

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗНОСА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, ИМЕЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ Cu, BN**

*ВОЙЦИК В.Ф., КОНДРАТЮК А.А., ВИЦКЕ Р.Э.*  
Томский политехнический университет  
Институт физики высоких технологий  
E-mail: vvfsav@gmail.com

**COMPARATIVE ANALYSIS OF WEAR POLYMER COMPOSITES HAVING AS FILLER FINELY DISPERSED Cu, BN**

*VOYTSIK V.F., KONDRATUK A.A., VICKE R.E.*  
Tomsk Polytechnic University  
Institute of High Technologies  
E-mail: vvfsav@gmail.com

*Annotation:* fulfill technological regimes producing polymer based composites of UHMWPE with filler in the form of organic or inorganic dispersed particles. Investigate their mechanical characteristics.

**Введение**

В последние годы наметилась тенденция использования термопластичных полимеров в качестве матричного материала при создании композитов. К числу перспективных материалов в качестве термопластичных матриц относят сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) вследствие его высокой прочности, износо- и радиационной стойкости, возможности эксплуатации при низких температурах (до -200 °С) и других особых характеристик.

Композиционные материалы на полимерной основе с добавлением органических и неорганических наполнителей могут быть использованы для изготовления деталей с улучшенными физико-механическими характеристиками.

**Цель работы**

Исследовать влияние процентного содержания наполнителей на износ композитов. Определить количественный износ композитов с различными наполнителями с одинаковым процентным их содержанием. Определить изменение твёрдости полимерных композитов в зависимости от наполнителей и их содержания. Сравнить влияние дисперсности абразивов на сухой износ.

**Материалы и методики исследования**

В качестве объектов исследования были изготовлены методом компрессионного горячего формования композиты на основе порошка сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) с наполнителями Cu в количестве 3,7,10,13,50,81% весовых и BN в количестве 3,7,10,13,35,50% весовых. Общий вид ряда модельных образцов с содержанием наполнителя Cu представлен на рисунке 1, так же на рисунке 2 представлен общий вид модельной заготовки.

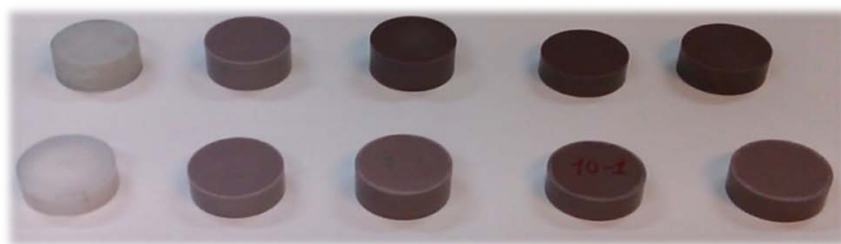


Рисунок 1 - Общий вид модельных заготовок с различным содержанием меди «ПМС-1», изготовленные методом горячего прессования

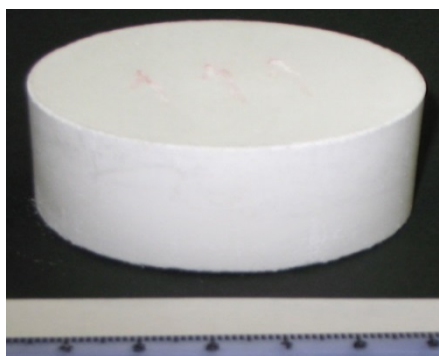


Рисунок 2 - Общий вид модельной заготовки композита СВМПЭ + ВН

С целью исследования поведения полученных нами полимерных композитов с разным процентным содержанием наполнителя и его вида, в условиях реальной эксплуатации при абразивном износе без смазки, были проведены испытания на износостойкость (в качестве абразива использовали порошок  $Al_2O_3$ ). Испытания проводились на установке «ИИП-1».

На первом этапе исследований на износ, было установлено влияние дисперсности абразивного материала при проведение эксперимента с образцом из чистого СВМПЭ. Абразив №1 - крупнодисперсный, №2 – мелкодисперсный.

