УДК 614.841.1

С.А. Сырбу[1], В.А. Бурмистров[2], Д.Б. Самойлов[1], А.Х. Салихова[1]
([1]Ивановский институт Государственной противопожарной службы МЧС России,
[2]Ивановский Государственный химико-технологический университет;
e-mail: salina_77@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проведена разработка эффективного метода огнезащитной обработки полиамидных тканей композициями на основе аминоформальдегидных смол и антипиренов-отвердителей.

Ключевые слова: полиамидные ткани, аминоформальдегидные смолы, антипирены-отвердители, огнезащитная обработка.

S.A. Syrbu, V.A. Burmistrov, D.B. Samoilov, A.H. Salikhova

DEVELOPMENT FIRE PROOF COMPOSITION FOR TEXTILE MATERIALS

Development of efficient methods of fire proof treatment of polyamid fabrics by mixtures on the basis of aminoformaldehyde pitch and antipierine hardens.

Key words: polyamid fabrics, aminoformaldehyde pitch, antipierine hardens, fire proof treatment.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 апреля 2011 г.

В современном постиндустриальном обществе пожар – одно из самых распространённых опасных событий. Конечно, главное направление в борьбе с пожарами – профилактика. Но, если беду предотвратить не удалось, то, как показывает опыт, с наименьшими потерями из нее выходит тот, кто продумал строительный и текстильный дизайн помещения с использованием современных негорючих материалов.

Большая часть производимых волокон и текстильных материалов легко воспламеняемы и горючи. Во время пожара ткани легко загораются и быстро распространяют пламя. Особенно опасно применение ковров и ковровых покрытий на путях эвакуации, использование тканей в качестве декораций и занавесов в театрально-зрелищных мероприятиях. Возгорание текстильных материалов является причиной большого количества пожаров в жилых и общественных зданиях. В связи с тем, что в последнее время все чаще применяются новые полимерные материалы и ткани в отделке помещений, увеличилась токсичность и плотность образуемого при горении дыма. Доля погибших в результате отравления продуктами горения и термического разложения при пожарах с такими тканями превышает 60 %.

Для декора помещений используются различные текстильные материалы, как натуральные, так и синтетические. Существенное удорожание природного целлюлозного сырья (хлопок, лен) в России за последние годы, сокращение

сырьевых источников обуславливают пристальный интерес к синтетическим и смешанным волокнам. Однако существенное ограничение возможностей использования синтетических волокон связано с их высокой горючестью, а иногда и с особенностями горения) [4].

Поэтому проблема придания огнезащитных свойств текстильным материалам различной природы и назначения в последние годы приобретает все большую актуальность. Это обусловлено тем, что они являются серьезным источником опасности во время пожаров, легко воспламеняются, способствуют распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", показателями, необходимыми для оценки пожарной опасности текстильных материалов, используемых для штор и занавесов, элементов мягкой мебели являются:

– воспламеняемость;
– устойчивость к воздействию теплового потока;
– теплозащитная эффективность при воздействии пламени;
– распространение пламени;
– показатель токсичности продуктов горения;
– коэффициент дымообразования.

Ткань (нетканое полотно) классифицируется как легковоспламеняемый материал, если при испытаниях выполняются следующие условия:

- время пламенного горения любого из образцов, испытанных при зажигании с поверхности, составляет более 5 *с*;
- любой из образцов, испытанных при зажигании с поверхности, прогорает до одной из его кромок;
- поверхностная вспышка любого из образцов распространяется более чем на 100 *мм* от точки зажигания с поверхности или кромки;
- средняя длина обугливающегося участка любого из образцов, испытанных при воздействии пламени с поверхности или кромки, составляет более 150 *мм*.

Для классификации материалов следует применять значение индекса распространения пламени (*I*) – условного безразмерного показателя, характеризующего способность материалов (веществ) воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло [2].

Снижение пожарной опасности тканевых материалов – основная задача, которую необходимо решать и производителям текстильных материалов, и специалистам, проводящим научные исследования в области обеспечения пожарной безопасности объектов.

