ.) / ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова» НАНБ ; рук. С.А. Филатов. – Минск, 2008. – 40 с.
3. Разработка технологии производства специальной защитной одежды от повышенных тепловых воздействий : отчет о НИР (промеж.) / Вит. гос. технологич. ун-т ; рук. темы В.И. Ольшанский. – Витебск, 2008. – 29 с. – № ГР 20081261.