

Выводы

Достигнута герметичность собранной полупромышленной экспериментальной установки, что позволит в дальнейшем её использовать при сравнительных испытаниях различных пылеуловителей.

Выявлен характер изменения давления, скорости движения воздуха и его расхода в разных точках в сечениях входных и выходных патрубков циклонной установки при различной задаваемой производительности вытяжного вентилятора.

Получены полные, статические и динамические давления в разных точках по сечениям на входе и выходе циклонной установки при различной задаваемой производительности вытяжного вентилятора.

Найдены коэффициенты гидравлического сопротивления на входе и выходе исследуемого цилиндрического циклона ЦН-15-300, которые согласуются с данными, приведёнными в литературных источниках [9], [10].

Определён турбулентный режим течения воздушных потоков в установке.

В дальнейшем предполагается проведение более детальных экспериментальных исследований, в том числе по определению эффективности пылеулавливания циклонными аппаратами.

Литература.

1. Потёмкина А.В., Лукаш Е.С. Теоретические и экспериментальные исследования влияния глубины погружения выхлопного патрубка на аэродинамические свойства и эффективность циклонных аппаратов // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. 2010. Т. 10. № 4 (47). С. 526-533.
2. Y. Buligin et al., Features of Velocity and Pressure Fields Formation in the Centrifugal Dust Collector 2014, Applied Mechanics and Materials, Volume 698, 542-545.
3. B.Ch. Meskhi et al., Cyclone with Controlled Parameters and Self-Emptying Bin for Air Dedusting in Machine Building Plants 2014, Applied Mechanics and Materials, 682, 46-52.
4. Bulygin Y.I., Koronchik D.A., Abuzyarov A.A. Engineering of centrifugal dust-collectors based on parallel comparing tests applying computer modelling: 6th International Scientific Practical Conference on Innovative Technologies and Economics in Engineering IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015
5. Панченко О.С., Абузыаров А.А. Синтез и исследование связи конструктивных параметров циклонных аппаратов с их аэродинамическими характеристиками и эффективностью пылеулавливания / Материалы III Ростовской молодежной научно-практической конференции «Молодежная инициатива - 2012». – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 164 с.
6. Панченко О.С., Самещенко А.А., Самещенко Е.А., Легконогих А.Н. Улучшение эффективности обеспыливания воздуха рабочих зон металлообрабатывающих и деревообрабатывающих производств / Перспектива–2013 : материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Т. IV. – Нальчик : Каб.-Балк. ун-т, 2013. – 472 с.
7. Пылеулавливатель: патент 2506880 А47L 9/16/Месхи Б.Ч., Михайлов А.Н., Булыгин Ю.И., Алексеенко Л.Н., Денисов О.В., Панченко О.С. - № 2012155164/12; заявл. 18.12.12; опубл. 20.02.14, Бюл. № 5.
8. Установка для пылеулавливания: патент 2557741 А47L 9/16/ Месхи Б.Ч., Булыгин Ю.И., Легконогих А.Н., Алексеенко Л.Н., Корончик Д.А., Денисов О.В., Абузыаров А.А. - № 2014136881/12; заявл. 11.09.14; опубл. 27.07.15, Бюл. № 21.
9. Лазарев В. А. Циклоны и вихревые пылеуловители: Справочник. – Нижний Новгород: «Фирма ОЗОН-НН», 2006. – 320 с.
10. Лазарев В. А. Применение циклонов в составе рециркуляционных аспирационных систем деревообрабатывающих производств // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2005. № 2. С. 34 – 39.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТВЕРДИТЕЛЕЙ И НАПОЛНИТЕЛЯ МУНТ НА ПОЖАРООПАСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Т.В. Мельникова, О.Б. Назаренко, д.т.н., проф.

Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. 8 (953) 922 5419

E-mail: tatkamel93@mail.ru

Аннотация. Повышенная горючесть полимерных материалов является серьезной проблемой, требующей решения. Одним из способов снижения горючести является введение в них наполнителей, способных снизить пожароопасность полимеров. В работе представлены результаты экспериментального определения температуры воспламенения образцов эпоксидной смолы, отвержден-

ных полиэтиленполиамином и триэтилентетрамино, и наполненных МУНТ (многослойными углеродными нанотрубками) с концентрациями 0,1 и 0,5 мас. %.

