

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВЛЕНИЯ ФТОРОПЛАСТА 4 (Ф4) НА СВОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Нгуен Суан Тьук, Панин С.В., Корниенко Л.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Институт физики высоких технологий

Кафедра материаловедения в машиностроении

Email: [thuc12@sibmail.com](mailto:thuc12@sibmail.com)

### 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 было исследование влияния Фторопласта 4 (Ф4) на структуру и свойства СВМПЭ.

### Материал и методики исследований

В работе использовали СВМПЭ фирмы Ticona (GUR-2122) молекулярной массой 4,0 млн. и размером частиц 5-15 мкм, фторопласт Ф4 с размером порошка 50-300 мкм (после обработки ультразвуком агломераты: 20-70 мкм). Образцы полимерных композитов получали горячим прессованием при давлении 10 МПа и температуре 200°C со скоростью последующего охлаждения 3-4°C/мин. Оценку удельного давления экструдирования порошковых смесей проводили на плунжерном (поршневом) лабораторном экструдере UE-MSL.

Определение твердости по Шору Д проводили с помощью прибора «Instron 902». Износостойкость материалов при скольжении определяли по схеме «вал-колодка» с использованием машины трения СТМ-1. Изображения дорожек трения были исследованы с использованием оптического микроскопа «Carl Zeiss Stemi 2000-C» и площади дорожки трения были рассчитаны с помощью программного обеспечения «Rhinceros, v 3». Механические свойства проводились с помощью разрывной машины «Instron 5582».

### Результаты исследований

В данной работе исследовали механические и триботехнические свойства композиций СВМПЭ с различным содержанием введенных в исходный порошковый фторопласт.

Интенсивность изнашивания образцов в виде соответствующей диаграммы изображена на рис. 2.

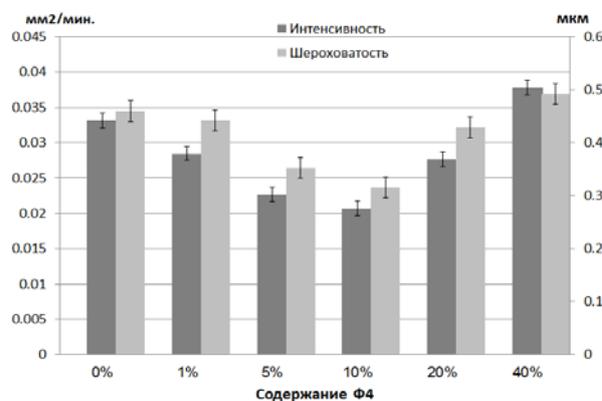


Рис. 2. Интенсивность изнашивания и шероховатость поверхности образцов при введении Ф4

Из рисунка видно, что при добавлении Ф4 до 10 мас. % в матрицу из СВМПЭ, интенсивность изнашивания снижается, и повышается с увеличением содержания Ф4 при наполнении до 40 мас. %.

Тоже видим, что изменение шероховатости поверхностей изнашивания коррелирует с интенсивностью износа, наименьшее значение шероховатости наблюдается в 1,6 раза при добавлении 10 вес. % Ф4.

В табл. 1 приведены механические характеристики СВМПЭ с различным содержанием Ф4.

В результате исследований оказалось, что твердость такой композиции незначительно изменяется, а плотность новых композитов повышается с увеличением наполнителя.

Таблица 1 - Механические свойства СВМПЭ с добавкой Ф4

Материал	Плотность г/мм <sup>3</sup>	Твёрдость по Шору Д	Предел прочности МПа	Удлинение, %
СВМПЭ	0,92	60	32,2	485
СВМПЭ + 1 % Ф4	0,93	60,2	29,9	474,8
СВМПЭ + 5 % Ф4	0,97	59,5	28,5	438
СВМПЭ + 10 % Ф4	0,99	59,78	25,1	384,1
СВМПЭ + 20 % Ф4	1,01	59,6	22,6	322,2
СВМПЭ + 40 % Ф4	1,12	59,9	18,1	289

Зависимость удлинения и предела прочности от содержания Ф4 в виде диаграммы показана на рис. 3 и на рис. 4.

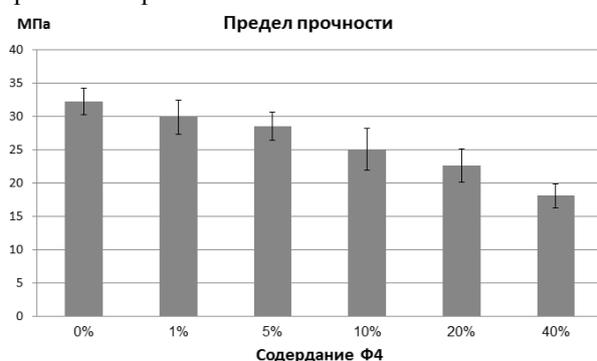


Рис. 3. Зависимость предела прочности от содержания Ф4.

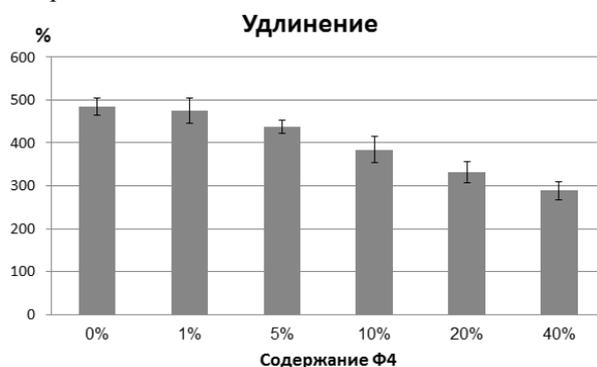


Рис. 4. Зависимость удлинения от содержания Ф4.

Из рисунков видно, что предел прочности и удлинение образцов снижается с увеличением содержания Ф4. При введении 40 мас.% Ф4, удлинение снижется до 295 % и предел прочности снижается до 18 МПа.

#### Заключение

На основе сравнения полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Добавление Ф4 в матрицу из СВМПЭ с большим содержанием (больше 10 мас. %) не позволяет повысить износостойкость. При добавлении 10 мас. % наполнителя приводит к повышению износостойкости в 1,6 раза.
2. При введении Ф4, предел прочности и удлинение СВМПЭ снижаются с увеличением содержания наполнителя.

#### 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.