

УДК 541.64:539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ АНТИПИРЕНОВ В УДАРОПРОЧНОМ МАТЕРИАЛЕ НА ОСНОВЕ СМЕСИ АБС-ПЛАСТИК-ПОЛИКАРБОНАТА

© 1993 г. А. В. Антонов, С. Н. Новиков

Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова

103064 Москва, ул. Обуха, 10

Поступила в редакцию 01.02.93 г.

Щелочные соли органических кислот, бром- и фосфорсодержащие соединения исследованы в качестве антипиренов для смеси АБС-пластик-поликарбонат. Установлено, что бромсодержащие антипириены наиболее эффективны, однако при их введении существенно понижается механическая прочность. Фосфорсодержащие антипириены менее эффективны, но композиции на их основе обладают лучшими ударопрочными свойствами. Щелочные соли органических кислот (эффективные антипириены для поликарбоната) теряют эффективность при введении АБС. Установлено, что в присутствии АБС температурный диапазон разложения поликарбоната смещается в область более низких температур. Показано, что количественный и качественный состав продуктов пиролиза полимерных композиций определяет их горючесть.

ВВЕДЕНИЕ

Поликарбонаты широко используют в электронике, приборостроении, автомобилестроении. Они обладают высокой термической стабильностью. Кроме того, горючесть ПК значительно ниже горючести полиолефинов и стирольных пластиков. Однако основной недостаток данного класса полимеров заключается в катастрофическом понижении ударной вязкости при отрицательных температурах [1]. Чтобы избежать этого недостатка, создаются полимерные материалы с повышенной ударной прочностью при низких температурах на основе ПК и АБС.

Введение АБС-пластика в ПК приводит к существенному повышению горючести такой полимерной смеси по сравнению с горючестью ПК, и, следовательно, для создания полимерных материалов на основе смеси ПК-АБС необходимо использовать антипириены. В связи с этим нами была исследована эффективность различных классов антипиренов в смеси АБС-ПК, а также влияние антипиренов на ударную вязкость полимерной композиции.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для приготовления композиций использовали пластики: АБС марки 2020 и поликарбонат марки дифлон, полученный поликонденсацией дифенилолпропана и фосгена. Кроме того, в работе использовали поликапроамид (ПА-6) и каучуки: фторкаучук на основе сополимера фтористого винилидена и гексафторпропилена марки СКФ-26, полидиметилсилоксановый (ПДМС) марки СКТ и ненасыщенный фенилсилоксановый каучук на

основе сополимера диметилсилоксана, метилфенилсилоксана и винилметилсилоксана, марки СКТФВ-803.

В работе использованы следующие антипириены: 2,4,6-дигидроксибензойная кислота (ДГБК) с $T_{\text{пл}} = 167^{\circ}\text{C}$, дикалиевая соль дифенилсульфондисульфокислоты (ДСДК) с $T_{\text{пл}} = 235^{\circ}\text{C}$, натриевая соль этилендиаминететрауксусной кислоты (Н-ЭДТА) с $T_{\text{разл}} = 258^{\circ}\text{C}$, декабромдифенилсилоксид (ДБДФО) с $T_{\text{пл}} = 300^{\circ}\text{C}$, трибромфенилизоцианат (ТБФЦ) с $T_{\text{пл}} = 171^{\circ}\text{C}$, тетрабромдифенилолпропан (ТБДП) с $T_{\text{пл}} = 180^{\circ}\text{C}$. Ортофосфат меламина (ОФМ) с $T_{\text{пл}} = 250^{\circ}\text{C}$ и ортофосфат гуанидина (ОФГ) с $T_{\text{пл}} = 267^{\circ}\text{C}$ синтезировали по методике [2], трикс-(полибром-2-нафтил)fosфит (ТБНФ) с содержанием брома 63.5% получали, как указано в работе [3]. Пирофосфат натрия (ПФН), трифенилфосфат (ТФФ), триоксид сурьмы и красный фосфор Р₄P₁₀ использовали квалификации ч.

