

УДК 658.524

МАТЕРИАЛЫ ПОНИЖЕННОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.В. Тимофеева¹, М.В. Винокуров¹, А.С. Федоринов¹, Н.Ш. Лебедева^{1,2}

¹Ивановский институт Государственной противопожарной службы МЧС РФ,

²Учреждение Российской академии наук Институт химии растворов

Аннотация

Данная работа является начальным этапом масштабного исследования по созданию бюджетных рецептур огнезащитных составов для обработки хлопчатобумажных и льняных текстильных тканых материалов, предназначенных для пошива одежды специального назначения. Получены материалы пониженной пожарной опасности на основе материалов специального назначения, исследованы их физико-химические свойства. Установлены особенности поведения материалов специального назначения в зоне лучистого воздействия.

Ключевые слова: пожарная безопасность, ткани, свойства, составы

Введение

Проблема создания и использования покрытий пониженной горючести своими корнями уходит в эпоху раннего средневековья, когда материалы на основе целлюлозы для снижения горючести подвергали пропитке винным уксусом, а затем вымачиванию в водно-глинистой суспензии. Химические способы защиты горючих объектов совершенствовались на протяжении многих столетий.

Огнезащитные препараты, широко используемые в настоящее время, для получения материалов пониженной пожарной опасности обладают рядом недостатков и не удовлетворяют современным требованиям по ряду технологических и экономических показателей [1-14]. Большинство используемых антипиренов зарубежного производства являются эффективными и качественными препаратами – обработанные ими ткани обладают высокими показателями устойчивости к действию высоких температур и открытого источника зажигания [15-19]. Таким образом, они практически не теряют своих эксплуатационных характеристик – прочности к действию разрывных нагрузок, жесткости, устойчивости к истиранию. Обработка окрашенных тканей данными препаратами, как правило, не приводит к изменению цвета готовой ткани.

К числу важных открытий прошлого века можно отнести синтез волокнообразующих полимеров из низкомолекулярных соединений. Такие полимеры называли синтетические. Появилась возможность создания тканых материалов с разнообразными свойствами.

Данные по пожарам свидетельствуют, тканые материалы опасны на ранней стадии развития пожара, они провоцируют быстрое распространения фронта пламени по помещению, легковоспламеняемые, при горении выделяют высокотоксичные газообразные продукты, обладающие высокой дымообразующей способностью.

Повысить огнезащитные свойства тканых материалов возможно [1]:

- использованием специальных огнезащитных составов, снижающих пожарную опасность;

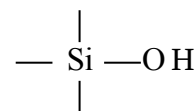
- созданием тканых материалов из негорючих или термостойких волокон. В результате введения антипиренов в капроновые волокна ткани из таких волокон становятся значительно менее горючими, воспламеняются уже через несколько секунд после воздействия источника зажигания [20].

Текстильные материалы пониженной пожарной опасности, представляющие собой ткани, обработанные специальными антипиреновыми составами, широко известны. Известна хлопчатобумажная ткань, на которую с двух сторон нанесена композиция, содержащая хлорвиниловый парафин, сополимер этилена и винилацетата, триоксид сурьмы, карбонат кальция, оксид цинка и каолин [21], но этот тканый материал очень тяжелый и имеет массу до 900г/м². Или тканые материалы, представляющие собой хлопчатобумажную основу с огнезащитной пропиткой «Пироватекс» на основе алкилфосфоната монометилолдиметилфосфонопропионамида [22]. Пропитка «Пироватекс» эффективна лишь для хлопчатобумажных тканей. На синтетических тканях она не закрепляется. Получаемые с использованием хлопчатобумажных основ такие материалы

пониженной пожарной опасностью обладают недостаточными физико-механическими свойствами.

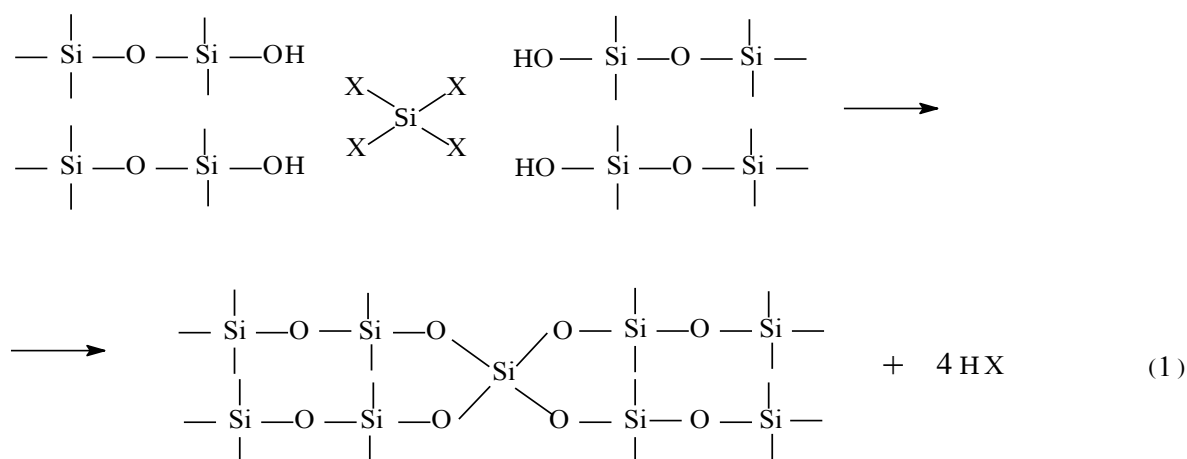
Авторами [23-24] были получены материалы пониженной пожарной опасности на основе капроновых тканей путем нанесения на них композиций жидких силоксановых каучуков с последующим их отверждением. В продолжение этих работ в Ивановском институте ГПС МЧС России проводятся работы по созданию композиционных материалов на основе материалов специального назначения. В качестве основы композиции предлагаются жидкие каучуки фирмы «Dow Corning».

