

ной головки 4 (1МИГ с ценой деления 1 мкм), установленной на стойке 5, измеряется изменение длины штока, обусловленное линейным износом корундового образца.

За окончательное значение величины линейного износа корундового образца принималась среднее арифметическое результатов пяти экспериментов, полученных при неизменных условиях испытаний.

По результатам измерений строилась кривая зависимости интегрального износа корундового образца от продолжительности изнашивания. Так как для различных дорожек вследствие разности линейных скоростей, путь, проходимый образцом за единицу времени и определяющий величину износа, оказывался неодинаковым, то износостойкость алмазосодержащего покрытия выражалась в метрах пути истирания [1].

На основании анализа экспериментально полученных зависимостей интегрального износа корундового образца от продолжительности его истирания определялись период стойкости сформированного алмазосодержащего покрытия и его абразивная способность.

Для оценки влияния ультразвукового способа шаржирования доводочного диска на качество обработанной на нем поверхности заготовки была проведена отдельная серия экспериментов. В ходе ее выполнения использовался чугунный

диск, одна рабочая сторона которого шаржировалась в обычных условиях, а вторая – с применением ультразвука. В качестве обрабатываемых заготовок использовались образцы в виде прямоугольного параллелепипеда с квадратным (5 x 5 мм) сечением обрабатываемой поверхности, изготовленные из стекла М5, гранатита (иттриево-алюминиевый оксид) и корунда, имеющие соответственно твердость по шкале Мооса 6, 8 и 9 единиц.

С помощью термокля образец закреплялся в державке, устанавливался на штоке и посредством аттестованного груза прижимался с постоянным усилием $P_{ст} = 5,5$ Н к шаржированной поверхности диска, установленного на шпинделе доводочного станка. Во всех экспериментах частота его вращения составляла 1000 мин⁻¹, постоянным был радиус дорожки ($R_{дор} = 65$ мм), на котором осуществлялась обработка образца, продолжительность которой составляла 1 минуту.

1. Степаненко, Д.А. Повышение режущей способности и стойкости ограниченных дисков с алмазосодержащим слоем путем его формирования с применением ультразвука: дис. ... к-та техн. наук: 05.03.01/Д.А. Степаненко. – Минск, 2007. – 126 с.

УДК 621.792.4

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО ОБЪЕМА ЛУНОК НА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

Киселев М.Г., Дроздов А.В., Мониц С.Г.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Суммарный объем лунок на модифицированной поверхности является важным эксплуатационным показателем, характеризующим способность ее микрорельефа удерживать определенный объем данной жидкости. В частности, для поверхностей пар трения, работающих в условиях граничной смазки, в качестве такого показателя используется маслосъемность их микрорельефа, и чем она выше, тем лучше условия работы фрикционного сопряжения [1].

Для получения таких данных, в первую очередь, необходимо разработать методику и создать аппаратные средства, позволяющие производить сравнительную количественную оценку суммарного объема лунок на модифицированной поверхности при различных параметрах сформированного на ней микрорельефа т.е. имеющую различную шероховатость.

В настоящее время для определения суммарного объема лунок на модифицированной поверхности поверхности трения используется способ [3], который заключается в том, что на

исследуемую поверхность трения наносят дозированную каплю масла и раскатывают по исследуемой поверхности с помощью ролика. По толщине масляного пятна, полученного после прокатки, определяют степень маслосъемности поверхности. Однако этот способ весьма неточен, так как невозможно абсолютно точно дозировать каплю масла и обеспечить постоянное усилие прижатия ролика по всей контролируемой поверхности, что сказывается на площади отпечатка, а следовательно, на толщине пленки.

Для устранения указанного недостатка необходимо решить две взаимосвязанные задачи: реализовать возможность прямого измерения массы, а соответственно, объема жидкости на исследуемой поверхности для чего обеспечить постоянные условия их взаимодействия без использования дополнительного контртела в виде ролика или пленки.

