

УДК 677.027.625(043.3)

Снижение горючести текстильных материалов — решение экологических и социально-экономических проблем

Н. С. Зубкова, Ю. С. Антонов

НИНА СЕРГЕЕВНА ЗУБКОВА — доктор химических наук, профессор Московского государственного текстильного университета им. А.Н.Косыгина. Область научных интересов: исследование процессов термоллиза и горения полимеров и создание материалов с пониженной горючестью.

ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ АНТОНОВ — аспирант Московского государственного текстильного университета им. А.Н.Косыгина. Область научных интересов: исследование взаимосвязи состава огнезамедлительных систем и эффективности огнезащитного действия при снижении горючести термопластичных полимеров.

117918 Москва, ул. Малая Калужская, д. 1, Московский государственный текстильный университет, тел. (095)955-33-24, факс (095)952-14-40, E-mail zubkov-family@mtu-net.ru

Большинство выпускаемых промышленностью химических волокон и 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.

Широкое использование новых полимерных материалов за последние годы привело к существенным изменениям качественных и количественных характеристик процессов, возникающих при пожаре: возросли скорости газо- и дымовыделения, увеличилась плотность дыма и токсичность продуктов горения. При сгорании текстильных материалов из химических волокон выделяются газообразные соединения, неблагоприятно воздействующие на озоновый слой атмосферы и на экологическую обстановку в целом.

Известно, что при горении поливинилхлорида образуются такие токсичные продукты, как диоксины и фураны [2].

По статистическим данным ведущих капиталистических стран доля погибших при пожарах от отравления дымом и газом превышает 60 % [3]. 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 [4].

Для снижения пожарной опасности текстильных материалов используются замедлители горения различного состава — неорганические и органические вещества, среди них преобладают галоген- и фосфорсодержащие соединения [5—7]. Мировая потребность в замедлителях горения составляет 500 тыс. т в год [8].

Большое внимание уделяется вопросам экологической безопасности средств огнезащиты. Если раньше среди используемых замедлителей горения преоблада-

ли хлор- и бромсодержащие вещества, то в настоящее время усилия исследователей направлены на разработку огнезамедлительных систем, не содержащих галогены [9]. Это связано с тем, что галогенсодержащие препараты в большинстве случаев оказывают неблагоприятное воздействие на модифицируемый полимер, вызывая его деструкцию, приводят к коррозии оборудования, горение модифицированных ими материалов сопровождается повышенным выделением дыма и токсичных продуктов. В частности, упомянутые выше диоксины и фураны могут выделяться при разложении полибромированных фениловых эфиров, поэтому на международном уровне принято решение об ограничении этих бромсодержащих соединений в качестве замедлителей горения [10].

Из всего сказанного выше следует, что проблема создания новых веществ и композиций, снижающих горючесть полимерных материалов и обладающих малой токсичностью и низкой дымообразующей способностью, остается крайне актуальной, причем требования к замедлителям горения ужесточаются.

Проблема создания огнезащищенных текстильных материалов может решаться двумя путями:

— получение новых типов химических волокон, не поддерживающих горения на воздухе, в частности термостойких волокон,

— придание огнезащитных свойств известным многоатомным типам природных и химических волокон.

Имеющийся в настоящее время ассортимент термостойких волокон (фенилон, терлон, тверлана, русар, СВМ и др.) не может удовлетворить спрос на огнезащищенные волокнистые материалы. Область их использования ограничивается техническим сектором, так как производство таких волокон требует крупных капитальных вложений и стоимость их очень велика.

Для изготовления обивочных и декоративных тканей и нетканых материалов разработаны огнезащищенные синтетические и искусственные волокна. Что касается текстильных материалов, используемых для изготовле-

ния спецодежды, то они должны обладать не только пониженной горючестью, но также достаточной прочностью и высокими гигиеническими показателями. Этим требованиям удовлетворяют ткани, изготовленные из смеси целлюлозных волокон или шерстяной пряжи с синтетическими волокнами, в частности с полиэфирными, обработанными замедлителями горения.

Для придания огнезащитных свойств целлюлозным материалам и тканям из смеси целлюлозных и синтетических волокон используются следующие методы: 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.

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), уровнем достигаемых физико-механических свойств получаемых волокон и тканей, а также возможностями технологического и аппаратного оформления процесса и технико-экономическими показателями.

Основными критериями подбора веществ и композиций для обработки текстильных материалов с целью снижения их горючести являются растворимость в воде или способность к образованию устойчивых эмульсий или суспензий, нетоксичность, высокая эффективность огнезащитного действия небольших их количеств, введенных в волокно. Кроме того, они не должны изменять внешний вид текстильного материала и быть доступными по цене. С учетом отмеченных выше экологических требований указанным критериям в наибольшей степени отвечают фосфорсодержащие соединения, как органические, так и неорганические [11—13].

