

## ГОРЕНИЕ И ПОЛИМЕРЫ

(На заседаниях 208 Конференции Американского химического общества)

© 1995 г. Г. Е. Занков

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук  
117334 Москва, ул. Косыгина, 4*

В период с 21 по 25 августа 1994 г. в Вашингтоне состоялась 208 Конференция Американского химического общества. Работа конференции проводилась параллельно в 17 секциях, каждая из которых была подразделена на 3 - 7 подсекций. В настоящей статье рассмотрена работа подсекции "Горение и полимеры" секции "Полимерные материалы: наука и практика".

Было проведено 5 заседаний, на которых заслушано 35 пленарных и секционных докладов. В заседаниях принимало участие 200 ученых из США, России, Израиля, Швеции, Китая, Тайваня, Японии, Южной Кореи и Англии, представлявших 50 научно-исследовательских центров мира.

Все доклады тематически были разделены на три части.

1. Новые достижения в области изучения горючести полимеров и полимерных материалов, включая композиционные материалы.

2. Методы испытания, методы моделирования и стандарты.

3. Продукты горения и их токсичность.

Специалисты в области физики и химии полимеров, проблем горения и взрыва, а также технологи, инженеры и даже юристы все чаще обращаются к проблеме горения полимеров в связи с расширением сферы применения полимерных и композиционных материалов и учащающимися случаями гибели людей и техники. Анализ авиакатастроф в США за последние годы показывает, что половина людей погибает немедленно при авиакатастрофе от ударов, еще четверть пассажиров умирает от ушибов в больницах и 25% людей гибнет от пожаров в самолетах (причем половина из них – от отравления продуктами горения: окисью углерода, цианистыми соединениями, диоксином и т.д.).

На заседаниях подсекции особое внимание было уделено проблемам поиска новых нетоксичных замедлителей горения полимерных материалов (антипиренов), которые бы не содержали брома, хлора, фосфора, сурьмы и тяжелых металлов. Это связано с дальнейшим ужесточением законов различных стран, направленных на защиту окружающей среды.

Следующее важное направление – это поиски бесцветных антипиренов, которые не действовали бы в антагонизме со стабилизаторами для полимеров, прежде всего с УФ-абсорберами и антиоксидантами. Создание новых синергических смесей химикатов-добавок для полимеров и композиционных материалов, понижающих горючесть и предохраняющих изделия от старения (деструкции) позволит уменьшить количество применяемых добавок. Эта задача важна также с точки зрения охраны окружающей среды.

Часть докладов была посвящена исследованию кинетики и механизма пиролиза, горения полимеров, образования кокса на поверхности горящего полимерного изделия, влияния масштабности на процесс горения изделий и поискам новых путей понижения горючести полимерных материалов.

Значительную часть заседаний организаторы конференции отвели проблемам горения и снижения горючести реальных полимерных изделий (прежде всего мебели и других вещей, используемых в повседневной жизни), а также пожарам на транспорте (авиация, железная дорога, морские суда, автомобили) и на производствах (прежде всего нефтехимических заводах).

Значительное число докладов было представлено сотрудниками Национального института стандартов и технологии США (г. Гейтесберг, штат Мэриленд). Сообщение Дж.В. Гилмана, Д.Л. Ван-дер-Харта и Т. Кашиваги из этого института касалось проблем термического распада поливинилового спирта и образования карбонизованного остатка, а выступление Т.Дж. Олемиллера (соавтор Т.Дж. Клири) касалось механизма распространения пламени и роли масштабного фактора в горючести полимерных изделий. Еще один доклад с участием Т. Кашиваги (соавторы Д.М. Кносс, Дж.Е. Мак Граф) касался проблем горючести и стабильности сополикарбонатов, содержащих гидролитически устойчивый сомономер фосфин оксид. Показано, что такого рода полимеры, возможно, будут представлять больший интерес в будущем для практики, так как они стабильны и обладают низкой горючестью. С большим вниманием было выслушано сообщение И.И. Вана, Т. Кашиваги и Дж.Е. Мак Графа

по синтезу, свойствам и поведению при горении сополимеров нейлона, содержащих триарилфосфин оксид. Эти новые полимеры обладают очень низкой горючестью. Последний доклад из этого института (авторы М.Р. Найден, Дж.Е. Браун и С.М. Ломакин) касался проблем термической стабильности и горючести ПММА и роли различных химикатов-добавок в понижении горючести этого полимера. Проблемам понижения горючести ПММА и поверхностной модификации полимерных изделий с целью повышения их огнестойкости были посвящены два выступления профессора Маркэтт-университета Чарльза Уилки (г. Милуоки, штат Висконсин, США).

Несколько обзорных докладов были представлены сотрудниками исследовательского института по полимерам при Бруклинском политехническом университете (Нью-Йорк). Особый интерес вызвал проблемный доклад директора этого института проф. Элая Пирса "Сшивание полимеров и образование карбонизованного слоя", а также проф. Менахема Левина (в соавторстве с М. Эндо из Токийского университета) "Вспенивающиеся системы для снижения горючести полимерных материалов". В последнем сообщении речь в основном шла о понижении горючести полиолефинов и, в частности, полипропилена. Доклад проф. Эдварда Д. Уайла и В. Жу из этого же института касался теоретических и практических вопросов применения меламин в качестве вещества, уменьшающего горючесть полимерных материалов. Живую дискуссию вызвало сообщение проф. У.Х. Стэрнса (колледж Уильяма и Мэри, г. Вильямсбург, Вирджиния, США), посвященное применению органических комплексов меди в качестве веществ, понижающих горючесть ПВХ.