Исходя из этого, авторами данной статьи предложена методика определения емкости поверхности, основанная на прямом измерении

массы жидкости, оставшейся на ней, после выполнения процедуры центрифугирования. В ходе ее проведения на жидкость, предварительно нанесенную на неподвижную испытуемую поверхность, действуют с одной стороны центробежная сила F_u , стремящаяся удалить ее с вращающейся поверхности, а с другой - сила ее поверхностного натяжения F_n , обеспечивающая ее удержание на ней. Запишем условие равенства этих сил ($F_n = F_u$).

Тогда выражение для определения объема оставшейся на исследуемой поверхности жидкости после выполнения процедуры центрифугирования

$$V = \frac{\alpha \cdot l}{\rho \cdot \omega^2 \cdot R}$$

Из его анализа следует, что при неизменных параметрах ω и R проведения процедуры центрифугирования и постоянных для данной жидкости значениях ρ и α , емкость исследуемой поверхности V будет зависеть только от длины границы раздела между ней и жидкостью.

В свою очередь, ее величина определяется микрорельефом исследуемой поверхности. Данное положение дает принципиальную возможность оценивать влияние параметров шероховатости поверхности, а следовательно, применяемых при их формировании методов и режимов обработки, на ее емкость при взаимодействии с той или иной жидкостью.

Следует подчеркнуть, что предлагаемая методика позволяет производить только сравнительную оценку суммарного объема лунок на модифицированной поверхности по отношению к абсолютно гладкой, которой может служить полированная поверхность, обладающая минимальным значением емкости.

Предлагаемая методика определения суммарного объема лунок на модифицированной поверхности предусматривает последовательное выполнение следующих действий: измерение начальной массы образца m_1 с исследуемой поверхностью, установку образца в приспособление для центрифугирования, нанесение на неподвижную исследуемую поверхность жидкости, выполнение процедуры центрифугирования образца, снятие образца и измерение его конечной массы m_2 . Приращение массы образца ($\Delta m = m_1 - m_2$) соответствует массе жидкости, удержанной на его исследуемой поверхности. Зная плотность жидкости ρ и Δm , вычисляется ее объем V , который определяет суммарный объем лунок на модифицированной поверхности данной поверхности.

На рисунке 1 представлена схема образца металлического имплантата.

Он выполнен в виде плоской шайбы, имеющей две наружных цилиндрических поверхности разного диаметра и центральное отверстие. Торцевая поверхность Б и прилегающий к ней буртик служат для закрепления образца в приспособлении при обработке (модификации) его рабочей поверхности А, которая представляет собой кольцеобразную дорожку шириной 7,5 мм и площадью $S = 412 \text{ мм}^2$.

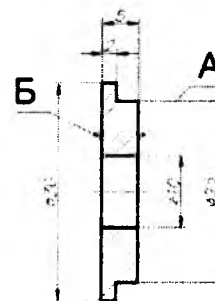


Рисунок 1 – Конструкция образца металлического имплантата

На рисунке 2а представлена схема, поясняющая процедуру проведения центрифугирования. Для ее выполнения используется электродвигатель постоянного тока 1 (ДМ-10-6А), установленный в вертикальном положении валом вверх. На нем неподвижно устанавливается оправка 2, в которой закрепляется предварительно взвешенный образец 3.

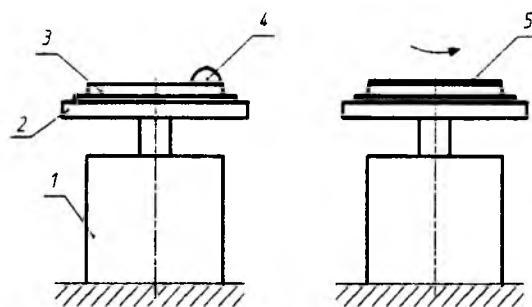


Рисунок 2 – Схема центрифугирования (а, б)

При выключенном электродвигателе с помощью пипетки на его исследуемую поверхность наносится капля жидкости 4. После этого включается электродвигатель с плавным в течении 4 секунд увеличением частоты вращения вала до значения 800 мин. По истечении 5 секунд работы двигателя на этой частоте, он отключается, образец снимается с оправки и взвешивается. В результате выполнения этой процедуры излишки жидкости с исследуемой поверхности образца удаляются, а оставшаяся ее часть в виде тонкого слоя 5 задерживается на ней. Объем этой части жидкости характеризует суммарный объем лунок

на модифицированной поверхности исследуемой поверхности, соответствующую данным условиям ее центрифугирования.

