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: 10.17223/9785946219242/106

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ И ИЗНОСА ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОНА С УЧЕТОМ ТРИБОСХВАТЫВАНИЯ

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

³НИИ Томский государственный университет, Томск

⁴НИИ Томский политехнический университет, Томск

Основное внимание в этой работе уделено моделированию процесса трения и износа с учетом развития процессов трибоокисления и схватывания, вызванных работой сил трения и работой пластической деформации, а также моделированию напряженно-деформированного состояния (НДС) в покрытии из ПКМ в зоне трибоконтакта с учетом наличия подкрепляющих элементов в виде волокон различной геометрии.

НДС зоны контакта с учетом процессов трибоокисления и схватывания, вызванных работой сил трения и работой пластической деформации. Эти эффекты с позиций механики деформируемого твердого тела учитываются в виде изменения коэффициента трения при взаимодействии контртела с образцом.

Проанализировано влияние размерности углеродных волокон на формирование структуры подповерхностного слоя трибоконтакта и износостойкость антифрикционных композитов. На основе компьютерного моделирования показана взаимосвязь формирующегося подповерхностного слоя при трибосопряжении с трибологическими характеристиками СВМПЭ и ПЭЭК и композитов на их основе.

При моделировании трибосопряжений необходимо учитывать влияние температуры на изменение физико-механических свойств материала. Это тем более актуально, что большинство полимеров, в том числе указанных выше в качестве полимерных матриц, при повышении температуры значительно меняют свои деформационно-прочностные свойства, причем, как правило, в сторону деградации.

В предложенном и реализованном подходе температура и ее изменение в узлах трибосопряжения оценивается на основе баланса поступления тепла за счет работы сил трения и потерь тепла за счет отдачи в окружающую среду. При этом отслеживается переходной процесс, когда температура в зоне контакта повышается, и процесс стационарный, когда приход тепла и отдача выравниваются.

Моделирование процесса трения и износа с учетом развития процессов трибоокисления и схватывания с целью верификации результатов расчета проводили на основе решения контактной задачи и задачи теплопроводности по аналогии с экспериментальными испытаниями на изнашивание [1].

Рис. 1. Дорожка трения а) без учета и б) с учетом трибосхватывания

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

Для моделирования предполагается (аналогично экспериментальным данным), что при температуре выше 45 градусов и нормальной нагрузке выше 25МПа происходит термическое окислирование контртела, которое вызывает схватывание контактирующих тел, которое приводит к тому, что коэффициент трения возрастает в 2 раза. На рисунке 1 приведены дорожки трения (профиль расчетной области) для однородного образца ПЭЭК через 60 минут трения без учета и с учетом трибосхватаывания.

Верификация результатов моделирования с экспериментальными данными показывает, что выбранный подход к моделированию износа с учетом процессов трибоокисления и схватывания, основанный на изменении коэффициента трения, позволяет получить значения температуры и износа, качественно и количественно более соответствующие экспериментальным данным, чем без учета трибосхватаывая.

На основе представленной выше модели изнашивания с учетом трибосхватаывания были проведены расчеты для композитов на основе ПЭЭК наполненных углеродными волокнами 200 мкм и 2000 мкм, которые являются твердосмазочным и армирующим наполнителем. Между матрицей и включениями адгезия принималась идеальной. Показано, что учет трибосхватаывания увеличивает износ композитов с включениями.

Исследование влияния размера углеродного волокна на износостойкость ПЭЭК композитов показало, что добавление более длинных волокон при прочих равных условиях способствует снижению износа с учетом и без учета трибосхватаывания, чем коротких.

Таким образом, предложенная модель позволяет учитывать процессы трения и износа, с учетом зависимости свойств от температуры и развития процессов трибоокисления и схватывания. При этом позволяет в явном виде учитывать наличие включений или через задание их эффективных механических свойств.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.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. Матолыгина, В.О. Алексенко. Моделирование фрикционного износа полимерных композиционных материалов с учетом температуры контакта. Физическая мезомеханика, 2019, Т. 22, № 1. С. 54–68.