

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОРОШКА СВМПЭ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Бондаренко Я.А.

Научный руководитель: Панин С.В., д.т.н., доцент

<sup>1</sup>Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,

634021, Россия, г.Томск, пр.Академический, 2/4

E-mail: bondarenkoyana@yandex.ru

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) – это разновидность полиэтилена, в котором длина молекулярной цепи ( $-C_2H_2-$ ) превышает один миллион углеродных единиц. Благодаря его уникальным свойствам – высокому сопротивлению изнашиванию и высокой ударной вязкости, СВМПЭ все чаще используется в промышленности в узлах трения деталей машин и механизмов, а также медицине. Изделия из СВМПЭ, помимо низкого коэффициента трения, химической стойкости и сохранения свойств при низких температурах должны обладать и высокой износостойкостью, что может быть достигнуто за счет его наполнения либо поверхностной модификации. Таким образом, поиск дальнейших путей повышения износостойкости СВМПЭ и композитов на его основе является актуальной научно-технической проблемой [1].

Распространенным способом повышения механических и триботехнических свойств полимеров является их облучение пучками заряженных частиц. Так при обработке полиэтилена электронным лучом возникает разрыв цепочки полимера, что может приводить к поперечной сшивке, и, как следствие, заметному увеличению его износостойкости.[2]

Таким образом, актуальной проблемой научных исследований является поиск путей создания композиционных материалов на основе СВМПЭ с повышенными триботехническими характеристиками, путем облучения порошка СВМПЭ импульсным электронным пучком.

**Целью настоящей работы** является исследование влияния импульсного электронно-лучевого облучения исходного порошка СВМПЭ, на изменение структуры, механических и триботехнических свойств композиционных материалов на основе СВМПЭ.

Таблица 1. Свойства облученных образцов

	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердость по Шору D	Интенсивность абразивного износа, мм <sup>3</sup> /м	Коэффициент трения при абразивном износе
Чистый СВМПЭ	0,934	59,07	0,169	0,385
10% PP-b-LLDPE +ЭО	0,942	55,59	0,123	0,306
10% PP +ЭО	0,943	56,12	0,146	0,275
10% HDPE-b-EVA +ЭО	0,943	53,93	0,108	0,275
10% HDPE-b-SMA +ЭО	0,949	56,52	0,217	0,336
10% HDPE-g-VTMS +ЭО	0,967	53,62	0,202	0,397
10% PEX-b +ЭО	0,974	54,48	0,152	0,367
10% Сэвилен +ЭО	0,937	53,87	0,221	0,393

В работе для получения объемных материалов на основе СВМПЭ был использован метод спекания под давлением (компрессионное спекание).

Получаемые полуфабрикаты в виде листов, пластин, блоков, цилиндров могут далее подвергаться механической обработке в изделия практически любых форм и видов для самых различных областей применения. За счет использования частиц определенного размера и контроля условий спекания можно задавать определенную пористость для различных областей применения материала: от различного рода фильтров до демпфирующих изделий.

Метод спекания под давлением обеспечивает более высокие плотность и механические свойства спрессованного материала. [3]

Электронное облучение порошка производилось на импульсном электронно-лучевом стерилизаторе для термобильных порошковых и сыпучих материалов (Институт сильноточной электроники).

Далее представлены экспериментальные результаты исследований износостойкости, механических свойств и структуры СВМПЭ, подвергнутого облучению электронным пучком.

Образцы СВМПЭ были подвергнуты облучению импульсным электронным пучком с энергией до 2.2 Мегаэлектровольт (МэВ), с частотой импульсов 50 Гц. Поглощенная доза излучения 12 кГр.

В качестве испытываемых образцов, мы использовали композиты на основе СВМПЭ: LLDPE, PP(полипропилен), HDPE-b-EVA, HDPE-b-SMA, HDPE-g-VTMS, PEX-b, сэвилен.

Все композиции составлены из соотношения – 90 %вес. СВМПЭ и 10 %вес. полимера добавки

Далее на рисунке 1 представлены изображения исходных и облученных образцов.

