

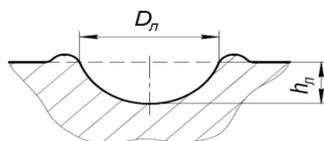
УДК 621.9.048.4

**ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛУНОК НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ**

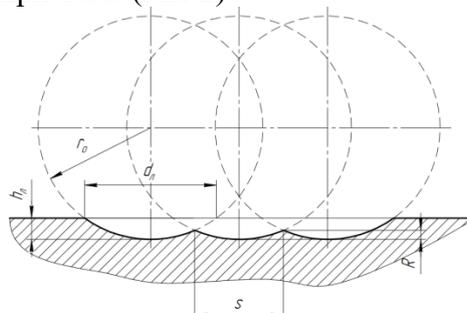
Коробов Денис Андреевич

*Студент 6 курса, кафедра «Инструментальная техника и технологии»,  
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: И. Б. Ставицкий,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и  
технологии, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

Шероховатость поверхности оказывает существенное влияние на эксплуатационные свойства деталей, поэтому обеспечение ее заданных параметров при их изготовлении является необходимым условием обработки. При электроэрозионной обработке (ЭЭО) съем материала осуществляется посредством теплового воздействия импульсов электрического тока, подводимого к локальным участкам обрабатываемой заготовки. В результате плавления и частичного испарения малой порции металла, гидро- и газодинамических процессов, совершающихся в межэлектродном промежутке, происходит выброс расплавленного материала и образование на поверхности электрода-заготовки лунки. Таким образом, лунка – это след на поверхности электрода-инструмента или заготовки, полученной в результате воздействия одного электрического разряда (Рис.1)

Рис.1. Параметры эрозионных лунок:  $D_{л}$ ,  $h_{л}$ - диаметр и глубина лунки

В процессе ЭЭО между электродом-инструментом и заготовкой генерируются электрические разряды с большой частотой (как правило, от десятков до сотен килогерц) и образующаяся поверхность представляет собой совокупность большого количества лунок, частично перекрывающихся при наложении друг друга. Поэтому форма и размеры лунок, а также коэффициент их перекрытия  $\beta$  ( $\beta = s/r_{л}$ ) определяют параметры шероховатости при ЭЭО (Рис.2)

Рис. 2. Схема наложения лунок и геометрические параметры:  $d_{л}$  – диаметр лунки,  $r_o$  – радиус лунки,  $h_{л}$  – глубина лунки,  $s$  – шаг перекрытия лунок,  $R$  – высота остаточного рельефа.

На практике шероховатость поверхности определяют по номограммам и эмпирическим зависимостям и, при необходимости, уточняют проведением предварительных экспериментальных обработок на выбранных режимах. Известны различные эмпирические зависимости, устанавливающие связь между параметрами электроэрозионной обработки и параметрами получаемой шероховатости поверхности, например [1– 5]:

$$R_z = a \cdot W_{\text{и}}^b, \quad (1)$$

где  $a$  – коэффициент, зависящий от используемой рабочей жидкости и материалов электродов,  $b$  – зависит от режима обработки ( $b = 0,3 \dots 0,4$  для режимов чистовой и получистовой обработки),  $W_{\text{и}}$  – энергия импульса.

Как правило, известные эмпирические зависимости устанавливают связь между параметрами шероховатости поверхности и энергетическими параметрами ЭЭО, но имеют определенные ограничения при использовании, в том числе для новых материалов. Так, формула 1 не учитывает длительность импульса и может быть применима только при использовании режимов с короткими импульсами (микросекундного диапазона). В связи с этим, целесообразно использовать математическое моделирование процесса формирования поверхности с учетом геометрии получаемых лунок и направленное на установление взаимосвязи режимных параметров ЭЭО с параметрами шероховатости получаемой поверхности для самых разных материалов.