Эффективное действие соединений фосфора в качестве замедлителей горения обеспечивают следующие факторы [14]:

1) специфическое влияние фосфорных соединений на процессы, протекающие в конденсированной фазе при горении полимера: химические превращения полимеров осуществляются в направлении увеличения выхода нелетучего карбонизованного остатка и уменьшения летучих продуктов пиролиза;

2) образование поверхностного стеклообразного или вязкого расплавленного слоя полифосфорных кислот, который служит физическим барьером для переноса тепла от пламени к полимеру и диффузии реагентов;

3) ингибирование газофазных пламенных реакций;

4) влияние на гетерогенное окисление карбонизованного остатка, образующегося при пиролизе полимеров.

Как показали исследования процессов термической и термоокислительной деструкции полимерных материалов в присутствии замедлителей горения, наибольший огнезащитный эффект дают вещества, замедляющие массо-теплопередачу за счет разложения с эндотермическим эффектом в узком температурном интервале, совпадающем с началом интенсивного разложения модифицируемого полимера. Фосфорсодержащие соединения, включающие С—Р и Р—N связи, обеспечивают более высокую термостабильность полимера, причем наличие фосфорамидной группы может

способствовать проявлению фосфор-азотного синергизма — усиливать процесс дегидратации и карбонизации полимера. С точки зрения гидролитической стабильности замедлителей горения более целесообразно использовать фосфонаты, чем фосфаты [15].

Введение фосфорсодержащих замедлителей горения в текстильные материалы может быть осуществлено с помощью перечисленных выше методов.

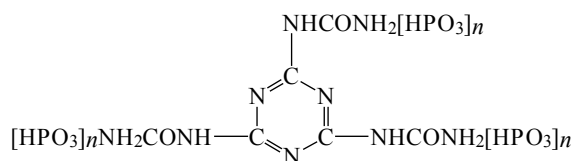
Метод поверхностной обработки используется для снижения горючести тканей из хлопка, льна, вискозного волокна и тканей из смеси волокон. Для реализации процесса вполне пригодное оборудование, применяемое для заключительной отделки тканей.

В состав для огнезащитной отделки, кроме замедлителей горения, могут входить активаторы, диспергаторы, красители, латексы и др.

Для огнезащиты текстиля в Германии [16] используются составы: FR Cros 330, представляющий собой водную винилацетатную суспензию с полифосфатом аммония, и FR Cros 334, включающий модифицированный полифосфат аммония. Огнезащитный эффект достигается при содержании 30—40 % препарата в материале, но при этом ухудшаются физико-механические показатели и гриф тканей.

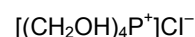
Для закрепления замедлителя горения при пропитке в рабочую среду вводятся соединения, способные образовывать в процессе термообработки водонерастворимые полимеры. Одновременно может происходить формирование химических связей между макромолекулой целлюлозы и образовавшимся полимером, что обуславливает устойчивость огнезащитного эффекта к мокрым обработкам. В качестве таких соединений обычно используются метилольные соединения или меламино-формальдегидные смолы.

В СССР в промышленном масштабе был реализован метод поверхностной обработки ткани с применением ортофосфорной кислоты и азотсодержащих соединений (дициандиамида, карбамида, меламина, гуанидина и т.д.) [17]. По этому способу ткань пропитывают водным раствором фосфорной кислоты и азотсодержащего соединения, а затем подвергают термообработке, в результате чего образуется труднорастворимая соль состава

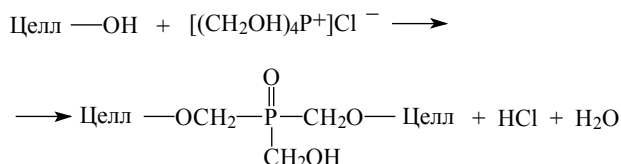


При повышенной температуре может протекать параллельная реакция этерификации целлюлозы с орто- или метафосфорной кислотой. Существенным недостатком этого способа обработки является заметное снижение устойчивости ткани к раздирающей нагрузке (снижение прочности на раздир составляет 50—60%) и неустойчивость огнезащитного эффекта к многократным стиркам.

