

12. Фирстов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А. и др. Влияние пластической деформации на фазовый состав и свойства высокоэнтропийных сплавов // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк. 2016. Випуск № 54. – С. 326-338.

13. Партон В.З. Механика разрушения: от теории к практике. - М.: Наука. 1990. - 240 с.

14. Рыжкин А.А. О влиянии температурного поля на трибологические характеристики пары трения // Вестник ДГТУ. 2005. Т.5. №3(25). – С. 460 – 471.

15. Булах А.Г. Методы термодинамики в минералогии - М.: Недра. 1968. - 175 с.

В.И. Кубич¹, О.Г. Чернета², В.М. Юров³

¹Национальный университет «Запорожская политехника», г. Запорожье, Украина, schmirung@gmail.com, ²Днепропетровский государственный технический университет, г. Каменское, Украина, ocherneta@gmail.com, ³Қарағандық мемлекеттік университеті им. Е.А. Букетова, г. Қарағанды, Қазақстан, exciton@list.ru

Методика определения параметров адгезионных свойств материалов на машине трения СМЦ-2

Введение. Исходя из того, что контактное взаимодействие поверхностей металлов при осуществлении передачи и преобразования движений осуществляется с потерями на трение, которые определяются молекулярной и механической составляющей, то определение параметров последних представляется актуальным научно-прикладным заданием. Особенно важно иметь численные значения параметров адгезионных свойств непосредственно для поверхностей металлов натуральных эксплуатационных узлов трения машин и механизмов с реверсивным движением, т.е. в которых имеет место быть сдвиг с определенной скоростью перемещения, когда проявление молекулярной (адгезионной) составляющей силы трения успевает проявляться.

Ограниченность сведений о проявлении параметров молекулярной составляющей трения – сдвиговой прочности адгезионной связи τ_0 и пьезокоэффициента β молекулярной составляющей для каждого конкретного исследования предопределяет использование либо данных ранее полученных для подобных материалов, либо же выполнение целенаправленного определения параметров моделированием сдвига на малогабаритных образцах с целью повышения объективности и точности оценки результата. Полученные данные представляются необходимыми, в первую очередь, для прогнозной оценки трибомеханических свойств трибосистем материалов при использовании математических выражений, которые устанавливают взаимосвязь между коэффициентом трения и параметрами микрогеометрии контакта, адгезионной составляющей, твердостью, нагрузкой при проявлении упругого, пластического, упруго-пластического деформирования зон фрикционного взаимодействия.

Цель работы – представление возможностей стандартной машины испытания материалов на трение и износ СМЦ-2 для определения параметров адгезионных свойств материалов.

Методика исследований Параметры молекулярной составляющей предлагается определять в соответствии с методикой работы на адгезиометре ОТ-1 [1] и на устройстве с применением сферического индентора [2], которые предполагают измерение момента трения M_t при сдвиге – нарушении фрикционной связи сферических поверхностей с плоскими поверхностями образцов (пластин) и радиуса (диаметра) проекции отпечатка $R_0(d)$.

Однако моделирование нарушения фрикционных связей будет осуществлено при сдвиге с места диска относительно колодки, выполненной, например, в форме треугольника с цилиндрической наружной поверхностью, при соответствующих нагрузках (рис.1 а) с соответствующей доработкой привода нижнего вала. При этом:

- максимальный момент сдвига определится самописцем на поле масштабной ленты при фиксированном повороте на угол α с определенной нагрузкой, прикладываемой к нижнему валу (рис.1 б). Масса груза определит скорость сдвига;

- площадь взаимодействия поверхностей трения определится отпечатком на миллиметровой бумаге (рис.1 в).

Методика испытаний Для опробования методики использовались следующие трибологические системы материалов:

- «40Х - сталь 45»;
- «12Х2Н4 - сталь 45»;
- «45ХН2МФА - сталь 45».

Контактное взаимодействие моделировалось без смазочного материала.

При этом использовались образцы:

- для стали 45 в форме треугольника (рис.1 в) с цилиндрической внешней поверхностью, толщиной 4 мм, который закреплялся в оправке на неподвижном валу машины;
- для других металлов в форме диска диаметром 50 мм и толщиной 12 мм, которые устанавливались на нижнем валу машины и вращались.

