

УДК 351.77:614:541.6

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ТЕРМООКСИДЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ И ПИРОЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шафран Л.М, Басалаева Л.В., Копа М.Р.

Украинский НИИ медицины транспорта, г. Одесса

Ключевые слова: *горение полимеров, продукты термоокислительной деструкции*

Актуальность темы

Производство и применение полимерных материалов и изделий, уничтожение полимерных отходов сопряжены с воздействием высоких температур и выделением в воздух и другие контактирующие среды низкомолекулярных химических соединений [1, 2]. Одним из ведущих факторов пожара в современных условиях является миграция в воздух токсичных продуктов горения [3, 4]. Все это делает актуальным определение качественного и количественного состава таких соединений в воздухе для решения широкого круга эколого-гигиенических задач.

Существенным фактором, сдерживающим внедрение разнообразных полимерных материалов (ПМ), является их пожарная опасность, обусловленная горючестью и сопутствующими процессами. Пожарная опасность материалов и изделий из них определяется следующими характеристиками: 1) горючестью, то есть способностью материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения; 2) дымообразованием; 3) токсичностью продуктов горения и пиролиза - разложения вещества под действием высоких температур; 4) огнестойкостью конструкции, то есть способностью сохранять физико-механические (прочность, жесткость) и функциональные свойства изделия при воздействии пламени [5].

В системе испытаний на пожароопасность одной из наиболее сложных для осуществления, воспроизведения в модельных опытах и последующей интерпретации полученных результатов является оценка токсичности продуктов горения,

разработанная для сравнительной оценки полимерных материалов [6, 7]. Включение данного вида исследований в номенклатуру показателей, характеризующих пожаровзрывоопасность, не случайно, ибо известно, что опасность для человека в условиях пожара определяется четырьмя основными факторами: воздействием высоких температур, дыма, токсичных продуктов горения и недостатком кислорода. Именно они определяют гибель людей на пожарах с древнейших времен и до наших дней [8].

Практика тушения пожаров в жилых зданиях, складах готовой продукции, на транспортных объектах, в цехах по изготовлению ПМ показала, что полимерные материалы быстро разлагаются с образованием различных паро- и газообразных веществ, обладающих высокой токсичностью [9, 10]. Как известно, в условиях пожара температура ПМ не сразу достигает температуры его воспламенения и нарастание ее может происходить с различной скоростью в присутствии кислорода воздуха. Это приводит к тому, что материал, нагреваясь, разлагается в атмосфере воздуха, образуя различные по своему агрегатному состоянию продукты. Количество газообразных и парообразных веществ увеличивается с повышением температуры, так как происходит более глубокая термоокислительная деструкция материала. Как только материал нагреется до температуры его самовоспламенения, начинается процесс пламенного горения. В самом общем виде горение полимеров можно представить в виде двух стадий: образование газовой фазы и последующее

пламенное сгорание. Следовательно, в условиях пожара ПМ будут образовываться как продукты термоокислительной деструкции, пламенного горения, так и термической деструкции полимера [11, 12].

Процессы пиролиза, термоокислительной деструкции и пламенного горения происходят либо последовательно, либо одновременно со следующим распределением по зонам:

1. газовый слой, в нем происходит главным образом термоокислительная деструкция продуктов разрушения поверхностного слоя полимера и наблюдается интенсивный массо- и теплообмен;
2. поверхностный слой полимера, подверженный действию пламени;
3. внутренние слои полимера, прилегающие к поверхностному слою; здесь протекает в основном термическая деструкция полимера.

От природы продуктов, образующихся при пиролизе в третьей зоне, скорости диффузии их к поверхности зависит дальнейшее протекание процессов воспламенения и горения. Показано также, что при температурах ниже 200 °С происходит выделение содержащихся в исходном продукте низкомолекулярных веществ, которые относительно слабо связаны с полимерной основой, при этом миграция происходит из поверхностного (переходного) слоя толщиной 20-25 мкм, соответствующего среднему радиусу частиц в образцах с $S_{уд.}$ 1200-1500 см²/г. При температуре выше 200 °С начинается интенсивная термическая деструкция полимерной основы с выделением в воздух обширного спектра низкомолекулярных соединений [13].