В течение длительного времени за рубежом для поверхностной обработки целлюлозных тканей применялся метод «Proban» [18] с использованием в качестве замедлителя горения хлорида тетра(гидроксиметил)фосфония

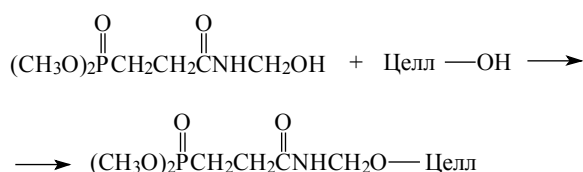


При температуре 140—150 °С это соединение легко реагирует с аминами и амидами с образованием на поверхности материала водонерастворимого полимера. Одновременно осуществляется взаимодействие этого реагента с гидроксильными группами целлюлозы с образованием сшитых структур:



Обработка тканей по указанному методу включает стадию окисления фосфора в пентавалентную форму водным раствором пероксида водорода. Основным недостатком указанного метода является снижение на 30% прочности ткани на раздир и повышение жесткости материала. Кроме того, имеются данные о высокой токсичности продуктов горения целлюлозных материалов, модифицированных данным препаратом. При термолитзе ткани при температурах 200—300 °С наблюдается выделение фосфина [19].

Фирма «Ciba» (Швейцария) выпускает препарат «Pyrovatex-CP», рекомендуемый для отделки целлюлозных тканей [20]. Ткань пропитывают водным раствором, содержащим N-метилоламид диметоксифосфоноксипропионовой кислоты, мочевины, сшивающий агент и катализатор, высушивают, термофиксируют при 140—160 °С и промывают. В этих условиях производное фосфоноксипропионовой кислоты взаимодействует с гидроксильными группами целлюлозы с образованием химической связи по схеме:



При обработке целлюлозных тканей по методу «Pyrovatex-CP» огнезащитные свойства достигаются при содержании препарата в материале 2,0 %. Существенным недостатком огнезащитных тканей, модифицированных указанным составом, является токсичность продуктов пиролиза этих материалов. Показано [21], что при температуре 300—400 °С происходит выделение заметных количеств метанола, что исключает возможность применения огнезащитных тканей в замкнутых объектах.

Аналогом состава «Pyrovatex-CP» является состав, содержащий отечественный препарат пирофикс [22]. Для огнезащитной обработки тканей из целлюлозных волокон предлагается раствор состава:

пирофикс	350—400 г/л,
метазин 6У	60—80 г/л,
полиэтиленовая эмульсия	20—30 г/л,
ортофосфорная кислота	10 г/л.

Исследования процессов огнезащитной обработки тканей из смеси хлопка и полиэфирных волокон с использованием составов «Proban», «Pyrovatex-CP» и на основе пирофикса показали, что с увеличением в мате-

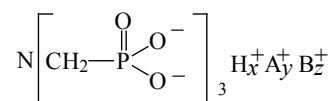
риале доли синтетического волокна более 15 % получить огнезащитные ткани не удается [23]. Между тем ткани из указанной смеси волокон в настоящее время широко используются для изготовления спецодежды для работы в пожароопасных условиях, и проблема пониженной горючести для этих тканей стоит особенно остро.

Смесь целлюлозного и полиэфирного волокон наиболее трудна для обеспечения огнезащиты. Это вызвано тем, что карбонизованный остаток, образующийся при термолитзе целлюлозной составляющей, играет роль каркаса, задерживающего капли расплава термопластичного полимера в зоне пламени и тем самым создаются благоприятные условия для горения [24].

Сложность разработки замедлителей горения для тканей из указанной смеси волокон связана с тем, что температурные интервалы разложения целлюлозной составляющей и полиэфира не совпадают. Если хлопок начинает разлагаться в интервале 250—300 °С, то для полиэфира процесс разложения сдвигается в более высокотемпературную область (350—400 °С).

Как было указано выше, для достижения эффективного действия замедлителя горения процесс его разложения должен происходить в температурном интервале разложения модифицируемого полимера [15]. В данном случае, чтобы обеспечить снижение горючести ткани из смеси хлопка и полиэфира, замедлители горения должны ингибировать термоокислительные процессы в достаточно широком температурном интервале. Именно несоответствием этому требованию объясняется низкая эффективность огнезащитного действия по отношению к тканям из смеси хлопка и полиэфира (при содержании полиэфира более 15 %) составов «Proban», «Pyrovatex-CP» и пирофикс, широко используемых для снижения горючести чисто целлюлозных материалов.

