ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/224

ПОЛУЧЕНИЕ РЕЦЕПТУРЫ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИФЕНИЛЕНСУЛЬФИДА С УГЛЕРОДНЫМИ ВОЛОКНАМИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ

^{1,4}Панин С.В., ^{1,2}Гришаева Н.Ю., ^{1,2}Бочкарева С.А., ^{1,2,3}Люкшин Б.А., ^{2,3}Панов И.Л.,
⁴Нгуен Дык Ань, ⁴Ле Ми Тхи Хиеп

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск,*

²*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск*

³*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

⁴*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск*

Полифениленсульфид (ПФС) является перспективным высокотемпературным конструкционным термопластом, обладающим высокими показателями свойств теплостойкости, жесткости, ударопрочности, гидролизо-химической стойкости, технологичности, формостабильности, высокой адгезии к большому количеству материалов (стеклу, керамике, титану, бронзе, стали). Однако чистый ПФС обладает низкой износостойкостью и высоким коэффициентом трения (>0.34), что ограничивает его применение в узлах трения.

Для повышения триботехнических характеристик полимеров, как правило, используют различные типы наполнителей, прежде всего твердосмазочные микрочастицы (политетрафторэтилен, дисульфид молибдена, графит, нитрид бора), а также нанонаполнители (углеродные нановолокна/нанотрубки, наночастицы на основе оксидов, нитридов, карбонитридов и т. п.). Совместное введение твердосмазочных и армирующих наполнителей в полимерную матрицу позволяет комплексно повысить трибомеханические характеристики, расширяя тем самым номенклатуру и области применения полимерных композитов с заданными эксплуатационными свойствами в узлах трения машин и механизмов.

В работе исследуется вопрос проектирования композиций с заданными механическими и триботехническими характеристиками на основе ПФС. В качестве армирующих волокон использованы короткие углеродные волокна (70 мкм) (КУВ) и рубленные углеродные волокна (2 мм) (РУВ). Цель работы заключается в определении содержания наполнителей для получения заданных (эффективных) свойств. В работе приведен пример, когда заданные свойства определяются следующими требованиями:

- твердость по Шору Д - не менее 81,9;
- объемный износ - не более $0,18 \text{ мм}^3$;
- модуль упругости композитного материала - не менее 10670 МПа;
- деформация - не менее 0,94%;
- предел прочности при изгибе - не менее 98,2 МПа;
- плотность - не менее $1,454 \text{ г/см}^3$;
- коэффициент трения - не более 0,26.

Используется подход к определению управляющих параметров (степени наполнения короткими или рубленными углеродными волокнами), придающих материалу заданные эффективные свойства или попадание их в заранее заданные их интервалы [1]. Подход заключается в следующем. На основе опорных точек – значений эффективных характеристик в зависимости от управляющих параметров – в пространстве состояний строятся соответствующие поверхности, т.н. поверхности отклика механических и триботехнических характеристик на значения управляющих параметров.

Опорные точки, служащие для нахождения требуемых параметров, в данной работе получены на основе физических экспериментов. После получения ряда опорных точек используется метод дополнения данных до регулярного массива с применением линейной интерполяции на основе интерполяционного полинома Лагранжа.

В итоге получают зависимости эффективных характеристик (объемного износа, модуля упругости, относительного удлинения и т.д.) которые строятся в виде поверхностей,

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

отражающих зависимости этих характеристик от управляющих параметров. Управляющими параметрами служат степень наполнения КУВ и РУВ.

Рис 1. Область значений управляющих параметров, обеспечивающих соответствие физико-механических характеристик материала заданным ограничениям

На рис. 1 показана полученная область значений управляющих параметров, обеспечивающих соответствие физико-механических характеристик материала заданным ограничениям. Например, композиция на основе ПФС с составом: 30.5% РУВ (2 мм) и 10% КУВ (70 мкм) будет удовлетворять заявленным требованиям.

Предложенный и реализованный подход позволяет определять рецептуру многокомпонентных полимерных композиций с заданными свойствами на основе ограниченного количества экспериментальных данных. Метод обладает наглядностью и позволяет отсеять заведомо нереализуемые сочетания задаваемых эффективных характеристик.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке: 1) ПФИ ГАН на 2013-2020 годы по направлению фундаментальных исследований 23. [Регистрационный номер НИОКР АААА-А16-116122010041-9]; 2) РФФИ №18-58-00037_бел_а.

1. Дисперсно-наполненные полимерные композиты технического и медицинского назначения / Люкшин Б.А., Шилько С.В., Панин С.В. и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 311 с.