Исходя из анализа полученных экспериментальных данных, а также с учетом результатов предшествующих исследований [1], установлено, что суммарный объем лунок на модифицированной поверхности, в первую очередь, определяется таким параметром ее шероховатости, как максимальная высота профиля R_{\max} .

Из полученных данных также следует, что, при прочих равных условиях, суммарный объем лунок на модифицированной поверхности зависит как от материала образца, так и вида взаимодействующей с ней жидкости. Так, по сравнению с титановой, поверхность из нержавеющей стали характеризуется более высоким значением суммарного объема лунок на модифицированной поверхности. Во всех случаях наименьшее значение V имеет поверхность при ее взаимодействии с водой, несколько большее – при взаимодействии с физраствором, а наибольший суммарный объем лунок на модифицированной поверхности наблюдается при ее взаимодействии с плазмой крови человека. Такое положение объясняется различным значением коэффициента поверхностного натяжения α у этих жидкостей и чем он выше, тем больше оказывается значение емкости поверхности.

УДК 621.792.4

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО ОБЪЕМА ЛУНОК НА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ ВИСЯЧЕЙ КАПЛИ

Киселев М.Г., Дроздов А.В., Мониц С.Г.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

В технологии изготовления металлических имплантатов важным заключительным этапом является операция модификации их поверхностей с целью придания им такого микрорельефа, параметры которого обеспечивают наибольший уровень прочностных и биомеханических показателей при их взаимодействии с тканями организма. В настоящее время для этого в основном используется пескоструйная, гидроабразивная и дробеструйная обработка поверхности имплантатов [1]. Характерным для них является то, что получаемая на обработанной поверхности шероховатость имеет произвольное направление неровностей. Иначе обстоит дело при использовании электроконтактной обработки (ЭКО) [2], которая представляет собой разновидность электроэрозионной обработки и при которой на поверхности заготовки образуются характерные углубления в виде множества перекрывающихся друг друга лунок сферической

1. Киселев, М.Г. Особенности формирования следов обработки на поверхности титанового образца при однократном электроконтактном воздействии на нее проволочным электродом-инструментом / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, С.Г. Мониц, П.С. Богдан // «Наука и техника» №2. – Мн. – 2013, с. 29-35.
2. Киселев, М.Г. / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, В.А. Борисов Применение электроконтактной виброударной обработки для модификации образцов титановых имплантатов. // Сборник докладов международного симпозиума «Инженерия поверхности. Новые порошковые композиционные материалы. Сварка». – Мн.: 2011, с. 53-57.
3. Морозенко, Б.Н. Определение маслостойкости поверхностей трения / Б.Н. Морозенко, А.Е. Проволоцкий, Б.И. Андреев, Л.П. Пасько // «Вестник машиностроения», 1974, №2, с.48-49.
4. Кузнецов, В.П. Моделирование и исследование формирования плосковершинного микрорельефа поверхностей трения со смазочными микрокарманами при многоцелевой обработке деталей / В.П. Кузнецов, О.В. Дмитриева // «Известия Томского политехнического университета» №2. – Томск. – 2011.
5. Радионенко, А.В. Способ определения маслостойкости поверхности трения. Патент SU 985549. Опубл. 30.12.1982.

формы. Во всех упомянутых способах обработанная поверхность характеризуется как линейными параметрами ее микрорельефа, так и пространственными, в частности емкостью, или объемом углублений. Исследование данной емкости является достаточно информативным показателем остеоинтегрирующей функции имплантата, т.к. известно, что чем большую емкость (удельную поверхность) имеет имплантат, тем крепче он свяжется с белковыми молекулами жидкой среды организма человека. Данное обстоятельство отражено в работе [3], где исследовано влияние различных видов микрорельефа поверхности на ее площадь и объем.

Подобные исследования проводятся при определении маслостойкости микрорельефа поверхностей трения со смазочными микрокарманами с целью повышения эксплуатационных свойств [4], в результате которых установлено, что маслостойкость поверхности определяется та-