

Рисунок 2 – 3D график потенциала $U = \bar{\varphi}(x, z)$, создаваемого кольцевым электродом в плоскости $y = 0$. Радиус кольца $R = 3\text{ед.}$

Результаты расчета электростатического поля кольцевых электродов будут использованы при моделировании физических процессов, происходящих в плазме магнетронного разряда.

УДК 621.7.092

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА РЕЖИМЫ ФРИКЦИОННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Титов В.А., к.т.н., доц.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса»
г. Москва, Российская Федерация

Для повышения износостойкости железоуглеродных сплавов пар трения различных машин в РГУТиС была разработана технология нанесения медного нанопокртия на фрикционные поверхности из специальной жидкой среды, которая позволяет повысить способность поверхности сорбировать масло до 1,5 раз.

Формирование покрытий безабразивной обработкой в металлоплакирующих технологических средах происходит в результате физико-химических процессов между рабочей средой и обрабатываемой деталью при механической активации поверхности инструментом, причем активация поверхности может производиться металлическим инструментом, не содержащим в своем составе пленкообразующий материал или неметаллическим инструментом (например, резиновым). Механизм формирования покрытия на детали из железоуглеродистого сплава с помощью поверхностно-активной технологической среды, содержащей в своем составе соль меди подробно рассмотрен в работе [1].

Согласно предложенной теории инструмент, перемещаясь по поверхности детали, образует ювенильную поверхность, на которой происходит восстановление меди, как металла с большим электродным потенциалом (Cu^{2+} имеет $E = 0,34\text{ В}$, а $\text{Fe}^{2+} - E = -0,44\text{ В}$). При трении происходит повышение температуры, что ведет к ускорению химической реакции.

Схема формирования покрытия на поверхности детали показана на рисунке 1.
Технологическая среда

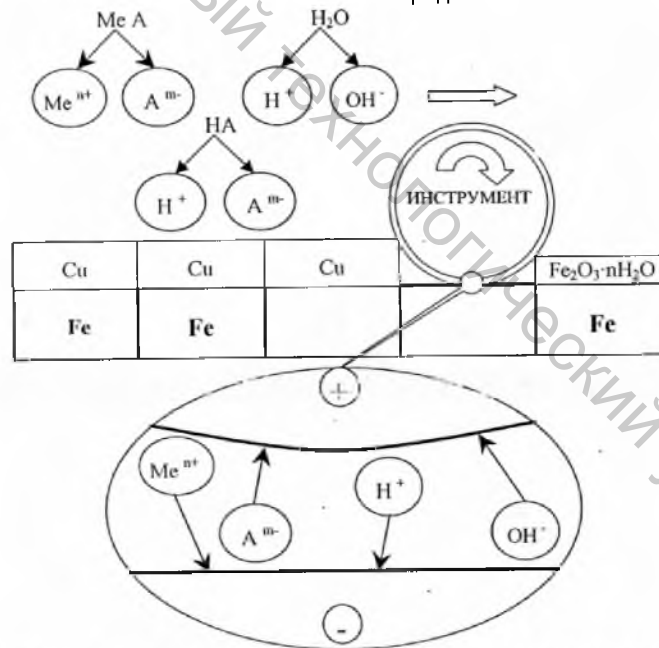
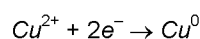
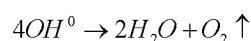
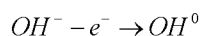


Рисунок 1 – Схема формирования покрытия на поверхности детали

Так как в электрохимическом ряду напряжения металлов медь расположена правее водорода, то, следовательно, именно ионы меди будут восстанавливаться на стальной поверхности (катоде) с образованием медного покрытия:



На аноде (инструменте со средой) будет окисляться ион OH^- , так как он более активен, чем ион S_4^{2-} , образуя воду и кислород.



Кроме этого на поверхности инструмента будут осаждаться ионы замещающего медью железа.

Основные технологические требования при фрикционном нанесении покрытий на криволинейные поверхности деталей с использованием эластичного инструмента могут быть сформулированы следующим образом:

- для обработки необходим мягкий, эластичный инструмент, повторяющий конфигурацию поверхности детали при обработке и имеющий достаточную площадь контакта для активации поверхности;
- при обработке необходимо большое количество повторных актов контакта инструмента с деталью при высокоскоростном вращении инструмента – до $5 \dots 10$ м/с;
- поверхность детали перед обработкой должна быть подготовлена к активации, обезжирена органическими растворителями (бензином, трихлорэтиленом и т.п.) или химическим способом в соответствии с ГОСТ 9,047.
- в составе технологических жидкостей должны быть металлоплакирующие и металлогенерирующие компоненты, например, соли металлов с более высоким электродным потенциалом, чем у металла обрабатываемой детали, вещества, снимающие окисные пленки и аккумулирующие ионы металлов, многоатомные спирты или жирные кислоты.