В определенной степени указанному требованию соответствует замедлитель горения, получаемый на основе аминотрисметилфосфоноксипропионовой кислоты [25]. Для приготовления замедлителей горения эту кислоту смешивали в водной среде с азотсодержащими соединениями (дициандиамида, гуанидин, мочевины или ее производные) с получением соли состава



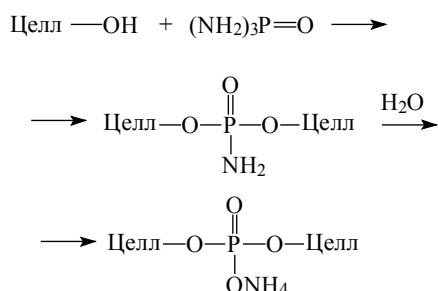
где A^+ — катионы азотсодержащих соединений (дициандиамида, гуанидина, мочевины и ее производных), B_z^+ — катион аммония, $x = 0—6$; $y, z = 0—3$, $x + y + z = 6$.

Для обработки целлюлозных тканей и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон использовали водные растворы указанных солей в концентрации от 50 до 200 г/л при pH от 2 до 7. Количество нанесенного замедлителя горения зависит от состава ткани и изменяется от 5% (для целлюлозной ткани) до 25 % (для ткани, содержащей 50% полиэфирного волокна). Испытания показали, что модифицированная ткань не поддерживает горения на воздухе. Однако существенный ее недостаток состоит в том, что огнезащитный эффект неустойчив к водным обработкам.

В рамках работ по созданию замедлителей горения для целлюлозных материалов и тканей из смеси волокон

большое число исследований посвящено синтезу амидов и алкиламидов фосфорной и алкилфосфоновой кислот.

В работе [26] описан синтез триамида фосфорной кислоты и предложено использовать его для придания огнезащитных свойств целлюлозным материалам. Обработка тканей проводится по режиму, включающему пропитку водным раствором замедлителя горения и катализатора, сушку и термообработку при 150—170 °С. При взаимодействии триамида фосфорной кислоты с гидроксильными группами целлюлозы в реакцию вступают две амидные группы, оставшаяся амидная группа гидролизуетсся с образованием аммониевой группы:



Наличие аммониевой группы в составе фосфорнокислого эфира целлюлозы приводит к постепенному снижению огнезащитных свойств обработанной ткани в результате замены ионов аммония на Ca^{2+} , Mg^{2+} , содержащихся в воде.

Для получения ткани из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон (67:33) с пониженной горючестью может быть использован состав, включающий фосфоразотсодержащий замедлитель горения антипирен Т-2 и сшивающий реагент гликазин [27]. Процесс включает пропитку ткани водным раствором гликазина, сушку, пропитку водным раствором антипирена Т-2 с последующей сушкой, термообработкой и промывкой. Получаемые ткани характеризуются кислородным индексом 28—30 %, содержание антипирена Т-2 не превышает 10—12 %.

Высокая эффективность огнезащитного действия антипирена Т-2 объясняется ингибированием процессов, протекающих как в конденсированной, так и в газовой фазах при термолизе и горении текстильных мате-

риалов. Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии установлено, что карбонизованный остаток после термолиза текстильных материалов, модифицированных антипиреном Т-2, характеризуется повышенным содержанием графитоподобных структур. Наличие в его составе фосфорной кислоты подавляет окисление углерода, в результате чего снижается дымообразование и устраняется процесс тления. Высокая скорость карбонизации при термолизе волокнообразующего полиэфира, входящего в состав текстильного материала, исключает каплепадение при горении синтетических термопластичных волокон, что является немаловажным фактором для снижения пожарной опасности материалов из смеси волокон.

Усиление способности волокнообразующих полимеров к карбонизации в присутствии антипирена Т-2 обуславливает резкое снижение скорости распространения пламени по поверхности текстильного материала. Так, при концентрации кислорода в газовой среде 50 % скорость распространения пламени по поверхности немодифицированной вискозно-полиэфирной ткани составляет 2,5 мм/с, в то время как для огнезащитной ткани этот показатель не превышает 1 мм/с.

Изучено влияние огнезащитной обработки с использованием антипирена Т-2 на огнезащитные характеристики и дымообразующую способность декоративно-отделочных тканей, содержащих полиэфирное волокно. Как следует из данных табл. 1, введение антипирена Т-2 повышает кислородный индекс тканей примерно на 10 единиц, придает им свойства трудновоспламеняемого материала, и приводит к заметному снижению способности к дымообразованию.

Предложенная огнезащитная обработка тканей составом Т-2 может быть реализована на оборудовании отделочных производств.

Как показывает анализ многочисленных публикаций и патентов, в последние годы все большее внимание уделяется не модифицированию готовых текстильных материалов, а получению полимеров с пониженной горючестью и использованию их для изготовления текстильных материалов.