Abstract. Increased flammability of polymeric materials is a serious problem that requires solutions. One way to reduce the flammability is the introduction of these fillers that reduce the flammability of polymers. The results of the experimental determination of the ignition temperature of the epoxy samples cured polyethylene polyamine and triethylenetetramine, and filled with MWCNTs (multi-layer carbon nanotubes) with concentrations of 0.1 and 0.5 wt. %.

Основным недостатком полимерных материалов, в том числе и эпоксидных смол, является их высокая пожарная опасность. Широкое применение полимерных материалов в строительстве, в производстве транспортных средств и быту привело к тому, что в последнее время резко возросло число пожаров, вызванных возгоранием изделий из полимеров [1]. Уменьшение склонности к воспламенению, замедление скорости горения и образования дыма и токсичных газов при сгорании полимерных материалов является залогом уменьшения опасности возникновения и быстрого развития пожара, проявления его отрицательных последствий [2]. Поэтому снижение воспламеняемости полимеров является важной задачей в общей проблеме снижения пожароопасности материалов.

Основными методами снижения горючести полимеров являются их модификация или введение в материал замедлителей горения [3].

Целью работы являлось исследование пожароопасных характеристик эпоксидных композитов, а именно, определение температуры воспламенения образцов, наполненных многослойными углеродными нанотрубками (МУНТ) с концентрациями 0,1 и 0,5 масс. %, и оценка влияния отвердителей ПЭПА (полиэтиленполиамин) и ТЭТА (триэтилентетрамин) на изменение температуры воспламенения эпоксидных композитов.

Для проведения испытаний были использованы образцы эпоксидной смолы цилиндрической формы диаметром 30 мм (масса каждого образца составляла $6 \pm 0,1$ г.), отвержденные полиэтиленполиамином и триэтилентетрамино без наполнителей, а также с наполнителем МУНТ. Содержание наполнителя в композитах составило 0,1 масс. %, и 0,5 масс. %. Образцы сделаны в Новосибирском государственном техническом университете, на кафедре химии и химической технологии в группе под руководством к.т.н. Баннова А. Г.

К отвердителям эпоксидных смол относится огромное количество различных веществ. Традиционные отвердители ПЭПА и ТЭТА разработаны и применяются с очень давних времен. На сегодняшний момент это наиболее доступные и бюджетные отвердители [5]. Многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) представляют собой углеродные квазиодномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита цилиндрической формы с внутренним каналом (рис. 1).

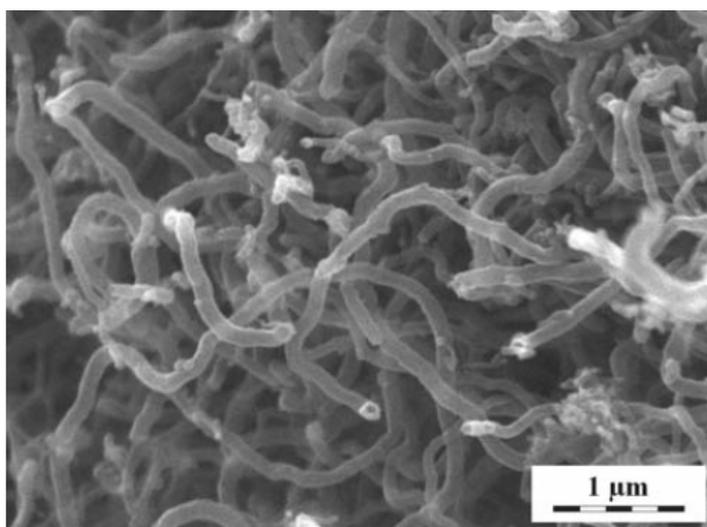


Рис. 1. Многослойные углеродные нанотрубки

Известно, что применение многослойных углеродных нанотрубок, в качестве наполнителя, связано со значительным улучшением физико-механических свойств. За счет модифицирования на-

нотрубками модуль Юнга волокна увеличился на 20% по сравнению с исходным материалом. Введение углеродных многослойных нанотрубок в полимеры позволяет улучшить их прочностные свойства. Так, при введении в полиэтилен высокой плотности всего лишь 1% углеродных многослойных трубок модуль упругости полученного композиционного материала возрастает в два раза. С введением углеродных многослойных нанотрубок существенно меняются трибологические свойства материалов и фрикционных изделий из них [4].

