



Various Components With The Properties To Reduce The Flammability Of Polymer Materials

Khozhakulov Zhurabek Ergashovich

Fellow student at TSTU

Abstract: This scientific article is devoted to the study of various components that have the properties of reducing the flammability of polymer materials. The work analyzes existing methods for reducing the flammability of polymers and proposes new approaches to the use of components that help improve the fire safety of materials. The research represents an important contribution to the field of materials safety and can be used in the development of new fire-resistant polymer materials.

Key words: components, polymer material, products, flammability, properties fire hazard.

Различные Компоненты, Обладающие Свойствами Понижать Горючесть Полимерных Материалов

Хожакулов Журабек Эргашович

соситкатель ТГТУ

Аннотация: данная научная статья посвящена изучению различных компонентов, обладающих свойствами понижать горючесть полимерных материалов. В работе проведен анализ существующих методов снижения горючести полимеров и предложены новые подходы к использованию компонентов, способствующих улучшению пожаробезопасности материалов. Исследование представляет собой важный вклад в область безопасности материалов и может быть использовано в разработке новых пожаробезопасных полимерных материалов.

Ключевые слова: компоненты, полимерный материал, изделия, горючесть свойства, пожароопасность.

Аннотация: ушбу илмий мақола полимер материалларнинг ёнувчанлигини камайтириш хусусиятларига эга турли хил компонентларни ўрганишга бағишланган. Полимерларнинг ёнувчанлигини камайтиришнинг мавжуд усуллари таҳлил қилинган ва материалларнинг ёнғин хавфсизлигини яхшилашга ҳисса қўшадиган компонентлардан фойдаланишга янги ёндашувлар таклиф қилинган. Тадқиқот материаллар хавфсизлиги соҳасига муҳим ҳисса қўшади ва оловбардошянги полимер материалларни ишлаб чиқишда фойдаланиш мумкин.

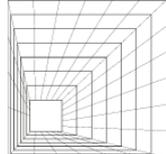
Калит сўзлар: компонентлар, полимер материаллар, маҳсулотлар, ёнувчанлик, хусусиятлар, ёнғин хавфи.

Ежегодно пожары наносят экономике страны ущерб в сотни миллионов рублей. При сгорании полимерных материалов выделяется большое количество токсичных газов, пагубно действующих на человека и окружающую среду. Гибель людей при пожаре в половине случаев определяется именно отравлением токсичными продуктами горения полимеров.

Прогресс создания в промышленном производстве полимеров имеет негативную сторону, обусловленную высокой горючестью большинства выпускаемых полимеров, в результате чего при их внедрении повышается общая пожароопасность.

Пожарная опасность полимерных материалов и изделий из них определяется в технике следующими характеристиками [1]:

а) горючестью, то есть способностью материала загораться, поддерживать и



распространять процесс горения. Горючесть включает в себя следующие величины:

- б) температуру воспламенения или самовоспламенения;
 - в) скорости выгорания и распространения пламени по поверхности;
 - г) предельные параметры, характеризующие условия, при которых возможен самоподдерживающийся процесс горения, например, состав атмосферы (кислородный индекс) или температура (температурный индекс).
- дымовыделением при горении и воздействии пламени;
 - токсичностью продуктов горения и пиролиза - разложения вещества под действием высоких температур;
 - огнестойкостью конструкции, то есть способностью сохранять физико-механические (прочность, жесткость) и функциональные свойства изделия при воздействии пламени.

Следует отметить, что перечисленные выше характеристики пожарной опасности и горючести часто являются противоречивыми и улучшение одного из свойств может сопровождаться ухудшением других.

Введение добавок, веществ, снижающих пожарную опасность полимерных материалов, обычно приводит к некоторому ухудшению физико-механических, диэлектрических и других эксплуатационных и технологических свойств, а также повышению стоимости материала. Поэтому снижение пожарной опасности полимерных материалов является задачей по оптимизации комплекса характеристик создаваемого материала[3].

Рассмотрим основные вещества, применяемые для снижения горючести полимеров и полимерных композитов.

Горение полимеров и полимерных материалов

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс (схема 1), включающий как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе (а также, химические реакции превращения и окисления газовых продуктов), так и физические процессы интенсивных тепло - и массопередачи. Реакции в конденсированной фазе фактически приводят к двум основным типам продуктов[2]:

- а) газообразным веществам (горючим и негорючим);
- б) твердым продуктам (углеродсодержащим и минеральным).