Динамика роста пленки зависит от материала детали, материала инструмента, нагрузки рабочего инструмента, кислотности рабочей среды, количества восстановителя, количества соли меди в среде.

Технология нанесения износостойких медьсодержащих покрытий подробно освещена в работах [2] и [3].

В настоящий момент для повышения производительности процесса предложено применить ультразвуковые колебания (УЗК), распространяющиеся в среде, в которой происходит нанесение покрытий.

Гармоническое волновое движение, имеющее место при УЗК, характеризуется длиной волны λ и амплитудой колебаний A_k . Значение λ зависит от скорости распространения звуковых волн c в технологической среде и частоты колебаний f или периода колебаний T :

$$\lambda = c/f = cT.$$

Скорость распространения звуковых волн c в жидкостях определяют по формуле

$$c = \sqrt{(\rho\beta)^{-1}},$$

где ρ – плотность среды, г/см³ (для глицерина $\rho = 1,261$);

β – сжимаемость среды, Па (для глицерина $\beta = 0,22 \times 10^{-9}$).

Источники УЗК включают ультразвуковой генератор (УЗГ) и колебательную систему, нагрузкой которой является рабочий инструмент или технологическая среда. УЗГ преобразуют электрический ток промышленной частоты в ток ультразвуковой частоты, предназначенный для питания колебательных систем, которые состоят в нашем случае из пьезокерамического преобразователя (ППК) – источника механических УЗГ – и согласующего элемента: пластины (излучателя).

Основные выходные электрические характеристики УЗГ:

- выходная мощность $P_{\text{вых}}$ – мощность, подводимая к колебательной системе;
- КПД – отношение $P_{\text{вых}}$ ко всей потребляемой УЗГ электрической мощности $P_{\text{эл}}$;
- стабильность частоты f – относительное отклонение частоты Δf от номинального значения f_p , равное $\Delta f/f_p$.

К характеристикам колебательных систем относятся также следующие:

Резонансная частота f_p – обеспечивает наилучшее согласование собственных частот всех элементов и максимальное значение амплитуды УЗК, когда $A_k \approx A_{\text{max}}$;

Механический импеданс z – отношение силы A , с которой системы воздействуют на среду, к колебательной скорости частиц этой среды в определенной точке. При f_p значение $z = z_{\text{min}}$; при $f \neq f_p$ значение $z = z_{\text{max}}$.

Соответственно при z_{min} $A_k = A_{\text{max}}$, а при z_{max} $A_k < A_{\text{max}}$.

Величина f_p должна совпадать с резонансной частотой колебательной системы. У пьезокерамических преобразователей, излучающих в жидкую среду, стабильность частоты должна быть не более 5×10^{-4} ;

В качестве ППК был выбран преобразователь из материала ЦТС-19 марки ПП1-0,06/44, имеющий электрическую мощность 0,06 кВт, резонансную частоту 44 кГц и работающий на напряжении 220 В.

Колебательная система состоит из активного и пассивного элементов. Первый – преобразователь; вторым является согласующий элемент (волновод, концентратор или излучающая пластина).

В функции согласующего элемента входят трансформация амплитуд; крепление колебательной системы в технологическом устройстве; создание ультразвукового поля в технологической среде.

Применение УЗК для фрикционного нанесения покрытий на железоуглеродистые сплавы позволило значительно сократить время их нанесения.

Если ранее без применения УЗК максимальная толщина пленки достигалась при количестве циклов обработки $N = 5 \dots 7 \times 10^3$, то с применением УЗК они снизились до $N = 2 \dots 4 \times 10^3$. Соответственно время обработки, например, для фетра, при давлении 1... 1,2 МПа составляло

$$t \approx 240/V, \text{ то с применением УЗК оно составило } t \approx 120/V,$$

где V – скорость обработки поверхности.

Список использованных источников

1. Прокопенко А.К. Повышение срока службы трущихся деталей и инструмента машин легкой промышленности и бытового назначения в процессе эксплуатации. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 1999, 51 с.