

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА - ФТОРОПЛАСТА 4

*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*

*Email: nxthuc1986@gmail.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 триботехнические и некоторые механические 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 «Rhinoseros, 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. 1.

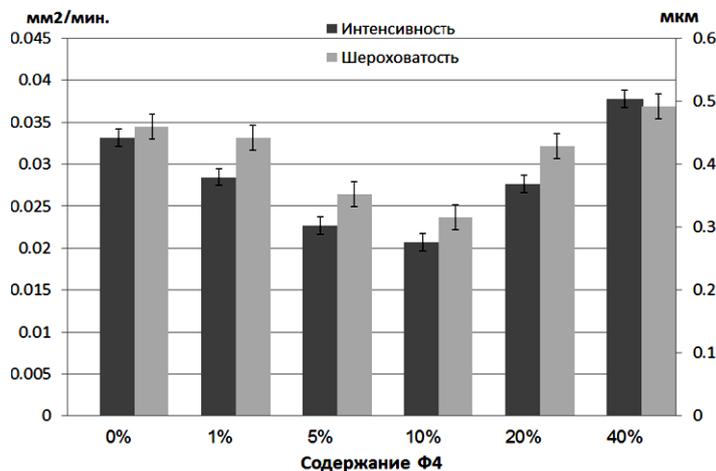


Рис. 1. Интенсивность изнашивания и шероховатость поверхности образцов при введении Ф4

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.

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

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

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

Зависимость удлинения и предела прочности от содержания Ф4 в виде диаграммы показана на рис. 2 и на рис. 3.

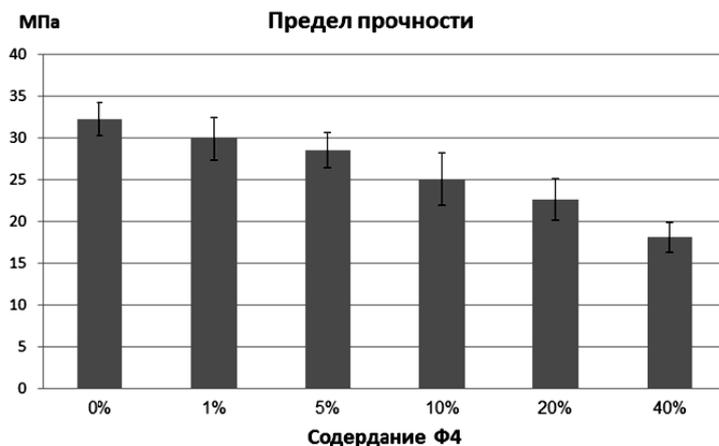


Рис. 2. Зависимость предела прочности от содержания Ф4.

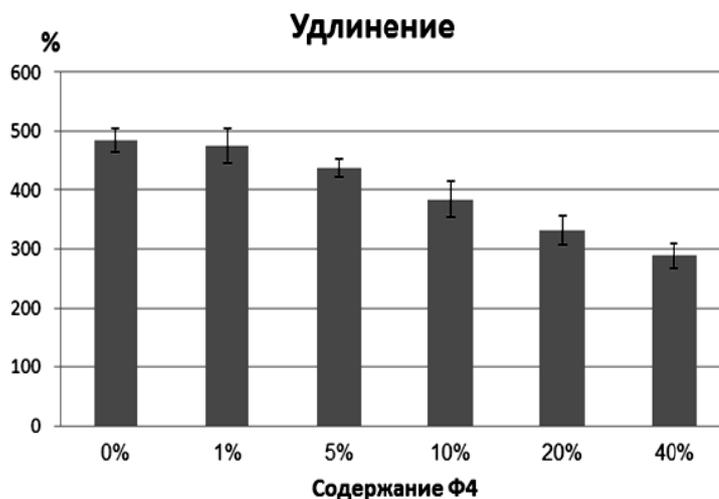


Рис. 3. Зависимость удлинения от содержания Ф4.

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:

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.

При введении Ф4, предел прочности и удлинение СВМПЭ снижаются с увеличением содержания наполнителя.

#### **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 Ultra-high 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.

### **ЭКСТРАКЦИЯ ХРОМА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕРОДИСТОГО ФЕРРОХРОМА**

*П.П. Лазаревский, к.т.н., Ю.Е. Романенко, к.т.н.*

*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»*

*654007, г. Новокузнецк ул. Кирова, 42, тел. (3843)-74-86-14*

*E-mail: lazura@ya.ru*

Металлургические предприятия сегодня большое значение придают рациональному использованию внутренних сырьевых ресурсов и утилизации промышленных отходов. В последние годы приоритетным направлением в сфере обращения с текущими отходами ферросплавного производства стало их максимальное вовлечение в технологические процессы, что в свою очередь способствует сбережению материальных и энергетических ресурсов, снижению себестоимости продукции [1, 2].

Одним из видов техногенных отходов производства высокоуглеродистого феррохрома является пыль (ферропыль), образующаяся в ходе технологического процесса производства ферросплавов и улавливаемая газоочисткой рудовосстановительной печи. При выплавке феррохрома в открытой печи вынос пыли в объеме отходящих газов составляет 50 – 60 г/м<sup>3</sup>, в отдельных случаях достигает 100 г/м<sup>3</sup>. Удельный выход пыли на 1 т феррохрома для открытой печи составляет 25 – 75 кг/т [3]. Пыль от производства феррохрома имеет следующий химический состав, %: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 22,5 – 43,6; SiO<sub>2</sub> 10,0 – 15,5; CaO 0,2 – 0,4%; MgO 25,2 – 33,1; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,2 – 5,4; FeO 4,1 – 6,0; C 5,4 – 6,2; S 1,0 – 1,2.

С учетом значительного количества образующейся ферропыли и высокого содержания в ней оксида хрома, рециклинг является актуальной задачей в современной технологической схеме производства феррохрома.

По данным рентгенофазового анализа хром в ферропыли присутствует в виде сложного соединения (Mg,Fe)CrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, что требует применения гидрометаллургического способа извлечения ведущего компонента, включающего обработку материала растворами кислот или щелочей и перевод извлекаемого компонента в раствор с его последующим извлечением экстракцией.

Процесс получения хромового концентрата химического обогащения (КХО) состоит их двух этапов: