

2. Farre M., Gajda-Schranz K., Kantiani L., Barcelo D. // *Analyt. Bioanalyt. Chem.*, v. 393, p. 81-95, (2009)
3. Киселев А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии, М.: Высшая школа, 1986. - 360 с.
4. Habib A., Tabata M. // *J. Inorg. Biochem.*, v. 98, p. 1696-1702, (2004)
5. Hanitzsch R., Küppers L. // *Vision Res.*, v. 41, p. 2165-2172, (2001)
6. Тихонов Н.В. Аналитическая химия алюминия. М: Наука, 1971. – 268 с.
7. Годымчук А.Ю., Ан В.В., Ильин А.П. // *Физика и химия обработки материалов*, №5. с. 69-73, (2005)

АНТИФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ СВМПЭ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ MoS₂

Нгуен Тьук Суан, Панин С.В., Корниенко Л.А.
E-mail: thuc12@sibmail.com

Научный руководитель: С.В. Панин, д.т.н., профессор кафедры ММС, зам. директор ИФПМ-СО РАН

Введение

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]. Основной проблемой при разработке СВМПЭ является низкая адгезионная способность [5,6].

Поиск путей повышения технологических свойств СВМПЭ без заметного снижения его механико-триботехнических характеристик является актуальной научно-технической проблемой.

В данной работе сделана попытка повышения адгезионных свойств СВМПЭ к модификаторам путем введения дисульфида молибдена, испытание проведено 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 (Ø 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 твёрдость СВМПЭ при добавлении MoS₂ незначительно изменяется, плотность новых композитов повышается с увеличением содержания MoS₂. 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-MoS₂

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. % MoS₂.

Из графика видно, что при введении наполнителей износостойкость СВМПЭ значительно уменьшается. Наименьший износ наблюдается в 2 раза при добавлении 10 вес. % MoS₂.

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. % MoS₂.

I , мм²/мин

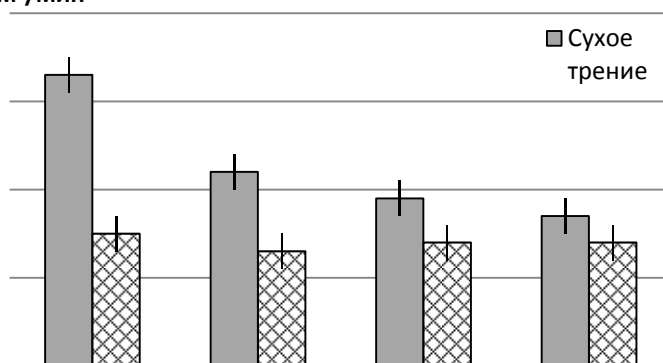


Рисунок 1. Интенсивность изнашивания (I) СВМПЭ и композитов СВМПЭ-MoS₂: чистый СВМПЭ (1), СВМПЭ + 3 вес. % MoS₂ (2), СВМПЭ + 5 вес. % MoS₂ (3), СВМПЭ + 10 вес. % MoS₂ (4) на стадии установившегося износа в режимах сухого трения и смазки (дистиллированная вода).

На рис. 2 приведены шероховатости поверхности дорожек трения СВМПЭ и композитов СВМПЭ-MoS₂.

R_a , мкм

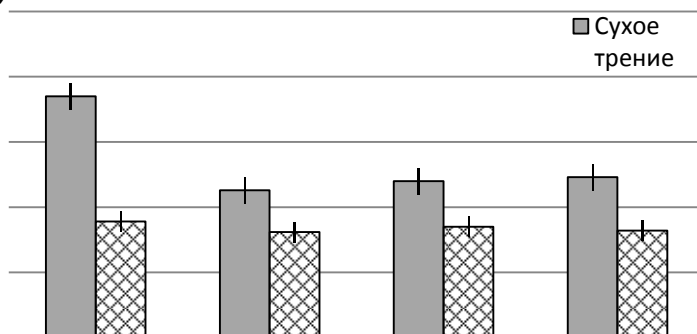


Рисунок 2. Шероховатость поверхности дорожки трения (R_a) СВМПЭ и композитов СВМПЭ-MoS₂: чистый СВМПЭ (1), СВМПЭ + 3 вес. % MoS₂ (2), СВМПЭ + 5 вес. % MoS₂ (3), СВМПЭ + 10 вес. % MoS₂ (4) на стадии установившегося износа в режимах сухого трения и смазки (дистиллированная вода).

Видно, что изменение шероховатости поверхностей изнашивания коррелирует с интенсивностью износа, наименьшее значение шероховатости наблюдается в 2 раза при добавлении 10 вес. % MoS₂.

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 условиях сухого трения и при испытании в условиях смазочной воде, обеспечивает высокую износостойкость новых композитов в экстремальных условиях эксплуатации (низкие температуры, агрессивные среды).

Список литературы

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. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Байбарацкая М.Ю., Мамаев О.А. Полимерные композиционные материалы в триботехнике. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. -262 с.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебн. пособие/ Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С. и др., под ред. А.А.Берлина.- СПб.: Профессия, 2008.- 560 с.

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДОСВЕЧИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

Садченко В.О.

E-mail: Sadchenko.v.o@gmail.com

Научный руководитель: доцент, кандидат физ.-мат. наук, Яковлов А.Н., заведующий кафедрой ЛуСт, директор ИФВТ, НИ ТПУ

Основная пища для растений – это углеводороды, они используются для роста и создания массы. Растения вырабатывают их из воды и двуокиси углерода в результате фотосинтеза, осуществляемого за счет поглощения световой энергии через хлорофилл (так называемый ассимиляционный пигмент), содержащийся в основном в листьях.

В условиях сибирских регионов выращивать растения довольно трудно, ведь посадить их на улице в открытом доступе к самому благоприятному для них солнечному свету возможно лишь в теплое время года. Но теплое время года в Сибири длится около 3 месяцев. Поэтому приходится выращивать растения в теплицах. На данном этапе возникает главная проблема - проблема досветки растений.

Свет (световая радиация, фотосинтетически активная радиация, интенсивность солнечной радиации, уровень освещенности, суммарная или интегральная облученность растений, и проч.) относится к одним из наиболее значимых факторов микроклимата в теплицах, влияющих на урожайность выращиваемых растений. Рост растений определяется процессами фотосинтеза, для которых главным источником энергии является свет. Поэтому темпы роста и развития растений пропорциональны уровню их освещенности.

Недостаток света существенно снижает темпы развития растений в зимний, весенний и осенний периоды, когда низкий уровень естественной солнечной радиации сопровождается коротким световым днем. Низкое предложение на рынке сельскохозяйственной продукции и относительно высокие цены на нее в этот период делают рентабельными системы электрического