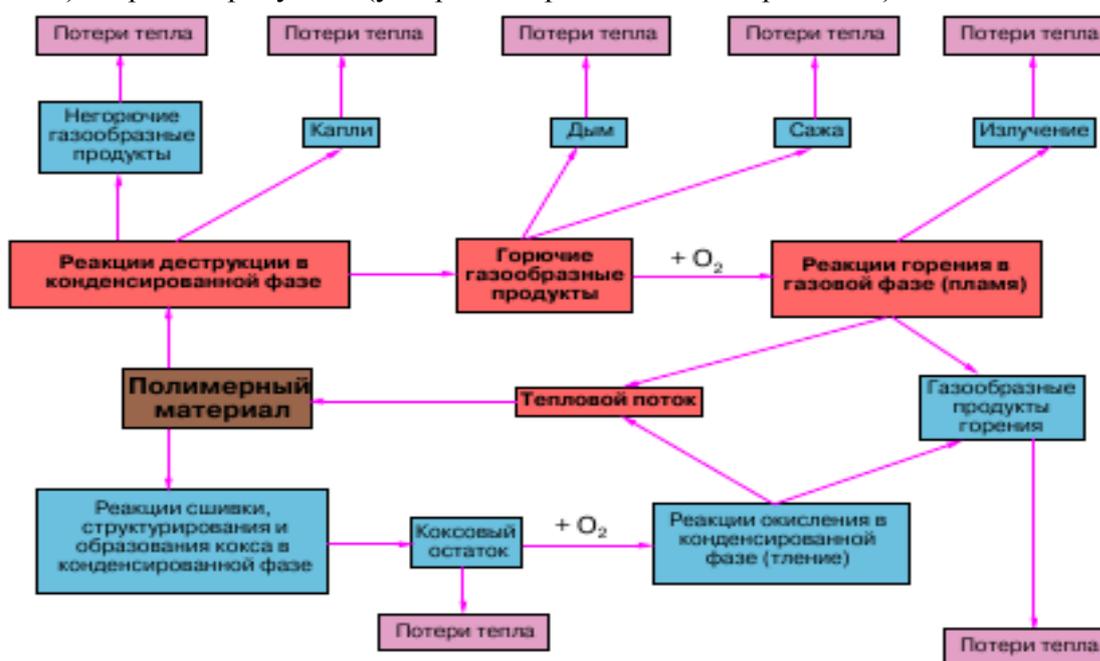


Схема 1. Схема горения полимерных материалов.

При протекании реакции в газовой фазе в предпламенной области образуются топливо для пламени, сажа и пр.



Специфической особенностью химии пламен, является наличие сложного пространственного распределения температуры и концентраций исходных и промежуточных веществ и продуктов, а также для большинства полимеров (тем более для полимерных материалов) - наличие огромного числа разнообразных продуктов деструкции как в конденсированной, так и в газовой, предпламенной области. Все это чрезвычайно затрудняет экспериментальные исследования и создание строгих количественных теорий процессов горения полимеров, которые бы учитывали все химические и другие особенности конкретных систем[5].

Для горения большинства полимерных материалов характерны некоторые общие качественные закономерности.

Процессы горения полимеров делятся на обычное газовое и гетерогенное горение, или тление. В первом случае большая часть тепла, ответственного за поддержание самостоятельного химического превращения, выделяется в газовой фазе при окислении газообразных продуктов деструкции полимера. При этом область максимальной скорости выделения тепла (газовое пламя) обычно отстоит от поверхности на расстояние порядка миллиметров и более в зависимости от конкретных условий горения[4].

Поверхность полимера в таком случае оказывается значительно холоднее области газового пламени. Температуры поверхности составляют 400 - 650°C, а максимальные температуры в газовой фазе достигают 1100 - 1200°C и более. При тлении же все тепло выделяется, главным образом, в поверхностном слое конденсированной фазы, где и наблюдаются максимальные температуры (800 - 900°C).

При горении органических полимерных материалов окислителем является кислород воздуха, а горючим - водород и углеродсодержащие газообразные продукты деструкции полимера, которые в результате окисления превращаются в воду и углекислый газ или - при неполном окислении - в угарный газ (CO). Потоки горючего и окислителя в этом случае пространственно разделены, и химическая реакция их взаимодействия обычно лимитируется подачей реагентов к пламени диффузией или конвекцией[6].

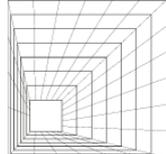
Газовое пламя носит тепловой характер, то есть его существование определяется наличием достаточно большого теплового эффекта при сгорании продуктов деструкции полимера и сильной температурной зависимостью скорости реакции окисления (большого значения эффективной энергии активации).

При горении полимеров наблюдаются критические явления, характерные вообще для процессов горения. Снижение температуры пламени по тем или иным причинам приводит к скачкообразному переходу от одного режима окисления - горения - к другому - очень медленному окислению. Эти режимы различаются между собой по скоростям на многие порядки. Поэтому можно говорить о существовании критических условий, определяющих границы возможного горения данного материала.