Несмотря на многообразие химических реакций при горении все органические полимеры по отношению к тепловому воздействию могут быть подразделены на две группы [14]. К первой группе следует отнести полимеры, которые под действием тепла претерпевают деструкцию с разрывом связей основной цепи и образованием низкомолекулярных газообразных и

жидких продуктов. ПМ этого типа деструктируют при высоких температурах (300-600 °С) практически нацело или образуют очень небольшое количество нелетучего остатка (кокса). В эту группу полимеров входят полиметилметакрилат, поли- α -метилстирол, полиоксиметилен, политетрафторэтилен, полиэтилентерефталат и другие полимеры, которые деструктируют практически нацело при относительно небольшом выходе мономера.

Вторая группа включает полимеры, проявляющие склонность к интрамолекулярному отщеплению соответствующих атомов или групп, к реакциям циклизации, конденсации, рекомбинации и другим типам реакций, которые приводят к образованию нелетучих карбонизированных продуктов. К этой группе полимеров относятся поливиниловый спирт и его производные, хлорсодержащие полимеры винилового и диенового рядов, полиакрилонитрил, целлюлоза и многие полимерные ароматические и гетероароматические соединения. Общей чертой пиролитического процесса полимеров этой группы является образования в макромолекулах участков с сопряженными кратными связями, переход от линейной структуры к пространственно-сетчатой. В отличие от полимеров первой группы пиролиз подобных высокомолекулярных соединений характеризуется, как правило, экзотермическим тепловым эффектом. Но такое подразделение полимеров на указанные группы не является строгим, так как направление химических реакций может изменяться в зависимости от внешних условий [15].

По характеру горения, определяющему динамику выделения токсичных веществ, полимерные материалы можно разделить на три группы [16]:

- полимерные материалы, которые после сгорания газовой фазы практически не образуют остатка (это, в первую очередь, полиэтилен, полипропилен, метилметакрилат, полистирол);
- материалы, после сгорания которых

образуется большое количество угольного остатка, который может продолжать горение или тление в раскаленном состоянии (поликарбонат, поливинилхлорид, полиакрилонитрил, полиизоцианураты, фенопласты, а также природный полимер – древесина);

- полимерные материалы, у которых образование угольного остатка в большой степени зависит от условий сгорания – температуры, доступа кислорода, пористости материала. Это характерно для полиамида, полиэфиров, полиуретанов, а также материалов на основе целлюлозы, вискозы, шерсти.

В настоящее время в основном изучены общие закономерности выделения токсичных веществ из ПМ при горении, а также вопрос о критериях оценки токсичности продуктов горения, хотя поиск наиболее рациональных форм их выражения продолжается [17, 18].

Показано, что общей закономерностью выделения токсичных веществ независимо от природы сгораемого вещества является уменьшение количества углеводородов и увеличение количества диоксида углерода с повышением температуры термоокислительной деструкции.

Выделение оксида углерода при термоокислительной деструкции имеет более сложный характер и зависит от температуры, химической основы и состава материала. В большинстве случаев различие между максимальными концентрациями при 600° и 800 °С значительно меньше, чем для диоксида углерода. Для некоторых материалов наибольший выход оксида углерода приходится не на 800°, а на 600 °С. Следует отметить, что у большинства ПМ выделение оксида углерода при горении заканчивается к 30 мин от начала температурного воздействия. Однако ряд материалов способен выделять оксид углерода в течение 60 мин.

Состав продуктов термоокислительного разложения зависит от природы горючих веществ, температуры и условий

контакта с окислителем. Так, исследования показывают, что при термоокислительном разложении горючих веществ, в молекулах которых содержатся гидроксильные группы, всегда образуется вода. Если в составе горючих веществ находятся углерод, водород и кислород, продуктами термоокислительного разложения чаще всего являются углеводороды, спирты, альдегиды, кетоны и органические кислоты. Если в составе горючих веществ кроме перечисленных элементов есть хлор или азот, то в составе газообразных продуктов горения находятся хлористый и цианистый водород, оксиды азота [11]. Однако практически отсутствуют данные о процессе термического разложения высокомолекулярных соединений разной природы в условиях пиролиза и состав продуктов пиролиза большинства соединений неизвестен; эту зависимость устанавливают, главным образом, эмпирическим путем [19]. Этот факт во многом связан с тем, что во всем мире очень интенсивно развивается по объему и составу производство добавок для пластмасс (антипиренов, наполнителей, пластификаторов и пр.). В ряду материалов инженерно-технического назначения растет производство суперпрочных и теплостойких материалов [20-21].

Таким образом, для определения качественного и количественного состава газообразных продуктов, способных образовываться в условиях пожара, ПМ должны исследоваться в условиях деструкции при различных температурах в атмосфере воздуха, пламенного горения, а также пиролиза в атмосфере инертных газов. Ранее такие исследования были проведены нами на примере материалов из поливинилхлорида [22].

