МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Томский государственный университет
Сибирское отделение Российской академии наук

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Сборник материалов
XIV Российской научной студенческой конференции

13–15 мая 2014 г.
Томск, Россия

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Томский государственный университет
- Сибирский физико-технический институт им. В.Д. Кузнецова при ТГУ
- НОЦ «Физика и химия высокоэнергетических систем»
- Томского государственного университета
- Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
- Институт сильноточной электроники СО РАН
- Институт физики полупроводников СО РАН

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2014

Адгезионное разрушение никелида титана в условиях трения скольжения

С.В. Галсанов
Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
S_galsanov@sibmail.com

Adhesive fracture TiNi in terms of sliding friction

S.V. Galsanov
Tomsk State University, 634050, Tomsk, Lenin Avenue, 36
S_galsanov@sibmail.com

В данной работе изложен анализ вклада адгезионного разрушения, имеющего большое значение для ряда технических устройств с трением покоя и скольжения, при использовании материалов с памятью формы (медицинские приборы, подвижно-неподвижные соединения и т.п.).

Адгезионный износ относится к одному из видов износа материалов и может называться по-разному: схватывание, схватыванием с вырыванием и др. Тем не менее, под ним подразумевая срез, усталостное разрушение или вырывание материала за счет адгезионного сцепления и относительных тангенциальных сдвигов соприкасающихся тел. Изучение этого вида изнашивания проводилось, как правило, на продуктах износа, микрогеометрии изношенных поверхностей и их структурно-фазового состояния в режиме последействия по завершении процесса, т.е. изучались конечные результаты.

По своей сути процесс адгезионного разрушения сложный, многостадийный и многофакторный. Детально состояние адгезии рассмотрено в [1], в которой указано, что адгезия – это группа взаимодействий от простого схватывания чистых металлов и твердых поверхностей до разнообразнейших явлений их соединения. Это происходит в результате взаимодействия промежуточных слоев, содержащих интерметаллиды, твердые растворы, химические соединения или различные гетерогенные структуры.

В условиях сравнительно небольших давлений и отсутствия резания (или микрорезания) доминирующее влияние оказывает усталостное разрушение поверхностей и, как вторичный механизм, – адгезионное изнашивание [1, 2]. Если прикладывается малоцикловая нагрузка, то усталостное разрушение становится второстепенным. В нашем случае прикладывалась многоцикловая сдвигающая нагрузка. Поэтому выделить в чистом виде адгезионное разрушение сложно. Тогда будем рассматри-

вать износ при совместном действии адгезионного и усталостного механизмов разрушения [2, 3]. Примерами этих механизмов могут служить проведенные опыты на меди, которые проводились на шариковом трибометре фирмы «Still».

На рис. 1, *а* показан волнообразный процесс скольжения твердого сферического контртела по полупространству из меди при температуре 20°С, а на рис. 1, *б* – при температуре 300°С. Несложно видеть, что пластифицирование при нагревании Cu активизирует адгезионные процессы – наблюдаются во множестве вырывы, которые отсутствуют на «холодной» меди.

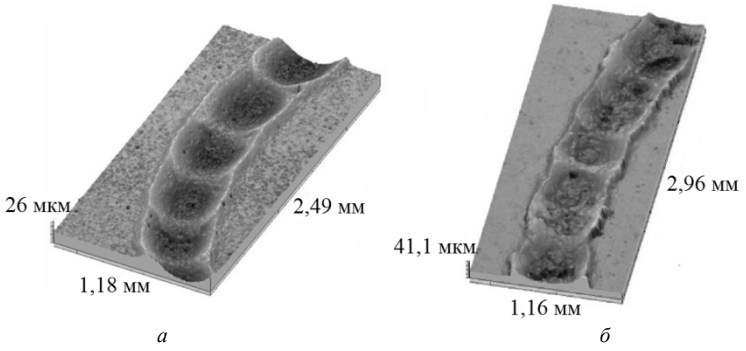


Рис. 1. Вид поверхности трения: *а* – Cu, Т=20°С; *б* – Cu, *Т*=300°С

На рис. 2 показано совместное действие усталостно-адгезионного механизма износа никелид титана. Черные точки – результат адгезионного вырывания. Результаты получены на машине трения СМТ-1.

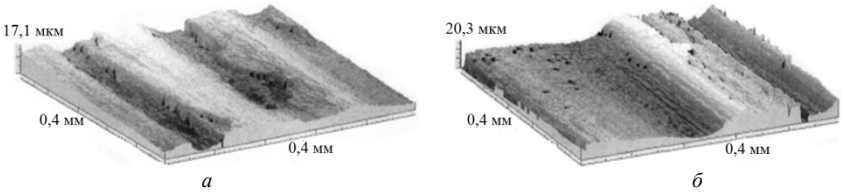
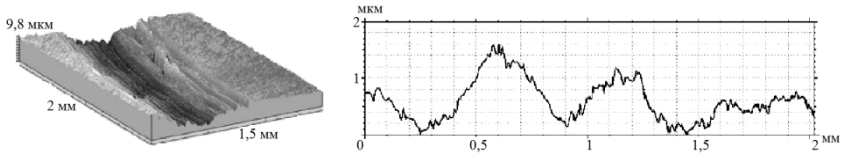


Рис. 2. Трехмерное изображение поверхностей трения для материала $TiNi_{50.8}$. Р = 300 Н (*а*); Р = 600 Н (*б*)

На рис. 3 показана поверхность износа ТН–1К и продольная профилограмма этой поверхности. Как видно из профилограммы, микрорельеф в

волнах образовывается за счет адгезионного или адгезионно-усталостного разрушения микрообластей.



а *б*

Рис. 3. Вид поверхности трения (*а*) и ее продольная профилограмма (*б*). ТН–1К, Р = 2 Н

Следует отметить, что вклад адгезионного разрушения при наличии усталостного механизма незначителен в условиях многоциклового нагружения. Однако адгезия может оказать существенное влияние на разрушение в условиях контакта поверхностей, отсутствия окисных пленок, а также при повышенных температурах и малоцикловом нагружении.

Заключение

Рассмотрены два вида адгезионного разрушения: адгезионное вырывание и усталостно-адгезионное разрушение. Трение скольжения сопровождается износом по обоим видам разрушения, причем при совместной реализации усталостного и адгезионного механизмов разрушения последний вносит меньший вклад в износ.

Литература

1. *Любарский И.М., Палатник С.Л.* Металлофизика трения. М. : Металлургия, 1976. 176 с.
2. *Потекаев А.И., Хохлов В.А., Галсанов С.В.* Природа и механизмы абразивного изнашивания материалов с памятью формы на примере никелида титана // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321, № 2. С. 108–112.
3. *Потекаев А.И., Хохлов В.А., Галсанов С.В. и др.* Пластические волны в никелиде титана при скольжении сферического индентора // Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 322, № 2. С. 112–116.