Высокомолекулярные антипириены бромированный поли-1,4-фениленоксид (БПФО) с содержанием брома 63.5%, $\bar{M}_n = 5.9 \times 10^3$, бромированный полистирол (БПС) с $\bar{M}_n = 2.7 \times 10^5$ и содержанием брома 68%, а также бромсодержащий поли-бис-(фенокси)фосфазен (ПБФФ) с содержанием брома 62%, $\bar{M}_n = 1.3 \times 10^4$ получали по методикам [4, 5, 6] соответственно.

Смеси пластиков с антипиренами готовили на пластографе "Брабендер PLE-330" при 270°C в течение 15 мин с последующим прессованием при 15 МПа и 280°C . Кислородный индекс (КИ) изменили согласно (ASTM D2863). В качестве критерия физико-механических свойств стирольных пластиков смеси АБС: ПК = 30 : 70 были выбраны значе-

ния ударной вязкости (УВ) по Изоду (с надрезом), образцы размером $50 \times 13 \times 5$ мм.

Термическую деструкцию исследовали методом ТГА на дериватографе Q = 1000 при скорости нагревания 5 град/мин и массе образцов 0.1 г. При исследовании продуктов пиролиза термическое разложение проводили в вакууме при быстром нагревании (210 град/мин) до 550°C в течение 3 мин и массе образцов 1 г с последующим фракционированием продуктов деструкции в соответствии с их летучестью. К первой фракции относили нелетучий при температуре пиролиза остаток, ко второй – высококипящие продукты, летучие при 550°C и нелетучие при 80°C и пониженном давлении, и к третьей – низкокипящие соединения, летучие при 80°C и пониженном давлении. Идентификацию конденсируемых продуктов деструкции проводили методами газовой хроматографии (ГХ) (хроматограф "Цвет-102") и ИК спектроскопии (ИК спектрофотометр "Shimadzu Model-150").

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что наиболее эффективными антипиренами для ПК являются щелочные соли мономерных или полимерных органических кислот [7]. В связи с этим была исследована эффективность ряда антипиренов на основе солей органических кислот (дикалиевая соль дифенилсульфонсульфокислоты, натриевая соль диаминатетрауксусной кислоты, дигидроксибензойная кислота в сочетании с тетрабромдианом и пирофосфатом натрия) в смеси АБС–ПК. В табл. 1 приведены значения КИ полимерных материалов с антипиренами.

Как видно из табл. 1, при введении АБС в ПК эффективность исследованных антипиренов резко понижается. Кроме того, увеличение содержания антипиренов с 2 до 6% (образцы 9 и 10) в смеси АБС–ПК приводит к увеличению КИ лишь на 1 ед. Поэтому для понижения горючести смеси АБС–ПК необходимо использовать антипирены других классов.

Известно, что для уменьшения горючести стирольных пластиков используют бромсодержащие антипирены в сочетании с синергетической добавкой – Sb_2O_3 , механизм действия этих антипиренов был исследован нами ранее [8]. Кроме того, бромсодержащие антипирены способны существенно понизить горючость ПК [9]. В связи с этим в качестве антипиренов для смеси АБС–ПК были исследованы бромсодержащие антипирены.

На рис. 1 представлена зависимость КИ и УВ смеси АБС–ПК от массового содержания смеси ДБДФО и Sb_2O_3 (атомное отношение Br : Sb = 3 : 1). Введением ДБДФО в сочетании с Sb_2O_3 можно довольно существенно уменьшить горючость смеси АБС–ПК, однако, как видно из рис. 1, при наполнении 3% и выше ударная прочность

Таблица 1. Значения КИ полимерных материалов на основе АБС–ПК и ПК с антипиренами

Образец, №	Композиция	Содержание антипиренов, %	КИ
1	ПК	0	26.0
2	ПК + ДСДК	1	32.0
3	ПК + Н-ЭДТА	1	29.5
4	ПК + ДГБК + ТБДП	1+1	31.0
5	ПК + ДГБК + ТБДП + ПНФ	1+1+1	37.5
6	АБС–ПК	0	22.0
7	АБС–ПК + ДСДК	1	23.5
8	АБС–ПК + Н-ЭДТА	1	24.0
9	АБС–ПК + ДГБК + ТБДП	1+1	23.5
10	АБС–ПК + ДГБК + ТБДП	3+3	24.5
11	АБС–ПК + ДГБК + ТБДП + ПНФ	1+1+1	24.0

полимерного материала понижается более чем в 2 раза. Следовательно, чтобы получить материал с удовлетворительной ударной прочностью (выше 12 кДж/м²), в смесь АБС–ПК необходимо вводить не более 5% антипиренов.