Целью настоящего исследования явились сравнительные исследования продуктов термоокислительной деструкции, пламенного горения и термической деструкции (пиролиза) ПМ на примере полистирола и резины (синтетических каучуков) для повышения качества и достоверности результатов маломасштабных

лабораторных и натурных испытаний.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны 9 образцов изделий из полистирола (ПС) и 5 образцов на основе резины (ИК) – материалы различных фирм и стран-производителей (табл. 1).

Моделирование процесса термоокислительной деструкции ПМ проводилось на установке по испытанию токсичности продуктов горения согласно требованиям ГОСТ 12.1.044-89 и методическим указаниям [6, 7] при температурах 200-450 °С (термоокислительная деструкция) и 750 °С (пламенное горение). Пиролиз осуществляли в пиролизере печного типа постоянного нагрева, в котором заданная температура в зоне пиролиза поддерживается постоянной с помощью внешнего обогрева. Исследуемый образец, находящийся первоначально при комнатной температуре, вводят с помощью специально-

ния температуры $\pm 5^{\circ}$ С. В качестве газоносителя применяли азот. Время пиролиза устанавливали экспериментально, оно составило от 10 до 30 мин. Навески образцов материалов - от 0,04 до 0,08 г.

Образующиеся летучие продукты идентифицировали методами газовой хроматографии на газовых хроматографах «Кристаллюкс-2000» и «Кристаллюкс-4000» с использованием модуля детекторов (ДИП, ЭЗД, ПФ) и применением фаз различной полярности. Кроме того, некоторые соединения были идентифицированы методами колориметрии (фенол, формальдегид, водород цианистый, азота оксиды).

Результаты работы и их обсуждение

Пиролиз образцов проводили в атмосфере азота при температурах 450°, 600° и 800°С.

Усредненные данные по качественному составу продуктов пиролиза полисти-

Таблица 1

Наименование исследованных материалов

Наименование исследуемых материалов на основе полистирола	Наименование полимерных материалов на основе резины
Элементы опалубки из вспененного полистирола для стен, перекрытий, утеплителей	Покрытие из каучука для полов «Noga»
Система наружной теплоизоляции домов и сооружений с использованием плиточного утеплителя из пенополистирола	Дисперсионная синтетическая резина с добавками против горения
Плиты для подвесной стены типа «AMF»	Ковер на вспененной резиновой подоснове
Плиты для подвесной стены типа «Eсophon»	Покрытие для полов «Fenett» на резиновой основе
Экструзионный пенополистирол	Пенофол теплоизоляционный
Изделия цементнополистирольные с наполнителем «Политерм»	Резиновые оболочки кабелей
Плиты из экструзионного вспененного полистирола	Резиновые коврики для автомобилей
Теплоизоляционная система «StomixTerm alfa»	
Пенополистирол ПСБ-С	

го устройства в заранее нагретую до заданной температуры зону пиролиза. Пиролизер представляет собой горизонтально расположенную электропечь, внутри которой находится трубчатый реактор. Максимальная температура внутри реактора – 900-1000 °С. Пиролизер снабжен шлюзовым устройством для подачи пробы, помещенной в лодочку, которое позволяет удалять лодочку из пиролизера без прерывания потока газа-носителя. Температуру печи пиролиза можно изменять в пределах 100 – 1000 °С, погрешность поддержа-

рола и резины приведены в табл. 2.

Как видно из данных таблицы 2, при 450°С основную массу летучих составил мономерный стирол (65 % масс.). При более высоких температурах в результате термического разложения образуется ряд идентифицированных продуктов, при этом реакции, приводящие к их образованию, становятся преобладающими при 800 °С. Подаваемый с высокой скоростью газ-носитель уносит первичные продукты из зоны пиролиза в хроматографическую ко-

Таблица 2

Состав продуктов пиролиза полистирола и резины (усредненные данные по 8 материалам из ПС и 5 – на основе резины)

Полистирол	Резина (СК)
450°С –стирол (65,0 мас.%)	450°С –бутадиен, следы стирола, акрилонитрил, следы бензола, изопрен, гексен, гептен
600°С –стирол (От 35 до 42 мас. %) следы толуола, этилбензола	600°С – бутадиен, стирол, акрилонитрил, бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, бутилацетат, пропан, бутан, гексен, гептен, водород цианистый
800°С –стирол (до 70 мас.%), этилен, ацетилен, бензол, толуол, этилбензол, этанол, этилацетат, нитрометан	800°С – следы диоксида углерода, бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, бутилацетат, пропан, бутан, гексен, гептен, стирол, формальдегид, этилацетат

лонку. Образование таких продуктов окисления, как этанол, этилацетат, нитрометан объясняется тем, что при пиролизе в пиролизере печного типа первичные продукты разложения в течении значительного периода времени находятся при повышенных температурах и могут вступать во вторичные процессы разложения.

