

О. А. Тучкова, В. С. Гасилов, Р. Н. Сабирзянова

ПОВЕДЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОМ НАГРЕВЕ

Ключевые слова: текстильные материалы, высокоинтенсивный нагрев, горючие материалы, пожар.

Представлен сравнительный анализ композиционных текстильных материалов из хлопковых, шерстяных и полиэфирных волокон при воздействии высокоинтенсивных тепловых потоков. Для придания огнезащитных свойств тканям предлагается метод обработки материалов раствором алюминиевой пудры.

Keywords: textile materials, high-intensity heating, combustible materials, fire.

A comparative analysis of the composite fabrics from cotton, wool and polyester fibers is presented under influence of high-intensity thermal streams. Method of processing of materials solution of aluminum powder is proposed for giving of fireproof properties to fabrics.

Большинство выпускаемых промышленностью текстильных материалов легко воспламеняемые и горючие. Статистика показывает, что возгорание текстильных материалов является причиной все возрастающих количеств пожаров в жилых и общественных зданиях [1]. Так, в 2000 г. в России в результате возгорания текстильных материалов произошло 24860 пожаров, ущерб от которых составил 94620 руб., при этом погибло 5934 человека [2].

Наиболее опасным фактором пожаров является тепловое излучение. При его воздействии на горючие материалы может произойти их возгорание и образование новых очагов пожара. Наибольшую опасность для человека представляет зажигание текстильного материала (ТМ) покровного слоя одежды [3].

Зажигание текстильных полимерных материалов представляет собой чрезвычайно сложный нестационарный физико-химический процесс [4]. При сгорании текстильных материалов из химических волокон выделяются газообразные соединения, неблагоприятно воздействующие как на человека, так и на экологическую обстановку в целом.

По статистическим данным ведущих капиталистических стран доля погибших при пожарах от отравления дымом и газом превышает 60% [5]. Большую опасность представляет выделяющийся в процессе горения текстильных материалов монооксид углерода. У 2/3 погибших при пожарах в крови обнаруживают высокое содержание карбогемоглобина – продукта связывания гемоглобина с СО [6].

Для снижения пожарной опасности текстильных материалов используются замедлители горения различного состава: неорганические и органические вещества [7 – 9]. Мировая потребность в замедлителях горения составляет 500 тыс. т в год [10]. Для снижения негативного воздействия используются вещества и композиции, снижающие горючесть текстильных материалов и обладающие малой токсичностью и низкой дымообразующей способностью.

Для придания огнезащитных свойств тканям из смеси целлюлозных и синтетических

волокон используются следующие методы пропитки:

- 1) пропитка тканей растворами замедлителей горения (поверхностная обработка);
- 2) химическое модифицирование волокон и изделий из них;
- 3) введение замедлителей горения в расплав или формовочный раствор полимера.

В качестве замедлителей горения могут также использоваться инертные наполнители, например, порошкообразные металлы [11].

Выбор того или иного метода в каждом конкретном случае определяется требуемой степенью огнезащиты и тем, насколько прочно сохраняются огнезащитные свойства после многократных водных обработок (стирок), уровне достигаемых физико-механических свойств получаемых волокон и тканей, а также возможностями технологического и аппаратного оформления процесса и технико-экономическими показателями.

В рассматриваемом эксперименте при исследовании поведения тканей при высокоинтенсивном нагреве использовались ткани из трех видов волокон: хлопок, полиэстер и шерсть. Один образец каждого вида тканей подвергся обработке 0,25% раствором алюминиевой пудры. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

При обработке ткани вышеуказанным способом ткань пропитывают водным раствором с растворенной алюминиевой пудрой. После обработки и сушки ткани привес за счет внедрения алюминиевой пудры в структуру материала составлял 3-5 % от веса исходного образца.

Как видно из результатов эксперимента, пропитка образцов алюминиевой пудрой приводит к увеличению времени задержки воспламенения. Наибольший эффект наблюдается на образцах из синтетических волокон, когда после пропитки они не воспламеняются во всем диапазоне плотности теплового потока излучения. На образцах из хлопковых волокон влияние пропитки практически отсутствует. На образцах из шерсти влияние пропитки заметно проявляется при низкой плотности теплового потока. При этом время воспламенения увеличивается с 14 до 21 секунды.

Внешний вид образцов после облучения показан на рис. 1.