Некоторую дискуссию вызвал доклад директора лаборатории полимерных материалов Пекинского технологического института проф. Дж.Дж. Уанга о применении различных методов исследования в процессах термической деструкции полимеров. Проведено сопоставление этих методов, показана связь между термической стабильностью и горючестью. Доклад сотрудника Института химической физики РАН (г. Москва) проф. Г.Г. Заикова (в соавторстве с С.М. Ломакиным) был посвящен созданию принципиально новых экологически чистых замедлителей горения полимерных материалов на основе химикатов-добавок, которые при пиролизе (и особенно при термоокислительной деструкции) образуют системы сопряженных двойных связей и формируют в конечном счете карбонизованный слой на поверхности горящего изделия.

Группа докладов касалась применения силиконов и полиорганосилоксанов при создании устойчивых к процессам горения полимерных композиционных материалов. Прекрасный доклад

проф. Гордона Нельсона был посвящен вопросам применения полиорганосилоксанов и силиконуретанов в создании новых материалов. Линейные силиконовые полимеры, их синтез и свойства были представлены в докладе Д.И. Сола и Т.М. Келлера (Исследовательская лаборатория в Вашингтоне, США). Характер синтетических работ носили также сообщения Т.М. Келлера о синтезе термостойких сополимеров на основе неорганических и органических мономеров (гибридные полимеры, полибензоксазолы, лестничные полимеры), Р.Л. Маркезича и Д.Дж. Ашбахера (фирма "Oxidant Chemical Corp." г. Гранд Айленд, штат Нью-Йорк) по синтезу и применению ряда хлорированных полимеров с пониженной горючестью и Е.С. Коуда и П.Дж. Расмуссена из Мичиганского университета (г. Энн Арбор, США) по синтезу, изучению свойств и применению новых азотсодержащих полимеров на основе 4,5-дицианоимидазола.

Доклад Р.Е. Лайона (Федеральный отдел авиационных материалов при правительстве США, г. Атлантик-сити, штат Нью-Джерси) был посвящен применению полимерных и композиционных материалов в авиационной и горючести этих материалов. Доклад был проиллюстрирован анализом большого числа авиакатастроф в военной и гражданской авиации и тем самым вызвал живой интерес. В докладе С.С. Израйля, С. Шаха и В. Дэйва (Массачусетский университет в г. Лоуэлл, штат Массачусетс, США) обсуждены масс-спектрометрические методы исследования процессов горения и термической деструкции, а в сообщении Д. Дэнина и М. Али (Массачусетский университет, г. Амерст, штат Массачусетс) – применение ароматических олигомерных фосфатов в качестве веществ, понижающих горючесть полимерных материалов.

Специальное заседание было посвящено тестированию и созданию новых методов исследования горючести полимеров и моделированию процессов горения. Особое внимание было уделено докладу Марсело Хиршлера (лаборатория техники безопасности, г. Кливленд, штат Огайо, США), посвященному роли факторов масштабности в процессах горения. О новых методах анализа горючести полимерных материалов, в частности с применением кон-калориметров, говорилось в сообщениях М. Кристи ("Dow Chemical Co.", штат Нью-Йорк), М.Л. Янссенса ("American Forest and Paper Association", г. Вашингтон) и М.А. Дитенбергепа ("USDA Forest Products Laboratories", г. Мэдисон, штат Висконсин). Б. Сундстрем (Шведский национальный институт тестирования и стандартов, г. Стокгольм) рассказал о стандартах и методах тестирования горючести полимерных материалов в Швеции и Европейском экономическом сообществе.

На специальном заседании, посвященном токсичности продуктов горения, их химическому анализу, испытаниям на животных, анализу несчастных случаев, было заслушано 8 докладов. Значительный интерес вызвало сообщение проф. М.Л. Харди (Исследовательская лаборатория военно-морского флота в Вашингтоне) о возможности применения бромсодержащих антипиренов в Европе и США с точки зрения охраны окружающей среды и их токсичности и доклад проф. Б.С. Левиной (Национальный институт стандартов и технологии, г. Гейтесберг, Мэрилэнд,

США) по токсичности продуктов горения полимеров. Различные проблемы токсичности обсуждены в сообщениях Д.Дж. Колдуэлла и К.Дж. Кульмана (университет штата Юта, г. Солт-Лейк-сити), Ф.В. Штимлера, А. Каминскиса, Т.М. Тезакрида, Р.Р. Стоттса, Т.С. Морины, Х.Х. Харта и Н.В. Алея (Исследовательский институт Армии США в г. Абердине, штат Мэрилэнд), М.А. Майорга, А.Дж. Янушкевича и Б.Е. Ленерта (НИИ Армии США, г. Абердин) и Дж. Ритчи и Дж. Росси ("Geo Orgs Inc.", штат Нью-Йорк).