

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ

доктор техн. наук, профессор Н.М. Чигринова, С.И. Ловыгин., магистрант БНТУ, г. Минск

Резюме – в статье приведены результаты исследований влияния ультразвукового воздействия частотой 22 кГц в процессе электроискрового легирования на трибологические свойства электроискровых покрытий. Показано, что активация обрабатываемой поверхности сформированного электроискрового покрытия ультразвуковым воздействием позволяет получать покрытия с увеличенными показателями износостойкости

Введение. Известно, что интегральный процесс электроискрового легирования с дополнительным ультразвуковым воздействием (ЭИЛ с УЗВ) является эффективным методом повышения износостойкости металлических объектов [1]. В случае, когда поверхность должна сочетать высокую износостойкость и низкий коэффициент трения, ультразвуковая обработка необходима. Так, в современном машиностроении множество узлов и механизмов эксплуатируется в условиях трения при граничной смазке или в отсутствии смазочного материала при повышенных контактных нагрузках и температурах. Такие условия создаются в нагруженных трибосопряжениях со средней скоростью относительного перемещения поверхностей трения. При этом разрушение рабочих поверхностей происходит в основном за счет их микроконтактного схватывания с последующим отрывом частиц в точках контакта.

В статье рассмотрены некоторые аспекты влияния ультразвуковой обработки на трибологические характеристики поверхности с износостойким покрытием, сформированным ЭИЛ с УЗВ. С этой целью были проведены исследования влияния ультразвукового воздействия на трибологические свойства формируемых композиционных электроискровых покрытий. Изучались процессы трения и изнашивания поверхностного слоя покрытий при использовании в качестве легирующих анодов электродных материалов из твердых сплавов.

Основная часть. Испытания на износ, преобладающим процессом которого является микроконтактное схватывание, обычно осуществляют на машинах с регулируемой подачей смазки в зону трения неподвижных образцов, совершающих относительное перемещение по цилиндрической или плоской поверхности контртел, вращающихся вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Испытания электроискровых покрытий осуществляли на машине трения, созданной на базе сверлильного станка. В рабочем узле установки реализуется торцовая схема трения «палец-диск» при контактных давлениях $P=2,66$ МПа и скорости скольжения $V=1,20$ м/с. Контробразцом служит цилиндрический палец из стали 45, подвергнутой поверхностной закалке до твердости 48 – 52 HRC. В держателе одновременно устанавливается по три контробразца, которые с заданным усилием рабочими торцами прижимаются к поверхности стального образца-диска. Образцы для испытаний изготавливали также из стали 45 с последующим нанесением на них износостойкого электроискрового покрытия из титановольфрамокобальтового сплава T15K6. Электроискровую обработку проводили с использованием серийно производимой установки «Alier-55» с частотой вибровозбудителя 600 Гц. В операциях ультразвукового воздействия на сформированное покрытие использовался ультразвуковой преобразователь с частотой вибрации электрода 22 кГц.

Упрочненную методом ЭИЛ с УЗВ поверхность перед испытанием шлифовали до получения $R_a = 1,25 - 2,5$ мкм. Износ определяли гравиметрическим методом с использованием весов аналитической марки АДВ-200 с погрешностью $\pm 2 \times 10^{-4}$ г. Условия и режимы проведения испытаний различно подготовленных образцов – №1 – покрытие T15K6 без УЗВ; № 2 – контрольный образец сталь 45; № 3 – покрытие T15K6 с УЗВ соответствуют общепринятым методикам.

Экспериментальные данные по скорости изнашивания композиционных электроискровых покрытий, нанесенных без использования УЗВ (обр. № 1), с использованием УЗВ (обр. № 3), и поверхности контрольного образца из стали 45 (обр. № 2) показаны на рис. 1.

