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: 10.17223/9785946218412/28

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРИКЦИОННОГО ИЗНОСА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

^{1,2}Бочкарева С.А., ^{1,2}Гришаева Н.Ю., ^{1,2,3}Люкшин Б.А.,

¹Люкшин П.А., ^{1,4}Панин С.В., ²Артемов И.Л.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск,

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

³Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

⁴Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

В работе моделируется процесс трибоизноса поверхности полиэфирэфиркетона (ПЭЭК) [1-3], наполненного частицами политетрафторэтилена (ПТФЭ) марки Ф-4 «флуралит», обеспечивающими твердую смазку [2, 3]. ПЭЭК обладает очень высоким модулем упругости, высокой прочностью, устойчивостью к агрессивным средам, но, чтобы использовать этот материал как антифрикционный, нужно повышать его износостойкость.

Экспериментально авторами было установлено, что одним из эффективных способов является введение частиц ПТФЭ диаметром 6-20 мкм, износостойкость возрастает при этом в 4 раза а, коэффициент трения уменьшается в 1,7 раз.

При экспериментальном изучении износостойкости полимерных композиционных материалов (ПКМ) для исследования износостойкости материалов в режиме сухого трения скольжения применяют две схемы: «шар-на-диске» (рис. 1) и «вал-колодка».

а)

б)

Рис. 1. Изображение машины трения СМТ-1 (а), схема трения по типу шарик

– диск (б)

Шар и вал – называются также контртелом, а диск и колодка представляют собой исследуемый материал. В результате испытаний оценивается площадь дорожки трения и объемный износ.

В работе экспериментальное испытание образцов на изнашивание проводили на трибometре CSEM CH-2000 в соответствии с ASTM G99 по схеме «шар-на-диске». Шарик контртела выполнен из стали ШХ15, диаметр 6 мм.

При взаимодействии контактирующих в зоне контакта одновременно реализуется большое множество элементарных фрикционных связей, происходит превращение работы сил трения в тепловую энергию трущихся тел, что приводит к изменению физико-механических свойств материалов.

Предлагаемый подход к моделированию ПКМ в условиях трибосопряжения позволяет рассчитывать температуру нагрева и температуру «вспышки» контактирующих тел и исследовать ее влияние на износостойкость. Для расчетов используется метод конечных элементов (МКЭ).

При моделировании учитывается шероховатость поверхности ПКМ, изменяющая фактическую площадь контакта, и в явном виде учитываются включения микронных размеров. На рисунке 2 представлена расчетная область для плоской постановки задачи, разбитая на конечные элементы.

Секция 1. Основные принципы и методология физической мезомеханики материалов с иерархической структурой

Рис. 2. Конечно-элементная сетка для расчетной области с включениями.

Применительно к расчетной области последовательно решаются две контактные задачи: 1) задача о напряженно-деформированном состоянии (НДС) покрытия с учетом нормальной и касательной нагрузок, возникающих при трении, и 2) задача нестационарной теплопроводности, позволяющая найти распределение температуры в контактирующих телах.

Задача о НДС основана на решении системы уравнений механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов.

Расчет проводится в квазистатической постановке, время играет роль параметра, определяющего количество теплоты, полученной за счет работы сил трения.

Свойства материала в каждой конечно-элементной ячейке определяются в зависимости от того, какой материал (матрицы или включений) в этой ячейке и от температуры в ней.

На каждом шаге проверяются критерии разрушения, при их выполнении реализуется разрушение, которое моделируется удалением из расчета элементов, в которых выполнен критерий разрушения. После этого формируется новая граница контакта, и перестраивается конечно-элементная сетка. При этом возможно для включений учитывать уровень адгезии к матрице.

Величина износа вычисляется как длина зоны контакта, что соответствует площади дорожки трения в экспериментах на сухое трение скольжения. Объемный износ рассчитывается на основе площади удаленных частиц.

Полученные результаты качественно соответствуют экспериментальным данным. Предлагаемая модель позволяет оценивать влияние структурных элементов и таких характеристик, как шероховатость поверхности трибоконтакта, на износостойкость.

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 №16-48-70192_p_a

1. Kumar D., Rajmohan T., Venkatachalapathi S. Wear Behavior of PEEK Matrix Composites: A Review // Materials Today: Proceedings. 2018. V.27. Iss. 5. P. 14583–14589.
2. Bijwe J., Sen S., Ghosh A. Influence of PTFE content in PEEK–PTFE blends on mechanical properties and tribo-performance in various wear modes // Wear. 2005. V. 258. P. 1536–1542.
3. Zalaznik M., Kalin M., Novak S., Jakša G. Effect of the type, size and concentration of solid lubricants on the tribological properties of the polymer PEEK // Wear. 2016. V. 364-365. P. 31–39.