Характеристическими продуктами пиролиза образцов из синтетических каучуков при 450 °С являются мономеры: бутадиен, стирол, акрилонитрил и непредельные соединения. При повышении температуры (600-800 °С) их количества увеличиваются, при этом на хроматограммах появляются ароматические соединения и продукты окисления (формальдегид, ацетаты).

Данные по составу продуктов термоокислительной деструкции полистирола и резины приведены в табл. 3.

Кроме того, часть химических веществ была идентифицирована методом фотоколориметрии (табл. 4).

Как видно из данных таблицы 3, общее количество летучих веществ для всех видов полимеров при температуре беспламенного горения превышает таковые для пламенного горения. Так, общая площадь пиков для полистирола составляет 20820 мв·мин при 400° С и 5579 мв·мин для 750 °С. Основными продуктами горения исследуемых материалов являются алифатические и ароматические углеводороды. В продуктах термоокислительной деструкции полистирола как при сжигании при 400°, так и при 750 °С присутствует мономерный стирол, а также ароматические уг-

леводороды и водород цианистый. Характеристическими веществами при сжигании резин на основе синтетических каучуков наряду с оксидом и диоксидом углерода являются мономеры (дивинил, акрилонитрил, изопрен).

Наибольшее количество пиков при 400 °С отмечено при исследовании полистирола (35), из них идентифицировано 16 пиков.

Заключение

Полученные данные подтверждают высокую информационную ценность методов термоокислительной деструкции и пиролиза в анализе и прогнозировании токсичности продуктов горения полимеров в модельных и реальных условиях. Это позволяет глубже проникнуть в химизм происходящих реакций, получить более полное представление о составе выделяющихся низкомолекулярных соединений, которые вносят определенный вклад в суммарную токсичность продуктов горения полимерных материалов при высокотемпературных технологиях производства, сжигании полимерных отходов, а также в условиях чрезвычайных ситуаций на транспортных объектах, где широко применяются изделия из полимерных материалов.

Выводы

1. Проведенные исследования позволили идентифицировать более широкий спектр характеристических химических соединений, обуславливающих токсичность полимеров на основе полистирола и резины при пожаре.
2. В продуктах пиролиза и термоокислительной деструкции полистирола как

при сжигании при 400°, так и при 750°C присутствует мономерный стирол, а также ароматические углеводороды и водород цианистый. Характеристическими веществами при сжигании резины на основе синтетических каучуков наряду с оксидом и диоксидом углерода являются мономеры (дивинил, акрилонитрил, изопрен).

3. В исследованиях продуктов горения был применен комплексный методический подход, включающий несколько химико-аналитических методов: фотоколориметрия, газовая хроматография, экспресс-анализ с использованием газоанализатора «Мультиварн» фирмы «Драгер»

4. Исследование продуктов горения полимерных материалов в режимах термоокислительной деструкции и пиролиза позволило обнаружить достаточно полный спектр летучих компонентов, что может быть использовано при прогнозировании токсичности продуктов горения полимеров в модельных и реальных условиях

5. Так как в продуктах горения исследуемых материалов присутствуют вещества 1-го и 2-го классов опасности, при переработке материалов, утилизации и уничтожении отходов необходима обязательная экспертиза состава выделяющихся токсичных веществ

Таблица 3
Состав продуктов термоокислительной деструкции полистирола и резины (усредненные данные по исследованным материалам), метод газовой хроматографии

Наименование компонентов	Температура, °C	Количество мигрирующих компонентов, мг/г	
		Полистирол	Резина
Углеводороды алифатические C ₁ -C ₁₀	400	62,3	5,42
	750	49,6	6,75
Бензол, толуол, ксилолы	400	52,5	28,48
	750	20,68	6,02
Оксид углерода (II)	400	100	105
	750	50	45
Диоксид углерода	400	220	215
	750	340	355
Стирол	400	85,1	12,8
	750	52,6	17,3
Мезитилен, псевдокумол	400	2,83	0,04
	750	3,58	0,59
Ацетон	400	0,073	0,72
	750	0,17	1,18
Пропанол, бутанол	400	0,020	0,45
	750	0,094	–
Этилацетат, бутилацетат	400	0,012	–
	750	–	–
Акрилонитрил	400	–	5,12
	750	–	0,34
Бутадиен-1,3 (дивинил)	400	–	7,73
	750	–	0,68
Изопрен	400	–	6,66
	750	–	2,8