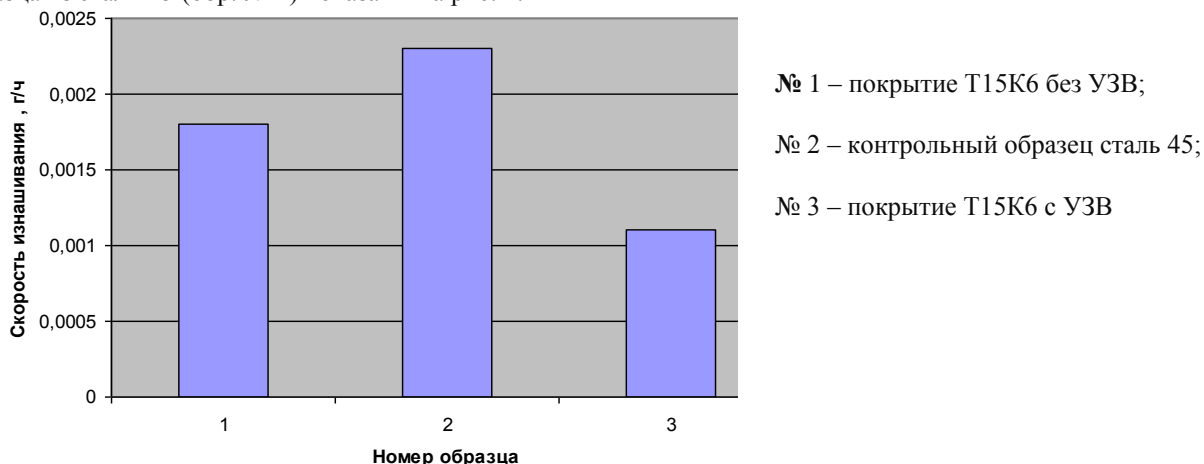
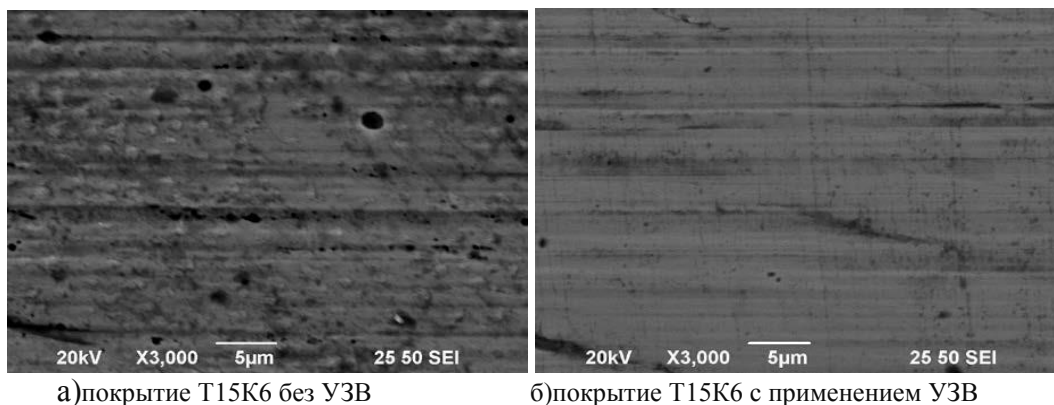


Рисунок 1 – Интенсивность изнашивания электроискровых покрытий

Анализ полученной диаграммы показал, что интенсивность изнашивания покрытия на образце №3 из титановольфрамокобальтового сплава Т15К6, нанесенного с использованием ультразвукового воздействия частотой 22 кГц, ниже по сравнению с другими образцами.

Структурное состояние изучаемых поверхностей трения после триботехнических испытаний, показано на рис.2.



а) покрытие Т15К6 без УЗВ

б) покрытие Т15К6 с применением УЗВ

Рисунок 2 – Поверхности трения

Данные триботеста и структурные исследования подтверждают, что ультразвуковой импульс, поглощаемый основой при высокочастотном легировании, повышает износостойкость и уменьшает коэффициент трения упрочненной поверхности: этот эффект наблюдается во всех созданных композициях, полученных с ультразвуковым деформированием поверхности.

Объяснить это можно воздействием повторяющейся под разными направлениями пластической деформации при контактом нагружении в процессе ультразвукового деформирования упрочняемой поверхности, что создает условия для «локальной» пластической деформации. Основным механизмом данного процесса включает деформацию, локализованную на полосах сдвига, состоящих из массива дислокаций с высокой плотностью, аннигиляцию и рекомбинацию малоугловых границ зерен, разделяющих отдельные зерна и изменение кристаллографической ориентации одних зерен относительно соседних [1]. В результате создаются дополнительные предпосылки сопротивления молекулярно-механическому изнашиванию микроконтактным схватыванием и абразивному изнашиванию. С разрушением поверхности трения исследуемого покрытия выкрашивание его твердых включений затрудняется возросшей механической прочностью нанесенного электроискрового покрытия с использованием УЗВ. В трибосопряжении снижается отрицательное влияние выкрошенных частиц как свободного абразива. Уменьшаются степень деформации покрытия и площадь его фактического контакта с контртелом в трибосопряжении, и вероятность микроконтактного схватывания поверхностей трения с разрушением очагов схватывания становится меньше. При этом увеличивается сопротивление молекулярно-механическому изнашиванию как доминирующему процессу в рассматриваемых трибосопряжениях [2, 3].

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что при фрикционном взаимодействии стальных образцов, обработанных методом ЭИЛ, на поверхности трения формируется тонкая пленка фрикционного переноса, приводящая к изменению топографии поверхностей с увеличением высоты микронеровностей и структурированием пленки переноса в направлении скольжения. Сопоставление экспериментальных данных по скорости изнашивания образцов, изготовленных из одинаковых материалов, с покрытием, сформированным типовым методом ЭИЛ и в процессе интегрального воздействия ЭИЛ с УЗВ, свидетельствует о том, что износостойкость последних в 2,1 раза превышает этот показатель для эталонного материала.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Чигринова, Н.М. Интенсификация процессов микроплазменного упрочнения и восстановления металлических изделий повышенной точности электромеханическим воздействием: дис. ...д-ра. техн. наук: 05.02.07 [текст] / Н.М.Чигринова. – Минск, 2009. – 371 с.
- 2 Коротаев, Д. Н. Субструктурное поверхностное упрочнение деталей трибосистем методом электроискрового легирования [текст] / Д. Н.Коротаев, Е. В. Иванова // Перспективные материалы. – 2011. – №. 2. – С. 98-102.
- 3 Адамовский, А. А. Особенности структуры приповерхностного слоя монокристаллов тугоплавких металлов, обработанных абразивными микрорезцами [текст] / А.А. Адамовский [и др.] // Трение и износ. – 1992. – Т. 13. – №. 2. – С.300 - 305.