В табл. 2 приведены значения КИ и УВ полимерных материалов на основе АБС–ПК с бромсодержащими антипиренами. Полученные данные (образцы 2 - 6) свидетельствуют о близкой эффективности исследованных антипиренов в смеси АБС–ПК, однако влияние антипиренов на ударную прочность различно.

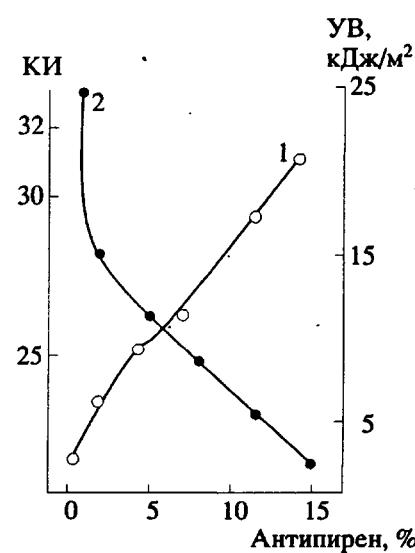


Рис. 1. Зависимость КИ (1) и УВ (2) смеси АБС–ПК от массового содержания смеси ДБДФО и Sb_2O_3 . Атомное отношение Br : Sb = 3 : 1.

Таблица 2. Значения КИ и УВ (для образцов с надрезом) полимерных материалов на основе АБС-ПК с бромсодержащими антипиренами

Образец, №	Антипирены	Содержание антипирена, %	КИ	УВ, кДж/м ²
1	-	0	22.0	25.0
2	ДБДФО + Sb ₂ O ₃	5	26.5	7.0
3	ТБДП + Sb ₂ O ₃	5	25.5	14.5
4	ТБФЦ + Sb ₂ O ₃	5	26.0	12.5
5	БПФО + Sb ₂ O ₃	5	26.0	15.0
6	БПС + Sb ₂ O ₃	5	26.0	10.5
7	(ДБДФО + Sb ₂ O ₃) + + Н-ЭДТА	4.9 + 0.1	27.0	6.5
8	ДБДФО + Н-ЭДТА	4.7 + 0.3	27.0	13.0
9	ДБДФО + Н-ЭДТА + + СКФ-26	4.7 + 0.3 + 2	26.5	8.0
10	(ДБДФО + Sb ₂ O ₃) + + СКФ-26	5 + 2	27.0	10.0
11	(ДБДФО + Sb ₂ O ₃) + + ДСДК	4.9 + 0.1	27.0	8.5
12	(ДБДФО + Sb ₂ O ₃) + + ДСДК + СКФ-26	4.9 + 0.1 + 2	27.0	10.5

Примечание. При использовании Sb₂O₃ атомное соотношение Br : Sb = 3.

Таблица 3. Значения КИ и УВ (для образцов с надрезом) полимерных материалов на основе АБС-ПК с фосфорсодержащими антипиренами

Образец, №	Антипирены	Содержание антипирена, %	КИ	УВ, кДж/м ²
1	P _{kp}	5	27.0	3
2	ОФМ	5	23.5	1
3	ОФГ	5	23.5	2
4	ТФФ	5	23.5	20
5	ТБНФ	5	25.0	22
6	ТБНФ	10	27.0	17
7	ПБФФ	5	25.5	18
8	ПБФФ	10	27.5	15
9	ТФФ + Н-ЭДТА	3.5 + 1.5	24.0	18
10	P _{kp} + СКТ	3 + 3	29.0	2
11	P _{kp} + СКТФВ	3 + 3	28.0	3
12	P _{kp} + Н-ЭДТА	3 + 3	24.5	21
13	P _{kp} + ПА-6	5 + 10	26.5	19

