

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

**в рамках
Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/107

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ И ИЗНОСА НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С УЧЕТОМ АДГЕЗИИ ВКЛЮЧЕНИЙ

^{1,2}Бочкарева С.А., ^{1,2,3}Люкшин Б.А., ^{1,4}Панин С.В., ^{1,2}Гришаева Н.Ю., ²Артемов И.Л.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

³НИ Томский государственный университет, Томск

⁴НИ Томский политехнический университет, Томск

В настоящей работе поставлена задача на основе полученных экспериментальных данных и компьютерного моделирования оценить роль адгезии между неполярной матрицей сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и стекловолокнами средней длиной 2 мм определить в формировании механических и триботехнических характеристик композитов. Экспериментально адгезия обеспечивалась путем обработки волокон промышленно выпускаемыми силансодержащим аппретами такими как «КН550», «Пента 1006», «ОТС».

Экспериментально износостойкость образцов в режиме сухого трения определяли по схеме «вал-колотка» на машине трения 2070 СМТ-1 при нагрузке $P=60$ Н. Диаметр контртела (вала) из стали ШХ15 составлял 35 мм.

Поэтому при моделировании решается аналогичная контактная задача о напряженно-деформированном состоянии (НДС) материала образцов в условиях трибосопряжения с учетом нормальной и касательной нагрузок, возникающих при трении [2] методом конечных элементов (МКЭ). Задача о НДС основана на решении системы уравнений механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов.

Расчет проводится в квазистатической постановке применительно к расчетной области, содержащей включения в форме прямоугольников длиной 2 мм, имитирующих включения со степенью наполнения 10% (рис. 1), нагружаемого контртелом в виде цилиндра (сегмент сверху на рис. 1). Уровень адгезии к матрице учитывается за счет введения слоя между

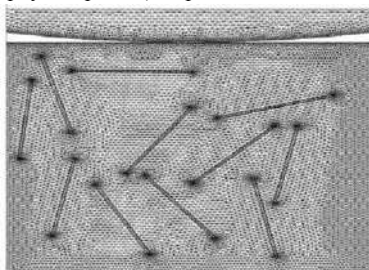


Рис. 1. Конечно-элементная сетка для расчетной области с включениями

матрицей и включением, менее жесткого чем включения. Свойства слоя определяются, исходя из моделирования НДС соответствующего представительного объема при растяжении.

При решении контактной задачи на каждом шаге по нагрузке проверяются критерии разрушения, при их выполнении реализуется разрушение, которое моделируется удалением из расчета элементов сетки, в которых выполнен критерий разрушения. После этого формируется новая граница контакта, и перестраивается конечно-

элементная сетка. Свойства материала меняются пошагово соответственно кривой «напряжения-деформация» в каждой конечно-элементной ячейке. Коэффициент трения и предел текучести принимался соответственно экспериментально полученным значениям.

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 элементов.

Полученные результаты (рис. 2) качественно соответствуют экспериментальным данным. Аппрет «КН550» согласно экспериментальным данным обеспечивает наибольшую адгезию к матрице, что подтверждается в расчетах (рис. 2, кривая 4), при условии идеальной адгезии - когда свойства слоя такие же, как и у волокон. Аппрет «Пента 1006» имеет немного меньше уровень адгезии, поэтому кривая 3 на рис. 2 идет выше – износ увеличивается

Секция 3. Компьютерное моделирование и дизайн материалов с иерархически организованной структурой

(свойства слоя принимались в 2 раза меньше свойств включений), а «OTS» практически не обеспечивает адгезии волокон к матрице (свойства слоя принимались в 20 раз меньше свойств включений), соответственно износ еще более увеличивается, но при этом не превышает износ чистого СВМПЭ. Предлагаемая модель позволяет оценивать влияние наполнителей и их адгезии на напряженно-деформированное состояние материала и износостойкость.

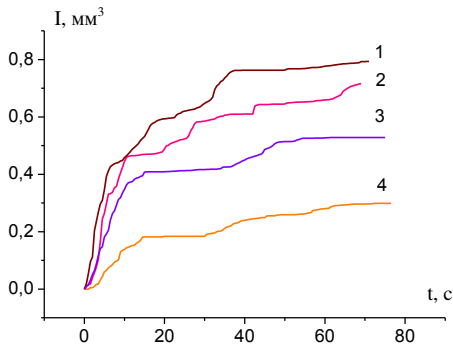


Рис. 2. Зависимости объемного износа от времени: кривая 1 – СВМПЭ, 2 – композиция СВМПЭ+СВ (OTS), 3 – композиция СВМПЭ+СВ (Пента 1006), 4 – композиция СВМПЭ+СВ (KH550)

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект Ш.23.1.1, а также проекта РФФИ № 18-58-00037 Бел_а.

1. С.А. Бочкарева, С.В. Панин, Б.А. Люкшин, П.А. Люкшин, Н.Ю. Гришаева, Н.Ю. Матольгина, В.О. Алексенко. Моделирование фрикционного износа полимерных композиционных материалов с учетом температуры контакта. Физическая мезомеханика, 2019, Т. 22, № 1. С. 54–68.