Таблица 1 - Экспериментальные данные по нагреву ТМ

Плотность теплового потока излучения, $\kappa\text{Вт}/\text{м}^2$	Эксперимент по ГОСТ 30402-96		
	$t_s, ^\circ\text{C}$	результаты эксперимента (с горелкой)	время, сек
Шерсть, обработанная 0,25% раствором алюминиевой пудры			
20	540	начало процесса разложения воспламенение	21 не воспл.
30	647	начало процесса разложения вспышка воспламенение	5 15 21
40	700	начало процесса разложения воспламенение	1 8
50	762	начало процесса разложения воспламенение	1 9
Полиэстер, обработанный 0,25% раствором алюминиевой пудры			
20	540	начало процесса плавления воспламенение	4 не воспл.
30	647	начало процесса плавления воспламенение	3 не воспл.
40	700	начало процесса плавления воспламенение	1 не воспл.
50	762	начало процесса плавления воспламенение	1 не воспл.
Хлопок, обработанный 0,25% раствором алюминиевой пудры			
20	540	начало процесса разложения воспламенение	6 не воспл.
30	647	начало процесса разложения воспламенение	2 9
40	700	начало процесса разложения воспламенение	1 4
50	762	начало процесса разложения воспламенение	1 4
Шерсть 100%			
30	647	воспламенение	14
40	700	воспламенение	9
50	762	воспламенение	4
Полиэстер 100%			
30	647	воспламенение	не воспл.
40	700	воспламенение	28
50	762	воспламенение	12
Хлопок 100%			
30	647	воспламенение	8
40	700	воспламенение	5
50	762	воспламенение	5



Рис. 1 - Результаты эксперимента при нагреве тепловым потоком 50 $\kappa\text{Вт}/\text{м}^2$ (материал, обработанный 0,25% раствором алюминиевой пудры)

Наиболее вероятным механизмом увеличения времени воспламенения является отражение теплового потока излучения при его объемном поглощении.

Очевидно, что для композитов из синтетических и натуральных волокон влияние

пропитки растворами с алюминиевой пудрой может быть оценено экспериментально по вышеописанной методике.

Испытания показали, что модифицированная ткань не поддерживает горения на воздухе. Однако существенный ее недостаток состоит в том, что огнезащитный эффект неустойчив к водным обработкам. Отмечается заметное снижение устойчивости ткани к раздирающей нагрузке (снижение прочности на раздир составляет 50-60%) и неустойчивость огнезащитного эффекта к многократным стиркам.

Для обеспечения огнезащиты карбонизованный остаток, образующийся при термолитизе целлюлозной составляющей, играет роль каркаса, задерживающего капли расплава термопластичного полимера в зоне пламени и тем самым создаются благоприятные условия для горения [12].

Высокая эффективность огнезащитного действия объясняется ингибированием процессов, протекающих как в конденсированной, так и в газовой фазах при термолитизе и горении текстильных материалов.

Как следует из данных табл. 1, обработка ткани придает материалам свойства трудновоспламеняемого материала, и приводит к заметному снижению способности к дымообразованию.

Оценка пожарной опасности материалов должна проводиться с учетом области их применения по соответствующим методам испытаний, предусмотренным международной и национальной системами профильных стандартов [13].

Проведение различного рода испытаний позволяет правильно оценивать свойства получаемых материалов и более ответственно подходить к выбору средств огнезащиты в зависимости от степени потенциальной (в случае пожара) опасности.

Литература

1. Н.И. Константинова. *Текстильная химия*, 1(16), 41 – 44 (1999).
2. Н.С. Зубкова, Ю.С. Антонов. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева)*, **XLVI**, 1, 96 – 102 (2002).
3. Р.Ш. Еналеев, Э.Ш. Теляков, Ю.С. Чистов, Ф.М. Гимранов, И.В. Красина, В.С. Гасилов. *Вестник Казанского технологического университета*, **16**, 21, 232 – 238 (2013).
4. Р.Ш. Еналеев, И.В. Красина, В.С. Гасилов, Ю.С. Чистов, Л.И. Хайруллина. *Вестник Казанского технологического университета*, **16**, 13, 73 – 78 (2013).
5. N.P. Bryner, E.L. Johnsson, W.M. Pitts. *NIST Spec. Publ.*, 838-7, p. 6 (1995).
6. Rauch Mag. Todesfalle. *Feuerwehr*, **21**, 6, 357 – 358 (1996).
7. М.А. Тюганова. Дисс. докт. хим. наук, Мытищи, 1988. 307 с.
8. Л.Г. Панова. Дисс. докт. хим. наук, Саратов, 1999.
9. R. Horrocks. *Proc. Conf. Flame Retard*, 9, 147 – 158 (2000).

10. D.W. Hairston. *Chem. Eng.*, **102**, 9, 65 – 68 (1995).
11. А.А. Берлин. *Соровский образовательный журнал*, 9, 57 – 63 (1996).
12. P. Pohringer, A. Adler. *Text. Res. J.*, **46**, 7, p. 530 (1976).

13. Л.Г. Филин, Е.Д. Михайлова. *Методы оценки воспламеняемости текстильных материалов*. ВНИИПО МВД, Москва, 1991. 45 с.

© **О. А. Тучкова** – к.т.н., ст. препод. каф. промышленной безопасности КНИТУ, touchkova-o-a@mail.ru; **В. С. Гасилов** – к.т.н., доцент той же кафедры; **Р. Н. Сабирзянова** – асп. каф. ТХНВИ КНИТУ, ramfar@mail.ru.