Было исследовано влияние добавок (фторкаучук, Н-ЭДТА, ДСДК) на горючность и ударную вязкость композиций АБС-ПК + ДБДФО в присутствии и в отсутствие Sb₂O₃ (образцы 7 - 12). Как видно из табл. 2, введение ДСДК и Н-ЭДТА к антипиренам ДБДФО + Sb₂O₃ практически не влияет на горючность и ударную прочность АБС-ПК. Введение каучука в полимерную смесь часто приводит к повышению ударной прочности композиций [10]. Однако введение термостойкого СКФ-26 в полимерную смесь АБС-ПК с антипиренами не способствует существенному увеличению ударной вязкости. Введение Н-ЭДТА в полимерную смесь на основе АБС-ПК + ДБДФО хотя и не приводит к понижению горючести, но полимерная композиция обладает удовлетворительной ударной прочностью.

Интересно отметить, что соотношение компонентов ДБДФО и Н-ЭДТА оказывает значительное влияние на их эффективность как антипиренов в смеси АБС-ПК. На рис. 2 представлена зависимость КИ смеси АБС-ПК от соотношения ДБДФО и Н-ЭДТА (общее содержание антипиренов 5%).

Известно, что галогенсодержащие производные триазина и гептазина являются весьма эффективными антипиренами для целого ряда полимеров [9]. Однако, как видно из табл. 2, эффективность антипирена ТБФЦ, в состав которого входят азот и бром, не выше других бромсодержащих антипиренов, хотя полимерный материал на основе ТБФЦ обладает достаточно высокой УВ.

Высокомолекулярные антипирены обладают рядом преимуществ по сравнению с низкомолекулярными антипиренами [9]. Эффективность высокомолекулярных антипиренов в смеси АБС-ПК лишь немного ниже эффективности низкомолекулярного ДБДФО, однако, по-видимому, из-за лучшей совместимости БПФО (взаимодействие между полиэфиром простым (БПФО) и полиэфиром сложным (ПК)) со смесью АБС-ПК значение УВ полимерного материала ПК-АБС + БПФО оказалось наиболее высоким в ряду всех исследованных полимерных смесей на основе бромсодержащих антипиренов.

Применение галогенсодержащих антипиренов является источником ряда проблем, таких как резкое возрастание дымообразования при горении полимеров, коррозия перерабатывающего оборудования, выделение высокотоксичных продуктов разложения и некоторых других. В связи с этим значительный интерес представляло исследование эффективности ряда фосфорсодержащих антипиренов в смеси АБС-ПК.

В табл. 3 приведены значения КИ и УВ полимерных материалов на основе АБС-ПК с фосфорсодержащими антипиренами. Как видно, фосфорсодержащие антипирены в смеси АБС-ПК менее эффективны, чем бромсодержащие.

Прежде всего это относится к антипиренам ОФМ, ОФГ и ТФФ. Кроме того, введение ОФМ и ОФГ приводит к потере ударопрочных свойств полимерного материала. Красный фосфор хотя и более эффективен по сравнению с другими фосфорсодержащими и не уступает по эффективности бромсодержащим, однако введение его одного или в сочетании с силиконовыми каучуками вызывает катастрофическое понижение прочности. Заслуживает внимания с точки зрения применения композиция на основе смеси АБС-ПК с Р_{kp} и ПА-б, которая обладает как пониженной горючестью, так и хорошей ударной прочностью.

Фосфорсодержащие антипирены, содержащие кроме фосфора и бром, также менее эффективны, чем бромсодержащие антипирены, однако при их введении механические свойства полимерных материалов понижаются в значительно меньшей степени, чем при введении бромсодержащих, что позволяет вводить большее количество антипирена с сохранением высоких значений УВ. Как следует из табл. 3, значения КИ и УВ полимерных композиций на основе АБС-ПК, включающие 10% бромсодержащего поли-бис-(фенокси)фосфазена или ПБНФ, выше, чем те же показатели, достигаемые при использовании бромсодержащих антипиренов (табл. 2).