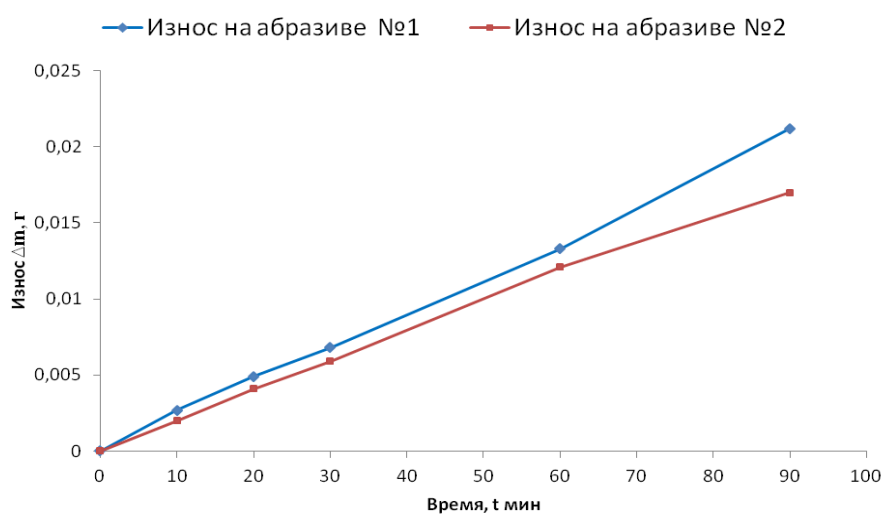


Рисунок 3 – Результаты исследования образца из чистого СВМПЭ на износ

Анализируя полученные данные, сделан вывод, что более крупнодисперсный абразив изнашивает композиционные полимеры интенсивнее, чем мелкодисперсный.

Далее были исследованы на износ образцы с наполнителем нитрида бора в диапазоне от 3 до 50% содержания наполнителя. Приведён сводный график на рисунке 4.

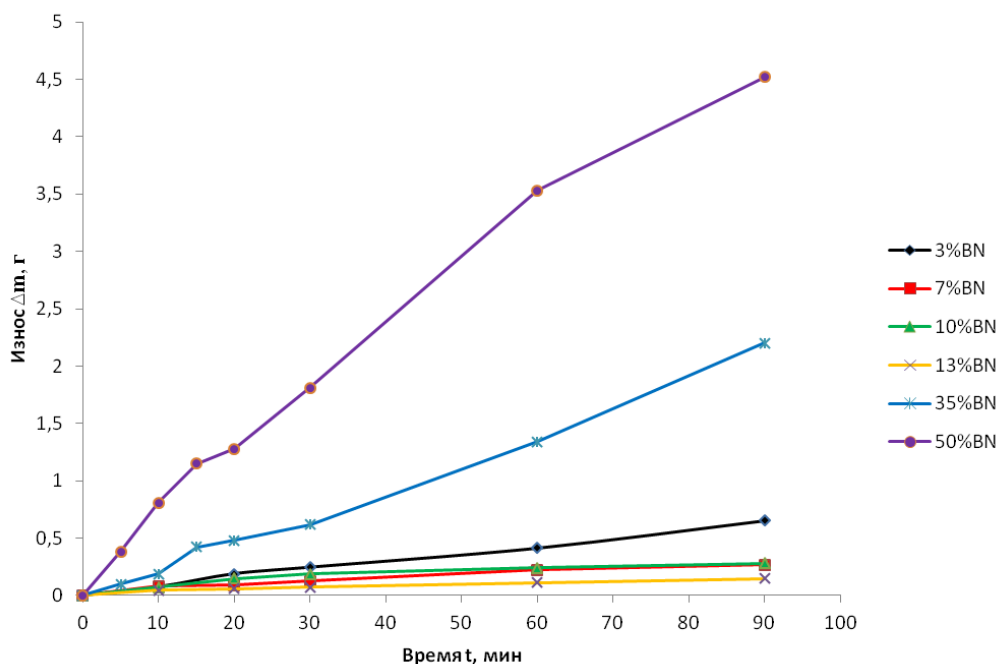


Рисунок 5 – Результаты исследования на износ образцов с наполнителем нитрида бора

С целью более полной визуализации, данных для каждого образцах представлены в виде отдельных зависимостей.

