

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В ВАКУУМЕ

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Боженков В.В.

Целью данной работы является разработка конструкции вакуумного шлюза вакуумной установки для напыления матрицы жидкокристаллических индикаторов мобильных телефонов. При проектировании вакуумной техники сталкиваются с проблемой использования резьбовых соединений и подшипников в условиях вакуума. Суть ее заключается в особенностях протекания процесса трения в вакууме. Сила трения в вакууме всегда больше, чем при нормальных условиях. Уменьшение давления окружающей среды изменяет фрикционные характеристики материалов пары трения. В связи с этим процесс трения металлов в вакууме усложняется, коэффициент трения несколько раз больше, чем при трении на воздухе, и достигает нескольких единиц (рис. 1).

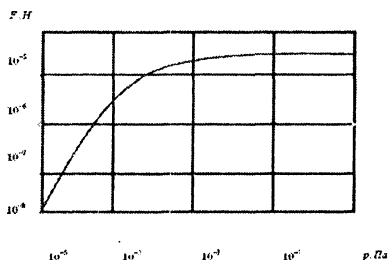


Рисунок 1 – Сила трения, возникающая при движении тонкойстальной пластины в вакууме (сталь 40X 18 Н10Т)

Механизм трения заключается в том, что при скольжении трущихся поверхностей микронеровности задевают друг за друга (рис. 2), и в точках соприкосновения противостоящие друг другу атомы "сцепляются", образуют контакт. При дальнейшем относительном движении тел эти сцепки рвутся, в отдельных микровыступах, благодаря локализации в них давления, которое превышает предел текучести, поверхностные кристаллы сближаются до межатомных расстояний в кристаллической решетке, и возникают колебания атомов, подобные тем, какие происходят при отпуске растянутой пружины. Трение в вакууме определяется тем, что трущиеся поверхности

Секция «Новые материалы и перспективные технологии обработки материалов»

совершенно чистые и не содержат поглощенных газов или окисных пленок. В связи со свободным действием поверхностных сил коэффициенты трения очень высокие ($0,6 > f < 5$).

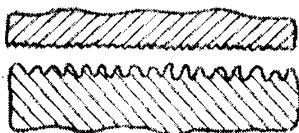


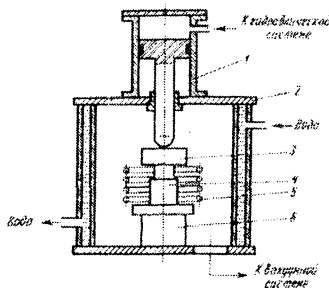
Рисунок 2 – Схема контактирования трущихся поверхностей

Со временем колебания затухают, а их энергия превращается в тепло, растекающееся по обоим телам. В случае скольжения мягких тел возможно также разрушение микронеровностей, в этом случае механическая энергия расходуется на разрушение атомарных связей.

Суть сложности применения в вакууме резьбовых соединений, подшипников состоит в регенерации защитных пленок на поверхности контакта трения, так как в условиях вакуума жидкие смазки испаряются, а твердые смазочные покрытия сублимируются. Удержать смазочный материал в зоне контакта трения деталей в условиях вакуума крайне сложно. Главной причиной является схватывание трущихся поверхностей. Для предотвращения схватывания или снижения вызываемых повреждений до приемлемого уровня осуществляют следующие мероприятия:

- а) для трущихся пар выбирают сочетание материалов с минимальной способностью к схватыванию;
- б) легируют металлы;
- в) повышают твердость сталей термической обработкой (закалкой);
- г) изменяют состав и состояние поверхностных слоев химико-термической (цементация, азотирование, сульфидирование и т.д.) и поверхностной термической (закалка ТВЧ, лазерная и электронно-лучевая закалка) обработкой;
- д) на поверхности трения наносят пленки мягких металлов и сплавов (индия, кадмия, олова, серебра, меди, латуни и т.п.);
- е) вводят мягкие составляющие (свинец, олово) в антифрикционные сплавы (свинцовистые бронзы, алюминиево-оловянные сплавы);
- ж) используют материалы, выполняющие функции твердой смазки (графит, дисульфид молибдена и другие), или наносят соответствующие покрытия;
- з) в пористую металлическую основу вводят жидкие и пластичные смазки (пористые самосмазывающиеся подшипники);
- и) для изготовления деталей трущихся сопряжений применяют материалы, обладающие относительно низкой адгезионной способностью (полимерные материалы, естественная и модифицированная древесина,

углеграфитовые антифрикционные материалы, рубин и другие оксидные керамики, алмаз).