Для выяснения механизма действия антипиренов в АБС-ПК методом ТГА исследовали взаимное влияние АБС, ПК и антипиренов при термической деструкции композиций. На рис. 3 представлены кривые ТГА АБС, ПК и смеси АБС : ПК = 70 : 30 и ПК + ДСДК (1%).

Известно, что высокая эффективность щелочных солей органических кислот основана на том, что эти добавки ускоряют термическую деструкцию ПК, что приводит к увеличению количества кокса и выделению CO₂ при более низких температурах [7] (рис. 3, кривые 1 и 4). Как видно из рис. 3, при введении АБС в ПК температурный диапазон разложения ПК смещается в область более низких температур. При исследовании термической деструкции полимерных композиций АБС-ПК с антипиренами было установлено, что как фосфор, так и бромсодержащие антипирены практически не влияют на температурный интервал разложения смеси полимеров: разница в температурах разложения АБС-ПК и АБС-ПК + антипирен не превышает 7°C. Кроме того, количество нелетучего остатка, образовавшегося при термической деструкции при 550°C, при введении бром- и фосфорсодержащих антипиренов несколько увеличивается (с 3% (для смеси АБС-ПК) до 7 и 10% соответственно). Добавки на основе органических кислот (табл. 1) не оказывают никакого влияния на разложение АБС-ПК, т.е. кривые АБС-ПК и АБС-ПК + ДСДК совпадают. Разложение смеси полимеров происходит в области более низких температур по сравнению с ПК,

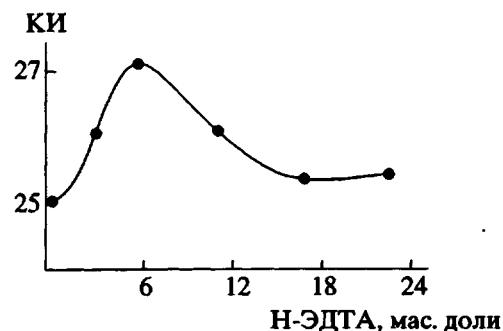


Рис. 2. Зависимость КИ смеси АБС-ПК от соотношения ДБДФО и Н-ЭДТА. Общее содержание антипиренов 5%.

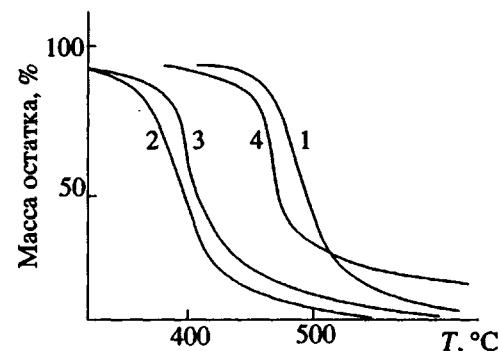


Рис. 3. Термогравиметрические кривые ПК (1), АБС (2), АБС-ПК (3) и ПК + 1% ДСДК (4).

поэтому ДСДК не является эффективным антипиреном для композиций на основе АБС-ПК.

Для более детального изучения механизма действия антипиренов в АБС-ПК исследовали количественный и качественный состав продуктов термической деструкции ПК, АБС, АБС-ПК, а также композиций полимеров и полимерной смеси с антипиренами.

В табл. 4 приведен количественный и качественный состав продуктов пиролиза смесей на основе ПК и АБС-ПК с антипиренами. Как видно, антипирены практически не изменяют величину нелетучего остатка, образующегося при деструкции смеси АБС-ПК; в их присутствии изменяется соотношение между высококипящими и легокипящими продуктами разложения. Однако изменение этого соотношения не будет существенно влиять на различие в горючести полимерных композиций. Значительное влияние на значения КИ полимерных смесей, вероятно, должна оказывать способность антипиренов увеличивать долю кокса (нерасторимого остатка), образующегося в ходе термодеструкции полимерной смеси.

