

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

*Шушков А.С., Бреки А.Д., Иванова Г.В., Тарасенко Е.А., Толматеев А.Д.  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** полимерный материал, сверхмолекулярный полиэтилен, трение верчения.

**Аннотация.** Целью работы является исследование трибологических свойств полимеров для последующего внедрения изучаемого материала в машиностроительную отрасль, в частности для футеровки роликов ленточных конвейеров. Для исследования используется сверхмолекулярный полиэтилен. В ходе работы авторами приводится методика и результаты испытаний сверхмолекулярного полиэтилена при исследовании момента трения верчения.

## THE RESEARCH OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF ULTRA-HIGH- MOLECULAR-WEIGHT POLYETHYLENE

*Shushkov A.S., Breki A.D., Ivanova G.V., Tarasenko E.A., Tolmateev A.D.  
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg*

**Keywords:** polymer materials, ultra-high-molecular-weight polyethylene, friction spinning.

**Abstract.** The purpose of the work is a researching of tribological properties of polymers for the following using of the studied material in engineering industry. For research, ultra-high-molecular-weight polyethylene is used. In this work authors made a methodology and got results of test of ultra-high-molecular-weight polyethylene in the researching of the moment of friction spinning.

Долговечность и надежность работы оборудования для транспортировки и переработки сырья во многих областях промышленности: горно-обогатительной, металлургической, химической, строительных материалов предприятиях, сельского хозяйства зависит от состояния его рабочих поверхностей и деталей конструкций, выполненных из полимерных материалов [1], [2].

Сверхмолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) обладает высокой прочностью и ударной вязкостью в широком диапазоне температур, от -200 до +100 С, высокой химической стойкостью к агрессивным средам стойкостью к изнашиванию, высокой светостойкостью и может быть использован используется для замены металлов при изготовлении зубчатых колес, подшипников, направляющих, роликов конвейеров, в качестве футеровочных элементов. В условиях интенсификации нагрузок и скоростей в современных машинах и механизмах проблемы снижения трения и износа встают особенно остро. В связи с этим, исследование механизма процесса изнашивания полимерных элементов является актуальной задачей [3].

В качестве истирающего использовался цилиндрический образец (ролик) из подшипниковой стали марки ШХ-15 диаметром 5 мм и высотой 10 мм (рис. 1). Для исследования выбран образец из высокомолекулярного полиэтилена, представленный на рис. 2.



Рис. 1. Истирающее тело



Рис. 2. Образец для испытаний

Лабораторные испытания и исследование образцов проводятся в научно-исследовательском центре СПбПУ на установке «РВД-40» для исследования момента трения вращения, общий вид и система нагружения которой представлен на рис. 3 и 4.

Методика испытаний:

- образец фиксируется зажимами под двумя пластинами (рис. 5);
- ролик, из стали ШХ15 прижимается к образцу;
- подвешиваются грузы на подвеску, прикладывая нагрузку 173 Н;
- запускается электродвигатель с частотой вращения 850 об/мин;
- засекается время испытания - 5 минут.



Рис. 3. Общий вид РВД-40



Рис.4. Система нагружения



Рис. 5. Образец в процессе испытаний

Для исследования на данной установке была взята только часть образца, так как столик прижимного механизма небольшого размера. Вес взятого образца для испытаний 7,56г.

На испытательной установке были получены графики зависимости момента трения вращения от времени (рис. 6).