Введение замедлителя горения непосредственно в расплав полимера позволяет сохранить обычную технологию производства текстильных материалов, обес-

Таблица 1

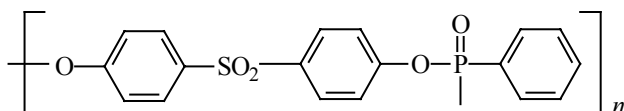
Огнезащитные показатели тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон до и после обработки антипиреном Т-2

Содержание полиэфирного волокна в ткани, %	Содержание фосфора в ткани, %	Кислородный индекс, %		Воспламеняемость по ГОСТ 50810-95		Способность к дымообразованию, $D_{гор}/D_{пир.}^{**}$	
		до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
6	1,45	20,4	30,8	Лв [*]	Тв [*]	11/272	—/146
7	1,61	21,1	34,0	То же		—/196	40/102
14	1,26	20,9	31,2	— " —		—166	41/73
33	1,40	19,0	28,4	— " —		—	—

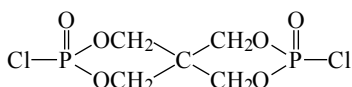
Лв^{*} — легковоспламеняемая ткань, Тв^{*} — трудновоспламеняемая ткань, $D_{гор}/D_{пир.}^{**}$ — коэффициенты дымообразования в процессе горения и пиролиза, соответственно ($\text{м}^2/\text{кг}$)

печивает экономичность метода и создает предпосылки для разработки экологически чистых технологий получения таких многотоннажных волокнообразующих полимеров с пониженной горючестью, как полиэтилентерефталат и полиамид. Широкому использованию метода препятствует трудность выбора замедлителя горения, который должен сохранять термостабильность до 300 °С, легко дозироваться, плавиться при переработке полимера или обладать высокой степенью дисперсности (менее 1—15 мкм), не должен отрицательно влиять на свойства полимера и быть нетоксичным [28].

За последние 20 лет создано большое число замедлителей горения, вводимых в расплав полимера при формировании волокна, но только одно олигомерное производное — бисфенол-S внедрено в промышленность для получения огнезащитного полиэтилентерефталатного волокна. Это препараты под торговыми названиями Toyobo GH (фирма «Toyobo», Япония) и Fidon (фирма «EniChem», Италия) [29]. Указанная добавка имеет следующую формулу:

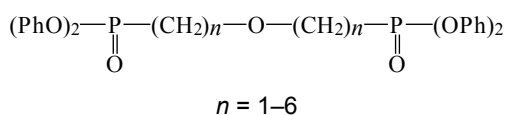


Большой интерес для снижения горючести полиэтилентерефталата представляет циклический фосфонат, поставляемый на рынок фирмой «Albright and Wilson» (Великобритания) под торговой маркой Amgard 1045 [29]:



Этот димер может быть использован как для отделки текстильного материала, так и для введения в расплав в качестве аддитивной добавки. Модифицированные этим препаратом ткани и волокна характеризуются достаточно высокими огнезащитными показателями (кислородный коэффициент равен 26—27 %).

Для снижения горючести полиэтилентерефталатного волокна предлагается вводить в расплав полимера 10–20% фосфорсодержащего термостабильного замедлителя горения состава [30]



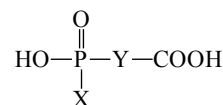
При формировании волокна из композиции, содержащей этот препарат, не выделяются летучие соединения, отсутствует запах, не изменяется цвет полимера.

В настоящее время замедлители горения аддитивного типа составляют основную долю в общем производстве препаратов для снижения горючести полиэтилентерефталата, так как они более доступны и не требуют изменения традиционной технологии переработки полимера.

Большое внимание уделяется разработке замедлителей горения, способных взаимодействовать с функциональными группами полимера на стадии его получения. Эти препараты вводят непосредственно в реакцию поликонденсации на различных ее стадиях. Включение

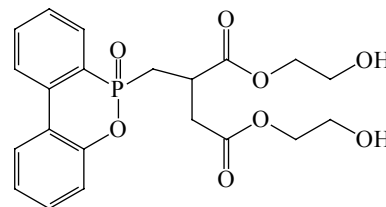
таких реагентов в полимерную цепь приводит к структурной и химической неоднородности полимера, увеличивает содержание дефектов, в результате чего могут изменяться свойства полимера, в том числе температура плавления и вязкость расплава [31]. Подобные изменения могут усложнять дальнейшую переработку модифицированного полиэтилентерефталата. Тем не менее, многие специалисты отдают предпочтение указанному методу модификации.

