

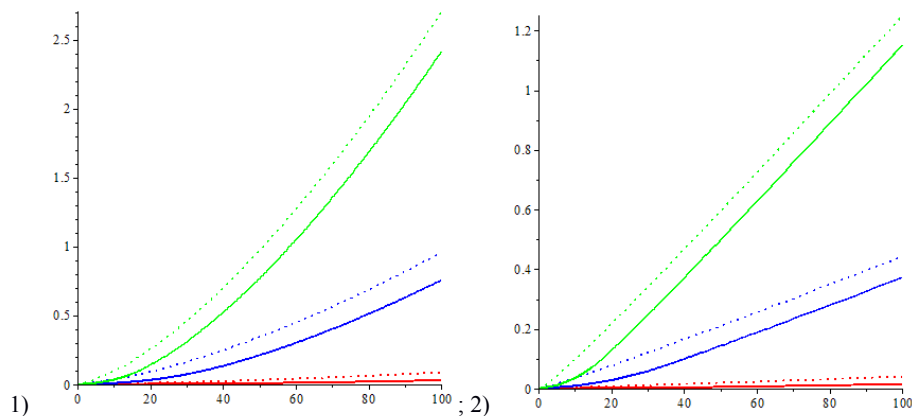


Рис. 1. График зависимости величины суммарной нагрузки $\tilde{P}$ от времени $\tilde{t}$ для разных скоростей внедрения, красная линия – $\tilde{V}_1 = 0.001$, синяя линия – $\tilde{V}_2 = 0.005$, зеленая линия – $\tilde{V}_3 = 0.01$ (штриховая линия – случай без наклона): 1) экспоненциальный вид, 2) степенной вид

Работа выполнена при поддержке РФФ, грант 14-29-00198.

Литература

1. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. 752 с.
2. Адамов А.А., Матвеев В.П., Труфанов Н.А., Шардаков И.Н. Методы прикладной вязкоупругости. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 411 с.
3. Бленд Д.Р. Теория линейной вязкоупругости. М.: Мир, 1965. 199 с.

УДК 539.3

Моделирование и экспериментальное исследование фреттинг-изнашивания керамических покрытий, полученных методом микродугового оксидирования

А.Н. Любичева¹, М.А. Ляховецкий², А.М. Мезрин¹, Е.В. Торская¹

¹Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН

²Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Работа посвящена исследованию изнашивания покрытий, созданных методом микродугового оксидирования (МДО) на сплавах различных металлов (алюминия, титана, магния, циркония), которые используются в авиакосмической отрасли. Преимуществом нанесения таких покрытий является их износостойкость при высоких нагрузках и вибрационном воздействии. Однако механизмы изнашивания МДО покрытий недостаточно хорошо изучены, в частности отмечена смена механизма разрушения покрытия при увеличении амплитуды скольжения [1], что требует проведения дополнительных исследований. С этой целью построена модель изнашивания полупространства в условиях контактного взаимодействия с индентором при частичном проскальзывании поверхностей.

Рассматривается пространственная контактная задача о взаимодействии упругих тел из одинаковых материалов. Форма поверхности одного тела, моделирующего полупространство с покрытием первоначально плоская, а другого, моделирующего индентор, цилиндрическая с плоской подошвой и скругленными кромками. Тела находятся под действием нормальной нагрузки P и осциллирующей тангенциальной силы $Q(t)$.

$$-Q^* \leq Q(t) \leq Q^*, \quad Q^* < \mu P. \quad (1)$$

Предполагается, что индентор не поворачивается под действием приложенных сил, а в области контакта возникает центральная зона сцепления, окруженная областью проскальзывания. В зоне проскальзывания поверхностей происходит их изнашивание, которое приводит к изменению формы тел и перераспределению контактных давлений.

Зависимость скорости линейного износа от контактного давления $p(x, y, t)$ и скорости скольжения $V(x, y, t)$ имеет вид

$$\frac{\partial w}{\partial t} = K_w p(x, y, t) V(x, y, t), \quad (2)$$

здесь K_w – коэффициент износа, зависящий от свойств взаимодействующих тел, а скорость скольжения определяется по производной разности тангенциальных перемещений контактирующих поверхностей.

При решении задачи используется метод плоских сечений, который впервые был предложен Калкером [2] для пространственных контактных задач, и асимптотический подход, развитый в работах [3, 4].

Помимо моделирования проведены испытания по изнашиванию покрытий по схеме сфера-плоскость (диаметр сферы 3,7 мм) на специализированной машине трения [1]. Возвратно-поступательное перемещение обеспечивалось с помощью электромагнитного вибратора с контролем амплитуды перемещения при помощи лазерного датчика, нормальная сила задавалась постоянным усилием через рычаг (200 Н), а сила трения регистрировалась с помощью пьезоэлектрического датчика. На рис. 1 приведена фотография покрытия толщиной 100 мкм, с изношенной областью. Продукты износа расположены по периферии пятна повреждения, наблюдаются царапины и тангенциальные трещины.

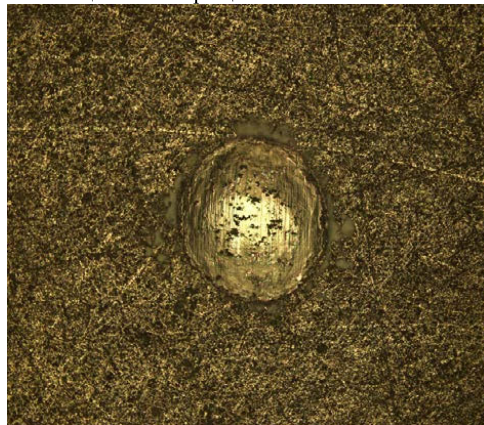


Рис. 1. Оптическое изображение пятен износа при амплитуде трения 110 мкм покрытий толщиной 100 мкм

Работа выполнена по теме государственного задания (№ госрегистрации АААА-А17-117021310379-5), а также при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-08-00749.

Литература

1. Лесневский Л.Н., Ляховецкий М.А., Савушкина С.В. Фреттинг-износ композиционного керамического покрытия, полученного методом микродугового оксидирования на алюминиевом сплаве Д16 // Трение и износ. 2016. Т. 37. С. 345.
2. Kalker, J. J. Strip Theory for Rolling with Slip and Spin // Proc. of the Koninklijke Nederlandse akademie van Wetenschappen, series B. 1967. V. 70. P. 10.
3. Goryacheva I.G., Rajeev P.T., Farris T.N. Wear in partial slip contact // Journal of Tribology. 2001. V. 123. P. 848.
4. Горячева И.Г., Горячев А.П. Износоконтактная задача с неполным проскальзыванием // Прикладная математика и механика. 2006. Т. 70. С. 1042.

УДК 539.389

Экспериментальное исследование искажений сферической оболочки при электролитическом осаждении

П.С. Бычков, Ю.Н. Сайфутдинов

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН

В настоящее время интенсивно развиваются методы математического моделирования физико-механических свойств деталей и конструкций, получаемых в результате последовательного нанесения материала тонкими слоями, нитями или каплями. Подобные технологии принято