Возник интерес использования МУНТ в качестве наполнителя в малых добавках (до 1%) для оценки его влияния на горючесть полимера. Модифицирование материалов углеродными многослойными нанотрубками открывает новые области их применения. Например, материалы, включающие ориентированные углеродные нанотрубки, можно использовать в качестве торцевых и радиальных уплотнительных узлов, функционирующих в экстремальных условиях (сухое трение, высокие скорости (порядка 1,8 м/с) и температуры). В настоящее время потребность в промышленном производстве многослойных углеродных нанотрубок ограничивается спросом и практическим отсутствием развитого рынка их потребления в России. Между тем, возможности их потенциального применения расширяются – от электроники и космической промышленности до медицины и строительной промышленности.

Для оценки горючести образцов были использованы стандартные методики экспериментального определения температуры воспламенения твердых веществ и материалов согласно ГОСТ 12.1.044-89 [5]. Температура воспламенения образцов была определена на установке ОТП. Принцип работы установки основан на задании температурного режима в реакционной камере и воздействии пламени горелки, контроле температурных показателей после внесения в реакционную камеру исследуемого материала.

Результаты экспериментального определения температуры воспламенения эпоксидных полимеров представлены в таблице 1. За температуру воспламенения исследуемого вещества принимали среднее арифметическое трех температур по каждой серии испытаний.

Таблица 1

Отвердитель	ПЭПА			ТЭТА		
	–	МУНТ 0,1 %	МУНТ 0,5 %	–	МУНТ 0,1 %	МУНТ 0,5 %
Наполнитель	–	МУНТ 0,1 %	МУНТ 0,5 %	–	МУНТ 0,1 %	МУНТ 0,5 %
Температура воспламенения, °С	298	327,3	315	311	317	318,3

Ниже представлен график испытания (рис. 2) одного из образцов, на котором наглядно можно увидеть температуру воспламенения образца.

