

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ СИЛИКАТОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕРМОПЛАСТОВ

Кудина Е.Ф.

*Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси
Гомель, Беларусь,
kudina_mpri@tut.by*

Использование в качестве наполнителей компонентов на основе силикатной матрицы привлекает внимание многих исследователей. Это могут быть кремнеземы, глины, монтмориллониты и др., а также широкий круг продуктов, полученных функционализацией силикатной матрицы органическими реагентами различной структурой и свойствами. В настоящее время интенсивно разрабатываются методы получения гибридных органосиликатных нанокомпозитов. Разработка нанокомпозитов – перспективное направление в материаловедении в настоящее время. Мировой рынок наноматериалов в 2000 г. составил 492,5 млн. долларов, в 2005 г. – ~900,1 млн. долларов [1], в 2010 г. – ~11 млрд. долларов [2]. Это новейший тип функциональных материалов, которые могут быть использованы в различных отраслях применения композиционных материалов, вследствие значительного улучшения их физико-химических и механических свойств [3]. Основная проблема, которую приходится преодолевать при создании органо-неорганических материалов – несовместимость разнородных по структуре и свойствам компонентов. Перспективными технологиями получения гибридных материалов являются интеркаляция полимеров в пористые слоистые силикатные наноструктуры [4, 5] и золь-гель технология [6], преимуществ которых является экологическая чистота получения материалов и использование доступных и недорогих реагентов.

Слоистые нанокомпозиты могут быть получены с высоким содержанием керамики и характеризуются улучшенными механическими свойствами, термической и химической стабильностью. Основная проблема при формировании слоистых нанокомпозитов – обеспечение равномерного раскрытия слоистых структур и распределения мономера по материалу. Поскольку свойства композитов в значительной мере зависят от структуры и свойств межфазной границы эффективным является предварительная обработка силикатных компонентов органическими реагентами.

Особый интерес представляет золь-гель технология получения гибридных материалов, достоинствами которой являются практически неограниченные возможности комбинирования фрагментов органических и неорганических веществ на молекулярном уровне в растворе, что позволяет осуществлять направленный синтез нового перспективного класса соединений – гибридных органосиликатных нанокомпозитов, которые могут обладать достоинствами как керамики, так и органических полимеров [6, 7].

В настоящей работе в качестве неорганического компонента использован функционально активный экологически чистый промышленно выпускаемый в Беларуси водный раствор силиката натрия (ВРСН, жидкое стекло). Сочетание ВРСН с органическими олигомерами позволяет получать структурно организованные высокодисперсные композиционные материалы с высокими физико-механическими показателями, которые обусловлены как химическими взаимодействиями исходных компонентов, так и формированием молекулярных ансамблей посредством межмолекулярных взаимодействий. Ассоциация большого числа компонентов в растворе в специфическую твердую фазу, характеризующую определённую структурной организацией на микроскопическом уровне, определяет макроскопические свойства формируемых гибридных продуктов.

Настоящая работа посвящена разработке высокодисперсных функционализированных силикатов, получаемых из ВРСН, и изучению их влияния на физико-механические свойства термопластов.

Органосиликатные нанокомпозиты получали по золь-гель технологии из совмещенных систем на основе раствора щелочесиликатного прекурсора, в качестве которого использовали ВРСН. Для получения дисперсного гибридного наполнителя ВРСН модифицировали олигомером эпоксидиановой смолы ЭД-20 (ЭС), а затем в полученную композицию вводили сульфаты переходных металлов ($Me = Cr, Fe, Co, Ni, Cu$). Полученные наполнители представляют собой воздушно-сухие высокодисперсные продукты сложного строения, в которых ионы переходных металлов химически связаны с эпокисиликатной матрицей (ЭСМ). Полученные продукты исследовали в качестве наполнителей ароматического полиамида фенилона С-2 (ФС). Композиции на основе ФС готовили смешиванием дисперсных компонентов во вращающемся электромагнитном поле. Образцы для исследования получали методом компрессионного прессования.

Изучение гибридных продуктов в качестве наполнителей фенилона показало, что введение их в термопластичную матрицу позволяет: увеличить теплопроводность (до 20,8 %), модуль упругости (до 12,3 %) и прочность при сжатии (до 16,2 %).

В таблице приведены результаты термического анализа композиционных материалов на основе фенилона, модифицированных полученными высокодисперсными функционализированными силикатами.

Таблица. Результаты термического анализа исходных компонентов и композитов

Состав материала	Температура*, К				
	T_0	T_5	T_{10}	T_{15}	T_{20}
Фенилон С-2	318	443	653	713	743
Me → ЭСМ	348	515	638	780	910
Фенилон + (Fe → ЭСМ)	323	473	683	733	783
Фенилон + (Cr → ЭСМ)	323	598	658	668	683
Фенилон + (Ni → ЭСМ)	323	483	608	638	663
Фенилон + (Co → ЭСМ)	323	443	703	733	753

* $T_0, T_5, T_{10}, T_{15}, T_{20}$ – температуры начала и 5, 10, 15 и 20% потери массы

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что по эффективности влияния на термостойкость композитов наполнители располагаются в следующем порядке: Fe → ЭСМ, Co → ЭСМ, Cr → ЭСМ, Ni → ЭСМ. Установлено, что изменение теплофизических свойств материалов также согласуется с зарядом ядра и атомным радиусом металла, интеркалированного в эпокисиликатную матрицу (рис. 1).

