ISSN 3060-4567

КАКОВ МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИФОСФАТА АММОНИЯ

Назаров Фарход Собирович

Старший преподаватель Каршинского государственного технического университета

Аннотация: *В статье рассматриваются особенности и механизм действия одного из наиболее широко используемых антипиренов — полифосфата аммония (ПФА). Описаны его физико-химические свойства, термическое поведение, а также процессы, происходящие при термическом воздействии на полимерные материалы с добавлением ПФА. Показано, каким образом он способствует формированию защитного углеродистого слоя и препятствует распространению пламени. Проведён анализ современных направлений применения ПФА в огнезащитных системах, в том числе в составе интенсифицированных многокомпонентных композиций.*

Ключевые слова: *полифосфат аммония, антипирены, огнезащита, механизм действия, термодеструкция, углеродистый слой.*

Введение. С каждым годом растёт внимание к вопросам пожарной безопасности, особенно в строительной, транспортной и электротехнической отраслях. В этой связи широкое применение находят антипирены — вещества, снижающие горючесть материалов. Среди них особое место занимает полифосфат аммония (ПФА) — эффективный, нетоксичный, термостойкий и экологически безопасный антипирен, используемый как самостоятельно, так и в составе комплексных антипиреновых систем. Понимание механизма его действия имеет ключевое значение для создания новых композиций с улучшенными характеристиками.

Структура и свойства полифосфата аммония. Полифосфат аммония представляет собой неорганическое полимерное соединение, состоящее из цепей фосфатных звеньев [–(PO_3^-)–], связанных посредством кислородных мостиков, и ионов аммония NH_4^+. Существует две основные формы ПФА: линейная

ISSN 3060-4567

(плохорастворимая) и циклическая (растворимая в воде). В огнезащитных составах используется преимущественно линейная форма (APP — Ammonium Polyphosphate), обладающая высокой термической стабильностью (разложение начинается при ~280–300 °C).

ПФА является источником кислотообразующих веществ (фосфорной кислоты и её производных) при нагревании, что обусловливает его антипиреновые свойства. Он не испаряется при нагревании, а подвергается конденсационной поликонденсации, приводящей к образованию устойчивых углеродистых слоёв.

Механизм огнезащитного действия. Механизм действия полифосфата аммония основан на физико-химических процессах, происходящих при нагревании и воздействии открытого пламени. Этот механизм можно условно разделить на несколько этапов:

Термическое разложение. При температуре выше 280 °C ПФА разлагается с образованием фосфорной кислоты (H_3PO_4), которая в дальнейшем превращается в метафосфорную кислоту $(HPO_3)n$. Эти кислоты играют ключевую роль в последующих химических реакциях.

Каталитическое обезвоживание полимеров. Образовавшиеся кислоты вступают в реакции с гидроксильными группами органических веществ (целлюлозы, синтетических полимеров), вызывая обезвоживание и карбонизацию. Этот процесс приводит к образованию защитного углеродистого слоя (char layer), который препятствует поступлению кислорода и тепла к основе материала.

Барьерная функция. Углеродистый слой, образующийся на поверхности материала, выполняет барьерную функцию:

- снижает теплопередачу к внутренним слоям;
- предотвращает выделение летучих горючих продуктов;
- защищает от доступа кислорода, ограничивая окисление.

ISSN 3060-4567

Ингибирование пламени. Помимо физической защиты, фосфорсодержащие соединения ингибируют радикальные реакции горения в газовой фазе, снижая интенсивность распространения пламени.

Применение и синергизм. ПФА широко используется в составе интумесцентных (вспучивающихся) покрытий, особенно для защиты древесины, кабелей, пластиков и строительных конструкций. В таких системах он часто сочетается с:

- углеродистыми источниками (пентаэритрит, декстрин);
- газообразующими агентами (мочевина, меламин);
- синергистами (цинковые и боратные соединения), усиливающими барьерный эффект.

Применение ПФА в таких многокомпонентных системах позволяет достичь класса огнестойкости КМ1 или выше, что делает его незаменимым компонентом для высокоэффективных огнезащитных материалов.

Заключение. Полифосфат аммония является одним из наиболее универсальных и эффективных антипиренов благодаря своей способности образовывать кислотообразующие соединения, инициирующие карбонизацию полимеров и формирование защитного углеродного слоя. Его механизм действия основан как на физико-химических реакциях в конденсированной фазе, так и на ингибировании радикальных процессов в газовой фазе. Благодаря своей доступности, экологической безопасности и высокой эффективности ПФА получил широкое распространение в различных областях — от бытовых материалов до промышленного и строительного сектора. Дальнейшие исследования в области создания новых композиций с использованием ПФА и синергистов открывают возможности для создания более надёжных и экологически чистых огнезащитных материалов.

Литература:

1. Вейл Э., Левчик С. Антипирены для пластмасс и текстиля. Практическое применение. Мюнхен: Изд-во Хансер, 2009. 2. Гликштерн М. В. Антипирены // Полимерные материалы. 2003. № 3. С. 22–23; № 4. С. 15–18.