

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ.

Скобло Т.С., доктор технических наук, Мартыненко А.Д., инженер,
Солодовник В.В. студент

(Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства)

Обосновываются параметры и конструкция электрододержателей, обеспечивающие повышение производительности процесса электроискровой обработки.

Для обеспечения качественного покрытия поверхности детали при ЭИО, прежде всего, возникает необходимость в выведении расчетной зависимости для определения скорости перемещения электрода. Как было рассмотрено ранее [1, 2, 3], при проведении электроискрового наращивания в зависимости от имеющегося оборудования и класса восстанавливаемой детали, применяются следующие виды электродов: пучки из 100-150 проволок диаметром 0,5-0,8мм (для обработки внутренних поверхностей базисных деталей); пальчиковые (прутки круглого или квадратного сечения с площадью поперечного сечения 20-60мм², при проведении наращивания их заостряют) и дисковые (диаметром до 250мм, толщиной 0,5-3,0мм, изготовленные из листового стали) электроды для обработки наружных поверхностей деталей типа тел вращения.

Расчет скоростных режимов обработки включает выбор числа оборотов детали (тип тел вращения), определение продольной подачи, производительности процесса, количества используемых электродов.

При проведении ряда экспериментов было отмечено, что тип электрода его материал и конфигурация не оказывают существенного влияния на диаметр единичной лунки. В свою очередь диаметр единичной лунки в значительной степени зависит от электрических параметров обработки и в частности от величины тока искрового разряда (табл. 1).

Таблица 1. Влияние тока искрового разряда на диаметр единичной лунки

Ток искрового разряда, А	15	50	80
Диаметр единичной лунки, - d, мм	0,3	1,0	1,4

Из приведенного следует, что при обработке цилиндрических деталей целесообразнее было бы производить наращивание электродом, ширина которого незначительно превышает диаметр единичной лунки.

Так как метод электроискровой обработки представляет собой чередование кратковременных электрических импульсов, то после прохождения электродом на поверхности будет формироваться рельеф,

создаваемый единичными лунками (рис. 1.).

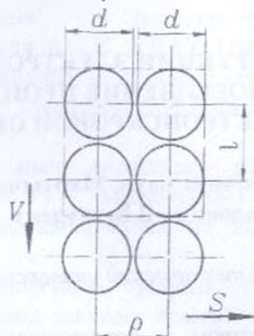


Рис. 1. Расчетная схема для определения сплошности покрытия при электронской обработке: d – диаметр единичной лунки; S – направление подачи суппорта; ρ – шаг подачи электрода-инструмента на один оборот детали; l – расстояние между соседними лунками (шаг искрового воздействия), V – направление вращения детали.

При этом такие технологические характеристики как скорость вращения детали – n и продольная подача электрода-инструмента – ρ , существенно влияют не только на производительность процесса, но и на качество формируемого слоя – образуется микрорельеф на поверхности детали, характеризуемый сплошностью обработки. Если полагать, что нанесение поверхностного слоя осуществляется электродом, ширина которого близка к диаметру единичной лунки – d (и при этом отсутствует "миграция" электрического разряда), продольная подача ρ также равна диаметру лунки, а линейное перемещение электрода – l (расстояние между центрами соседних лунок) за единицу времени не превышает "пути лунки" в этот промежуток времени, тогда охарактеризовать сплошность покрытия обрабатываемой цилиндрической детали можно с помощью следующего выражения:

$$K_c = \frac{S_{обр}}{S_{общ}} \quad (1)$$

где K_c – коэффициент сплошности покрытия;

$S_{обр}$ – площадь поверхности детали покрытая единичными лунками, мм²;

$S_{общ}$ – площадь детали, которую необходимо обработать, мм².

В свою очередь коэффициент сплошности можно представить в следующем виде:

$$K_c = \frac{K_1 + K_2}{2} \quad (2)$$

где K_1 – коэффициент сплошности покрытия по окружности

цилиндрического тела;

K_2 - коэффициент сплошности покрытия по образующей цилиндра.

Исходя из геометрических соотношений:

$$K_1 = \frac{\pi d^2}{4l}; \quad (3)$$

где d - диаметр единичной лунки, мм;

l - шаг искрового воздействия, мм,

в свою очередь:

$$K_2 = \frac{\pi d^2}{4\rho}; \quad (4)$$

где ρ - шаг подачи электрода-инструмента на один оборот детали, мм.

Задаваясь значениями требуемого коэффициента сплошности и диаметра единичной лунки из 3 и 4 можно определить шаг подачи и шаг искрового воздействия. Но даже при соотношении $d=l=\rho$ следует, что коэффициент сплошности покрытия составит $\frac{\pi}{4} = 0,785$.

Линейная скорость перемещения точки контакта электрода с деталью определяется по формуле:

$$V = \frac{1}{K_1} df, \text{ мм/с} \quad (5)$$

где f - частота следования импульсов.

При $d=1\text{ мм}$ линейная скорость электрода будет соответствовать $V = 3000d / \text{мин.}$, или $V = 3\text{ м/мин.}$ Согласно данным [3], скорость наплавки существующих и наиболее распространенных методов - наплавка в среде CO_2 , абразивная - не превышает 20-40 м/ч.

Подставляя вместо V известное соотношение, можно в зависимости от диаметра (D) обрабатываемой детали определить обороты ее вращения при этом задаваясь величинами K , d и f в выражении (6). Тогда:

$$n = \frac{60df}{\pi DK}, \text{ об/мин} \quad (7)$$

где D - диаметр восстановленной детали, мм.