Введение ДСДК в ПК приводит к существенному увеличению количества кокса (данные хорошо согласуются с данными ТГА), что является

основной причиной резкого увеличения кислородного индекса ПК. Строение антипирина оказывает влияние на выход кокса, образующегося при разложении смеси АБС-ПК. Как видно из табл. 4, в наибольшей степени интенсифицирует процесс коксообразования фосфорсодержащий антипирен P_{kp} ; в присутствии ДБДФО и ДСДК выход нерастворимого остатка практически не изменяется; ТБНФ (в составе которого есть бром и фосфор) занимает промежуточное положение. Хотя ДБДФО и P_{kp} по-разному влияют на выход кокса в ходе термодеструкции ПК-АБС, их эффективность как антипиренов одинакова, поскольку при разложении бромсодержащих антипиренов образуются HBr и $SbBr_3$ (в присутствии Sb_2O_3) — соединения, являющиеся эффективными газофазными ингибиторами горения [9]. Следовательно, механизм действия бромсодержащих и фосфорсодержащих антипиренов различен.

Методами ИК спектроскопии и ГПХ исследовали высококипящие и легокипящие продукты разложения соответственно. Установлено, что при пиролизе ПК основными летучими продуктами являются крезолы (50%), CO_2 (30%) и фенол (12%), что хорошо согласуется с литературными данными [7], а при термодеструкции АБС — стирол (72%), толуол (23%), акрилонитрил (3.5%). Если количественный состав летучих продуктов пиролиза смеси АБС-ПК практически совпадает с аддитивным составом продуктов термодеструк-

ции ПК и АБС, то в качественном составе наблюдаются существенные изменения. Основными летучими продуктами пиролиза являются толуол (60%), крезол (20%), бензол (11%), фенол (7%), акрилонитрил (6%), CO_2 (5%). При пиролизе АБС в присутствии ПК существенно увеличивается выход толуола и акрилонитрила, практически не образуется стирола (менее 0.5%). Установлено, что антипирины не влияют на качественный состав легколетучих продуктов пиролиза ПК и АБС-ПК.

Известно, что термодеструкция ПК проходит по двум основным направлениям — изомеризация (основными высококипящими продуктами этого процесса являются линейные простые олигоэфиры с концевыми гидроксильными группами) и внутримолекулярная перегруппировка (этот процесс приводит к образованию циклоолигокарбонатов [7]). Ранее в работе [7] было установлено, что при введении щелочных солей органических кислот в ПК изменяется механизм деструкции полимера. Указанный антипирен вызывает перегруппировку Фриса (которая заключается в миграции кислородных атомов в *ортоположение* ядра) при разложении ПК, что приводит к образованию сшитых структур. Кроме того, добавка подавляет процесс внутримолекулярной перегруппировки. Основными высококипящими продуктами термодеструкции АБС являются олигомеры стирола и акрилонитрила.

