УДК 678

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ИХ ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ

Вадимовна Карлова Полина ⁽¹⁾, Виктория Юрьевна Скидченко ⁽²⁾

Студент 3 курса ^{(1),(2)}

кафедра «Ракетно-космические композитные конструкции»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Г. В. Малышева,

доктор технических наук, профессор кафедры «СМ-13»;

И. В. Бессонов,

инженер 1 категории, аспирант кафедры «ФН-5»

Аннотация

Данная работа посвящена исследованию технологии получения нового полимерного нанокompозита. Экспериментально проведено определение термической стабильности нового композиционного материала на основе силоксанового каучука и многостенных углеродных нанотрубок (УНТ). Отработана технология получения нанокompозита, по полученным данным выбрана дисперсионная среда для диспергирования УНТ. Температура начала термической деструкции полученного полимерного нанокompозита, по сравнению с исходным силоксановым каучуком была увеличена с 145,1 °С до 187,5 °С, потеря массы уменьшилась с 3,74% до 2,22%.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, термостойкость, технология, силоксановый каучук, композиционный материал

Введение.

Полимерные композиционные материалы постепенно вытесняют традиционные металлы и сплавы и все шире используются в качестве конструкционного материала в самых различных отраслях промышленности и в строительстве [1-6]. Для повышения термической, радиационной стабильности полимерных матриц в их состав вводят углеродные наноматериалы (фуллерены, углеродные нанотрубки, углеродные волокна).

Для увеличения термической стабильности (диапазона рабочих температур и при этом, наименьшей потери массы) силоксанового каучука был создан композиционный материал, в котором данный каучук выступает в качестве матрицы, а наполнителем служат многослойные углеродные нанотрубки.

Целью настоящей работы был выбор растворителя для диспергирования углеродных нанотрубок (УНТ).

Наша задача заключалась во введение максимально возможного количества УНТ, но важно отметить, что введение углеродных наноматериалов (углеродные нанотрубки, фуллерены) в концентрации близкой к порогу перколяции (~1%) сопряжено со значительными технологическими затруднениями, так как углеродные нанотрубки образуют плотные кластеры и агрегаты благодаря силам Ван-дер-Ваальса, своей геометрической форме. Поверхностная энергия таких кластеров меньше, чем поверхностная энергия индивидуальных нанотрубок. Для диспергирования углеродных нанотрубок применяются специальные экспериментальные техники, в частности воздействие ультразвуком большой мощности. [7]

Введение УНТ в силоксановую матрицу напрямую невозможно из-за невозможности равномерного распределения наполнителя по объему матрицы. Для проведения диспергирования УНТ, чтобы подготовить их к введению в матрицу, использовались различные вещества, называемые дисперсионной средой.

Эксперимент

Был использован метод введения многостенных углеродных нанотрубок (УНТ) марки Baytubes® C 150 P (Bayer)(до 1%) в матрицу силиконового каучука марки П-9628-2 с помощью механической мешалки ИКА RW20 digital.

Для решения поставленной задачи были изготовлены несколько образцов, в которых варьировалась дисперсионная среда (этанол, хлороформ, толуол, хлорбензол, дихлорэтан). УНТ смешивались с дисперсионной средой и, с помощью ультразвука, создавалась устойчивая коллоидная система. Далее, эта система смешивалась с помощью механической мешалки с матрицей. Затем исследовалась вязкость полученных образцов на вискозиметре САР 2000+. В дальнейшем, эти образцы были исследованы методом термогравиметрического анализа (ТГА) на приборе Netzsch TG 209 F1 Perseus, оснащённом газовой кюветой с ИК-детектором Bruker Alpha, в алюминиевых тиглях Netzsch NGB810419. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица. Результаты экспериментов.

№ образца	Растворитель	Изменение массы, %	Температура деструкции, °С	Вязкость
0	-	3,74	145,1	-
1	этанол	2,72	129,5	3,9
2	этанол	3,93	109,5	5,2
3	хлороформ	3,02	110,6	5,7
4	толуол	2,37	140,1	4,8
5	хлорбензол	78,13	199,8	11
6	дихлорэтан	2,22	187,5	6,2

Выводы.

Выбрана методика диспергирования многослойных УНТ. Дихлорэтан определен, как наиболее подходящее вещество, для использования в качестве дисперсионной среды. Температура начала термической деструкции полученного полимерного нанокompозита, по сравнению с исходным силоксановым каучуком была увеличена с 145,1 °С до 187,5 °С, потеря массы уменьшилась с 3,74% до 2,22%.

Литература

1. *Нелюб В.А., Гращенко Д.В., Коган Д.И., Соколов И.А.* Применение прямых методов формования при производстве крупногабаритных деталей из стеклопластика // Химическая промышленность. 2012. № 12. С.735.
2. *Нелюб В.А., Карасева А.А., Боченкова А.А.* Конструкционные стеклопластики на основе полиэфирной матрицы // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. № 7. С.46-49.
3. *Гузева Т.А.* Новые подходы к повышению эффективности производства деталей из органопластиков // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. № 7. С.53-56.
4. *Нелюб В.А.* Новые материалы и технология изготовления деталей из стеклопластиков на основе полиэфирной матрицы // Материаловедение. 2012. № 7. С.30-33.
5. *Муранов А.Н., Малышева Г.В., Нелюб В.А., Буянов И.А., Чуднов И.В., Бородулин А.С.* Исследование свойств полимерных композиционных материалов на основе

- гетерогенной матрицы // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. № 4. С.2-6.
6. Александров Н.А., Мальшева Г.В., Нелюб В.А. Исследование поверхностей разрушения углепластиков, изготовленных по расплавной и растворной технологиям // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2011. № 3. С.7.
 7. Watts P.C.P., Fearon P.K., Hsu W.K., Billingham N.C., Kroto H.W., Walton D.R.M.. Carbon nanotubes as polymer antioxidants. // J. Mater. Chem. 2003. I. 13. P. 491-495.