

О ВОЗМОЖНОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА УСТАНОВКАХ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ В РЕЖИМЕ НЕДОНАПРЯЖЕНИЯ

Топала П. (БГУ, г.Бэлць, Молдова), **Стойчев П.** (ТУМ Кишинев),
Епуряну А. (Галацкий Университет, Румыния), **Руснак В.** (БГУ, г.Бэлць, Молдова)

An analysis of electro-erosional processes on electrodes under conditions of impulse discharge has been made. It has been ascertained that it is necessary to create greater volumetric density of energy in the interelectrode space than the volumetric heat of the electrode fusion in order to melt the processing surface.

Исследование процессов на электродах в условиях электроискрового нанесения покрытий из порошковых материалов на установках типа «Разряд» (когда импульсные разряды протекают в режиме недонапряжения) показало, что варьируя энергетическими параметрами разряда и величиной межэлектродного промежутка (МЭП) можно в широких пределах менять характер электрической эрозии электродов, и в первую очередь связанной с привалирующим образованием паровой или жидкой фазы в зоне воздействия газоразрядной плазмы [1-3].

В свою очередь, в таких устройствах характер электрической эрозии может задавать определенную технологическую направленность процессом электроимпульсной поверхностной обработки материалов. Например, при МЭП более 1,5...2,0 мм при низковольтных разрядах с энергией в импульсе 2...10 Дж без нанесения порошка можно проводить упрочнение стальных и титановых деталей практически без изменения геометрии их поверхностей [1]. В случае нанесения покрытий из порошков количество паровой или жидкой фазы подложки, появляющейся в зоне разрядов, может существенно влиять на свойства формируемых покрытий, фазовый состав, адгезионную прочность, пористость и т.п. [2, 3].

В работе [3] были детально изучены особенности электрической эрозии электродов при импульсных разрядах, протекающих в режиме недонапряжения для условий формирования покрытий из порошковых материалов на установках типа «Разряд». Получено семейство кривых, с помощью которых возможно определение величины зоны образования жидкой фазы в зависимости о значении МЭП и энергии разряда. Однако эти зависимости не дают возможности определить критерии для оценки характера электрической эрозии катода-детали, а, следовательно, и выбора параметров процесса обработки при нанесении покрытий из компактных или порошковых материалов в режиме недонапряжения.

В данной работе сделана попытка выявить такие критерии. С этой целью на основе полученных нами ранее в [3] зависимостей

$$d_n, h_n = f(S) \quad (1)$$

где d_n - диаметр лунок с жидкой фазой;

h_n - глубина лунок;

S - величина межэлектродного промежутка;

W - энергия разряда, определенная путем осциллографирования;

были построены экспериментальные зависимости

$$d_n, h_n = f\left(\frac{W}{S}\right) \quad (2)$$

при различных значениях энергии разряда (рассматривается случай при постоянной длительности импульсов 50-250 мкс). Результаты, представленные на (рис.1), показывают, что зависимость диаметра лунок в определенном диапазоне значений W/S является линейной и коэффициенты пропорциональности слабо зависят от W для постоянных значений W/S (при варьировании S и W диаметры лунок на кривой представлены в виде вертикальных отрезков, соответствующих диапазону разброса их значений). Из (рис.1) следует, что диаметр лунки с жидкой фазой образовавшейся в следствии воздействия единичных импульсов разрядов, может быть выражен зависимостью:

$$\frac{\pi d_n^2}{4} = \frac{1}{\alpha} \frac{W}{l} \quad (3)$$

где α - коэффициент пропорциональности. В выражении (3) $\frac{\pi d_n^2 S}{4}$ является ничем иным, как объем цилиндрического канала разряда, а соотношение $\frac{4W}{\pi d_n^2 S}$ - объемной плотностью энергии в нем.

