

АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СВМПЭ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ MoS_2

Нгуен Суан Тьук, аспирант, С.В. Панин, д.т.н., проф., Л.А. Корниенко, к.ф.-м.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-12-34-56

E-mail: thuc12@sibmail.com

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) в ряду полимерных связующих занимает особое место благодаря высокому сопротивлению изнашиванию, низкому коэффициенту трения, химической стойкости и высокой ударной вязкости СВМПЭ все чаще используется в машиностроении в узлах трения деталей машин и механизмов, а также изделия и конструкции специального назначения, в том числе корпусные элементы вооружений и военной техники, конструкционные материалы для авиа-, вертолето- и ракетостроения, средства индивидуальной и коллективной бронезащиты и т.д. [1]. Композиционные материалы на основе СВМПЭ позволяюткратно повысить износостойкость тяжело нагруженных изделий [2-4]. В последнее время активно разрабатываются микро- и нанокompозиты на основе СВМПЭ [5-9]. Тип и размер наполнителей определяются областью применения и средой использования композиций (вакуум, химически активная и инертная среда, криогенные либо повышенные температуры).

Дисульфид молибдена активно используются в качестве смазки (добавки в масла) в широком температурном режиме (-45 до +4000 С). Благодаря слоистому строению решетки дисульфид молибдена, имеют высокую адгезию к металлической поверхности, быстро формируя микрослой (защитную пленку), залечивающий микротрещины и зазоры, выравнивая поверхность трения [10].

Использование наполнителя в роли твердой смазки в настоящей работе исследованы трибомеханические характеристики композитов на основе СВМПЭ с наполнителем MoS_2 в условиях сухого трения и граничной смазки.

Материал и методики исследований

В работе использовали СВМПЭ фирмы Ticona (GUR-2122) молекулярной массой 4,0 млн. и размером частиц 5-15 мкм, дисульфид молибдена марки МВЧ-1 (\varnothing 1-7 мкм). Образцы полимерных композитов получали горячим прессованием при давлении 10 МПа и температуре 200° С со скоростью последующего охлаждения 5°С/мин. Износостойкость материалов в режиме сухого трения определяли по схеме «вал-колодка» при нагрузке на пару образцов 160 Н и скорости вращения вала 100 об/мин в соответствии с ASTM G99 на машине трения СМТ-1. Размер образцов равнялся 7*7*10 мм³. Диаметр контртела из стали ШХ15 составлял 62 мм. Поверхности трения образцов исследовали на оптическом профилометре Zygo New View 6200. Площадь дорожки трения определяли с помощью программного обеспечения «Rhino Ceros 3.0». Механические характеристики определяли при разрывных испытаниях на электромеханической испытательной машине Instron 5582.

Результаты исследований

В табл. 1 приведены механические характеристики СВМПЭ с разными наполнителями. В результате исследований оказалось, что твердость СВМПЭ при добавлении MoS_2 незначительно изменяется, плотность новых композитов повышается с увеличением содержания MoS_2 . Предел текучести, как и предел прочности, уменьшаются с ростом содержания наполнителя в композиции, а величина относительного удлинения заметно возрастает.

Таблица 1

Механические свойства композиций СВМПЭ- MoS_2

Содержание наполнителя MoS_2 , вес. %	Плотность ρ , г/см ³	Твердость по Шору D	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Предел прочности σ_B , МПа	Удлинение до разруш. ε , %
0	0,936	56,7	19,2	34,3	470
3	0,954	56,2	18,4	26,2	494
5	0,975	56,9	18,6	26,9	515
10	1,010	56,9	18,7	26,7	535

На рис. 1 приведены интенсивности изнашивания композиций СВМПЭ + n вес. % MoS_2 .

Из графика видно, что при введении наполнителей износостойкость СВМПЭ значительно уменьшается. Наименьший износ наблюдается в 2 раза при добавлении 10 вес. % MoS_2 .

График тоже показал, что износ изнашивания СВМПЭ в условии смазочной среды (дистиллированной воде) меньше в 2 раза, чем износ изнашивания в условии сухого трения. Оптимальное значение износостойкости достигается при добавлении 10 вес. % MoS_2 .