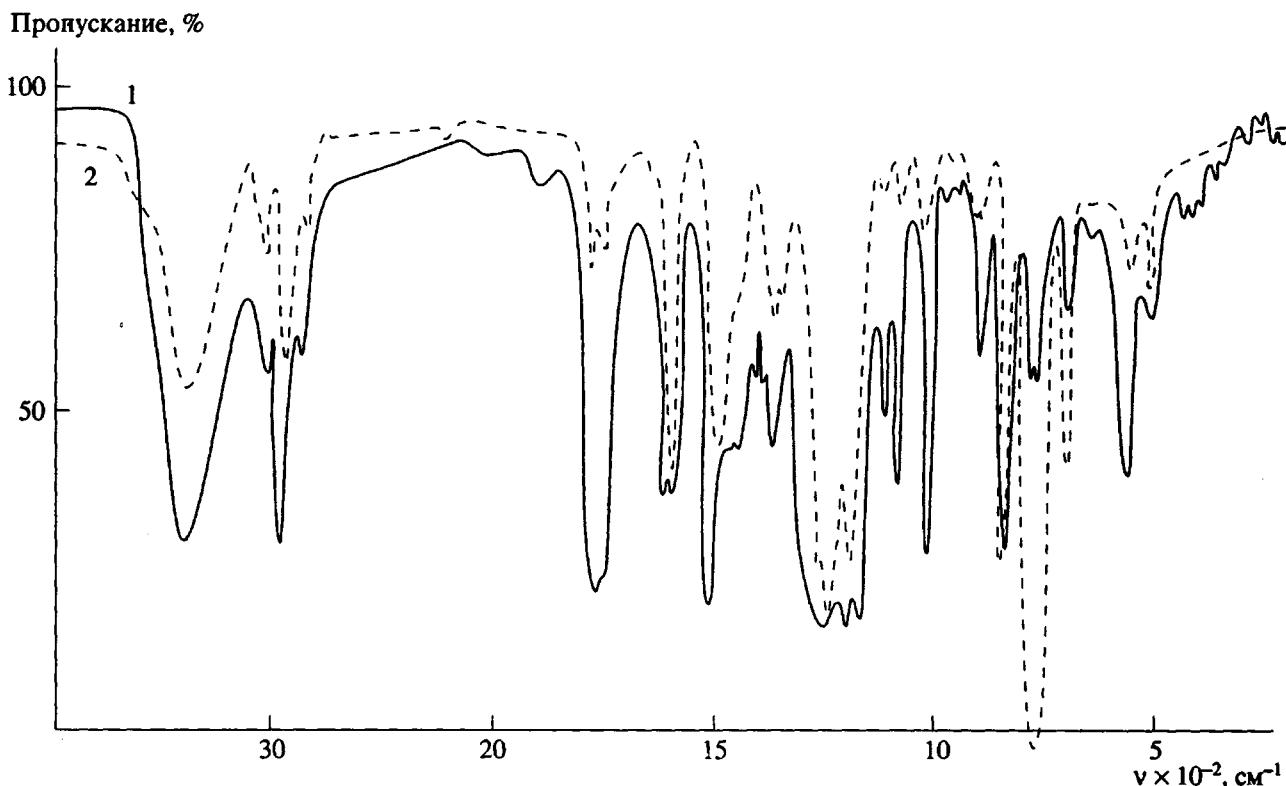


Рис. 4. ИК спектр высококипящих продуктов разложения ПК (1) и смеси ПК-АБС (2).

На рис. 4 представлен ИК спектр высококипящих продуктов разложения ПК и смеси ПК-АБС. Судя по данным ИК спектроскопии, продукты разложения АБС-ПК состоят главным образом из смеси продуктов пиролиза ПК и АБС. Существенным является то, что по сравнению со спектрами продуктов разложения ПК и АБС в спектре продуктов пиролиза АБС-ПК во много раз возрастает интенсивность полосы поглощения при 735 см^{-1} , полоса характерная для колебания *ортого*-замещенного бензольного кольца [11]. Появление *ортого*-замещенных соединений в составе продуктов разложения свидетельствует о том, что радикалы, образующиеся при термодеструкции АБС, вызывают перегруппировку Фриса макромолекул ПК. Аналогичное изменение интенсивности полосы при 738 см^{-1} наблюдается при сравнении ИК спектров продуктов пиролиза ПК и ПК + ДСДК.

Необходимо отметить, что полученные ИК спектры высококипящих продуктов пиролиза АБС-ПК, содержащие антипирены, практически не отличаются друг от друга и от спектров продуктов термодеструкции поликарбоната. Единственное отличие состоит в присутствии полосы 2120 см^{-1} (колебание групп C=N [11], связанное с наличием продуктов разложения АБС-пластика). Вероятно, при термодеструкции смесей АБС-ПК с антипиренами в конденсированной фазе происходит взаимодействие между продуктами разложения АБС и антипирена, хотя безусловно взаимодействие с продуктами разложения ПК также имеет место (данные ТГА).

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о

Таблица 4. Фракционный состав продуктов пиролиза смесей ПК и АБС-ПК с антипиренами

Образец, №	Полимер-ная матрица	Антипирен*, %	Нелету-чий** остаток, %	Высококипящие продукты, %	Низкокипящие продукты, %
1	ПК	—	68 (25)	25	7
2	»	ДСДК	70 (53)	22	8
3	АБС	—	28 (3)	37	35
4	АБС-ПК	—	59 (12)	23	18
5	»	ДСДК	61 (10)	11	28
6	»	ДБДФО	55 (12)	32	13
7	»	P _{kp}	62 (40)	10	28
8	»	ТБНФ	60 (22)	19	21

* Содержание антипиренов: ДСДК – 1%, во всех остальных случаях 5%.