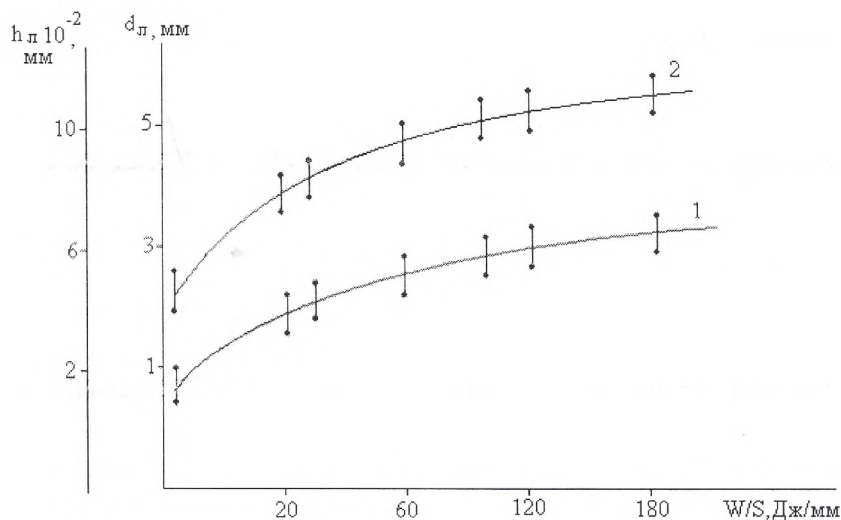


Рис.1. Зависимость диаметра лунок с жидкой фазой (1) и глубины (2) от отношения энергии разряда к величине МЭП

Анализируя зависимость (1) и данные таблицы, в которой приведены значения объемной плотности энергии при варьировании W и S для условий пока существует

жидкая фаза на поверхности катода, т.е. пока плотность энергии, реализуемой в канале разряда и передаваемой от плазменного столба электродам, достаточна для плавления поверхности катода в зоне контакта плазмы с твердым телом, можно записать:

$$Q = \frac{4W}{\pi d_c^2 S} \geq Q_{nl} \quad (4)$$

где Q_{nl} – обменная теплота плавления материала катода равная $Q_{nl} = q_{nl}\rho$, q_{nl} и ρ – соответственно, удельная теплота плавления и плотность материала подложки.

Средний диаметр лунки с жидкой фазой на поверхности катода-детали при единичном разряде может быть определен как:

$$d = \sqrt{\frac{4W}{\pi S Q}} \quad (5)$$

При анализе кривой (2) рис.1 видно, что она может быть аппроксимирована выражением вида:

$$h_d = \kappa \chi^n \quad (6)$$

где $\chi = \frac{W}{S}$, κ - коэффициент пропорциональности, зависящий от теплофизических свойств обрабатываемого материала, n - показатель степени.

Величины d_c и h_d имеют важное значение при проведении процесса формирования покрытий из порошковых материалов, т.к. взаимодействие жидких фаз напыляемых частиц и материала подложки способствует образованию упрочняющих фаз, диффузионным процессом, повышению адгезионной прочности и т.п.

Таким образом, выражения (4) и (6) могут служить для предварительной оценки характера эрозионных процессов в зоне разряда и выбора параметров W и S для нанесения покрытий из порошковых материалов на поверхность катода-детали.

Таблица 1. Плотность энергии в межэлектродном промежутке (с учетом цилиндрической формы канала разряда) при условии образования жидкой фазы в зоне разряда

$S, \text{мм}$	$P = W / \pi d_c^2 S$			
	$P_1 (\text{Дж} / \text{мм}^3)$	$P_2 (\text{Дж} / \text{мм}^3)$	$P_3 (\text{Дж} / \text{мм}^3)$	$P_4 (\text{Дж} / \text{мм}^3)$
0,1	6,11			
0,3	3,62	3,52	3,99	6,80
0,5	3,19	3,39	3,13	4,42
0,8	7,05	3,89	3,05	
1,0	9,84	4,55	3,55	2,95
1,3		9,44	4,51	3,15
1,5			6,52	4,10
1,7			7,55	4,72
2,0				5,35

Список литературы: 1. Гитлевич А.Е., Топалэ П.А., Куку И.И., Иванов В.И., Снегирев В.А. О возможности упрочнения металлических поверхностей на установках для электроискрового легирования типа «Разряд». ЭОМ, 1987, №2, с.24-27. 2. Гитлевич А.Е., Топалэ П.А., Снегирев В.А., Игнатьков Д.А. Особенности электрической эрозии

электродов при импульсных разрядах, протекающих в режиме недонапряжения. ЭОМ, 1988, №3, с.9-12. **3.** Гитлевич А.Е., Топалэ П.А., Ревуцкий В.М., Шистик Л.М. Взаимодействие частиц порошка с каналом импульсного разряда в условиях электроискрового нанесения покрытий. ЭОМ, 1988, №6, с.20-25.