Особого внимания заслуживают выпускаемые в промышленном масштабе огнезащитные полиэфирные волокна, формируемые из фосфорсодержащих сополимеров. Так, фирма «Hoechst» (Германия) для производства огнезащитных полиэфирных волокон и нитей использует сомономер [32]:



Из группы полиэтилентерефталатных волокон тревира пониженной горючести наиболее распространены волокна марки Trevira FR и CS, применяемые для изготовления огнезащитной детской спальной одежды, обивочных, драпировочных и технических тканей, гардин, ковров. Они хорошо окрашиваются в яркие сочные тона, невосприимчивы к действию солнечного света.

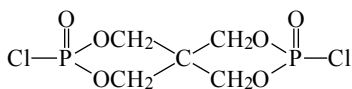
Фирма «Schill+Seilacher» (Германия) предлагает для снижения горючести полиэтилентерефталата замедлитель горения под торговым названием Ukanol FR 50/1 состава:



Этот препарат в количестве 11 % вводится в реакционную смесь на стадии синтеза полиэтилентерефталата.

Однако огнезащитные характеристики указанных волокон недостаточно высоки, и при содержании фосфора 0,8—1,0 % кислородный индекс составляет 27—28 %. Это объясняется тем, что фосфор находится в основной цепи полимера и при термоокислительной деструкции происходит разрыв основных цепей с выделением большого количества газообразных соединений. Выделяющиеся фосфорсодержащие соединения ингибируют окислительные процессы в газовой фазе пиролиза. Карбонизация полимера в данном случае не происходит, т.е. не образуется термический барьер, обеспечивающий снижение скорости термоокислительной деструкции и уменьшение количества выделяющихся газообразных соединений.

В работе [33] с целью получения полиэтилентерефталата с пониженной горючестью предлагается химическое модифицирование с получением фосфорсодержащего сополимера, способного образовывать при действии тепловых потоков объемный карбонизованный слой — пеноком, обладающий хорошими теплоизолирующими свойствами. В качестве сомономера используется фосфорсодержащее производное пентаэритрита:



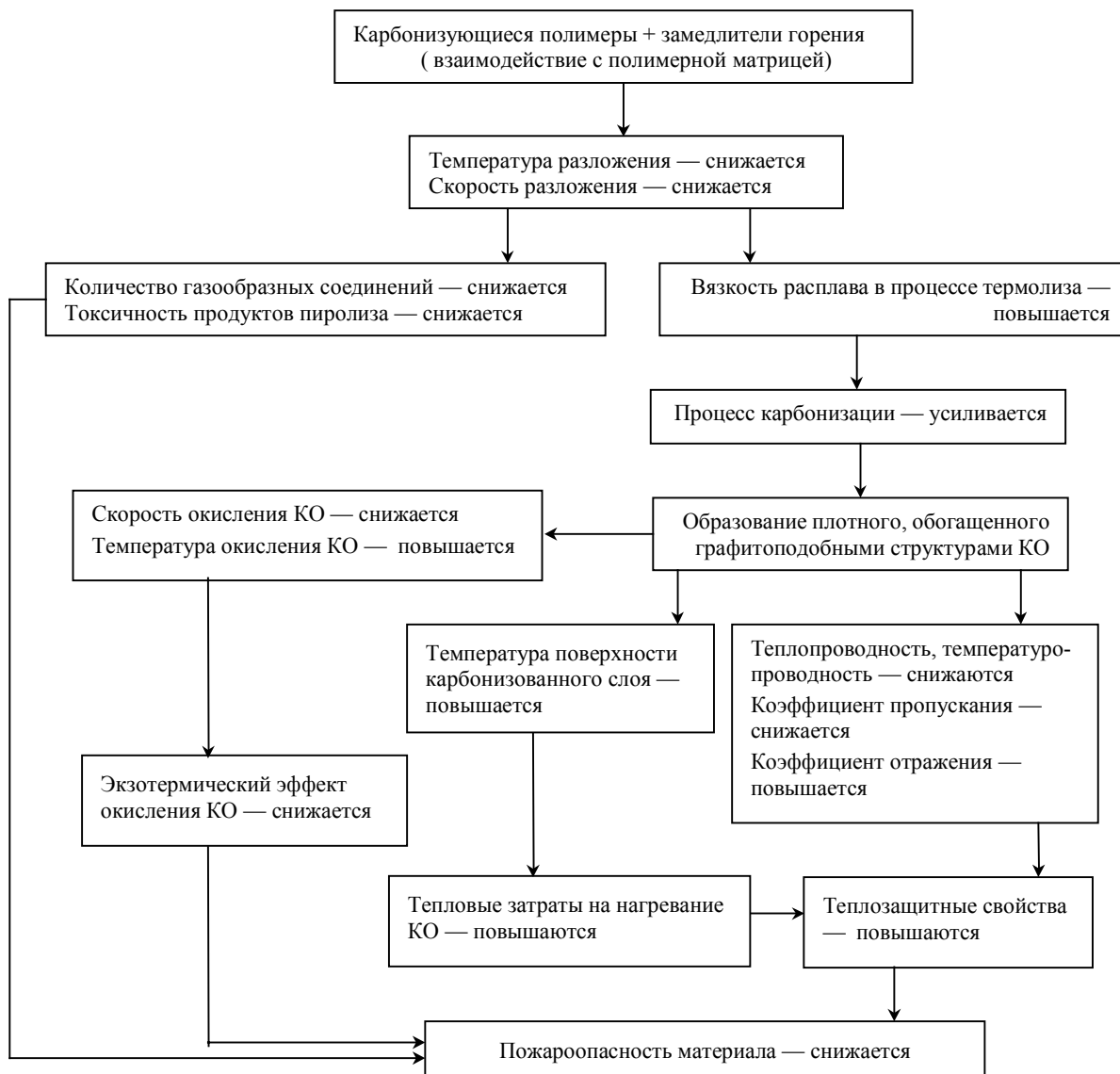
При введении в молекулярную цепь полиэтилентерефталата 10 % фосфорсодержащего замедлителя горения кислородный индекс материала повышается до 30 %. Исследование морфологии образующегося карбонизованного остатка показало, что в случае исходного полимера карбанизованный остаток имеет отверстия и трещины, в то время как при термоллизе сополимера образуется толстый вспененный слой, защищающий композицию от дальнейшего разложения.