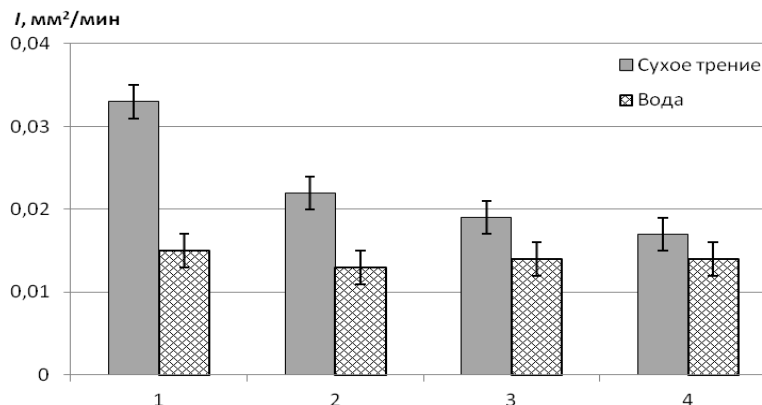


Рис. 1. Интенсивность изнашивания (I) СВМПЭ и композитов СВМПЭ- MoS_2 : чистый СВМПЭ (1), СВМПЭ + 3 вес.% MoS_2 (2), СВМПЭ + 5 вес.% MoS_2 (3), СВМПЭ + 10 вес.% MoS_2 (4) на стадии установившегося износа в режимах сухого трения и смазки (дистиллированная вода)

На рис. 2 приведены шероховатости поверхности дорожек трения СВМПЭ и композитов СВМПЭ- MoS_2 .

Видно, что изменение шероховатости поверхностей изнашивания коррелирует с интенсивностью износа, наименьшее значение шероховатости наблюдается в 2 раза при добавлении 10 вес. % MoS_2 .

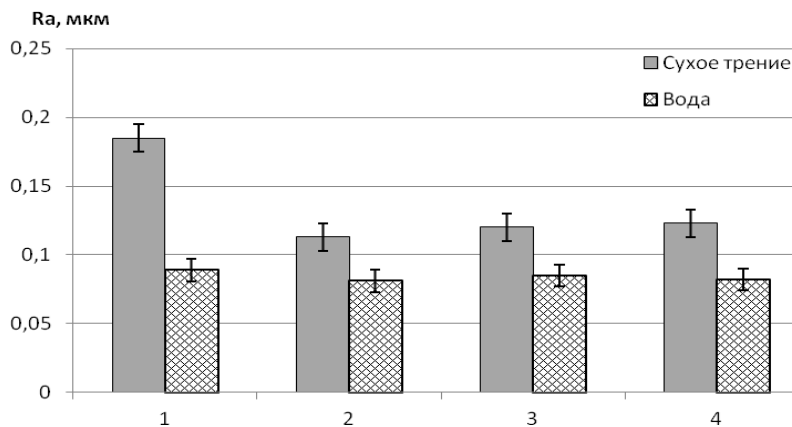


Рис. 2. Шероховатость поверхности дорожки трения (R_a) СВМПЭ и композитов СВМПЭ- MoS_2 : чистый СВМПЭ (1), СВМПЭ + 3 вес.% MoS_2 (2), СВМПЭ + 5 вес.% MoS_2 (3), СВМПЭ + 10 вес.% MoS_2 (4) на стадии установившегося износа в режимах сухого трения и смазки (дистиллированная вода)

Заключение

На основе сравнения полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Введение промышленно выпускаемого наполнителя MoS_2 незначительно снижает механические свойства композиций на основе СВМПЭ (предел текучести, предел прочности); износостойкость композиций на основе СВМПЭ повышается при наполнении его 3-10 вес. % наполнителя вдвое при сухом трении скольжения
2. Дисульфид молибдена играет роль твердой смазки в СВМПЭ при испытании в условии сухого трения и при испытании в условии смазочной воде, обеспечивает высокую износостойкость новых композитов в экстремальных условиях эксплуатации (низкие температуры, агрессивные среды).

Литература.