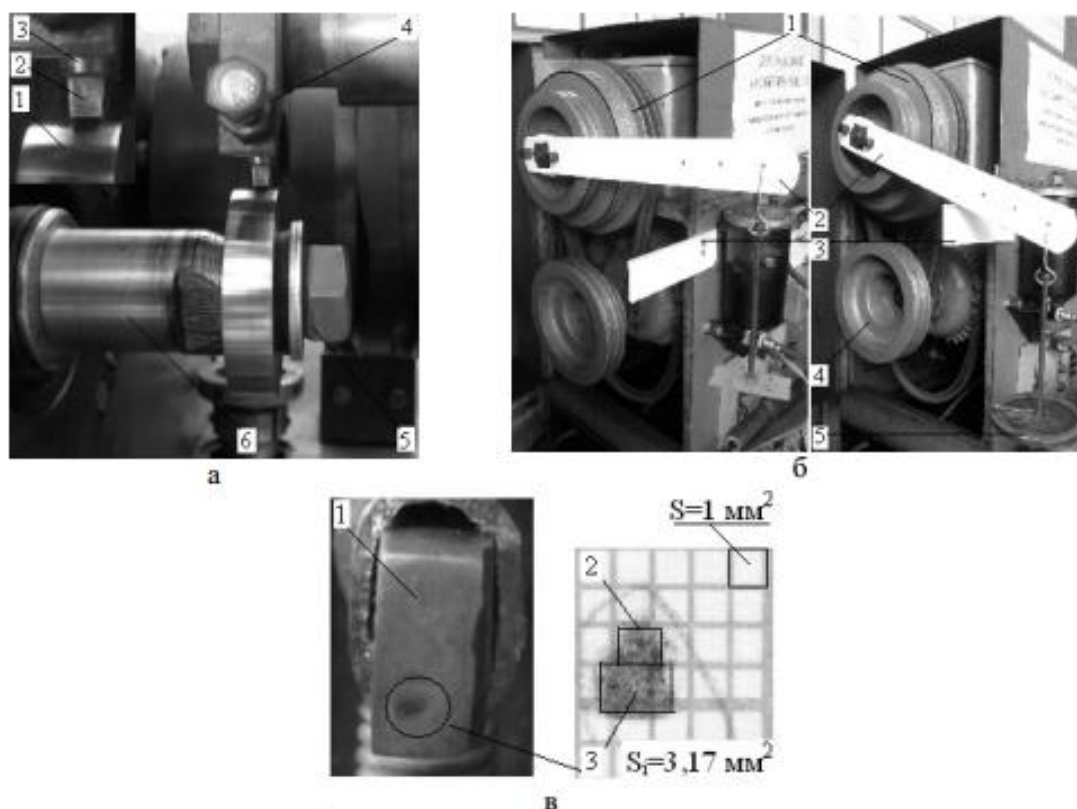


Рисунок 1. Методическое обеспечение измерения сопротивления перемещению при сдвиге: а – контакт модельных образцов: 1 – диск; 2 – колодка; 3 – дополнительный держатель колодки; 4 – винты крепления дополнительного держателя; 5 – детали крепления диска; 6 – нижний вал машины трения СМЦ-2; б – угловой нагрузочный привод нижнего вала: 1 – верхний шкив; 2 – рычаг грузов; 3 – ограничитель хода рычага грузов; 4 – нижний шкив; 5 – груз; в – отпечаток контакта, $N=280\text{Н}$: 1 – колодка; 2,3 – периметры расчетных площадей

Измерения проводили в такой последовательности. Диски из соответствующих материалов закреплялись на нижнем валу машины трения. Колодка размещалась в дополнительном держателе, фиксировалась винтами в штатном держателе, который

закреплялся на верхнем валу машины трения. Далее колодка прижималась с соответствующей силой к диску с помощью загрузочного винта машины трения. Нагрузка имела значения в 140Н, 185Н, 230Н, 280Н. Далее диск сдвигался с места – проворачивался с помощью грузов 5 (рис.1 б) на фиксированный угол α . Время на угловое перемещение и определяло скорость сдвига – $t_1=0,43$ с и $t_2=1$ с. Среднее линейное перемещение диска составило $l=4,5$ мм. При этом самописец на трибограмме фиксировал временное сопротивление сдвига по отклонению от нулевого значения.

Момент трения определялся средним статистическим с соответствующими дисперсиями по количеству опытов ($n=8$) при скоростях сдвига: $v_1=10,16\pm0,8$ мм/с, $v_2=5,08\pm0,6$ мм/с.

Средняя статистическая дисперсия τ имела значения $D_{\min}=0,5$ МПа, $D_{\max}=1,13$ МПа.

Прочность адгезионной связи при сдвиге (сдвиговое сопротивление молекулярной связи) – тангенциальная прочность τ определялась в соответствии с выражением:

$$\tau = \frac{M_m}{r \cdot S_b} \quad (1)$$

где M_m – момент трения при сдвиге, Н·м; r – радиус диска, м; S_b – площадь отпечатка, мм².

Результаты исследований. Графическая аппроксимация осредненных данных в виде линейных зависимостей с обратной экстраполяцией сдвигового сопротивления перемещений приведено на рис.2. При этом по параметрам линий тренда в программе Excel определены их уравнения и достоверность аппроксимации R^2 , результаты приведены в табл. 1.