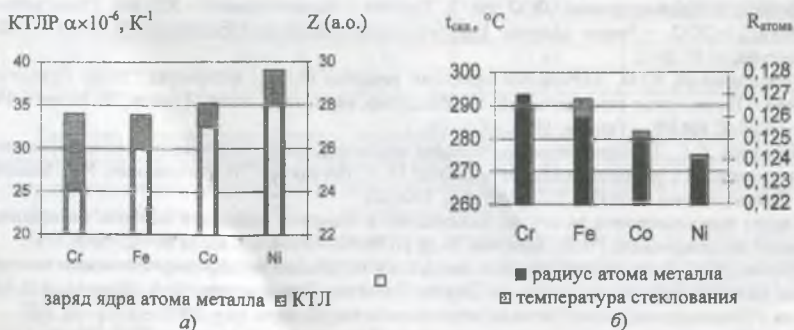


Рис.1. Влияние состава наполнителя на КТЛР (а) и температуру стеклования (б) композитов на основе фенилона, модифицированного эпокисиликатами металлов

Проведенная оценка эффективности воздействия наполнителя в зависимости от электронной структуры металла, интеркалированного в эпоксиликатную матрицу, показала, что для повышения механических свойств материала на основе фенилона наиболее эффективным является наполнитель состава (Cr→ЭСМ), а для повышения термостойкости – (Fe→ЭСМ) и (Co→ЭСМ). На основании экспериментальных исследований установлено, что эффективность влияния гибридных наполнителей возрастает при дополнительном введении в композит терморасширенного графита (рис. 2), что обусловлено взаимным активированием компонентов при совместном использовании и синергическим эффектом, позволяющим широко варьировать теплофизические и физико-механические и триботехнические свойства материала.

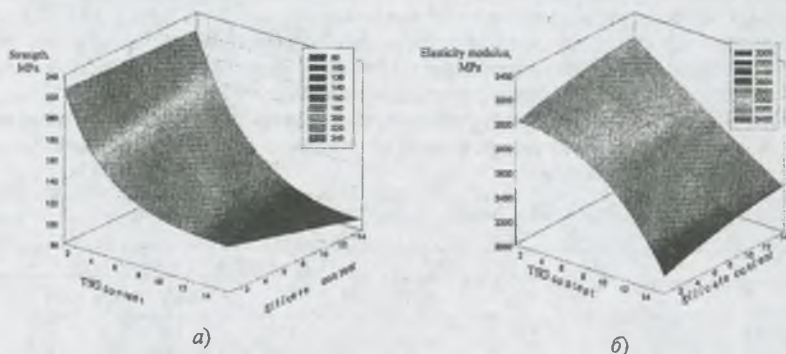


Рис. 2. Зависимость прочности (а) и модуля упругости (б) при сжатии от состава композита на основе фенилона, модифицированного ТРГ и (Co→ЭСМ)

Таким образом, исследования показали, что синтезированные высокодисперсные функционализированные силикаты можно использовать в качестве функционально активных наполнителей фенилона С-2.

Список литературы

1. Шабанова, Н.А. Химия и технология нанодисперсных оксидов: учебное пособие / Н.А. Шабанова, В.В. Попов, П.Д. Саркисов. – М.: Академкнига, 2006. – 309 с.
2. Трусова, Е. Наноматериалы – XXI век / Е. Трусова // Наноматериалы – XXI век [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.newchemistry.ru/printletter.php?id=407>. – Дата доступа: 16.07.2012.
3. Плескачевский, Ю.М. Актуальные проблемы развития науки о полимерах / Ю.М. Плескачевский // Полимерные композиты: сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 29-30 сент. 1998 г. / ИММС НАНБ. – Гомель, 1998. – С.4-19.
4. Песецкий, С.С. Триботехнические свойства нанокompозитов, получаемых диспергированием наполнителей в расплавах полимеров (обзор) / С.С. Песецкий, С.П. Богданович, Н.К. Мышкин // Трение и износ. – 2007. – Т.28, № 5. – С. 500-523.
5. Синтез нанокompозитов на основе полиэтилена и слоистых силикатов методом интеркаляционной полимеризации / Н.Ю. Ковалева [и др.] // ВМС. – 2004. – Т.46, № 6. – С. 1045-1051.
6. Шилова, О.А. Нанокompозиционные оксидные и гибридные органо-неорганические материалы, получаемые золь-гель методом. Синтез. Свойства. Применение. / О.А. Шилова, В.В. Шилов // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии: сб. науч. тр. – 2003. – Т. 1. – С. 9-83.
7. Основы золь-гель-технологии нанокompозитов / Максимов А.И. [и др.]. – СПб.: Элмор, 2008. – 255 с.