Обработка огнезащитными составами текстильных материалов обеспечивает снижение пожарной опасности волокон, нитей, тканей, нетканых материалов и изделий из них, а также ковровых текстильных покрытий. Использовать текстильные материалы, обработанные огнезащитным составом, необходимо в зданиях и помещениях, предназначенных для проведения культурно-массовых

мероприятий – в театрах и спортивно-развлекательных комплексах, музеях, местах отдыха, а также жилых помещениях.

В результате обработки эффективными средствами огнезащиты исключается возможность загорания текстильных материалов от малокалорийных источников зажигания, снижается способность распространения пламени по поверхности, снижается дымообразующая способность, токсичность продуктов терморазложения.

В настоящее время для снижения пожарной опасности текстильных материалов производится широкий ассортимент огнезащитных составов. Замедлители горения отличаются по структуре (неорганические и органические вещества) и по способу нанесения или отделки.

Огнезащитные пропиточные составы наносят напылением, окунанием, двусторонней обработкой. В зависимости от структуры и химического состава волокна огнезащитные покрытия держатся 1,5-2 года. После стирки их эффективность значительно снижается, то есть, большинство составов являются неперманентными [5].

Авторы анализируют разработки эффективного метода огнезащитной обработки полиамидных тканей композициями на основе аминоформальдегидных смол и антипиренов-отвердителей. Полиамидные ткани выбраны не случайно. В интерьерах жилых помещений, культурно-зрелищных объектов, офисов, ресторанов и других объектах широко используются шторы, обивка для мебели из полиамидных материалов. Материал из полиамида горюч, загорается голубоватым пламенем, капает тянущимися каплями с характерным звуком, плавится. После удаления источника огня продолжает гореть голубым пламенем. Явного запаха при горении тканей из чистого полиамида нет.

Авторы провели синтез аминоформальдегидных смол следующего типа:

1. Карбамидо-меламино-формальдегидной смолы (КМФ).
2. Метилированного метилолмеламина (МММ).
3. Мочевино-тиомочевино-формальдегидной смолы (МТФ).

Растворами полученных смол в присутствии антипирена-отвердителя NH_4Br были обработаны образцы полиамидной ткани с поверхностной плотностью 160 *г/м*^{2}. Растворы готовились путем разбавления полученных конденсированных растворов водой до содержания сухого остатка 25 %, концентрация NH_4Br составляла 20 %, привес составил 25 *г/м*^{2}.

Оценка показателей пожарной опасности обработанных тканей показала, что образец 1, обработанный МТФ, продолжает гореть при удалении его из зоны пламени, что указывает на его низкую огнестойкость [3]. Кроме того, при горении полиамидной ткани, обработанной МТФ, выделяются летучие продукты горения. В связи с этим смола МТФ из дальнейшего исследования была исключена.

Ткани, обработанные МММ и КМФ, не поддерживали горения при удалении из зоны пламени, но материал, обработанный КМФ, обладал очень жестким грифом, что ухудшает потребительские свойства ткани. В связи с этим авторами была синтезирована смола КМФ, пластифицированная диэтиленгликолем (ДЭГ).

Образцы ткани, обработанные КМФ в присутствии NH_4Br (содержание сухой смолы 12,5 %, отвердителя 20 %), характеризуются достаточно мягким грифом и не поддерживают горения.

Таким образом, перспективным, с точки зрения дальнейшего использования, следует считать препараты МММ и КМФ.

Следующим этапом работы явилось изучение влияния типа связующего, вида отвердителя-антипирена, поверхностной плотности исходной полиамидной ткани и привеса антипирена на способность воспламеняться и поддерживать горение полученных материалов. В качестве исходных объектов были исследованы полиамидные ткани с поверхностной плотностью, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Поверхностная плотность полиамидных тканей

№ образца	Масса образца размером 15×15 *см*, *г*	Масса 1 $м^2$ ткани, *г*
1	6,4470	286
2	1,4251	63
3	1,3303	59
4	1,2004	53
5	0,8339	37
6	1,4576	65
7	1,8789	84
8	3,6103	160

Обработка полиамидных тканей производилась тремя препаратами:

1 серия: МММ и NH_4Br (бромистый аммоний);

2 серия: МММ и $(NH_4)_4P_2O_7$ (пирофосфат аммония);

3 серия: КМФ и NH_4Br.