Следует отметить, что эти условия зависят от геометрии образцов и пламени, температуры полимера и газовой среды и не являются абсолютными характеристиками данного материала.

Одним из наиболее характерных примеров практического использования критических явлений при горении полимеров является экспериментальный метод оценки их горючести, впервые предложенный английским ученым Мартином. Образец в форме длинных брусков или цилиндров диаметром около 10мм помещают в вертикальную трубу, в которую снизу подают кислород и азот в различном соотношении.

Образец поджигают сверху специальной газовой горелкой, после чего горелку убирают, и образец либо продолжает самостоятельно гореть, сгорая практически до конца, либо быстро затухает. Такие опыты проводят при различном составе газовой атмосферы, то есть различном соотношении кислорода и азота. Критическая концентрация кислорода в смеси (в об. %), выше которой самостоятельное горение возможно, а ниже нет, называется кислородным индексом (КИ) и характеризует горючесть данного материала[7].



Физическая суть метода заключается в том, что при уменьшении концентрации кислорода растёт расход тепла на нагрев инертного газа - азота, уменьшается, температура пламени и достигаются критические условия горения. В настоящее время этот метод широко используется экспериментаторами во всем мире.

Анализ процесса горения, приведенный на схеме 1, позволяет понять и возможные пути снижения горючести полимерного материала.

В большинстве случаев невозможно добиться того, чтобы органический полимер стал абсолютно негорючим материалом и не сгорал в интенсивном огне (пожаре). Однако большинство пожаров возникает от малокалорийных источников тепла и огня - сигарет, спичек, свечей, короткого замыкания. Поэтому очень важно понизить горючесть полимера, чтобы он медленнее загорался, медленнее распространялось пламя, а для загорания требовались бы более жесткие условия (более высокие значения температур, потока энергии и т.д.).

Методы снижения горючести полимерных материалов

Введение замедлителей горения или их смесей зависит не только от свойств материала и замедлителя горения, но и технологии получения материалов, условий введения замедлителей горения в материал, последующей переработки материала в изделия.

Все методы снижения горючести основаны на следующих принципах[9]:

- 1) изменение теплового баланса пламени за счет увеличения различного рода теплопотерь;
- 2) снижение потока тепла от пламени на полимер за счет создания защитных слоев, например, из образующегося кокса;
 -) уменьшение скорости газификации полимера;
 -) изменение соотношения горючих и негорючих продуктов разложения материала в пользу негорючих.

Наиболее простой способ изменения теплового баланса, увеличения потерь тепла - приклеивание полимера к поверхности теплопроводящего, например, металлического, изделия. Если само изделие достаточно массивно, а толщина полимера не слишком велика, то горючесть конструкции может быть значительно, ниже, чем самого полимера. Чем тоньше слой полимера, тем больше потери тепла через полимер в подложку и тем в более жестких условиях может происходить самостоятельное горение.

Введение в полимер инертных наполнителей - еще один из способов снижения горючести полимерного материала. Под инертными наполнителями понимают такие, которые не оказывают существенного влияния на состав и количество продуктов пиролиза полимеров в газовой фазе и величину коксового остатка в условиях горения. Их можно разделить на две группы[8]:

-минеральные наполнители, устойчивые до температуры 1000°C - оксиды металлов, фториды кальция и лития, силикаты, технический углерод, неорганическое стекло, порошкообразные металлы и т.п.;

-вещества, разлагающиеся при температурах ниже 400 - 500°C с поглощением тепла и обычно с выделением углекислого газа и/или паров воды, аммиака - гидроксиды, карбонаты, гидрокарбонаты металлов, аммонийфосфаты и т.д.

Другой способ увеличения потерь тепла и снижения температуры пламени - увеличение инфракрасного излучения. Если в наиболее горячей области пламени не содержится твердых частиц, то вблизи предела горения ($T_{пл} = 1000 - 1100^\circ\text{C}$) потери на излучение ничтожны.

Однако при введении некоторых соединений в полимер, например, бромсодержащих и фосфорсодержащих соединений, трехокси сурьмы вместе с галоидуглеводородами, светимость пламени значительно возрастает за счет образования сажи и появления других твердых частиц. Интересно, что при этом возрастает поток излучения от пламени и на полимер. Поэтому, хотя пределы горения смещаются в сторону повышения кислородного



индекса, скорости горения выше предела увеличиваются при введении таких соединений.

Другими словами, эти соединения, с одной стороны, ингибируют горение (сдвигают пределы горения), а с другой, - могут промотировать его, увеличивая скорость выгорания, или распространения пламени по поверхности полимера.

Скорость химической реакции окисления в газовой фазе может быть уменьшена и путем химического ингибирования.