Таким образом, для получения полиэтилентерефталата с пониженной горючестью эффективна модификация его замедлителями горения, вызывающими ингибирование окислительных процессов как в газовой, так и конденсированной фазах термоллиза полимера. В большей степени этому требованию удовлетворяют фосфорсодержащие замедлители горения, которые за счет фосфорилирования полимера обеспечивают усиление структурирования и коксообразования, уменьшение теплоты сгорания и скоро-

сти выделения тепла.

Исследование закономерностей термоокислительной деструкции полимерных материалов, в том числе гетероцепных термопластичных волокнообразующих полимеров, в присутствии фосфорсодержащих замедлителей горения и огнезамедляющих композиций позволило разработать пути регулирования химических превращений при термоллизе и горении полимеров [34]. Установлено, что при взаимодействии замедлителя горения с полимерами процессы структурирования, образования термодинамически стабильных систем преобладают над реакциями деструкции, что способствует снижению скорости выделения летучих соединений, токсичности продуктов пиролиза, образованию карбонизованного слоя, обогащенного графитоподобными структурами, обладающего низкой окисляемостью и высокими теплозащитными свойствами. Проведенные исследования позволили выявить закономерности снижения пожароопасности полимеров в результате обработки их замедлителями горения (см. схему).

В заключение остановимся на таком важном метрологическом аспекте, как выбор методов определения огнезащитных показателей текстильных материалов.



Факторы снижения пожароопасности полимеров при обработке их замедлителями горения. CO — карбонизованный остаток

Основные нормативные документы по пожарной безопасности текстильных материалов

Текстильные материалы	Нормативные документы	
Ковровые покрытия	СНИП 21-01-97 (п. 6.25), МГСН 416-98 СНИП 2.08.02.89 «Снижение огнезащиты текстильных ковровых покрытий. Общие требования»	ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 30402-95, ГОСТ 510322-96
Шторы, занавеси, декорации	Проект НПБ ХХХ.99 «Материалы текстильные. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость»	«Правила пожарной безопасности» (п. 7), ГОСТ 50810-95
Элементы мягкой мебели	— " —	ИСО 8191-89 ч. 1, 2
Постельные принадлежности	— " —	ИСО 12952
Одежда пожарных, рабочая одежда	НПБ 157-97 «Боевая одежда пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний». Устойчивость к возгоранию. Устойчивость к воздействию открытого пламени. Теплопроводность. Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды до + 330 °С. Устойчивость к контакту с нагретыми до + 440 °С твердыми поверхностями. Кислородный индекс	
Защитная одежда спортсменов		Стандарт ФИА 1986 г., ИСО 6940-84, ИСО ДИС 9151