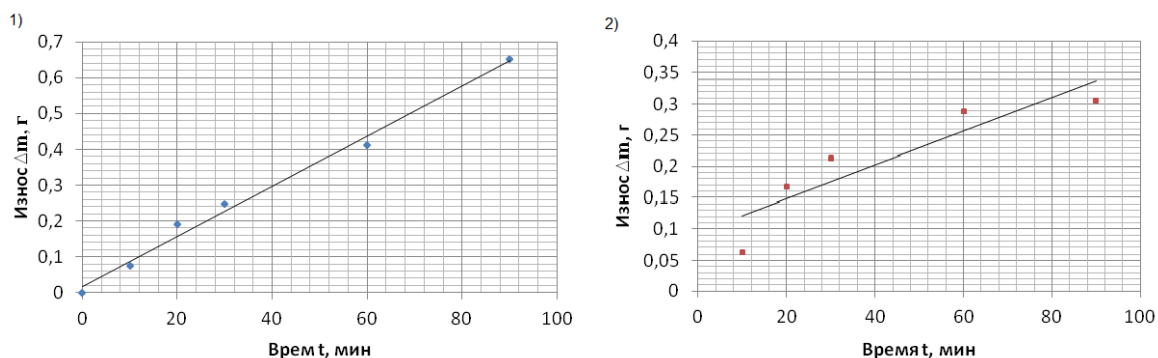


Рисунок 6 - Испытания на износ образца 1) СВМПЭ+3% BN, 2) СВМПЭ 7% BN

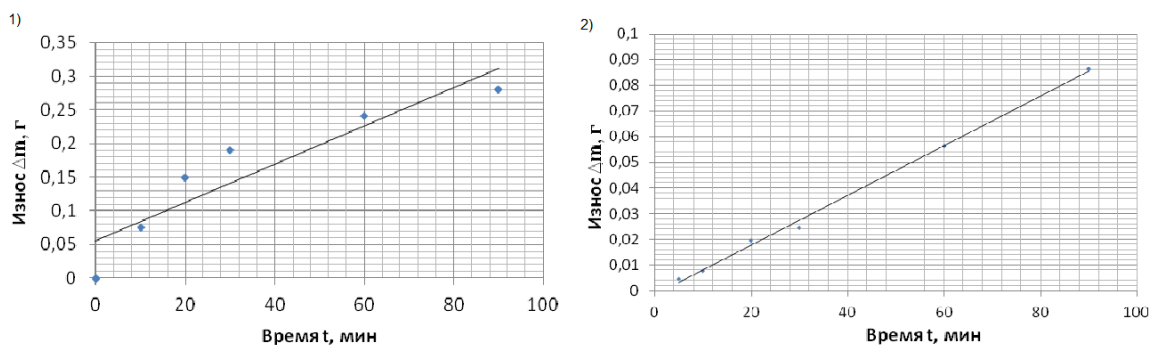


Рисунок 7 – Испытание на износ образца 1) СВМПЭ+10% BN, 2) СВМПЭ+13% BN

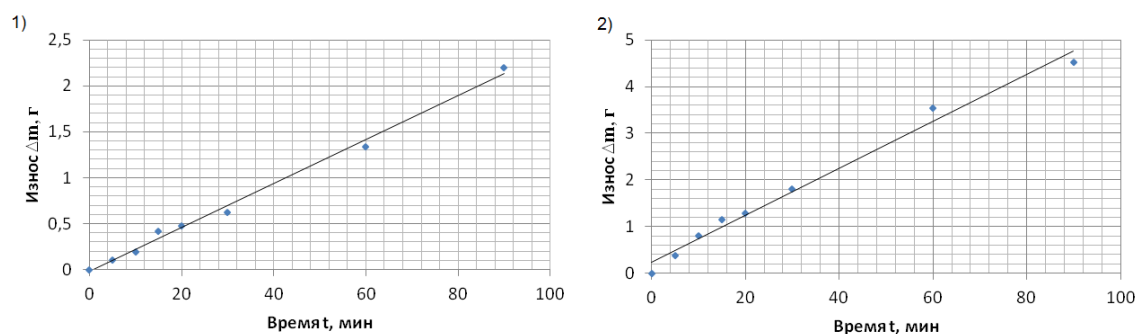


Рисунок 8 - Испытание на износ двух образцов СВМПЭ+50% BN

По результат исследования, в случае использования наполнителя в виде нитрида бора в количестве от 3 до 13% износ полимерных композитов уменьшается. При увеличении содержания наполнителя вплоть до 50% износ интенсифицируется.

По аналогии были проведены испытания для образцов с наполнителем Cu. Сводный график приведён на рисунке 9.