Продольную подачу (S , мм/об) на один оборот обрабатываемой детали определяли из выражения:

$$S = \frac{d}{k_2}, \quad (8)$$

Производительность процесса обработки (N , мм²/мин) определяли по формуле:

$$N = \frac{fd^2}{K_c}, \text{ мм}^2/\text{мин} \quad (9)$$

Таким образом повышение производительности процесса ЭИО можно

достичь путем повышения частоты следования электрических импульсов и применением более жестких режимов, поскольку диаметр единичной лунки пропорционален величине энергии импульса. Зная производительность одного электрода, исходя из площади обработки и затрат времени, определяли требуемое количество электродов (z):

$$z = \frac{S_0}{P \cdot t_0}, \quad (10)$$

где S_0 - обрабатываемая площадь детали, см^2 ;

t_0 - заданное время обработки 1см^2 поверхности детали, $\text{см}^2/\text{мин}$.

Коэффициент сплошности (как по окружности, так и по образующей) покрытия оценивали по формуле (3.9) [94]:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{K_p}{100}\right)^n, \quad (11)$$

где K_p - расчетная сплошность обработки за один проход, $K_p=78\%$;

n - число проходов электродом.

Согласно зависимости (11) после двух проходов сплошность покрытия составит:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{78}{100}\right)^2 = 0,95 \text{ т.е. } 95\%;$$

после трех проходов:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{78}{100}\right)^3 = 0,99; \text{ т.е. } 99\%;$$

после четырех проходов:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{78}{100}\right)^4 = 0,997; \text{ т.е. } \approx 100\%.$$

Учитывая, что с точки зрения сплошности покрытия, использование трех и четырех проходов электрода мало отличается, а производительность снижается на 25%, то следует признать целесообразным использования для обработки не более трех проходов.

При выборе сплошности покрытия учитываются не только время обработки, затраты электроэнергии, эффективность использования оборудования, но также и технические требования на капитальный ремонт детали. Как показывают расчеты, применение известного оборудования для ЭИО и режимов указанных выше, должны обеспечить производительность не ниже $30\text{см}^2/\text{мин}$, в то время как реально она составляет $2,5 - 3,5\text{см}^2/\text{мин}$ [1, 2, 4].

Столь большое расхождение между производительностью, получаемой расчетным путем и экспериментально получаемой обработкой можно объяснить только несовершенством конструкций существующих электродержателей оборудования. Производительность процесса, близкую к расчетной можно получить только в том случае, если ширина электрода будет

близка к диаметру единичной лунки в течение всего периода обработки и скорость перемещения обрабатываемой поверхности будет равна скорости перемещения электрода в момент прохождения искрового разряда. Применение электродов с небольшой площадью поперечного сечения не позволяет использовать большие токи ввиду их быстрого перегрева. Поэтому, желаемая форма электрода должна иметь минимальную протяженность контакта обрабатываемой деталью и в тоже время быстро отводить тепло в окружающее пространство. Таким требованиям хорошо отвечает дисковый электрод с шириной диска не более 1 - 3мм. Условие равенства скоростей электрода и детали можно обеспечить путем непосредственного контакта их и при этом электрод будет иметь возможность свободного вращения. Конструкция электрододержателя представлена на рис.2.

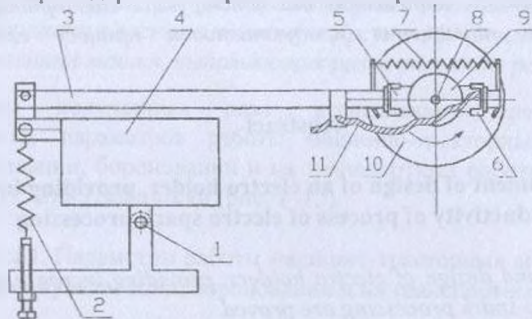


Рис.2. Конструкция электрододержателя, обеспечивающая повышение производительности процесса ЭИО: 1 - ось качения корпуса электрододержателя; 2, 7 - пружина; 3 - корпус вибратора; 4 - электромагнит вибратора; 5 - токоподводящие щетки; 6 - щеткодержатели; 8 - ось вращения электрода; 9 - коллектор; 10 - дисковый электрод; 11 - токопровод.

В результате проведенных исследований сделаны следующие заключения:

- 1) Сплошность покрытия обрабатываемой поверхности детали зависит как от величины продольной подачи электрода, от шага искрового воздействия l , так и от электрических параметров установки энергии импульса.
- 2) При электроискровой обработке по режимам $l = \rho = \alpha$. Уже при трех проходах электродом достигается сплошность покрытия ≈ 0.99 , при этом скорость обработки должна составить не менее $30 \text{ см}^2/\text{мин}$
- 3) Математическими расчетами показано, что таким требованиям больше отвечает дисковый электрод с шириной диска не более 1-3мм

Список литературы.

1. Электроискровое легирование металлических поверхностей. /Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. - Кишинев: Штиинца, 1985. - 196с.

2. Электроискровое легирование металлических поверхностей. /Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Бовкун Г.А. и др. - К.: "Наукова думка", 1976. - 219с.

3. Практикум по ремонту машин. /Сидашенко А.И., Науменко А.А., Аветисян В.К. и др. - Харьков: "Прапор", 1993.-328с.

4. Источники питания для электроискрового легирования. /Фурсов С.П., Парамонов А.М., Добында И.В. и др. - Кишинев: Штиинца, 1978. - 118с.

Анотація

Разработка конструкции электродоудерживачей, обеспечивающего повышение производительности процесса электроискровой обработки.

Обґрунтовуються параметри та конструкція електродоутримувачей, які забезпечують підвищення продуктивності процесу електроіскрової обробки

Abstract

Development of design of an electro holder, providing increase of productivity of process of electro spark processing

Parameters and design of electro holders, providing increase of productivity of process of electro spark processing are proved.