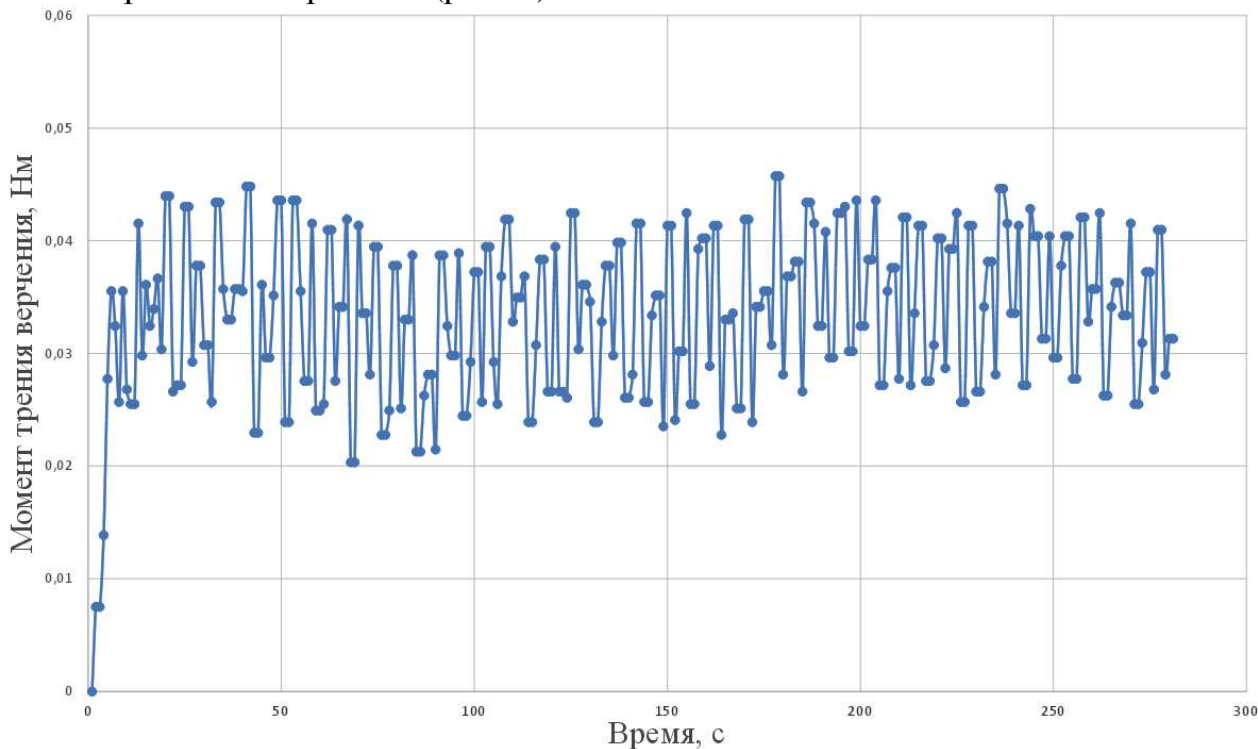


Рис. 6. График зависимости момента трения вращения от времени

Величина момента трения вращения для образца изменялась от 0,02 до 0,45 Нм. При испытании полимерных материалов, например, фторопласта - 4, наблюдалась тенденция зависимости момента трения вращения от твердости образцов.

Исследование образца проводилось с использованием оборудования: микроскопа МСБ-9. Сделаны фотографии, с разрешением 20х и 40х, отпечатков ролика на образце и произведены измерения этих отпечатков (ролик диаметром 5 мм). Один из отпечатков представлен на рис. 7. Среднее значение размера отпечатка составляет 4,79 мм. При исследовании отпечатка на инвертированном микроскопе Meiji Techno IM7000 с увеличением 200х (рис. 8) получено значение 5000,9 мкм.

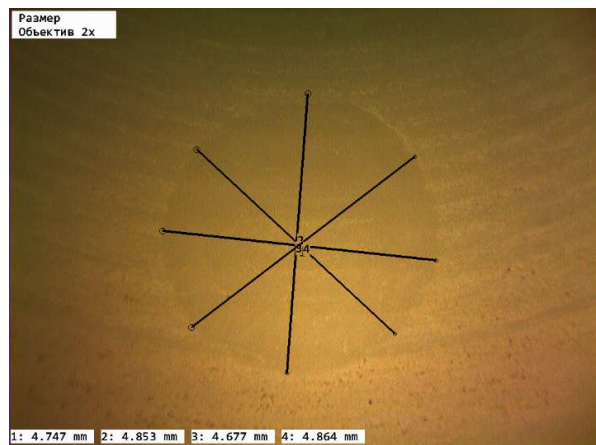


Рис. 7. Отпечаток ролика на образце (фото на микроскопе МСБ-9)

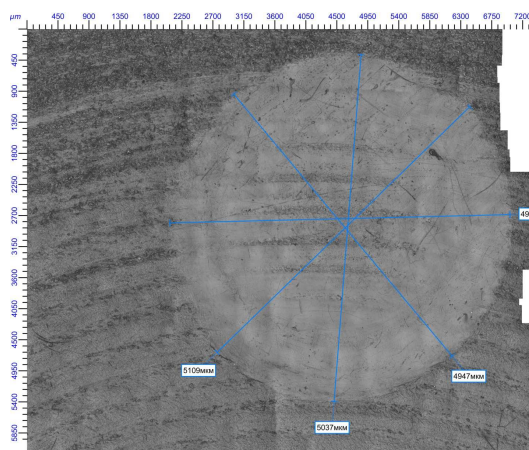


Рис. 8. Отпечаток ролика на образце (фото на инвертированном микроскопе Meiji Techno IM7000)