Таблица 4
Состав продуктов термоокислительной деструкции полистирола и резины (масс.%) (усредненные данные по исследованным материалам), метод фотоколориметрии

Полимерный материал	Т, °C	Количество мигрирующих компонентов, мг/г навески					
		Хлористый водород	Цианистый водород	Формальдегид	Фенол	Ангидрид сернистый	Азота оксиды
Полистирол	400	–	0,14	0,09	–	–	0,01
	750	–	0,06	0,11	0,04	–	–
Резина	400	–	0,007	0,008	0,07	0,05	–
	750	0,3	0,005	0,001	0,004	0,007	0,004

и их количественная оценка, что позволит существенно повысить качество сертификационных испытаний этих материалов на токсичность продуктов горения.

Литература

1. Шафран Л.М., Стяжкин В.М., Разин В.И. К методике гигиенической оценки токсичности продуктов горения полимерных материалов //Гиг. и сан., 1980.- № 5 – С. 44-48.
2. Шафран Л.М., Харченко И.А. Гармонизация требований к оценке токсичности продуктов горения с международными требованиями //Соврем. пробл. токсикол., 2003.-№3.-С.37-41.

3. Purser, DA Toxic product yields and hazard assessment for fully enclosed design fires// J. Polym. Int.,2000.- Vol.49.-No.10.- P.1232-1255.
4. Austin, CC. Wang, D. Ecobichon, DJ. Dussault, G. Characterization of volatile organic compounds in smoke at municipal structural fires// J. Toxicol. Environ. Health-Part A, 2001.-Vol. 63. – Iss. 6. – P. 437-458.
5. D.P. Timoshina., I.A. Kharchenco, D.I. Leonova, J.V. Nekhoroshkova, L.M. Shafran. Ecotoxicological aspects of polymers combustion/ The 13^{13d} International Symposium on Environment Pollution and its Impact on life in the Mediterranean Region. October 8-12, 2005, Thessaloniki, Greece // Abstracts. P. 358.
6. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Изд. стандартов, 1990. – 142 с.
7. МВ 8.8.2.4-127-2006 Методичні вказівки «Визначення та гігієнічна оцінка показників токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів», Одеса. 2006 р.- 128 с.
8. Шафран Л.М., Стяжкин В.М., Разин В.И. К методике гигиенической оценки токсичности продуктов горения полимерных материалов // Гиг. и сан., 1980.- №5.- С. 44-48.
9. Шафран Л.М., Тимошина Д.П., Харченко І.О., Леонова Д.І. Токсичність продуктів горіння як основний чинник небезпеки для людини під час пожеж та інших надзвичайних ситуацій. //Безпека життєдіяльності, 2005 - № 6. - С. 21-26.
10. Дышиневи́ч Н.Е. Приоритетные направления в обеспечении безопасного применения полимерных материалов в среде обитания человека // Тези доповідей II з'їзду токсикологів України. 12-14 жовтня 2004 р.- К., 2004. - С. 115.
11. Кромптон Т. Анализ пластиков: Пер. с англ. - М.: «Мир», 1988. - 679 с.
12. Эйтингон А.И., Поддубная Л.Т., Уланова И.П. Горючесть полимерных материалов//Сборник научных трудов. Волгоград, ИСПМ АН СССР 1987. – с. 73-85.
13. Леонова Д.И., Копа М.Р., Селиваненко Н.Г. Идентификация компонентов продуктов горения поливинилхлоридных материалов /Актуальные проблемы транспортной медицины: окружающая среда; профессиональное здоровье; патология.- №4(6).-2006.- С.65-73.
14. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ. М.: «Химия», 1981. - С. 20-31.
15. Васильев Г.А., Власов В.А. К проблеме оценки токсичности и опасности продуктов горения полимерных материалов.//В сб. «Актуальные вопросы санитарной химии и токсикологии синтетических материалов судостроительного назначения. Материалы третьей отраслевой научно-технической конференции 29-31 октября 1991 года. С.-Петербург, 1991. - С. 99-101.
16. Шафран Л.М. Токсикология горения: Основные задачи и перспективы развития. / Актуальные проблемы транспортной медицины: окружающая среда; профессиональное здоровье; патология. - № 4 (6). - 2006.- С. 23-32.
17. Шафран Л.М., Пресняк И.С., Третьякова Е.В., Копа М.Р., Нехорошкова Ю.В., Леонова Д.И. Токсичные продукты горения полимеров как экогигиеническая проблема / Окружающая среда и здоровье человека: Материалы II Санкт-Петербургского международного экологического форума, в 2-х частях; СПб, 1-4 июля 2008 / Под ред. Ак. РАМН Г.А. Софронова. – СПб: ВМедА, 2008. – Ч. 1. – С. 96.
18. Иличкин В.С., Фукалова А.А. Токсичность продуктов горения полимерных материалов // Обзорная информация. – М.: ГИЦ, 1987. – 68 с.

