

COVID-19» [Электронный ресурс] // сайт Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: www.gospotrebnadzor.ru (дата обращения 12.03.2022).

8. Сергеев, О.В. Синтетические пептидные вакцины / О.В. Сергеев, И.Ф. Баринский // Вопросы вирусологии. – 2016. – №61(1). – С. 5–8.
9. Janeway C.A. Jr., Travers P., Walport M., Shlomchik M.J. Immunobiology: the immune system in health and disease (5th Edition). NY: Garland Science, 2001.
10. Tom Shimabukuro, MD, MPH, MBA. COVID-19 Vaccine safety updates. CDC: Advisory Committee on Immunization Practices, 2021.

УДК 620.193.94

ВЛИЯНИЕ ПОЛИФОСФАТА МЕЛАМИНА НА ТЕРМИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ

Вернер Наталья Дмитриевна, Назаренко Ольга Брониславовна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: vernernataaa@mail.ru

Путхенпуракалчира Маниян Висакх

Университет Махатма Ганди, Керала, Индия

E-mail: visagam143@gmail.com

EFFECT OF MELAMINE POLYPHOSPHATE ON THE THERMAL STABILITY OF EPOXY RESIN

Verner Natalya Dmitrievna, Nazarenko Olga Bronislavovna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Puthenpurackalchira Maniyan Visakh

Mahatma Gandhi University, Kerala, India

Аннотация: статья посвящена исследованию влияния полифосфата меламина на термическую стойкость эпоксидной смолы. Методом термического анализа исследованы образцы эпоксидных композитов, содержание полифосфат меламина в которых составляло от 2 до 15 %. Проведено сравнение основных параметров деструкции наполненных образцов с контрольным образцом – ненаполненного эпоксидного полимера. Исследование показало, что при увеличении процентного содержания антипирена в полимере стойкость к действию высоких температур эпоксидного полимера увеличивается.

Abstract: this work is devoted to the study of the effect of melamine polyphosphate on the thermal stability of epoxy resin. The method of thermal analysis was used to study samples of epoxy composites, the content of melamine polyphosphate in which ranged from 2 to 15%. The comparison of the main parameters of the destruction of filled samples with a control sample - an unfilled epoxy polymer was carried out. The study showed that with an increase in the percentage of flame retardant in the polymer, the resistance to high temperatures of the epoxy resin increases.

Ключевые слова: эпоксидная смола; полифосфат меламина; термический анализ; термическая стойкость.

Keywords: epoxy resin; melamine polyphosphate; thermal analysis; thermal stability.

Введение. В настоящее время все чаще в различных сферах нашей жизни применяются полимерные материалы. Полимерные материалы как органические соединения являются источником возникновения и распространения возгораний и пожаров [1]. Часто при пожарах происходят многочисленные жертвы людей, пожар приносит огромный материальный ущерб. Убытки, возникшие вследствие пожара, часто бывают невозместимые, чтобы восстановить утраченные ценности, приходится вкладывать огромные ресурсы в восстановление имущества, оборудования, сооружений [2].

В связи с этим разрабатываются методы, позволяющие снизить горючесть полимерных материалов [1, 2]. Одним из таких методов является введение специальных добавок – антипиренов, например, полифосфат меламина.

Цель работы – исследовать влияние полифосфата меламина на термическую стабильность эпоксидной смолы.

В данной работе в качестве полимерного материала использовалась эпоксидная смола ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), в качестве антипирена – полифосфат меламина (ТУ 20.13.42-037-67017122-2020). Для отверждения эпоксидной смолы применялся полиэтиленполиамин (ТУ 2413-357-00203447-99) [3].

Эпоксидная смола ЭД-20 является олигомерным соединением, внешне это прозрачная вязкая жидкость желтого, коричневого цвета без примесей. Свойствами ЭД-20 являются высокая плотность, отсутствие пор в готовом продукте, отличная твердость, стойкость к механическому повреждению, термостойкость, диэлектрические способности, хорошая адгезия, легкость в работе, малая усадка, низкий удельный вес [4]. Важно отметить, что ЭД-20 является абсолютно не взрывоопасной, эта смола не способна гореть в открытом огне [4].