Основой силоксановых композиций являются линейные низкомолекулярные силоксановые каучуки с молекулярной массой 10 – 100000. В их состав входят различные структурирующие агенты, наполнители и катализаторы отверждения (амины, соли карбоновых кислот с металлами переменной валентности). За рубежом такие композиции холодного отверждения обозначаются индексом RTV, а горячего отверждения – LTV. Работы были выполнены на основе RTV низкомолекулярного силоксанового каучука холодного отверждения, содержащего по концам молекулы силанольные группы:



По этим группам и происходит вулканизация каучука. Композиции холодного отверждения выпускаются в виде одно- и двухкомпонентных составов. Для вулканизации жидких олигомеров на основе полиорганосилоксандиолов в однокомпонентных композициях, как правило, используют метилтриацетоксисилан $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OCOCH}_3)_3$.

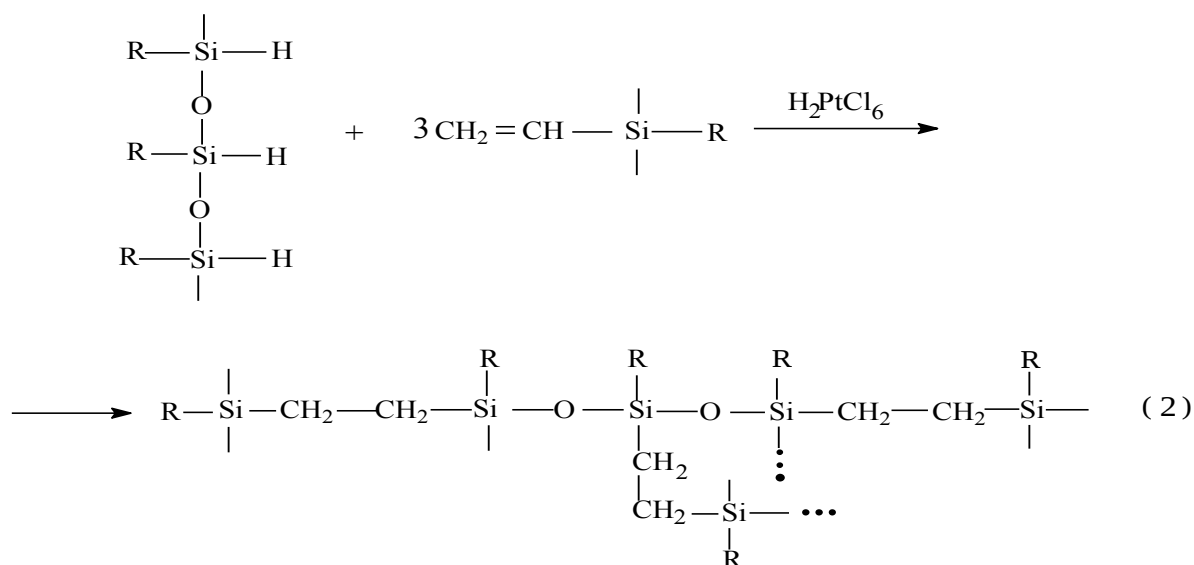
Несмотря на существенный недостаток – выделение в процессе отверждения композиций уксусной кислоты, метилтриацетоксисилан в качестве структурирующего агента имеет ряд преимуществ: высокую надежность, стабильность содержащих его смесей в течение нескольких месяцев (до 4 месяцев) при комнатной температуре, при хранении в закрытых контейнерах. Установлено, покрытия полученные на основе отвержденных жидких силоксановых каучуков фирмы «Dow Corning», обладают высокими водоотталкивающими свойствами, морозостойкостью, заметно понижая пожарную опасность подложки. Ранее было установлено, отверждение низкомолекулярных силоксановых каучуков RTV осуществляется методом поликонденсации по схеме:



