

Получение и исследование композита на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и WO_3

© Г.Н. Чурилов, Н.Г. Внукова, Г.Е. Селютин*, И.В. Осипова

Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск, Россия

* Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск, Россия

E-mail: churilov@iph.krasn.ru

(Поступила в Редакцию 8 июля 2008 г.)

Методом активации изготовлен композит на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и наночастиц триоксида вольфрама. Частицы вольфрама получены плазмохимическим методом и окислены на воздухе. Размер частиц составляет 48 ± 7 nm. Установлено, что добавление наночастиц вольфрама в СВМПЭ вызывает изменение расположения углеводородных цепей в структуре, что приводит к улучшению прочностных характеристик изделий.

Работа выполнена при поддержке междисциплинарного интеграционного проекта (постановление № 55, проект № 12).

PACS: 81.05.Lg, 82.35.Np

1. Введение

Увеличение прочности, пластичности, ударной вязкости и других параметров физико-механических свойств материалов является насущной проблемой современного материаловедения. Дефицит материалов, отвечающих этим требованиям, испытывают новые области техники, энергетическое и химическое машиностроение [1]. Кроме того, в настоящее время возникла потребность в замене изделий из стали и цветных металлов на полимерные вследствие того, что металл подвержен химической коррозии и обладает относительно высоким коэффициентом трения.

Одним из перспективных полимеров, отвечающих этим требованиям, является сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), поскольку он обладает не только низким коэффициентом трения, но также высокой стойкостью к агрессивным средам [2].

Ожидается, что введение модификаторов (порошки металлов и их оксиды в наноразмерном состоянии) повысит износную и температурную стойкости, а в некоторых случаях может привести и к уменьшению диэлектрических потерь материала. Наноразмерность частиц модификатора позволит осуществить равномерность его распределения в полимере и сшивку молекул полимера за счет наличия активной поверхности наночастиц.

2. Экспериментальная часть

Для изготовления композита был использован порошок оксида вольфрама, синтезированный плазмохимическим методом в установке, описанной нами ранее [3]. Распыление производилось дуговым разрядом постоянного тока с ВЧ сопровождением (44 kHz) в синфазном поперечном магнитном поле. Разряд зажигался

в водоохлаждаемой камере между двумя электродами. Электрод-индуктор изготавливался в виде витка медной водоохлаждаемой трубки, а в качестве второго электрода использовался вольфрамовый стержень, который благодаря разработанной схеме питания расплылся с последующим окислением в атмосфере воздуха. На рис. 1 представлено электронно-микроскопическое изображение окисленных частиц вольфрама.

Порошок окисленных частиц вольфрама смешивался с порошком СВМПЭ на механоактиваторе АГО-2 при скорости вращения барабанов 1820 min^{-1} . Процентное содержание оксида вольфрама изменялось от 2 до 14 wt.%. Время совместной активации составляло 4 min.

Для исследования прочностных характеристик из композита был изготовлен диск путем холодного прессования с последующим горячим прессованием при удельном давлении 100 kg/cm^2 и при температуре 200°C . Испытания на истирание осуществлялось в паре диск

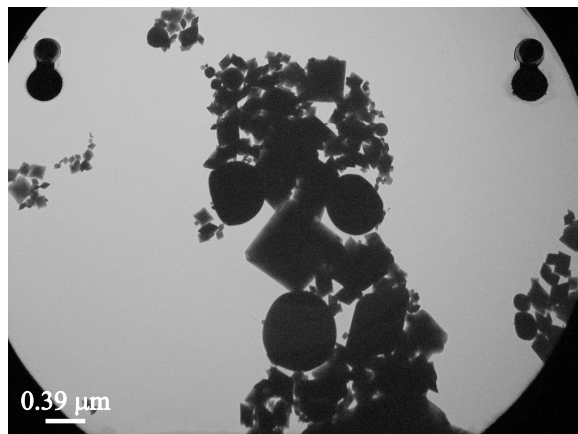


Рис. 1. Электронное микроскопическое изображение окисленных частиц вольфрама.

(сталь 45)—испытуемый образец. Испытания на истирание проводили на машине МИ-2 в соответствии с ГОСТ 426-77. Площадь трения образца 100 mm^2 , линейная скорость 12 m/min , время каждого испытания 30 min .

3. Результаты и обсуждение

Методом рентгенофазового анализа установлено, что вольфрам, распыленный в плазме, а затем окисленный на воздухе, является орторомбической модификацией триоксида вольфрама WO_3 со средним размером частиц $48 \pm 7 \text{ nm}$. На рис. 2 представлены рентгенограммы порошков WO_3 и композита, содержащего 7 и 14 wt.% WO_3 . На основе данных рентгенофазового анализа можно сделать вывод, что структура полиэтилена при введении нанодисперсного порошка WO_3 не изменилась.