Оценка пожарной опасности материалов должна проводиться с учетом области их применения по соответствующим методам испытаний, предусмотренным международной и национальной системами профильных стандартов [1, 35]. Так, в международной практике действует система стандартов ИСО 6940-84, ИСО 12 952, ИСО 8191-89 (ч.1 и 2), ИСО ДИС 9151 и др. В нашей стране подобная система разрабатывается во ВНИИПО. В табл. 2 указаны нормативные документы, включающие требования пожарной безопасности, которые регламентируют пожаробезопасное применение текстильных материалов и методы их оценки в зависимости от их функционального назначения [1]. Использование единых нормативов по пожарной безопасности текстильных материалов позволяет правильно оценивать свойства получаемых материалов и более ответственно подходить к выбору их в зависимости от степени потенциальной (в случае пожара) опасности условий эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- Константинова Н.И. Текст. химия, 1999, № 1(16), с. 41—44.
- Carroll W.F. Fire and Mater., 1996, Bd. 20, № 20, S. 166—166.
- Bryner N.P., Johnson E.L., Pitts W.M. NIST Spec. Publ., 1995, № 838-7, p. 6.
- Todesfalle Rauch Mag. Feuerwehr., 1996, Bd. 21, № 6, S. 357—358.
- Тюганова М.А. Дисс.... докт. хим. наук, Мытищи, 1988.
- Панова Л.Г. Дисс.... докт. хим. наук, Саратов, 1999.
- Horrocks R. Proc. Conf. Flame Retard, 2000, v. 9, p. 147—158.
- Hairston D.W. Chem. Eng., 1995, v. 102, № 9, p. 65—68.
- Заиков Г.Е., Арцис М.И. Текст. химия, 1996, № 2, с. 105—107.
- Miller V. Plastics World, 1992, March, p. 45.
- Кодолов В.И. Замедлители горения полимерных материалов. М.: Химия, 1980, 269 с.
- Панова Л.Г., Артеменко С.Е., Бесшапошникова В.И., Скребнева Л.Д. Высокомолек. соед. А, 1991, т. 33, № 6, с. 1180—1185.
- Levchik S.V., Levchik G.F., Balabanovich A.I. e. a. Polym. Degrad. Stab. 1996, v. 54, p. 305—309.
- Халтуринский Н.А., Попова Т.В., Берлин А.А. Успехи химии, 1984, т. 53, № 2, с. 326—346.
- Зубкова Н.С., Бутылкина Н.Г., Гальбрайт Л.С. Хим. волокна, 1999, № 4, с. 17—21.
- Каталог замедлителей горения. Bolid GMBH. Frankfurt, 1996, 21 с.
- Киркина Л.И., Романцова Л.И., Баскова Т.Т. Огнезащитная отделка текстильных материалов в СССР и за рубежом. Вып. 1. Москва, 1981, 53 с.
- Beninate J.V., Morean J.P. J. Fire Retardant Chem., 1979, № 6, p. 193—205.
- Vorster M. Spect. Chem., 1984, Bd. 4, S. 17—20.
- Палига С., Яворска И., Домбровска Л. Техн.-экон. информ. бюл. по легк. пром-сти, 1975, № 9, с. 73—76.
- Hofmann P., Raschdort F. Textilveredlung, 1970, Bd. 6, S. 486—497.
- Каталог химической продукции АО «Ивхимпром». Иваново, 1995, 94 с.
- Бутылкина Н.Г., Константинова Н.И., Тюганова М.А. Пожаровзрывобезопасность, 1993, № 2, с. 17—19.
- Pohringer P., Adler A. Text. Res. J., 1976, v. 46, № 7, p. 530.
- Заявка № 2707308, Франция, МКИ D 06 M 13/447, 101/06, 101/32. С. Didler, № 93 08466. Оpubl. 13.01.1995.
- Сибрикова Р.Д., Захарова Т.Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Технология текстильной пром-сти, 1978, № 1, с. 80—83.
- Тюганова М.А., Зубкова Н.С., Бутылкина Н.Г. Хим. волокна, 1994, № 5, с. 11—20.
- Баранова Т.Л., Смирнова Н.А., Айзенштейн Э.М., Горелышева М.Н. Огнезащищенные полиэфирные волокна. Обзор. инф. Сер. Промышленность химических волокон. М.: НИИТЭХИМ, 1986, 41 с.
- Horrocks A.R. Polym. Degrad. Stab., 1996, v. 54, p. 143—154.
- Патент США № 4910240, 1989.
- Борисов Г., Троев К., Грозова А. Изв. АН Каз. ССР. Сер. хим., 1981, № 6, с. 73—80.
- Fenyvesi E. Magi. Textiltech., 1993, v. 46(4), p. 153—160.
- Ma Z., Zhao W., Liu Y., Shi J. J. Appl. Polym. Sci., 1997, v. 63, p. 1511—1515.
- Зубкова Н.С. Дисс.... докт. хим. наук, Мытищи, 1998.
- Филин Л.Г., Михайлова Е.Д. Методы оценки воспламеняемости текстильных материалов: Обзор. инф. М.: ВНИИПО МВД, 1991, 45 с.