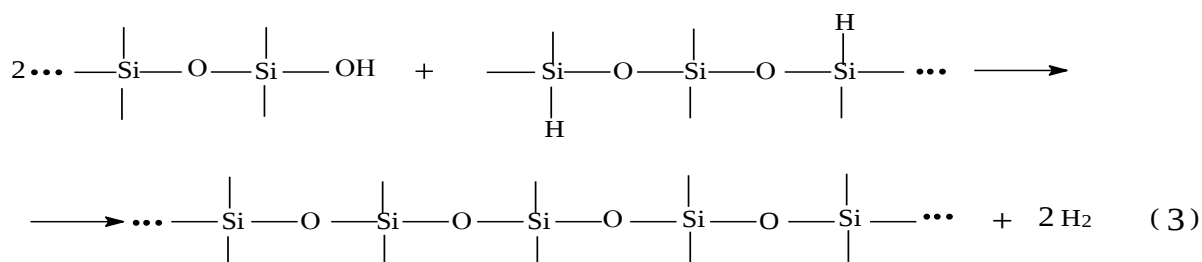
Здесь X = OH, OR, OCOR, NR₂ и другие способные к гидролизу функциональные группы [25,26].

Отверждение низкомолекулярных кремнийорганических каучуков может происходить

за счет реакции полиприсоединения с использованием низкомолекулярных кремнийорганических каучуков, содержащих винильные группы и связи Si – H:

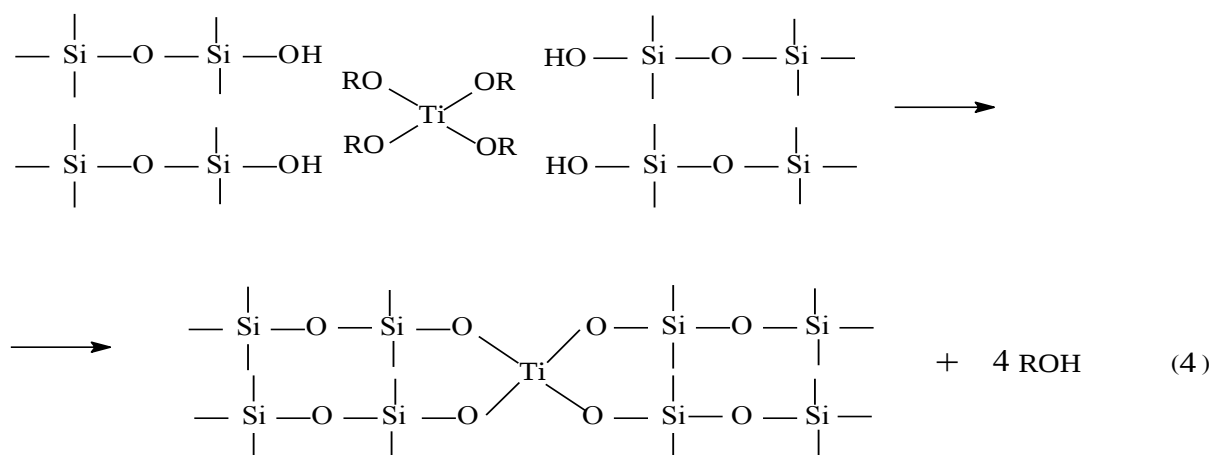


Возможно отверждение силоксановых олигомеров в результате реакции дегидроконденсации:



В результате реакции дегидроконденсации выделяется газообразный водород, можно без применения парообразователей получить силоксановый пеноматериал.

Вулканизация силоксановых олигомеров с концевыми гидроксильными группами осуществляют с использованием эфиров орто-титановой кислоты [27].



Метод ИК-спектроскопии подтверждает образование Ti—O—Si связей при протекании процесса вулканизации силоксановых олигомеров. В ИК-спектрах соединений, образующихся при конденсации тетрабутоксититана и

полиметилсилоксандиолов, появляются характеристической полосы при 980 см^{-1} , приписываемой валентным колебаниям связей Ti—O—Si.

Установлено [15-19, 23-24], что в качестве тканевых основ для создания материалов пониженной пожарной опасности с силоксановым покрытием наиболее целесообразно использовать ткани специального назначения или ткани на основе смешанных нитей – синтетических по основе и хлопкополиэфирных – по утку.

Полученные материалы обладают высокой огнестойкостью, термозащитными свойствами, высокой водонепроницаемостью и относительно небольшой истираемостью. Водонепроницаемость определяли по ГОСТ 8975-75, термозащитные свойства по методике, изложенной в патенте России № 2120213 [28].

Важнейшей характеристикой полученного материала явилось испытание полученного материала пониженной пожарной опасности на огнестойкость по ГОСТ 12.1.004-91.