1. Козлова С.П. Трансфер технологий из транспортной отрасли в городское хозяйство по созданию изделий, обладающих антиобледенительными и антикоррозионными свойствами и способных работать в агрессивной среде / «Полимерный кластер Санкт-Петербурга», 2012.
2. Harley L. Stein. Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE)//Engineered Materials Handbook.-1999, Vol.2: Engineering Plastics.
3. Охлопкова А.А., Гоголева О.В., Шиц Е.Ю. Полимерные композиционные материалы на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и ультрадисперсных соединений//Трение и износ.- 2004(25), № 2, 202-206.
4. Galetz M.C., Blar T., Ruckdaschel H., Sandler K.W., Alstadt V. Carbon Nanofibre-Reinforced Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene for Tribological Applications// Journal of Applied Polymer Science.- 2007, Vol.104, 4173-4181.
5. Jiansong Zhou, Fengyuan Yan. Improvement of the Tribological Behavior of Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene by Incorporation of Poly (Phenyl p-Hydroxyzoate) // Journal of Applied Polymer Science.- 2005, Vol.96, 2336-2343.
6. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах.-М.: Химия, 2000, 672 с.
7. Ruan S.L., Gao P., Yang X.G., Yu T.X. Toughening high performance ultrahigh molecular weight polyethylene using multiwalled carbon nanotubes // Polymer. – 2003 (44), N 19, 5643-5654.
8. Виноградов А.В., Охлопкова А.А. Износостойкость дисперсно-наполненного ПТФЭ и критические концентрации ультрадисперсного наполнителя // Трение и износ. – 1995(16), №5, 931-937.
9. С.В. Панин, В.Е. Панин, Л.А. Корниенко, Т. Пувадин и др. Модифицирование сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) нанонаполнителями для получения антифрикционных композиций// Известия вузов. Химия и химическая технология.- 2011 (54), вып.7, с. 102-106.
10. Shriver D.F., Atkins P.W., Overton T.L., Rourke J.P. Inorganic Chemistry.- New York: W.H. Freeman, 2006, 326 p.

КАЛОРИМЕТРИЯ ДИТЕЛЛУРИТОКАДМАТ (II) МАГНИЯ

К.Т. Рустембеков, д.х.н., проф., Г.К. Рустембекова, к.х.н.

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

100028, г. Караганда, ул. Университетская, 28

E-mail: rustembekov_kt@mail.ru

Теллур и его соединения являются перспективными объектами для поиска новых полупроводниковых и сегнетоэлектрических материалов. Особенно это касается малоизученных сложных оксосоединений, в частности, двойных теллуридов s-d-элементов, которые представляют определенный как теоретический, так и практический интерес для неорганического материаловедения в качестве перспективных веществ, обладающих ценными физико-химическими свойствами.

Цель данной работы – синтез и исследование теплоемкости и термодинамических свойств дителлуритокадмат (II) магния – $\text{MgCd}(\text{TeO}_3)_2$.

Для синтеза двойного теллурида кадмия-магния использовали оксид теллура (IV) марки «ос.ч.», оксид кадмия и карбонат магния квалификации «х.ч.». Методика синтеза аналогична, приведенная в работах [1, 2]. Образование равновесного состава и индивидуальность соединения контролировались с помощью методов рентгенофазового и химического анализов.

Рентгеновскую съемку образца осуществляли на дифрактометре ДРОН-2,0 (CuK_α -излучение). Дифрактограммы порошков синтезированного соединения индцировали методом гомологии [3]. Корректность индцирования подтверждена близким совпадением экспериментальных и расчетных значений $10^4/d^2$ и согласованностью рентгеновской и пикнометрической плотностей. Данные рентгенографического исследования показывают, что синтезированное соединение кристаллизуется в структурном типе искаженного перовскита P_mZ_m .

Теплоемкость теллурида исследовали методом динамической калориметрии [1, 2] на серийном приборе ИТ-С-400 в интервале температур 298,15-673К. В таблице 1 приведены полученные результаты. Погрешности измерения теплоемкости при всех температурах находятся в пределах точности прибора ($\pm 10\%$) [4].