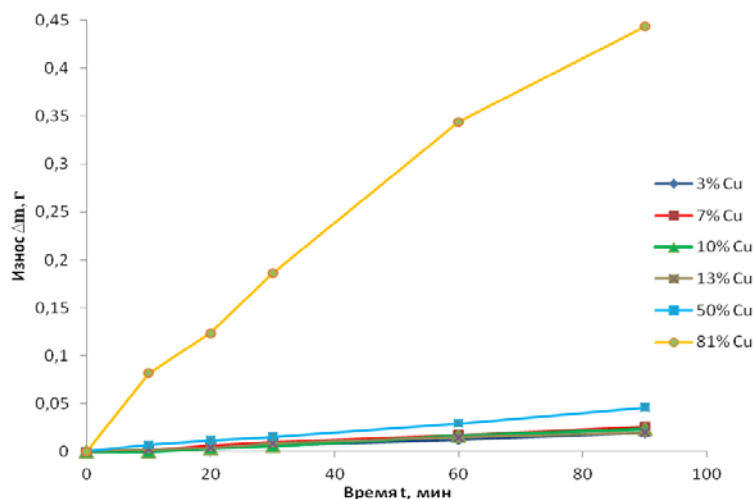


Рисунок 9 – Результаты исследования на износ образцов с наполнителем меди

С целью более полной визуализации, данных для каждого образцах представлены в виде отдельных зависимостей.