Представления о горении текстильных материалов с полимерными покрытиями пониженной пожарной опасности, характеризующемся многообразием явлений, их сложной взаимосвязью и многостадийностью, весьма ограничены [29-30]. Важнейшими для оценки пожарной опасности текстильных материалов (ТМ) характеристиками являются предельные условия возникновения горения, т.е. способность материалов поддерживать распространение горения по поверхности [31]. Существуют разработанные модели [32-33], с помощью которых возможно оценить способность тканого материала распространять пламя, однако, отдельные параметры, входящие в уравнения расчетов, не изучены настолько, чтобы их можно было точно охарактеризовать.

Анализ литературных данных [34-38] показал, термический анализ и его методы, начинают активно применять для исследования процессов горения твердых материалов. Причем в последнее время развитие методов термического анализа идет по пути синхронизированных и совмещенных систем [33].

Для количественной оценки процессов, протекающих в конденсированной и газовой фазах при термоллизе и горении полученных материалов пониженной пожарной опасности на основе полисилоксанов [34-37], отражающих механизм и эффективность действия полимерных покрытий на тканые подложки, были проведены термогравиметрические исследования [38], которые позволяют получать надежную информацию о процессах горения. Например, кривая термогравиметрии (ТГ) дает возможность фиксировать убыль массы образца под действием температуры, рассчитывать

индексы потери массы образца и кинетические характеристики отдельных этапов процесса горения (энергию активации, предэкспоненциальный фактор, порядок реакции) [39-40]. Кривая дифференциального термогравиметрического анализа (ДТГ), по сути, отражает скорость удаления газообразных продуктов горения из зоны горения. Кривая дифференциального термического анализа (ДТА) позволяет оценить характер термоиндуцированного процесса (тление, горение), а также оценить энергетическую составляющую процесса, т.е. определить количество выделяющегося при горении образца тепла [41].

Экспериментальная часть

В данной работе были изучены процессы термоокислительной деструкции исходного, необработанного материала (технической ткани арт. 56007), модифицированного по поверхности полисилоксановым каучуком 9252/250 Р, а также самого модификатора.

В качестве теоретической базы для оценки кинетических параметров термоокисления были использованы следующие подходы.

В данной работе для большей достоверности полученных данных расчеты проводили по независимым методикам [42]. Первые две являются наиболее часто используемыми и известными. В их основе лежит уравнение:

$$\left(\frac{m_0}{w_\infty}\right)^{1-n} \int_0^w (w_\infty - w)^{-n} dw = \frac{A}{\phi} \int_{T_1}^{T_2} e^{-E_a/R} dT, \quad (1)$$

где w – уменьшение массы.

Правую часть уравнения можно решить различными методами. Решение уравнения в окончательном виде представляет собой бесконечный ряд, в котором обычно учитываются только первые два члена. Этот прием использовался Коутсом и Редферном и др. [43].

Более информативный подход предложен Сестаком и Берггрином [42], так как позволяет рассчитать кинетические параметры и установить лимитирующую стадию процесса термоокисления.

Для этого используются следующие уравнения:

$$\frac{d\alpha}{dt} = kf(\alpha), \quad (2)$$

$$\ln k = \ln A - E_a / RT, \quad (3)$$

где α - массовая доля образца, разложившегося за время t ,

$$\frac{d\alpha}{dt}$$

- скорость реакции,

$f(\alpha)$ - математическое выражение α .

Совместное решение уравнений (3) и (4) дает выражение (5):

$$\ln \left[\frac{d\alpha / dt}{f(\alpha)} \right] = \ln A - E_a / RT, \quad (5)$$

Массовая доля образца α может быть вычислена:

$$\alpha = \frac{w_i - w_T}{w_i - w_f}, \quad (6)$$

где w_i - начальный вес образца, w_t - вес образца в определенный момент времени или при температуре t , w_f - окончательный вес образца.

В работе также использовался простой метод для расчета кажущейся энергии активации по данным дифференциальной термогравиметрии. За основу методики взято уравнение Аррениуса в логарифмической форме (уравнение 4). Строятся графики зависимости отклонения от базисной линии кривой DTG в координатах $\lg \Delta h - 1/T$. Величина Δh измеряется непосредственно по кривой DTG. Энергия активации будет пропорциональна тангенсу угла наклона полученной линейной зависимости $\lg \Delta h - 1/T$.

В качестве реперного вещества для оценки корректности определяемых кинетических параметров была использована смесь KMnO_4 с Al_2O_3 в массовом соотношении 1:1. Рассчитанные кинетические характеристики процесса термоокисления совместно с литературными данными приведены в табл.1.