Измерение твердости образца проводилось на автоматический микротвердомере Future-Tech от границы в глубь отпечатка, на рисунке 9 представлен график полученных значений, средняя твердость – 19,4 HV (10 г), твердость материала не в точке износа - 72,3 HV (10 г).

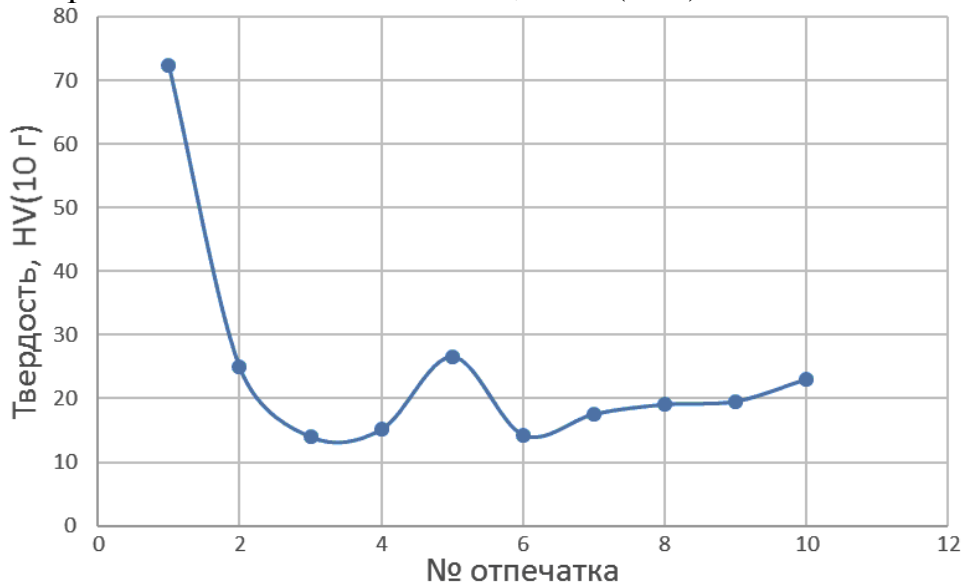


Рис. 9. Измерение твердости образца

В результате полученных исследований установлено, что сверхмолекулярный полиэтилен может использоваться в деталях механизмов и машин, работающих в условиях высоких нагрузок.

Исследования материалов на истирание являются перспективным направлением материаловедения и машиностроения. Изучение процесса изнашивания, направленное на совершенствование технологии, позволяет повысить долговечность и надежность оборудования.

#### Список литературы

1. Панин С.В., Корниенко Л.А., Соджайтам Н. и др. Разработка антифрикционных нанокompозитов на основе химически модифицированного сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Часть 3: Сравнение модифицирующего действия компатибилизаторов на механические и триботехнические свойства // Трение и износ. 2012. Т. 33, №1. С. 62-68.
2. Panin S.V., Kornienko L.A., Sonjaitham N. et. al. Wear-resistant ultra-high molecular weight polyethylene-based nano- and microcomposites for implants // Journal of Nanotechnology. 2012. Vol. 7.
3. Панин С.В., Корниенко Л.А., Сонджайтам Н. и др. Абразивное изнашивание микро и нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Часть 1. Композиты на основе СВМПЭ, наполненного микрочастицами окисленного алюминия // Трение и износ. 2012. Т. 33, №5. С. 265-271.

#### Сведения об авторах:

*Шушков Артем Сергеевич* – магистрант, СПбПУ, г.Санкт-Петербург;

*Бреки Александр Джалюльевич* – ведущий инженер, доцент, СПбПУ, г.Санкт-Петербург;

*Иванова Галина Валерьевна* – старший преподаватель, СПбПУ, г.Санкт-Петербург;

*Тарасенко Елена Александровна* – доцент, СПбПУ, г.Санкт-Петербург;

*Толматеев Андрей Денисович* – студент-магистр, СПбПУ, г.Санкт-Петербург.