Полифосфат меламина ($C_3H_6N_6 \times (H_3O_4P)_n$) является сложным химическим веществом, производным меламина, относится к 4 классу опасности – малоопасное вещество. Плохо растворяется в воде, обладает более высокой термической стойкостью, чем меламина [5]. Разлагается антипирен при температуре 350 °С с поглощением тепла и выделением негорючих газов [6]. На рисунке 1 представлена зависимость массы полифосфата меламина от температуры при нагревании на воздухе.

Благодаря полифосфату меламина, входящему в состав материалов в качестве антипирена, обеспечивается высокая огнестойкость, отличные механические и электрические свойства композиционных материалов [7].

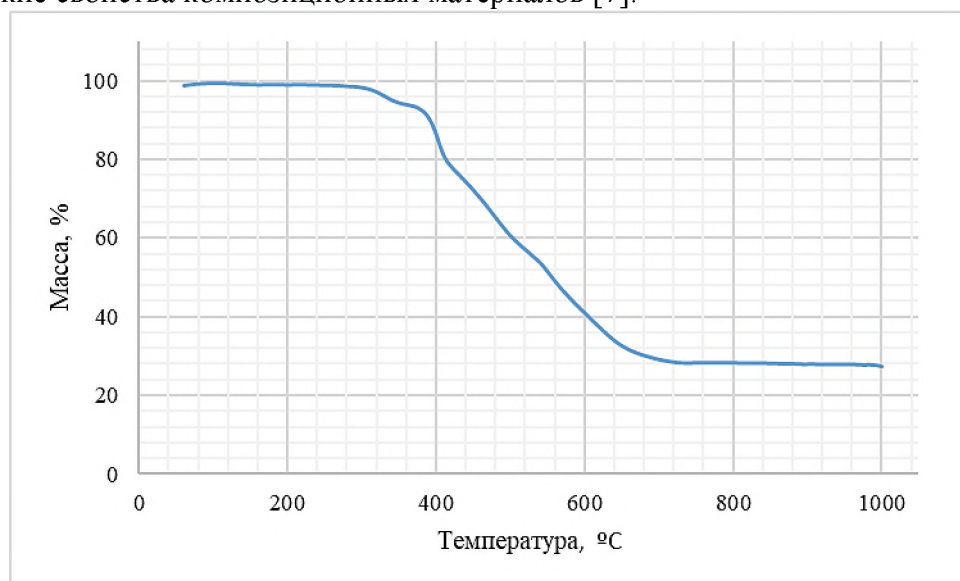


Рисунок 1 – Зависимость массы полифосфата меламина от температуры при нагревании

В работе применялся метод термического анализа, а именно термогравиметрический метод. В основе термогравиметрического метода лежит измерение массы проб в течение времени при повышении температуры [8]. Термический анализ проводили в атмосфере воздуха в интервале температур 20–1000°C в режиме линейного нагрева (10°C/мин) с помощью совмещенного термоанализатора STA 449 F1 Jupiter [9].

Для проведения эксперимента нужно было приготовить несколько образцов эпоксидной смолы с разным содержанием изучаемого вещества. Для приготовления образцов необходимы были ЭД-20; полиэтиленполиамин, полифосфат меламина, мерные емкости, деревянные палочки для перемешивания, одноразовый шприц, весы.

Масса эпоксидной смолы для каждого образца составляла 5 г, масса полиэтиленполиамиона 0,6 г.

Порядок приготовления включал в себя следующие этапы:

1. Измерение нужного количества ингредиентов шприцем или весами;
2. Смешивание ингредиентов при комнатной температуре;
3. Тщательное перемешивание смеси деревянной палочкой;
4. Отвердевание образцов при комнатной температуре.

Для исследования было подготовлено пять образцов эпоксидной смолы, фотографии которых представлены на рисунке 2. Приготовленные образцы отличаются количественным содержанием полифосфата меламина. Процентное содержание полифосфата меламина составляет:

1. Образец №1 – 0 % (0,00 г);
2. Образец №2 – 2 % (0,05 г);
3. Образец №3 – 5 % (0,10 г);
4. Образец №4 – 10 % (0,25 г);
5. Образец №5 – 15 % (0,50 г).



Рисунок 2 – Образцы эпоксидной смолы

На рисунке 2 хорошо видно, как изменяется внешний вид полимера в зависимости от количества наполнителя в нем. После того, как образцы были приготовлены, их измельчили для дальнейшего термического анализа.