Таблица 1 – Кинетические характеристики процесса термоокислительной деструкции KMnO_4

Образец, весовое соотно- шение веществ	E_a , кДж·моль ⁻¹			
	Методика			Литературные данные [17]
	[17]	[15]	[16]	
KMnO_4 : Al_2O_3 1:1	140.52 ($r^2=0.961$)	140.74 ($r^2=0.995$)	141.59 ($r^2=0.967$)	135.43-144.21

На рис.1 в качестве примера приведены термограммы исходного материала и материала с модифицированной поверхностью:

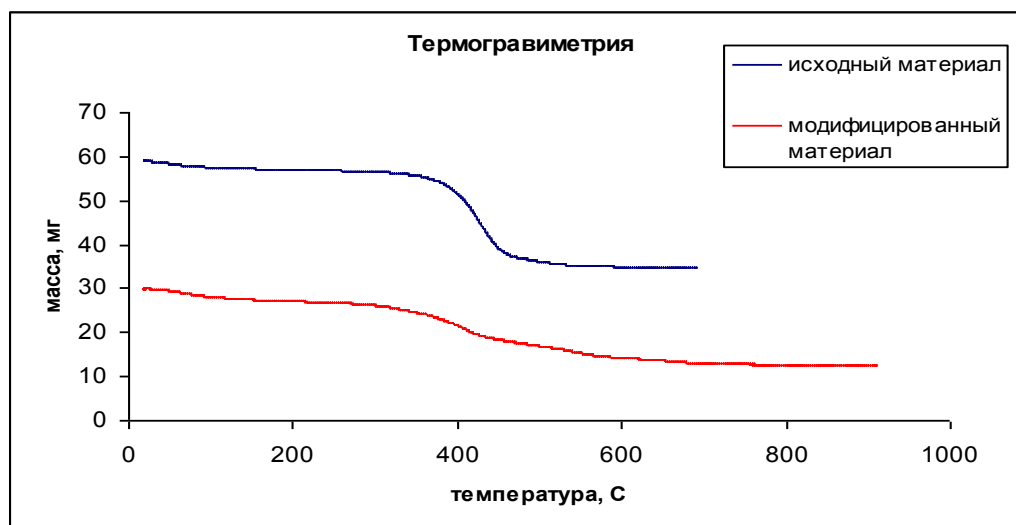


Рис. 1. Термограммы исходного материала и материала с модифицированной поверхностью

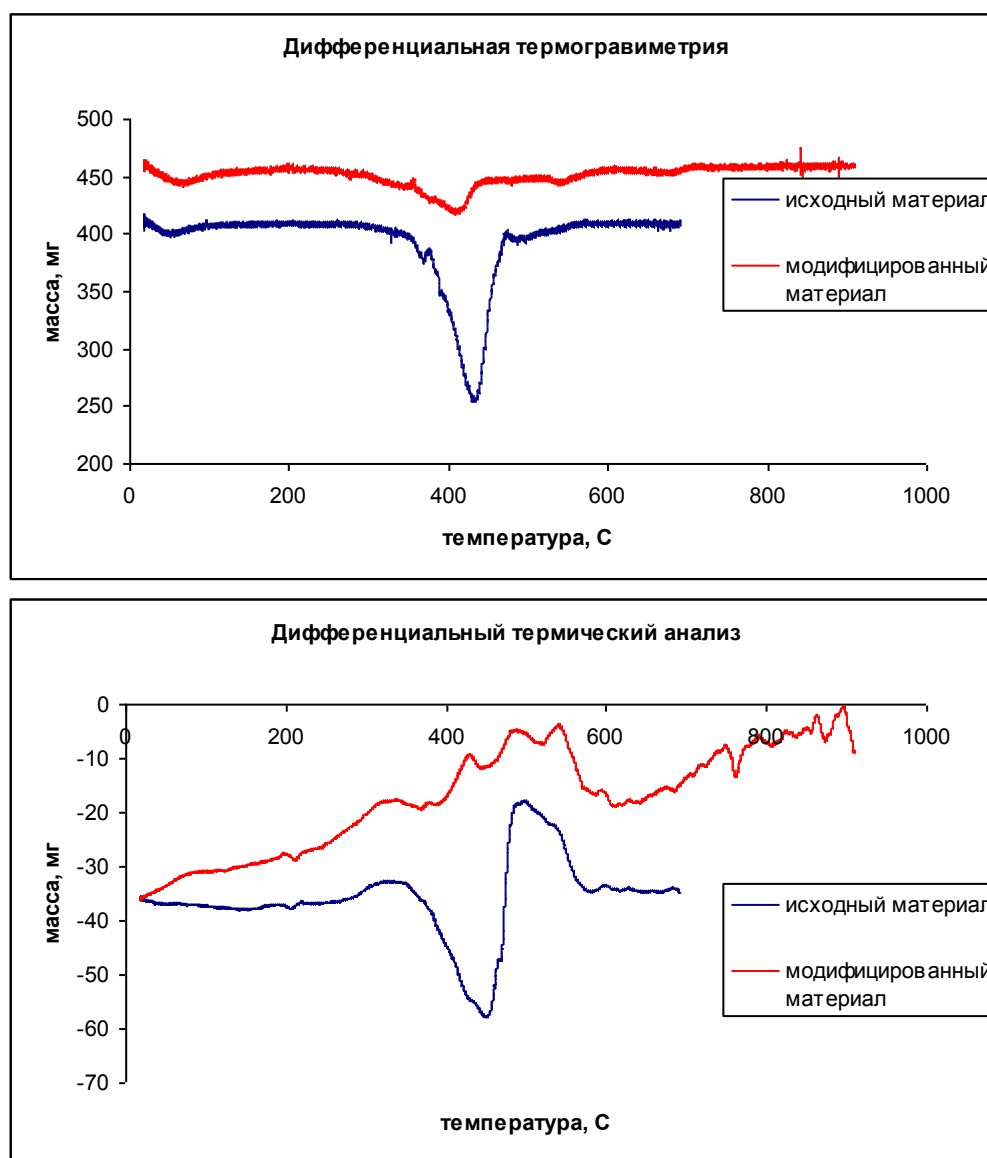
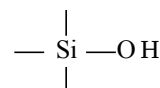