Для визуализации равномерности обработки в состав препарата вводили 1 % красителя 2КТ (активный красно-фиолетовый). Для каждого образца был определен привес в $г/м^2$ и *г/г* исходной ткани. Одним из наиболее объективных показателей пожарной опасности текстильных материалов является ***кислородный индекс*** (КИ) [2]. Поэтому для анализа эффективности огнезащитной обработки был использован этот показатель. Результаты представлены в табл. 2.

Анализ данных показывает, что кислородный индекс изменяется в зависимости от способа обработки от 18,7 % до 44,4 % O_2. Следует напомнить, что концентрация кислорода в воздухе составляет 21 %. Кислородный индекс менее 21 % означает, что образец поддерживает горение в атмосфере. Кислородный индекс более 21 % означает, что материал обладает самозатухающими свойствами. Естественно, что чем выше значение кислородного индекса, тем меньшей способностью распространения пламени обладает ткань.

При этом, как показывают данные табл. 2, ткани, обработанные смолой КМФ, обладают существенно лучшим показателем распространения пламени, по сравнению с МММ.

Замена NH_4Br на $(NH_4)_2P_2O_7$ не приводит к заметному изменению кислородного индекса.

Таблица 2

Характеристика эффективности огнезащитной обработки полиамидных тканей

№ образца	Начальная поверхностная плотность	Привес		КИ, % O_2
		г/м²	*г/г*	
Обработка МММ и NH_4Br				
1	287	26,0	0,0906	19,6
2	63	8,3	0,1317	19,1
3	59	11,1	0,1881	18,7
4	53	15,9	0,3000	20,8
5	37	8,4	0,2270	20,0
6	65	10,2	0,1569	20,4
7	84	22,1	0,2630	32,2
8	160	25,0	0,1563	20,8
Обработка МММ и $(NH_4)_4P_2O_7$				
1	287	21,6	0,0753	21,0
2	63	9,5	0,1418	20,3
3	59	10,3	0,1746	19,1
4	53	14,5	0,2736	20,6
5	37	9,7	0,2622	30,6
6	65	8,0	0,1231	18,7
7	84	18,9	0,2250	26,3
8	160	22,0	0,1375	19,1
Обработка КМФ и NH_4Br				
1	287	24,0	0,0831	25,9
2	63	11,6	0,1841	30,9
3	59	12,4	0,2102	29,2
4	53	22,7	0,4283	41,1
5	37	11,2	0,3027	31,1
6	65	11,7	0,1800	31,7
7	84	35,5	0,4226	44,4
8	160	34,6	0,2163	30,9

Несмотря на то, что кислородный индекс более 40 % O_2 был достигнут на сравнительно легких тканях образца 4 (53 *г/м²*) и образца 7 (84 *г/м²*), базовая ткань с высокой поверхностной плотностью 160 *г/м²* также демонстрирует высокую эффективность огнезащитного состава.

Недостатком способа обработки полиамидных тканей растворами КМФ и NH_4Br является жизнестойкость КМФ в присутствии больших количеств NH_4Br. Так, смола является устойчивой в течение примерно 30 минут при содержании NH_4Br 20 %. Это существенно ограничивает перспективы применения простого однованного способа обработки. В связи с этим были предприняты попытки обработки огнезащитным составом полиамидных тканей путём двухстадийной обработки: на первом этапе происходит пропитка ткани раствором смолы КМФ, затем сушка, потом следует обработка раствором NH_4Br с добавлением красителя для визуализации эффекта отделки. В конце процесса осуществляется сушка, термофиксация.