В таблице представлены результаты испытаний на истираемость.

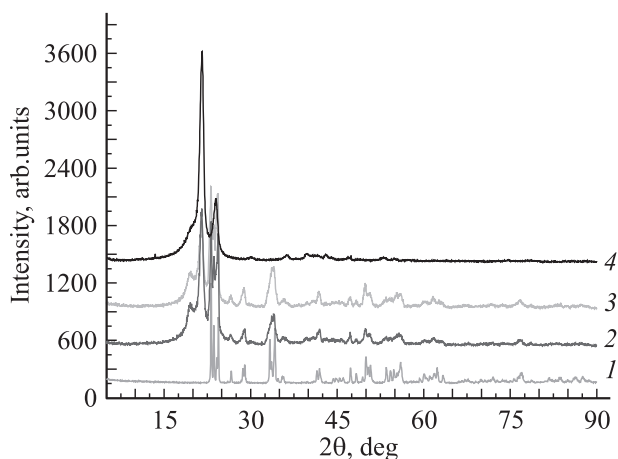


Рис. 2. Рентгенограммы порошков. 1 — WO_3 , 2–4 — композит СВМПЭ с содержанием примеси WO_3 7 (2), 14 (3) и 0 wt.% (4).

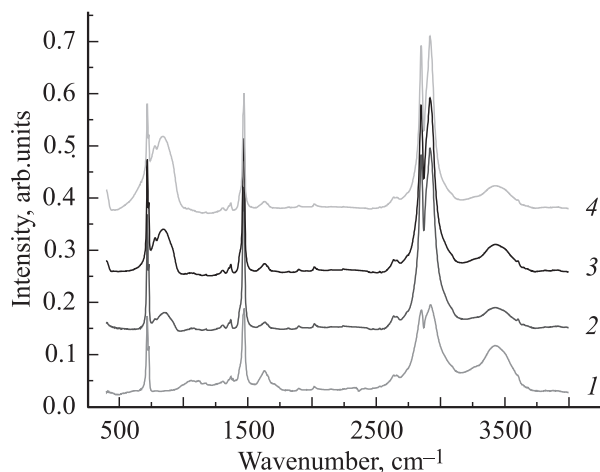


Рис. 3. ИК-спектры образцов СВМПЭ с содержанием примеси WO_3 0 (1), 2 (2), 7 (3) и 14 wt.% (4).

Результаты испытаний на истираемость исходного СВМПЭ и с примесью 7 wt.% WO_3

Материал	Усиление, kg					
	4.5		13.5		22	
	Δm	ΔT	Δm	ΔT	Δm	ΔT
СВМПЭ	9.3	16	КИ		КИ	
СВМПЭ + 7 wt.% WO_3	0.6	7.2	1.8	24.9	4.1	29.9

Примечание. Δv — изменение массы, ΔT — изменение температуры, КИ — катастрофический износ (резкое увеличение Δm в сотни раз).

На рис. 3 представлены ИК-спектры образцов композита с разным содержанием WO_3 .

Анализ ИК-спектров показал, что в образцах композита наблюдается полоса (800 cm^{-1}), соответствующая С–Н-деформационным колебаниям. Наличие данных колебаний можно объяснить возникновением напряжений в области границы СВМПЭ–наночастица WO_3 , что в свою очередь, возможно, и приводит к увеличению прочностных характеристик.

Измерения диэлектрической проницаемости ϵ в диапазоне от 5 до 500 MHz показали, что для СВМПЭ $\epsilon = 2.3$, для композита, содержащего 7 wt.% WO_3 , $\epsilon = 2.57$.

Исследования методом комбинационного рассеяния показали, что WO_3 прореагировал с СВМПЭ и частично восстановился.

Таким образом, введение наночастиц WO_3 в СВМПЭ приводит к изменению расположения углеводородных цепей в структуре, что влияет на улучшение прочностных характеристик изделий.

Авторы благодарят А.С. Крылова и Н.А. Дрокина за измерение диэлектрической проницаемости и проведение исследований методом КР.

Список литературы

- [1] Н.В. Новиков. Порошковая металлургия 5, 8 (1993).
- [2] И.Н. Андреев, Е.В. Веселовская, Е.И. Наливайко, А.Д. Печенкин, В.И. Бухгалтер, А.В. Поляков. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности. Химия, Л. (1982). 80 с.
- [3] Г.Н. Чурилов, Н.Г. Внукова, Н.В. Булина, А.В. Марачевский, Г.Е. Селютин, В.А. Лопатин, Г.А. Глушенко. Наука — производству 5, 52 (2003).