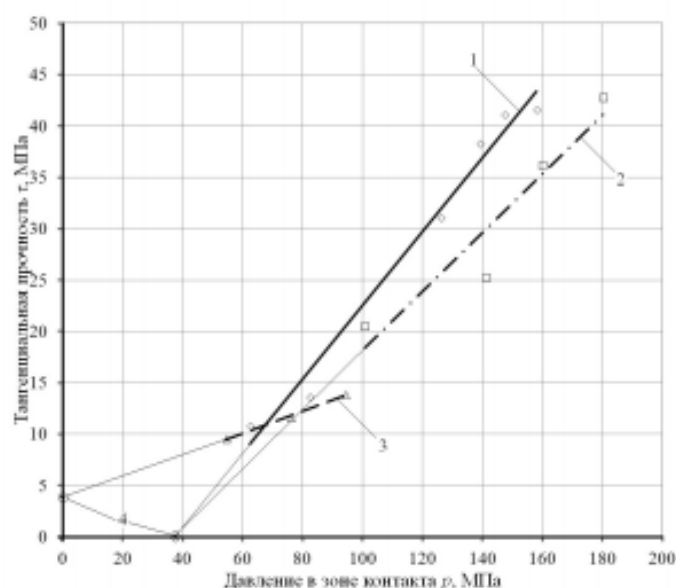


Рисунок 2. Зависимость тангенциальной прочности адгезионной связи стали 45 от давления при скорости сдвига $10,16\pm0,8$ мм/с: 1 – 12Х2Н4; 2 – 40Х; 3 – 45ХН2МФА; 4 – точки обратной экстраполяции

Таблица 1. Параметры аппроксимации экспериментальных данных для трибологических систем материалов

Параметр	«12Х2Н4 – сталь 45»	«45ХН2МФА – сталь 45»	«40Х – сталь 45»
Вид уравнения	$\tau = 0,36p + 13,44$	$\tau = 0,11p + 3,58$	$\tau = 0,28p + 10,27$
Достоверность аппроксимации R^2	0,98	0,99	0,9
Пьезокоэффициент β	0,36	0,11	0,28
Тангенциальная прочность τ_0 , МПа	>0 при $p \approx 37$ МПа	3,58	>0 при $p \approx 36$ МПа

Анализ полученных результатов свидетельствует о реализованной возможности экспериментально определять параметры адгезионных свойств, например, рассмотренных трибологических систем металлов. При этом численные значения параметров не расходятся с подобными результатами, представленными в работе [1]. Предварительно полученные результаты указывают на то, что существуют режимы контактного взаимодействия по нагрузке, при которых при выполнении расчетов коэффициента трения учитывать молекулярную составляющую не целесообразно, поскольку она начинает проявляться только с некоторого давления в контакте.

Выводы. Предложенные подходы для моделирования сдвигового сопротивления в контакте малогабаритных образцов в зависимости от нормального нагружения и скорости сдвига при незначительной доработке оборудования машины трения СМЦ-2 позволяют определять параметры адгезионных свойств материалов.

Приведены результаты экспериментальных исследований в соответствии с которыми на примере трибологических систем материалов «40Х - сталь 45», «12Х2Н4 - сталь 45», «45ХН2МФА - сталь 45» показана возможность определять параметры их адгезионных свойств с использованием оборудования машины трения СМЦ-2 при незначительной ее доработке.

Литературы:

1. Крагельский И.В. Основы расчетов на трение и износ / Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. - М.: «Машиностроение», 1977. - 526 с.
2. Семенов В.И. Влияние комплексного параметра пластического фрикционного контакта и структуры материала на прочность адгезионных связей/ В. И. Семенов Л. Ш. Шустер, С. В. Чертовских, Г. И. Рааб/ Трение и износ: январь, февраль 2005. Том 26 №1. С.74-79

В.М. Налбандян, Е.В. Селиверстова*, Д.А. Темирбаева*, М.Г. Кучеренко, Н.Х. Ибраев
Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия, clibph@yandex.ru,

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан,
evgnseliverstova@gmail.com

Плазмон-активированные процессы в гибридном молекулярном кластере со сферической наночастицей

В экспериментах ИМНФ КарГУ [1] было обнаружено плазмон-инициированное увеличение интенсивности люминесценции молекул органических красителей в многослойных планарных структурах с островковыми пленками серебра, в условиях ферстеровского резонансного переноса энергии (FRET). Наблюдалось влияние плазмонной подсистемы на скорость FRET молекул красителей, зависящее от толщины изолирующего слоя из молекул ПАВ (Stearic acid) между пленками люминофоров и металла.