Предварительные опыты показали, что после сушки смолы без отвердителя при 60 ºС в течение 30 минут она сохраняет растворимость и смывается

водным раствором отвердителя во второй ванне. В связи с этим сушку ткани, обработанной смолой, проводили при 100 ºС. Такая обработка в дальнейшем приводила к структурированию смол и обеспечивала снижение их растворимости, устранение смывания во второй ванне.

Образцы полиамидной ткани, обработанные по двухванному способу в присутствии бромистого аммония и диамонийфосфата, были испытаны на определение кислородного индекса. Данные по кислородному индексу приведены в табл. 3.

Таблица 3

Значение кислородного индекса при различных способах обработки

№ обр.	Способ обработки	КИ, %O_2
1	Обработка КМФ, сушка при 100 ºС, обработка 20 % раствором NH_4Br, сушка при 60 ºС, термофиксация при 140 ºС 3 *мин*.	25,0
2	Обработка эпихлоргидрином (ЭХГ), NaOH, раствором КМФ, сушка при 100 ºС, обработка 20 % раствором NaOH.	28,5
4	Обработка раствором смолы КМФ, сушка при 100 ºС, обработка составом: сернокислым алюминием и диаммоний фосфатом, сушка при 60 ºС, термофиксация при 140 ºС 3 *мин.*	22,3
5	Обработка ЭХГ, растворами смолы КМФ, сушка при 100 ºС, обработка составом: сернокислым алюминием и диаммоний фосфатом, сушка при 60 ºС, термофиксация при 140 ºС 3 *мин.*	21,2
6	Обработка ЭХГ, 20 % раствором NaOH, раствором смолы КМФ, сушка при 100 ºС, обработка составом: сернокислым алюминием и диаммоний фосфатом, сушка при 60 ºС, термофиксация при 140 ºС 3 *мин*	19,8
7	Обработка однованным способом, раствором содержащим смолу МММ и пирофосфат аммония, сушка при 60 ºС, термофиксация при 140 ºС 3 *мин.*	22,7

Данные, представленные в табл. 3, указывают на то, что эффективность обработки полиамидных тканей по двухванному способу ниже, чем по однованному. Однако и в этом случае образцы полиамидной ткани не поддерживают горения в атмосфере воздуха.

Итоги работы:

1. С целью разработки эффективного метода огнезащитной обработки полиамидных тканей был проведён синтез:

– карбамидо-меламино-формальдегидной смолы;

– метилированного метилолмеламина;

– мочевино-тиомочевино-формальдегидной смолы.

2. Проведена оценка огнезащитного действия покрытия на основе смол и антипиренов-отвердителей пирофосфата аммония, бромистого аммония, смеси сульфата алюминия и диаммония фосфата. По результатам измерений кислородного индекса было показано, что наилучшим огнезащитным действием обладают покрытия на основе карбамидо-меламино-формальдегидной смолы и бромистого аммония.

3. Изучено влияние способа обработки полиамидных тканей (одно- и двухванного) на огнезащитное действие покрытия. Однованный способ приводит к более высокой эффективности огнезащитной обработки ткани.

Вот основные преимущества негорючего текстиля:

– ткань не может быть источником возгорания и безопасна при пожаре;

– использование пожаробезопасного текстиля повышает уровень объекта, потому что он соответствует международным стандартам текстиля в общественных местах.

Литература

1. ***Федеральный закон*** от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

2. ***ГОСТ 12.1.044-89.*** (ИСО 4589-84). ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

3. ***ГОСТ Р 50810-95*** (ИСО 6941:1984). Текстильные ткани. Поведение при горении. Измерение характеристик при горении пламени на вертикально расположенных образцах.

4. ***Морыганов А.П.*** Проблемы и перспективы огнезащитной отделки текстильных материалов. http://www.textileclub.ru.

5. ***Синягин М.*** Новое в области физической модификации химических волокон, создание перспектив ассортимента тканей. М., 1979.