** В скобках указано количество нерастворимого остатка (кокса).

том, что механизм действия фосфорсодержащих антипиренов в смеси АБС-ПК основан на ингибировании процессов, проходящих в конденсированной фазе, а бромсодержащих антипиренов – в основном в ингибировании газофазных процессов. Эффективность щелочных солей органических кислот как антипиренов резко понижается при изменении полимерной матрицы от ПК к АБС-ПК, что связано с изменением температурного интервала разложения ПК в присутствии АБС. Изменение температурного интервала разложения приводит к тому, что указанные добавки практически не влияют на состав продуктов пиролиза ПК, и механизм их действия как антипиренов в ПК [7] не проявляется. Бромсодержащие антипирены довольно эффективны для снижения горючести АБС-ПК, однако при их введении существенно уменьшается механическая прочность. Фосфорсодержащие антипирены хотя и менее эффективны, но понижают ударные свойства АБС-ПК в значительно меньшей степени. Кроме того, на наш взгляд, существует много возможностей повысить эффективность фосфорсодержащих антипиренов, сочетая их с другими добавками, что позволит создать перспективный ударопрочный материал с пониженной горючестью на основе АБС-ПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Müller P.-R. // Plastverarbeiter. 1990. B. 41. No. 6. S. 32, 36, 37.
2. Вольфович С.И., Зуссер Е.Е., Ремен Р.Е. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1946. № 6. С. 571.
3. Табацкая А.А., Власов В.М. // Полимерные материалы с пониженной горючестью. Сб. тр. VI Все-союз. конф. Сузdal', 1988. С. 159.
4. Гитина Р.М., Оксентьевич Л.А., Кузнецова А.А., Данилина Л.И., Изюмников А.Л., Рогожкина Е.Д., Богачев Ю.С., Копылов В.В., Новиков С.Н., Праведников А.Н. // Высокомолек. соед. А. 1984. Т. 26. № 5. С. 1060.
5. Антонов А.В., Гитина Р.М., Рогожкина Е.Д., Изюмников А.Л., Журавлева И.Л., Богачев Ю.С., Новиков С.Н. // Высокомолек. соед. А. 1990. Т. 32. № 4. С. 860.
6. Inorganic and Organometallic Polymers / Ed. by Zeldin B., Wynne K., Allcock H.R. // Am. Chem. Soc., Symp. Ser. 360. Washington P. C., 1988. P. 466.
7. Ballistreri A., Montaudo G., Scamporrino E. // J. Polym. Sci., Polym. Chem. 1988. V. 26. No. 5. P. 2113.
8. Антонов А.В., Гитина Р.М., Новиков С.Н. // Высокомолек. соед. А. 1990. Т. 32. № 9. С. 1895.
9. Полимерные материалы пониженной горючести / Под ред. Праведникова А.Н. М.: Химия, 1986. С. 222.
10. Полимерные смеси / Под ред. Пола Д., Ньюмена С. М.: Мир, 1981. Т. 2. С. 453.
11. Наканиси К.М. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М.: Мир, 1965. С. 216.

Study of the Mechanism of Fire Retardants Action in High-Impact-Resistant ABS-Polycarbonate Blend

A. V. Antonov and S. N. Novikov

Karpov Institute of Physical Chemistry, ul. Obukha, 10, Moscow, 103064 Russia

Abstract – Alkali metal salts of organic acids, bromine- and phosphorus-containing compounds were examined as fire retardant agents for an ABS-polycarbonate blend. Bromine-containing fire retardants were found to be more effective; however, they significantly decreased the impact resistance. Phosphorus-containing fire retardants are less effective but the resultant blends had better mechanical properties. Alkali metal salts of organic acids, effective fire retardants for polycarbonate, were ineffective in the ABS-containing blend. The temperature range of polycarbonate decomposition shifted to lower temperatures when ABS was present. The flammability of the polymer compositions was shown to be related to the qualitative and quantitative composition of the pyrolysis products.