1 – механизм создания давления, 2 – рабочая камера, 3, 6 – оправки, 4 – свариваемые детали, 5 – нагреватель

Рисунок 3 – Принципиальная схема диффузионной сварки

Однако за счет развития процесса схватывания во времени при относительно небольших давлениях и невысоких нагревах в течении определенного времени в вакууме ($1,33 \cdot 10^{-1} - 1,33 \cdot 10^{-3}$ Па) получают сварные соединения.

Наибольшее распространение получила диффузионная сварка – процесс соединения однородных и разнородных металлов, сплавов и неметаллических материалов, которая осуществляется путем диффузии атомов через поверхность стыка, которая в свою очередь возникает в результате воздействия давления и нагрева в течении заданного времени. При сварке свойства соединяемых материалов сравнительно мало изменяются, что делает данные процессы особенно эффективными и целесообразными.

Данный обзор сделан с целью оптимизировать конструкцию цилиндрических направляющих и передачи винт-гайка (рис. 5) с телами качения. Для уменьшения коэффициента трения в данном соединении применяем смазку дисульфид-молибден (MoS_2). Трение MoS_2 остается практически постоянным до 800°C даже в вакууме (рис. 4).

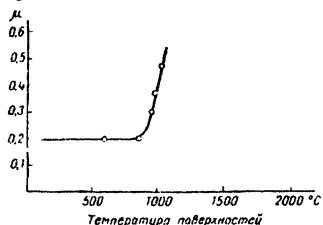


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента трения MoS_2 от температуры поверхности в вакууме

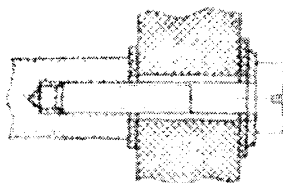


Рисунок 5 – Способ соединения деталей с изоляционными и пластмассовыми деталями

Секция «Новые материалы и перспективные технологии обработки материалов»

Также в результате проведенных исследований для конструирования вакуумного шлюза были выбраны металлокерамические подшипники сухого трения.

Данные подшипники обеспечивают работоспособность при режиме до 200°С. К тому же со смазкой коэффициент трения в данных подшипниках резко снижается, и значительно увеличивается ресурс их работы (рис. 6).

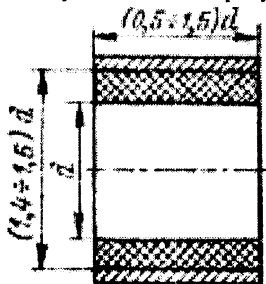


Рисунок 6 – Металлокерамический подшипник, пропитанный маслом с металлокерамической втулкой, запрессованный в стальную обойму

УДК 656.13 (075.8)

Малец Е.В.

СИСТЕМА ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ПРИ МОЙКЕ АВТОМОБИЛЕЙ

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Пашин А.Д.

Системы очистки и повторного использования воды являются необходимым элементом на любом производстве, в том числе и на автотранспортных предприятиях. С целью улучшения качества очищаемой воды, а также экономии энергоресурсов, затрачиваемых на процесс очистки, необходимо совершенствовать как очистное оборудование, так и технологический процесс очистки и повторного использования воды.

Автотранспортные предприятия (АТП) потребляют достаточно большое количество воды (в зависимости от размеров АТП за сутки может расходоваться от 200 м³ до 3500 м³), то в настоящее время недопустимо использовать прямоточную систему водопотребления, так как загрязняется большое количество чистой пресной воды (для нашей республики – это вода