

Академик АН УССР Г. В. КАРПЕНКО, В. Ф. ШАТИНСКИЙ

**ВЛИЯНИЕ АДОРБЦИОННОГО ЭФФЕКТА НА ДЕФОРМАЦИЮ
КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Применение металлических расплавов в качестве рабочих сред ⁽¹⁾ требует исследования взаимодействия контактных пар из конструкционных металлов и сплавов при наличии жидкометаллической среды в зоне контакта, в частности исходя из условий работы пар трения и деталей, обеспечивающих герметичность арматуры.

Надежность работы контактных пар при температурах во многом зависит от адгезионного взаимодействия контактных поверхностей, в результате которого возможно сваривание или частичное схватывание. Это может привести к значительному повреждению коп-

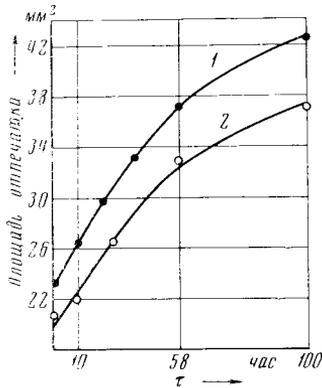


Рис. 1

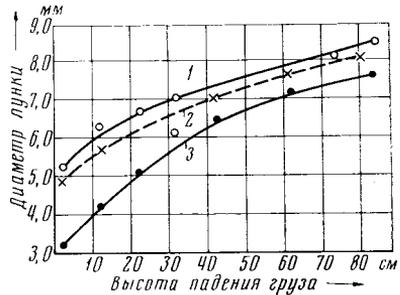


Рис. 2

Рис. 1. Контактная ползучесть при 700° С; 1 — в вакууме, 2 — в литии

Рис. 2. Зависимость диаметра отпечатка от высоты падения груза при 600° С. 1 — в вакууме, 2 — в расплаве эвтектики Pb — Bi, 3 — в расплаве эвтектики Pb — Sn

тактных поверхностей или к полной потере работоспособности. При контакте в расплавленных металлах возможны два случая. Расплав растворяет пленки, очищает поверхность, и контактирование происходит через расплав. Расплав не только не очищает поверхность, но и пассивирует ее за счет кислорода, растворенного в расплаве. Нами проводились исследования в расплавах Li, Na, эвтектик Pb — Sn и Pb — Bi на образцах из стали 1X18H9T. За исключением последнего все данные расплавы растворяют поверхностные пленки на конструкционных металлах и сплавах.

Адгезионное взаимодействие во многом определяется пластической деформацией в зоне контакта. В ходе пластической деформации в результате выхода дислокаций в зону контакта образуются активные центры, в которых происходит химическая адсорбция чистых поверхностей. Исследование особенностей формирования контакта в расплавах по сравнению с вакуумом проводилось при контакте сфера—плоскость. Результаты, полученные при исследовании контактной ползучести, т. е. зависимость диаметра отпечатка, образующегося при контакте сферической поверхности с плоской, приведены на рис. 1. Контактная ползучесть в расплаве

меньше, чем в вакууме, т. е. диаметр отпечатка в вакууме больше, чем в расплаве, при равных условиях испытания.

Эти результаты кажутся противоречивы, так как, согласно адсорбционному эффекту, расплав должен оказывать пластифицирующее воздействие и контактная ползучесть в расплаве должна быть более значительна, чем в вакууме. Возникает вопрос о наличии другого процесса, в результа-

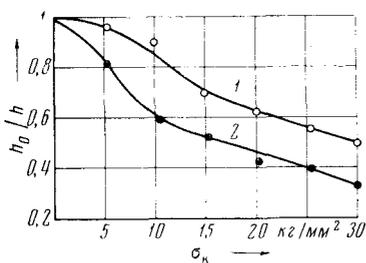


Рис. 3. Изменение относительной высоты микровыступов от удельного контактного давления при 600°С: 1 — в вакууме, 2 — в расплаве лития

те которого происходит упрочнение при контактном нагружении. В данном случае это нельзя объяснить наклепом, так как испытания проводились при температуре 700°С. Напряшивается мысль о возможности диффузионного воздействия расплава при контактной ползучести. Были проведены испытания при динамическом нагружении. Нагрузка к контактируемому в расплаве поверхностям сфера — плоскость прикладывалась от падающего с определенной высоты груза. Это устраняло временной фактор, и диффузионный процесс не мог оказывать значительного влияния при таких условиях испытания. Как показали испытания при динамическом нагружении (рис. 2), диаметр отпечатка в вакууме и в данном случае был больше, чем в расплаве лития. При этом примечателен факт, что в вакууме и расплаве эвтектики Pb — Bi был получен близкий результат, т. е. при контакте расплава не непосредственно с металлической поверхностью, а через окисную пленку диаметр отпечатка больше. Таким образом, кажущееся противоречие подтверждается и при этих условиях испытания, т. е. расплав при наличии только адсорбционного воздействия не приводит к пластифицированию, в то время как имеется достаточное количество данных об облегчении пластической деформации в результате адсорбционного воздействия расплавов при испытании на ползучесть при одноосном растяжении (2).

Полученные нами результаты можно объяснить, если рассмотреть вопрос в комплексе с учетом особенностей деформирования при контактном нагружении, которые заключаются в дискретности контакта поверхностей. В общем случае контакт поверхностей близок к совокупности контакта, обусловленного волнистостью и микронеровностями, расположенными на этих волнах. Фактическая площадь контакта, даже при значительных нагрузках всегда во много раз меньше минимальной (3). Контакт поверхностей сфера — плоскость может быть представлен как контакт одной волны с микровыступами. Формирование контакта происходит в две стадии: вначале деформируются только микровыступы, после достижения определенного фактического контактного усилия, распределенного соответственным образом в плоскости полупространства, происходит объемная деформация полупространства, что приводит к образованию отпечатка (лунки). И вот именно благодаря тому, что расплав оказывает пластифицирующее действие при деформации на первой стадии, диаметр отпечатка в расплаве меньше, чем в вакууме.

Эффект пластифицирования на первой стадии приводит к более значительной деформации микровыступов, что вызывает формирование большей площади фактического контакта в расплаве, а при этом фактическое удельное давление на единичном контакте меньше и диаметр общего отпечатка (лунки) также меньше. Это положение подтверждается исследованием деформации микронеровностей в зоне контакта. Контактная нагрузка прикладывалась от молибденового образца с тщательно обработанной поверхностью. После контактирования при определенных удельных нагрузках с поверхности снимались профилограммы. В результате таких

испытаний было установлено изменение деформации микронеровностей (по высоте) в зависимости от удельных давлений. Согласно полученным данным (рис. 3), изменение высоты неровностей происходит более интенсивно в расплаве.

Таким образом, когда при контакте металлических поверхностей в расплавах металлов имеет место только адсорбционный процесс, площадь фактического контакта в результате эффекта пластифицирования больше, фактическое удельное давление в зонах контурных площадок на единичных контактах меньше. А это значит, что в парах трения и контактных парах, обеспечивающих герметичность (детали различной арматуры для работы в расплавах металлов), адгезионное взаимодействие по сравнению с вакуумом при одинаковых прочих условиях будет происходить менее значительно.

Физико-механический институт
Академии наук УССР
Львов

Поступило
27 VIII 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ракетная техника и космонавтика, 5, № 5, 39 (1967). ² В. И. Лихтман, Е. Д. Щукин, П. А. Ребиндер, Физико-химическая механика металлов, Изд. АН СССР, 1962. ³ И. В. Крагельский, Трение и износ, М., 1968.