Рис. 2. Термограмма исходного и модифицированного материала.
Скорость нагрева образцов 5 С/мин

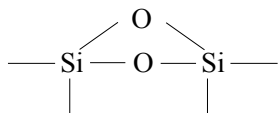
Низкотемпературный интервал (от 20 до 115°C для исходного материала и от 20 до 190°C для модифицированного материала) на термограммах связан с процессом удаления адсорбированной воды.

Следует отметить, что процентное содержание воды существенно отличается для исследуемых образцов, для необработанного материала содержание воды составляет 2,6% от общей массы образца, для модифицированного – 10%. Причина низкой гигроскопичности необработанного полимера кроется в сильном межмолекулярном взаимодействии, обусловленном водородными связями между группами $-\text{CO}-\text{NH}-$ полиамидов. Очевидно, что модификация поверхности капрона увеличивает гидрофильность, благодаря наличию привитых силанольных групп образующих с

молекулами адсорбированной воды водородные связи:



Кроме того, удаление воды с поверхности модифицированного материала происходит до высоких температур (почти 200°C), данный факт позволяет предположить, что одновременно с удалением адсорбированной воды происходит удаление воды, образованной за счет конденсации соседних гидроксо-групп, т.е. происходит дегидроксилирование, происходит образование силоксановых групп:



Дополнительным подтверждением сделанного предположения может служить экзо-эффект, в указанном температурном интервале, на кривой ДТА модифицированного материала (рис.2).

На кривой ДТА исследуемых образцов регистрируется эндо-пик в области 216°C, соответствующий плавлению полиамида. Совпадение температур плавления образцов, свидетельствует о том, что модификация материала осуществляется по поверхности и не затрагивает полимерные слои.

Высокотемпературный интервал термоокислительной деструкции анализируемых образцов протекает в несколько этапов, причем, модификация поверхности материала существенно усложняет термоокислительную картину.

Термоокисление необработанного материала происходит достаточно быстро, при этом регистрируется максимальная убыль массы. Скорость удаления газообразных продуктов реакции термоокисления столь велика, что эндо-эффект, обусловленный удалением газообразных продуктов термоокисления, практически полностью компенсирует теплоту реакции горения. Максимальный экзо-эффект приходится на температуру 777К, практически без потери массы, т.е. происходит саморазогревание нелетучих продуктов термоокисления.

Процесс горения модифицированного материала, как уже отмечалось выше, более сложен. Начало горения менее четко выражено на термограммах, скорость удаления газообразных продуктов термоокисления не столь велика, как в случае необработанного материала. Максимальный экзо-эффект приходится на температуру 819 К. Все три, выделяемых этапа горения сопровождаются убылью массы образца. Кинетические характеристики различных этапов термоокисления представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Кинетика термоокислительной деструкции исходного и модифицированного материала

Образец	Температурный интервал, К	Порядок реакции	Еа, кДж/моль (R^2 -коэффициент множественной корреляции)	$\ln(A)$	Функция (лимитирующая стадия) см. табл.1	Примечание
			Метод Сестака-Бергринга			
исходный материал	670-722 (1 этап)	1,5	408,5 ($R^2=0.961$)	73	7	Максимальная убыль массы. Горение
модифицированный материал	655-693 (1 этап)	1,5	1041 (0,974)	185	6	Горение
	786-828 (2 этап)	1,7	1381 (0,957)	208	26	Горение
	894-964 (3 этап)	1,7	1583 (0,917)	205	25	Горение

Выводы

Сравнительный анализ полученных данных позволяет заключить, что модификация поверхности материала приводит к значительному увеличению энергии активации процесса термоокисления, т.е. кинетическая устойчивость материала к термоокислению существенно

возрастает. Однако, температуры начала процесса термоокисления близки, модификация поверхности приводит к изменению механизма термоокисления материала, о чем в частности свидетельствует лимитирующая стадия.