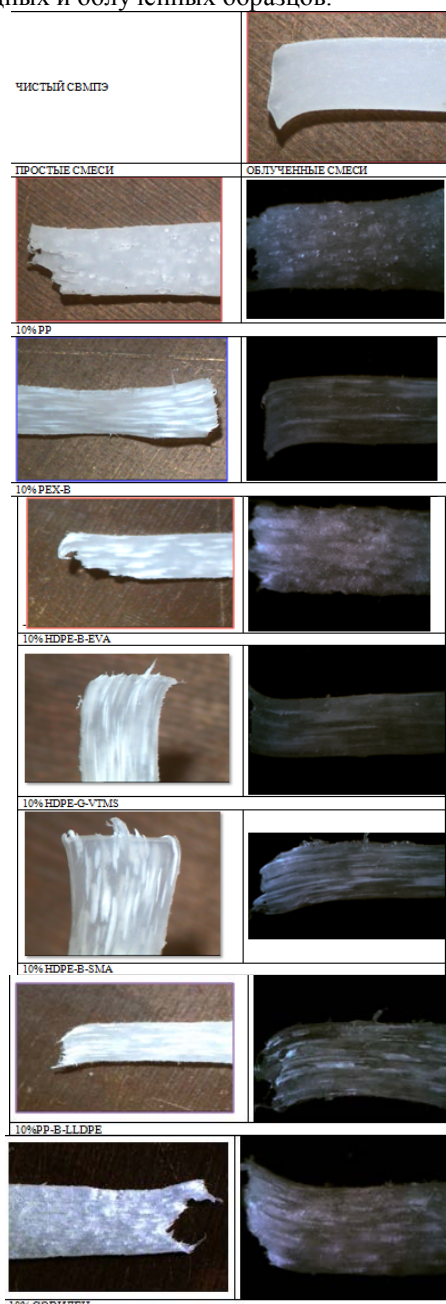


Рис.1. Образцы до и после облучения

На рисунке 2 представлена диаграмма, характеризующая интенсивности изнашивания на стадии установившегося износа. Видно, что все облученные образцы имеют более высокую интенсивность изнашивания, чем чистый СВМПЭ, для которого она составляет  $0.17 \text{ мм}^3/\text{мин}$ , в то время как у облученных образцов она меняется от 0.2 до  $1.6 \text{ мм}^3/\text{мин}$ . Таким образом, облученный материал изнашивался быстрее, чем исходный.

Предположительно, это происходит по причине того, что полимер приобрел ламеллярную структуру, а также, в связи с его деструкцией.

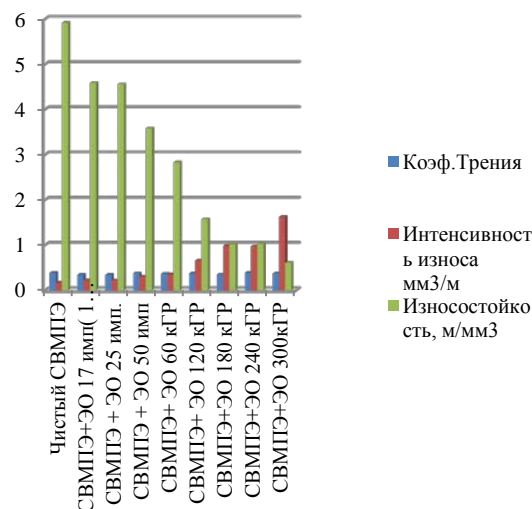


Рис.2. Интенсивность изнашивания СВМПЭ, облученного электронным пучком

На основе полученных экспериментальных данных и их анализа можно констатировать, что импульсное электронное облучение исходного порошка СВМПЭ небольшими дозами способно повышать механические характеристики, при этом облучение большими дозами значительно их снижает. Абразивная износостойкость снижается при всех режимах облучения. Твердость образцов меняется незначительно, и не может являться характерным признаком.

Для понимания причин наблюдаемых эффектов, необходимо дальнейшее исследование, в частности, структурные исследования – растровая электронная микроскопия, дифференциальная сканирующая калориметрия и ИК-спектроскопия.

### Литература

1. M. Slouf, H. Synkova, J. Baldrian, A. Marek, J. Kovarova, P. Schmidt, H. Dorschner, M. Stephan and U. Gohs. Structural changes of UHMWPE after e-beam irradiation and thermal treatment. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater 85B (2008). P.240-251.
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-molecular-weight\\_polyethylene](http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-molecular-weight_polyethylene) (5 September 2010)
3. С.В. Панин, Л.А. Корниенко, Т. Пувадин, Л.А. Мержиевский, С.В. Шилько, М.А. Полтаранин, Л.Р. Иванова, М.В. Коробейников, Е.А. Штарклев. Трение и изнашивание сверхвысокомолекулярного полиэтилена, модифицированного высокоэнергетической обработкой поверхности электронным пучком. // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2011, №12. С.125-131.