После проведения термического анализа приготовленных образцов, были получены зависимости массы каждого образца от температуры. Результаты представлены на рисунке 3.

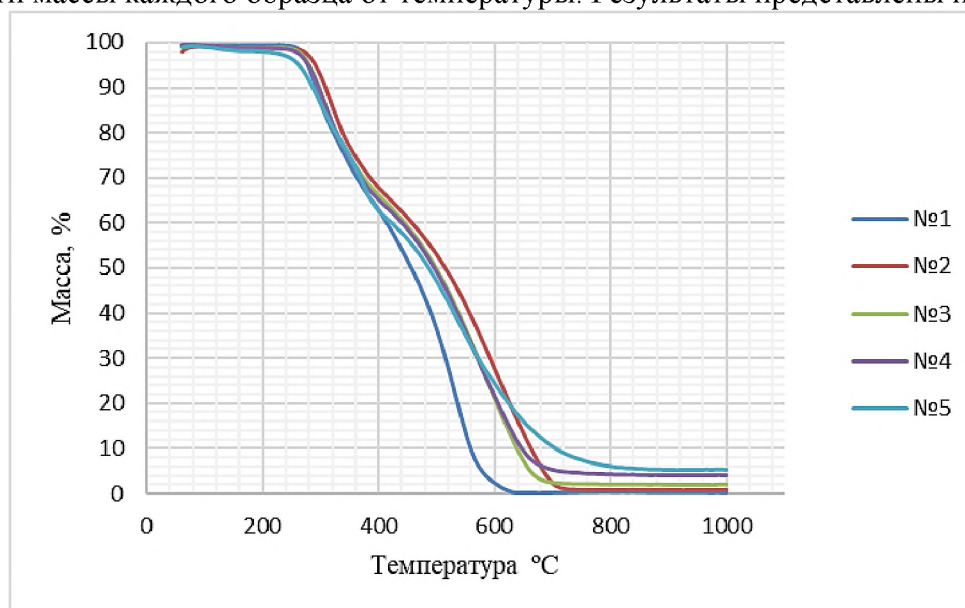


Рисунок 3 – Зависимость массы образцов от температуры

По полученным зависимостям массы от температуры были определены основные параметры деструкции – значения температуры, при которых потеря массы составила 5, 10, 50, 90 %, а также остаточная масса образцов Δm_{600} при температуре 600°C, т.к. эпоксидная смола без добавления антипирена при нагревании полностью разлагается при температуре ~600°C.

За температуру начала деструкции приняли значение температуры, соответствующее потере массы 5% ($T_{5\%}$). Результаты термического анализа, представленные в таблице, показали, что введение антипирена в количестве от 2 до 10 % приводит к повышению величины $T_{5\%}$ и $T_{10\%}$. Добавление 15 % антипирена к эпоксидной смоле привело к снижению величины $T_{5\%}$ и $T_{10\%}$. При этом, для потери массы 50 и 90 % наблюдается сдвиг в сторону более высоких температур для всех наполненных образцов по сравнению с ненаполненной эпоксидной смолой. Таким образом, при добавлении антипирена термическая стойкость полимера повышается, то есть при заданной температуре потеря массы уменьшается.

Таблица – Основные параметры деструкции

Потеря массы, %	Температура, °C				
	№1	№2	№3	№4	№5
5	275	290	280	279	260
10	290	305	295	295	285
50	455	515	500	495	485
90	560	660	635	645	705
$\Delta m_{600}, \%$	2,4	27,6	21,1	21,6	24,5

Как показал эксперимент, стойкость полимера зависит от процентного содержания в нем полифосфата меламина. По полученным результатам можно судить о положительном влиянии полифосфата меламина на термическую стабильность эпоксидного полимера.