19. Леонова Д.И. Сравнительный анализ токсичности основных групп антипиренов (обзор литературы) // Актуальные проблемы транспортной медицины. - № 3 (13). - 2008. - С. 117-128.
20. Linda S. Birnbaum, Daniel F. Staska. Brominated Flame Retardants: Cause for Concern? /En-vironmental Health Perspectives.- V 112. - № 1. - January 2004
21. Балакин В.М., Кулезнев П.В., Полищук Е.Ю. Исследование влияния фосфорсодержащих антипиренов на горючесть и физико-механические свойства эпоксидных компаундов. // Пластические массы. - № 3. - 2008. - С. 36-37.
22. Басалаева Л.В., Копя М.Р., Леонова Д.И., Шафран Л.М. Применение метода пиролитической газовой хроматографии для эколого-гигиенических исследований полимерных материалов на основе поливинилхлорида // Гигиена населенных мест. – Киев.- 2005. – Вып. 4.- С. 201-206.

Резюме

ПОРІВНЯЛЬНІ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ ТЕРМООКСИДОВАЛЬНОЇ ДЕКТРУКЦІЇ ТА ПІРОЛІЗУ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Шафран Л.М, Басалаєва М.В.,
Копя М.Р.*

Дослідженнями авторів суттєво доповнені дані літератури щодо горіння полімерних матеріалів на основі полістиролу та гуми. Проведені дослідження дозволили ідентифікувати більш широкий спектр характеристичних хімічних сполук, які обумовлюють токсичність вищевказаних полімерів під час пожеж. В продуктах піролізу та термоокислювальної деструкції полістиролу під час спалювання при різних температурах присутній мономерний стирол, а також ароматичні вуглеводні і водень ціаністий. Характеристичними сполуками під час спалювання гуми на основі синтетичних каучуків поряд з оксидом та діоксидом вуглецю є мономери (дивініл, акрилоніт-

рил, ізопрен). Оскільки у продуктах горіння досліджуваних матеріалів присутні речовини 1-го та 2-го класів небезпеки, при переробці матеріалів, утилізації і знищенні відходів необхідна обов'язкова експертиза складу токсичних речовин, що виділяються, та їх кількісна оцінка, що дозволить суттєво поліпшити якість сертифікаційних випробувань полімерів на токсичність продуктів горіння.

Summary

COMPARATIVE SANITARY-HYGENIC RESEARCHES OF GASEOUS PRODUCTS OF THERMAL-OXIDATIVE DESTRUCTION AND PYROLYSIS OF POLYMERIC MATERIALS

Shafran L.M, Basalaeva L.V., Kopa M.R.

The substantially complemented is given researches of authors literatures in relation to burning of polymeric materials on the basis of polystyrene and rubber. The conducted researches allowed to identify more wide spectrum of characteristic compounds which stipulate toxicness of polymers during fires. In the products of pyrolyse and thermodestruction of polystyrene under time incineration at different temperatures styrene, and also aromatic hydrocarbons and hydrogen is present cyanogen. Characteristic connections during incineration of rubber on the basis of collastics next to an oxide and dioxide carbon are monomers (divynyl, acrilonitril, isoprene). As there are matters of 1st and 2th classes of danger in the products of burning of the probed materials, at processing of materials, utilization and deletion offcuts obligatory examination of composition of toxyc matters which are selected is needed, and them quantitative estimation which will allow substantially to improve quality of certification tests of polymers on toxicness of products of burning.

*Впервые поступила в редакцию 25.11.2009 г.
Рекомендована к печати на заседании
редакционной коллегии после рецензирования*