Литература

1. Кодолов В.И.. Замедлители горения полимерных материалов.- М.: Химия, 1980. - С. 250-253.
2. Роговин З.А. Химия целлюлозы. М.: Химия, 1972. - 230 с.
3. Роговин З.А. Основы химии и технологии химических волокон в 2-х томах. – М.: Химия, 1974.
4. Роговин З.А., Гальбрайт Л.С. Химические превращения и модификация целлюлозы. – М.: Химия, 1979. – 368 с.
5. Энциклопедия полимеров в 3-х томах. Советская энциклопедия. М., 1972-1977.
6. Азизов У., Усманов Х., Садыков М., Физика и химия природных и синтетических полимеров, Изд. АН УзССР, вып. 2, 1964, 220 с.
7. Никитин В.Н., Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и целлюлозы. – Л., 1978. – С. 244—246.
8. Отделка хлопчатобумажных тканей. В 2 ч. Ч.1. Технология и ассортимент хлопчатобумажных тканей: Справочник/Под ред. Мельникова Б.Н. - М.: Легпромбытиздат, 1991. - 432 с.
9. Андросов В.Ф. Технология отделки хлопчатобумажных тканей. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 424 с.
10. Мельников Б.Н., Захарова Т.Д., Кириллова М.Н. Физико-химические основы процессов отделочного производства. – М., 1982. – 87 с.
11. Бельский Л.И. Физико-химические основы отделочного производства текстильной промышленности. М.: 1979. – 262 с.
12. Переволоцкая В.К., Афанасьева В.А., Мочалов Т.В. Отделка льносодержащих тканей с помощью современного экологически безопасного препарата «ФЛИР» // Рос. хим. ж. 2002. Т. TLVI. №2. – С. 43-46.
13. Месник О.М. и др. Малотоксичные препараты для заключительной отделки целлюлозосодержащих тканей. Текстильная химия, 1993 - №2 - С. 26-30.
14. Прогресс текстильной химии / Под ред. д-ра техн. наук проф. Б.Н. Мельникова. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 239 с.
15. Тимофеева С.В., Иванова А.В. Полимерные композиционные материалы на основе кремнийорганических соединений. Сборник материалов III межвузовского научно-практического семинара ИВИ ГПС МЧС России. Иваново, 31 мая 2012 г.- Иваново: ООНИ ЭКО, 2012.с.94-102.
16. Лебедева Н.Ш., Тимофеева С.В. Силоксановые каучуки – покрытия пониженной пожарной опасности. Процесс деструкции. Сборник материалов XXIV Международной научно-практической конференции по проблемам пожарной безопасности, посвященная 75- летию создания ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» НИИПО». 3-4 июля 2012 г. - г. Москва, с. 355-358.
17. Тимофеева С.В., Иванова А.В. Использование силоксановых каучуков фирмы DOW CORNING для получения покрытий пониженной пожарной опасности. Сборник материалов XXIV Международной научно-практической конференции по проблемам пожарной безопасности, посвященная 75- летию создания ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» НИИПО». 3-4 июля 2012 г. - г. Москва, с. 365-368.
18. Тимофеева С.В., Винокуров М.В. Полимерные композиционные материалы на основе силоксановых каучуков – покрытия пониженной пожарной опасности. Физика и химия углеродных материалов /Наноинженерия: VII Международный симпозиум (19-21 сентября 2012).- Алматы: Казак университет, 2012, с.156-157.
19. Тимофеева С.В., Винокуров М.В. Исследование свойств тканых материалов пониженной пожарной опасности. Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (ТЕКСТИЛЬ -2012)». Часть 1.- М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2012.- с.44-45.
20. Патент США № 4024092. - 1977.
21. Патент США № 4032517. - 1977.
22. Киркина, Л.И. /Л.И. Киркина, Л.И. Романова, Т.Т. Баскова Огнезащитная отделка текстильных материалов в СССР и за рубежом.- М.- 1981, вып. 1.- 137 с.
23. Тимофеева С.В., Осипов А.Е., Хелевина О.Г. Пожаровзрывобезопасность, 2009, Т. 18, № 5, с. 25-30
24. Тимофеева С.В., Хелевина О.Г., Малясова А.С. Деструкция отвержденных силоксановых покрытий и капроновых тканей с отвержденным силоксановым покрытием под действием пламени. Пожаровзрывобезопасность, 2011. - №5. С.10- 13
25. М. Щетц. Силиконовые каучуки. – Ленинград: Химия, 1975. -С. 48-52.
26. Долгов О.Н., Воронков М.Г., Гринблат М.П.. - Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе. - Ленинград: Химия, 1975.- 112 с.
27. Барановская, Н.Б./Н.Б. Барановская, А.А. Берлин, М.З. Захарова и др.- Химия и практическое применение кремнийорганиче-

ских соединений.- Ленинград: ЦБТИ, 1958. –С. 88 – 95.