Список литературы

1. Серков, Б. Б. Пожарная опасность полимерных материалов, снижение горючести и нормирование их пожаробезопасного применения в строительстве: автореферат дис. док. техн. наук / Серков Борис Борисович; Акад. гос. противопожарной службы МВД России. – Москва. – 2001. – 49 с.
2. Асеева, Р. М. Горение полимерных материалов / Р.М. Асеева, Г.Е. Заиков. – Москва: Наука, 1981. — 280 с.
3. Севаева, Г. С. Исследование свойств композиционных материалов на основе эпоксидной смолы и фракций полиэтиленполиаминов / Г.С. Севаева, А.Н. Андреев, Ю.В. Олихова // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. 33. – № 6(216). – С. 82–84.
4. Яковлева, К. А. Свойства модифицированной эпоксидной смолы ЭД-20 / К.А. Яковлева, Н.В. Костромина // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. 34. – № 7 (230). – С. 114–116.
5. Глазнев, Р. К. Влияние полифосфата меламина на горение и термическое разложение жесткого пенополиуретана // Физические методы в естественных науках и материаловедении. – 2020. – С. 78–78.
6. Халтуринский, Н. А. Горение полимеров и механизмы действия антипиренов / Н.А. Халтуринский, А.А. Берлин, Т.В. Попова // Успехи химии. – 1984. – № 2. – С. 326–353.
7. Сабирзянова, Р. Н. Исследование влияния составляющих компонентов вспучивающего антипирена на огнестойкие свойства материалов / Р.Н. Сабирзянова, Р.Н. Красина // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 2. – С. 283–287.
8. Шаталова, Т. Б. Методы термического анализа: методическая разработка / Т.Б. Шаталова, О.А. Шляхтин, Е. Веряева: Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова. – Москва. – 2011. – С. 72.

9. Страшко, А. Н. Термический анализ: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физико-химические методы анализа» для студентов IV курса, обучающихся по направлению 240501 «Химическая технология материалов современной энергетики» / А.Н. Страшко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 16 с.

УДК 614.87

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ АППАРАТЧИКА ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Гаврилова Екатерина Дмитриевна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: edg4@tpu.ru

ANALYSIS OF DANGEROUS AND HARMFUL FACTORS AT THE WORKPLACE OF A GRAIN PROCESSING MACHINE

Gavrilova Ekaterina Dmitrievna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: в данной работе представлена краткая характеристика ООО «Мелеузовский элеватор». Выделены основные возможные опасности на элеваторе. Рассмотрены требуемые и примененные средства взрывозащиты и взрывопредупреждения на исследуемом объекте. На примере аппаратчика обработки зерна описаны трудовые функции и рассмотрены опасные и вредные факторы на его рабочем месте. Изучены мероприятия, не допускающие возникновения данных опасностей.

Abstract: this paper presents a brief description of Meleuzovsky Elevator LLC. The main dangerous dangers on the elevator are highlighted. Includes the required and applicable means of explosion protection and explosion prevention at the facility. To identify superficial external labor functions and consider dangerous and harmful factors in his workplace. Studied events that do not allow the occurrence of dangerous situations.

Ключевые слова: опасные факторы; вредные факторы; элеватор; аппаратчик обработки зерна.

Keywords: dangerous factors; harmful factors; elevator; grain processing operator.

Для объектов аграрно-промышленных комплексов характерны различные опасности на рабочих местах. При воздействии данных опасностей на работников возрастают смертность, заболевания и производственный травматизм. Также сами предприятия несут огромные материальные потери. Для снижения вероятности возникновения возможных опасностей, нужно проводить анализ опасных и вредных факторов на рабочих местах и разрабатывать мероприятия для снижения их влияния. Из этого следует, что актуальность данной темы очень высока.

Цель работы – проанализировать опасные и вредные факторы, действующие на аппаратчика обработки зерна, а также применяемые мероприятия по снижению их влияния.

Комплекс зернового элеватора ООО «Мелеузовский элеватор» построен по типовому проекту государственного проектного института «ЦНИИ Промзернопроект» (проект 1953 г.).

Технологической схемой элеватора предусмотрены следующие операции:

- прием зерна с автотранспорта в мехамбаре (приёмное устройство с автотранспорта) на 5 автомобилеразгрузчиков. Затем зерно из бункера поступает по транспортеру на норию НЦ-175 и по заданному маршруту с помощью распределительных кругов по самотеку и транспортеру поступает в силос на хранение;
- прием зерна с железнодорожного транспорта;
- подработка зерна на сепараторах А-1 БИС-100 – 2 шт;
- подача сырого зерна на зерносушилки ДСП-32 от, СОБ-1, СОБ-2;