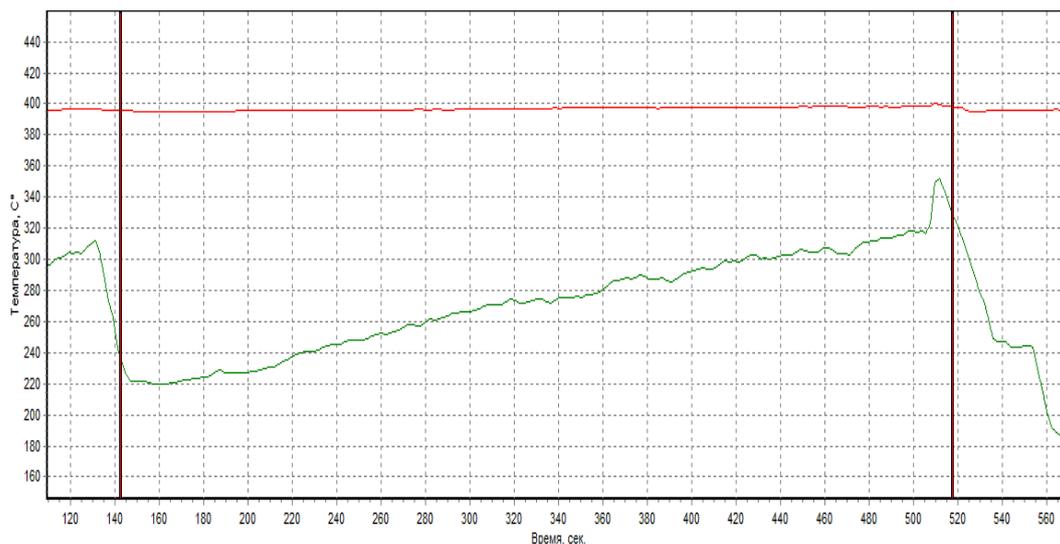


Рис. 2. График воспламенения образца

Анализ полученных результатов позволил определить температуру воспламенения для исследуемых образцов, которая составила 298 °С для ненаполненного эпоксидного полимера с отвердителем ПЭПА и 311 °С для образца с отвердителем ТЭТА. Испытания показывают, что отвердитель ТЭТА обладает менее пожароопасными свойствами, чем ПЭПА, так как температура воспламенения с данным наполнителем на 13 °С выше.

Введение наполнителя МУНТ способствует увеличению температуры воспламенения образцов. Температуры воспламенения у наполненных образцов с отвердителем ТЭТА более стабильны: для 0,1 масс. % – 317 °С; для 0,5 масс. % – 318,3 °С. Наблюдается тенденция роста температуры воспламенения с большей концентрацией наполнителя. У наполненных композитов с отвердителем ПЭПА наблюдается обратная зависимость: при большей концентрации наполнителя температура воспламенения снижается. Концентрация МУНТ 0,1 масс. % приводит к значительному увеличению температуры воспламенения и составляет 327,3 °С, что на ≈ 29 °С выше, чем у образца без наполнителя. Можно сделать вывод, что применение наполнителя МУНТ в малых добавках позволяет увеличить температуру воспламенения образцов на 6-29 °С, в зависимости от отвердителя.

Литература.

1. Воробьев В.А., Андрианов Р.А., Ушков В.А. Горючесть полимерных строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1978. – 224 с.
2. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Снижение горючести полимерных материалов. – М.: Химия, 1981. – 63 с.
3. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю. Полимерные нанокompозиты. М.: Техносфера. – 2011. – 688 с.
4. М. М. Томишко, О. В. Демичева, А. М. Алексеев, А. Г. Томишко, Л. Л. Клинова, О. Е. Фетисова. Многослойные углеродные нанотрубки и их применение // Журнал Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 2008 – № 5 – С. 39-43.
5. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» [Электронный ресурс] URL: <http://www.fireman.ru/bd/gost/12-1-044-89/12-1-044.html>.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА

*Ю.Н. Картушина, к.г.-м.н, доц., Г.А. Севрюкова, д.б.н., проф., Е.Э. Нефедьева, д.б.н., проф.
Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград
400005, г. Волгоград пр. им. Ленина 28, тел. (8442) 24-84-42
E-mail: kartysina@rambler.ru*

Аннотация. Проведен анализ возможности утилизации промышленных отходов при производстве стройматериалов. Одним из решений является производство цемента с добавлением отходов химической промышленности. При этом решается ряд производственных и экологических проблем, в том числе снижается количество отходов вывозимых на полигоны и появляется дополнительная статья дохода.

Abstract. The analysis of possibilities of utilization of industrial wastes in the production of building materials. One solution is the production of cement with the addition of chemical waste. This solved a number of production and environmental problems, including decreases the amount of waste exported to landfills and an additional source of income.

Деятельность добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности вызывает образование и дальнейшее накопление огромных количеств различных отходов, которые создают серьезные проблемы в области защиты окружающей среды и сохранения природных ресурсов. В настоящее время не перерабатывается, а сбрасывается в отвалы наибольшая часть общего годового объема получаемых золошлаковых и гипсосодержащих отходов, сталеплавильных и ферросплавных шлаков, около половины колчеданных огарков. Рационально не используется около четверти доменных шлаков. По данным последнего опубликованного доклада Министерства природных ресурсов и экологии РФ общий объем отходов, переданных на захоронение и хранение в 2014 году, составил 2951,35 млн.т. Объем образования отходов всех классов опасности более чем в два раза превышает объем их использования [1].

Одним из решений проблемы может быть вторичное использование отходов в качестве добавки при производстве готовой продукции. В частности в отрасли строительных материалов большое внимание уделяется проблеме замены части природных сырьевых ресурсов на промышленные отходы. Перспективным направлением является производство цемента с использованием отходов химической промышленности.