28. Патент России № 2120213.- 1998.

29. Франк-Каменецкий Д.А. диффузия и теплопередача в химической кинетике. –М.: наука, 1967. -492 с.

30. Халтуринский н.А., Попова Т.В., Берлин А.А. Горение полимеров и механизм действия антипиренов// Успехи химии. -1984. –Т.53. –Вып.2. –С.326-409.

31. Марголин А.Д., Крупкин В.Г. Теория гетерогенного воспламенения гетерогенных и газовых смесей. – Черногоровка, 1977. –С.11-14.

32. De Ris. Flammability Testing State- of-Art// Fire Materials/ 1985. –Vol. 9, №2ю – P.75-80.

33. Quintiere J. Factors Influencing Fire Spread over Room Linings and the ASTM E 84 Tunnel Test // Fire and Materials. – 1985. – Vol.9, №2. P.65-74.

34. Wendlandt W.W. Thermal Analysis. - New York: Willey. - 3^{ed}. – 1986. 814 p.

35. Уэйдлэнд У. Термические методы анализа. –М.: Мир, 1978.- 526с.

36. Murphy C.B., Habersberger K. report on the workshop: advances in Thermoanalytical instrumentation// Thermochimica acta. -1987. – Vol.110. –P.31-47.

37. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров. Ч.2. –М.: Мир, 1983. -480 с.

38. Лебедева Н.Ш., Якубов С.П., Кинчин А.Н., Вьюгин А.И. Программно-аппаратный комплекс для измерения сигналов дериватографа 1000D и компьютерная обработка данных термогравиметрического анализа //Ж.Ф.Х. 2005. Т.79, № 5. С.955-960.

39. Лебедева Н.Ш., Павлычева Н.А., Вьюгин А.И. Кинетика термоокислительной деструкции цинковых комплексов порфиринов и фталоцианинов //ЖОХ. 2007, Т.77, Вып.4. С.674-686

40. N.Sh. Lebedeva, A.I. Karelin, N.A. Pavlycheva, W. Zielenkiewicz, R. Swierzewski Spectroscopic and thermogravimetric studies of molecular complexes of zinc(II)tetraphenylporphyrin with 1,4-dioxane//Spectrochimica Acta Parth A 70 (2008) 939-942

41. Н.Ш. Лебедева, Н.А. Павлычева, А.И. Вьюгин, В.Е. Майзlish, Г.П. Шапошников, С.А. Знойко, И.Г. Абрамов, М.Б. Абрамова Термогравиметрическое и спектральное исследование реакции бензотриазолилпроизводных фталодинитрилов с ацетатом меди(II) //ЖФХ 2008. Т.82, № 11. С.2058-2061

42. Уэнландт У. Термические методы анализа. М.: Мир-1978.-С.526. М.

43. Samtani, D. Dollimore, K.S. Aleksander Comparison of dolomite decomposition kinetics with related carbonates and the effect of procedural variables on its kinetic parameters // Therm. Acta-2002.-V.392-393.-P.135-145.

MATERIALS LOW FIRE HAZARD BASED WOVENS SPECIAL

S. V. Timofeyeva¹, M. V. Vinokurov¹, A.S. Fedorinov¹, N. Sh. Lebedeva^{1,2}

¹ Ivanovo State Institute of Fire-Prevention Service of Emercome RF,

² Institute of Solution Chemistry Russian Academy of Sciences

Abstract

This work is the first step to create a large-scale study of budget formulation retardants for processing cotton and linen cloth textile materials intended for clothing for special purposes. Received materials reduced fire risk on the basis of special purpose, to study their physical and chemical properties. The behavior of materials in a special zone of radiative effects.

АРНАЙЫ МАҚСАТТАҒЫ ТОҚЫМА МАТЕРИАЛДАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ӨРТ ҚАУІП ТӨМЕНДЕТІЛГЕН МАТЕРИАЛДАР

С.В Тимофеева¹, М.В. Винокуров¹, А.С. Федоринов¹, Н.Ш. Лебедева^{1,2}

Аннотация

Бұл жұмыс арнайы мақсаттағы киімдерді тігу үшін жасалынған зығыр-тоқыма материалдары мен мақта-мата өндіруге арналған оттан қорғаушы бюджетті рецептуралар құрау бойынша көлемді зерттеулердің бастапқы этапы болып табылады. Арнайы мақсаттағы материалдар негізіндегі өрт қауіптілігі төмендетілген материалдар алынды, олардың физико-химиялық қасиеттері зерттелінді. Сәуле әсері зонасындағы арнайы мақсаттағы материалдардың ерекшеліктері анықталынды.