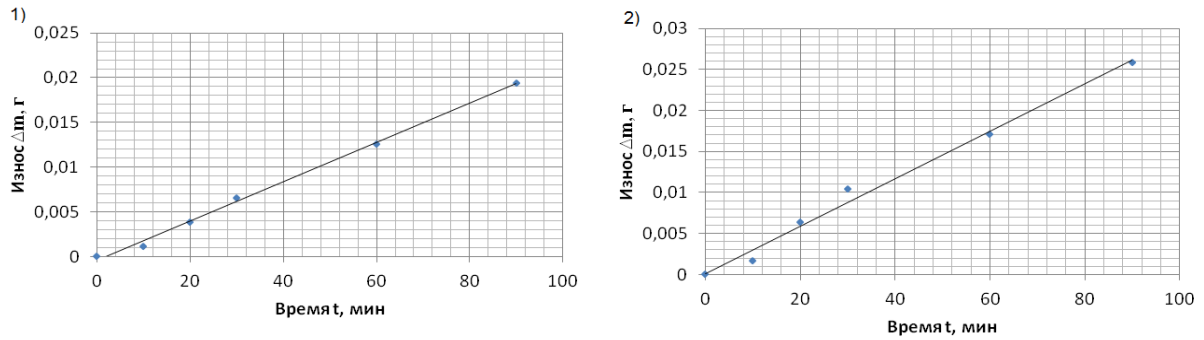


Рисунок 10 - Исследование на износ образцов 1)СВМПЭ+3% Cu, 2)СВМПЭ+7%Cu

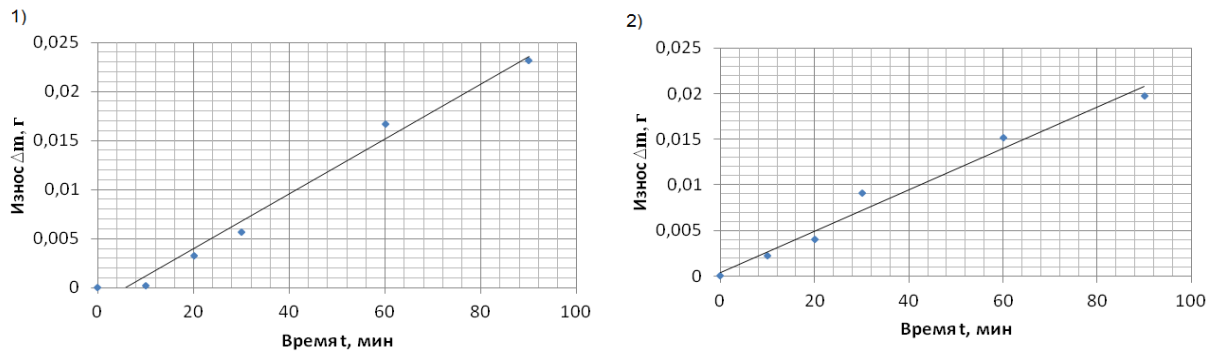


Рисунок 11 - Исследование на износ образцов 1)СВМПЭ+10% Cu, 2)СВМПЭ+13%Cu

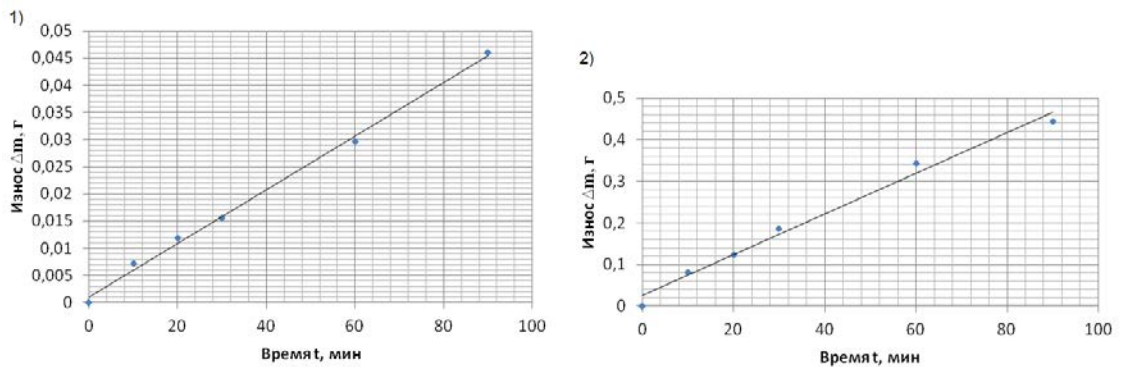


Рисунок 12 - Износ на образце СВМПЭ + 50 и 81% Cu

### Заключение

Применение в качестве наполнителя мелкодисперсной меди в количестве 3% приводит к уменьшению износа исследуемого образца по сравнению с чистым СВМПЭ. При дальнейшем увеличении содержания меди (до 13%) износ начинает монотонно увеличиваться и достигает максимум при содержании 81%.

В случае использования наполнителя в виде нитрида бора в количестве от 3 до 13% износ полимерных композитов уменьшается. При увеличении содержания наполнителя вплоть до 50% износ интенсифицируется.

### Список литературы

1. Бобович Б.Б Полимерные композиционные материалы, учебное пос. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – С. 59
2. Рогозина М.В., Недосекова О.Ю., Кондратюк А.А. Влияние составов полимерных композитов на физико-механические характеристики. Сборник научных трудов XIII Всероссийской школы-семинара с международным участием «Новые материалы. Создание. Структура. Свойства», Томск , 9-13 февраля 2013. – С. 151-160.

## МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ПО ВОДОРОДУ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

*T.S. ПРЯМУШКО, Н.С. ПУШИЛИНА, В.Н. КУДИЯРОВ, Р.С. ЛАПТЕВ*

Томский политехнический университет

E-mail: [tatyana.pryamushko@mail.ru](mailto:tatyana.pryamushko@mail.ru)

## METHODS OF THE CREATION OF THE STANDART SAMPLES WITH HYDROGEN FOR THE SPECTROMETRIC DEVICES CALIBRATION

*T.S. PRIAMUSHKO<sup>1</sup>, N.S. PUSHILINA<sup>1</sup>, V.N. KUDIAROV<sup>1</sup>, R.S. LAPTEV<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Tomsk Polytechnic University

E-mail: [tatyana.pryamushko@mail.ru](mailto:tatyana.pryamushko@mail.ru)

*Annotation. A method for preparation of the samples with the specified concentrations of hydrogen (from 500 to 2500 ppm) for calibration of the high-frequency glow discharge optical emission spectrometer.*

**Введение.** Одними из широко распространенных конструкционных материалов в ядерной энергетике и авиастроении являются титан, цирконий и их сплавы. Основные технологические и эксплуатационные характеристики конструкционных материалов имеют сильную зависимость от содержания примеси водорода, так как в процессе эксплуатации данные материалы подвергаются воздействию агрессивной внешней среды [1]. В результате чего происходит внедрение газообразных примесей, в частности водорода. Вследствие этого происходит возникновение дефектов, охрупчивание металлов и разрушение их поверхности. Проникновение водорода в металл характеризуется его неравномерным распределением от поверхности к объему. При этом на градиент концентрации водорода в материале оказывают влияние такие факторы как условия обработки поверхности, температура эксплуатации, количество дефектов и т.д. Определение концентрации водорода является довольно сложной задачей современного материаловедения, поскольку большинство аналитических методик не чувствительны к водороду.

Для проведения количественного послойного элементного анализа широкое применение нашли спектрометры плазмы тлеющего разряда [2], имеющие более высокую аналитическую точность измерений, а также высокую скорость сканирования (до 9 мкм/мин). Однако данный метод требует калибровки прибора по водороду. Для этого необходимы стандартные образцы с широким диапазоном содержа-