Такой способ особенно эффективен при достаточно большой доле цепного процесса в реакциях газового пламени. К сожалению, для большинства процессов горения полимеров, по-видимому, вклад цепного процесса (или длина кинетической цепи) невелик, хотя экспериментальных данных явно недостаточно.

Еще один из способов снижения горючести полимерных материалов - воздействие на направление деструкции полимера в сторону увеличения количества кокса.

Не нужно думать, что весь эффект при образовании кокса сводится лишь к снижению выхода топлива. Образование коксовой шапки на поверхности полимера между пламенем и пиролизующимся материалом экранирует последний от теплового потока, изменяет тепловой баланс в сторону увеличения теплопотерь, например, теплопотерь излучением от поверхности кокса, которая оказывается нагретой до значительно больших температур, чем поверхность полимера, или конвективных теплопотерь и т.д.

Следовательно, образование кокса в конденсированной фазе - важный процесс, существенно влияющий на механизм горения. Для многих углеводородных полимеров известна тенденция: чем больше кокса остается при их пиролизе, тем они менее горючи.

Идея защиты материала от огня путем образования на его поверхности коксовой "шапки" была доведена до логического конца, когда стали разрабатываться и применяться так называемые вспучивающиеся покрытия. Эти покрытия при воздействии огня образуют пористый пенокок, увеличивая свою толщину в десятки раз. Образующийся кокс имеет низкую теплопроводность, и какое-то время защищает основной материал или конструкцию от теплового потока. Вспучивающиеся покрытия представляют собой сложные композиции, состоящие из полимерного связующего и целого ряда добавок для обеспечения вспенивания, необходимой вязкости и быстрой карбонизации при нагреве [2, 3].

В последние годы интенсивное развитие получило введение антипиреновых добавок в полимерные композиции в виде микрокапсул. Оболочка капсулы изготовлена из полимера, например, из желатина, поливинилового спирта, размеры ее составляют десятки или сотни микрон. Антипирены, используемые для этих целей, можно разделить на две группы: высококипящие, температура кипения которых выше температуры вскрытия микрокапсул, и низкокипящие, температура кипения которых значительно ниже температуры вскрытия микрокапсул.

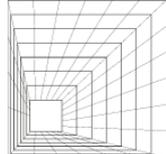
К первой группе относятся, например, трихлорэтилфосфат и трисдибромпропилфосфат.

Механизм действия сводится к интенсификации процесса коксообразования, увеличение количества кокса и его пористости, а также снижение проницаемости кокса для горючих жидких и газообразных продуктов деструкции полимера.

Основной эффект микрокапсулирования в этом случае состоит в улучшении совместимости антипирена с полимером, затруднении его "выпотевания" - выделения из полимера при длительной эксплуатации и повышении физико-механических свойств материала.

Список использованной литературы

1. Берлин Ал. Ал. Горение полимеров и полимеры пониженной горючести//Соросовский образовательный журнал. -1996-№9. -С.57-63
2. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. - М.: Наука, 1981. -280с.
3. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Снижение горючести полимерных материалов. - М.: Знание,



-
1981. - 61с.
4. Балов А. Антипирены без галогенов// *TheChemicalJournal*. - 2010. - ноябрь. - С.54-55
 5. Аблеев Р.И. Актуальные проблемы в разработке и производствегорючих полимерных компаундов для кабельной индустрии// *Кабель-news*. - 2009. -№6-7. - С. 64-69
 6. Кодолов В.И. Замедлители горения полимерных материалов. - М.: Химия, 1980. - 274 с., ил.
 7. Avazov KomilHollievich, "Political Analysis of the Stability of Modern Society". *Journal of International Politics* 2019;1(1): 39-44.
 8. AvazovKomilHollievich, «Efficiency Factors of Political Power»// *Scholars Journal of Physics, Mathematics and Statistics*. 2019; 6 (4): P.91–94
 9. AvazovKomilHollyevich «Information Threats: Types, Objectives and Methods»// *Ijsrm.Human*, 2017; Vol. 7 (4): P.107-116.
 10. Najmiddin, I. (2023). THE INTEGRATIVE ROLE OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN INFORMATION SOCIETY.
 11. Boysoatovich, I. N. (2023). INTEGRATED ASPECTS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN AN INFORMATION SOCIETY TODAY. *American Journal of Technology and Applied Sciences*, 17, 21-25.
 12. Khudoyberdievich, T. B. (2023). NATURAL GROUNDS OF HISTORICAL PROCESSES. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 22, 132-136.
 13. Turdiboyev, B. X. (2019). CIVILIZATIONS AS FORMS OF MANIFESTATION OF HISTORICAL PROCESSES. *Theoretical & Applied Science*, (11), 29-32.
 14. Turdiboev, B. (2019). UZBEKISTAN AS AN INDEPENDENT STATE-CIVILIZATION. *Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology*, 1(8), 163-168.