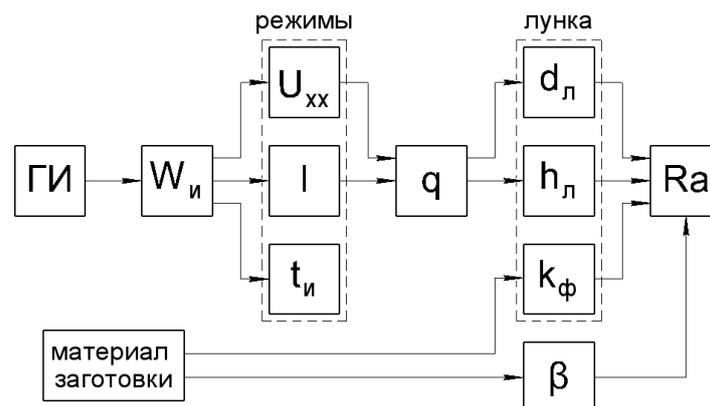


Рис.3. Взаимосвязь режимных параметров ЭЭО с параметрами шероховатости получаемой поверхности: ГИ – генератор импульсов,  $W_{\text{и}}$  – энергия импульса,  $U_{\text{xx}}$  – напряжение,  $I$  – ток,  $t_{\text{и}}$  – длительность импульса,  $q$  – плотность теплового потока,  $d_{\text{л}}$  – диаметр лунки,  $h_{\text{л}}$  – глубина лунки,  $k_{\text{ф}}$  – коэффициент формы лунки,  $\beta$  – коэффициент перекрытия лунок,  $R_a$  – параметр шероховатости.

Поскольку по большей части ЭЭО сопряжена с тепловыми процессами нагрева и плавления материала, то в модели можно использовать тепловую задачу о перемещении границы фазового превращения материала – задачу Стефана [6]. Она позволяет определить положение границы раздела фаз  $\eta$  между твердой и жидкой фазами материала (глубина проплавления материала) исходя из его физических свойств и при действии на него теплового потока плотностью  $q$  в течение времени  $t$  (Рис.4).

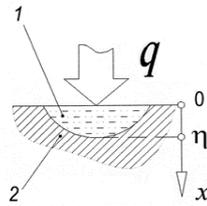


Рис. 4. Схема для определения границы фазового превращения материала: 1 – жидкая фаза; 2 – твердая фаза

Задавая плотность теплового потока и время его действия, можно определить глубину проплавления материала. Она является глубиной лунки  $h_{л}$  при условии, что расплавленный материал полностью из нее выбрасывается.

На шероховатость поверхности помимо глубины лунки  $h_{л}$  существенно влияет коэффициент перекрытия лунок  $\beta$  и форма лунок, которую можно охарактеризовать отношением  $d_{л}/h_{л}$ . Известно, что форма лунки зависит от обрабатываемого материала. Для определения их влияния коэффициента перекрытия лунок  $\beta$  и отношения  $d_{л}/h_{л}$  на высоту неровностей профиля обрабатываемой поверхности в работе применялся метод геометрических построений.

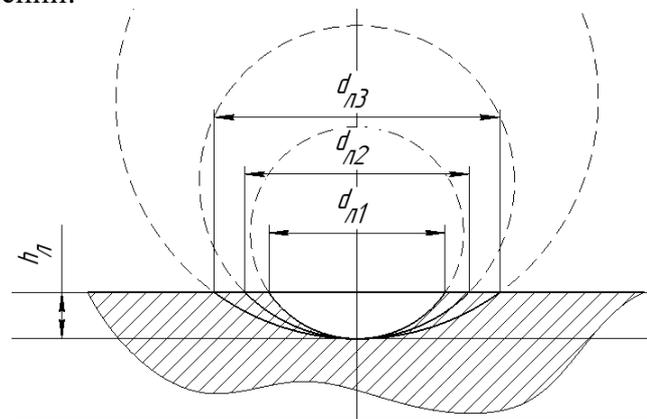


Рис.5. Схема зависимости формы лунки от её диаметра

В результате построения массива лунок, геометрически были получены значения параметров шероховатости поверхности  $Ra$ , в зависимости от глубины лунки  $h_{л}$ , отношения  $d_{л}/h_{л}$  и коэффициента перекрытия лунок  $\beta$ . Полученные данные представлены в виде таблиц и графиков.

Полученные результаты показывают, что при увеличении диаметра лунок  $d_{л}$  при неизменной их глубине  $h_{л}$ , параметр шероховатости  $Ra$  возрастает до определенного значения, а дальше увеличивается незначительно.

В результате проведенных исследований получены данные, которые показывают влияние геометрических параметров лунок на шероховатость поверхности при электроэрозионной обработке. Полученные результаты могут использоваться при моделировании процесса формирования поверхности, с целью установления взаимосвязи режимных параметров ЭЭО с параметрами шероховатости получаемой поверхности для самых разных материалов.

## Литература

1. *Ставицкий И.Б., Малевский Н.П.* Теория электрофизических и электрохимических методов обработки материалов: лабораторный практикум - М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2010 г. – 40 с.
2. *Фотеев Н. К.* Технология электроэрозионной обработки – М.:Машиностроение, 1980, 184 с .ил.
3. *Артамонов Б.А., Волков Ю.С., Дрожалова В.И.* Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. М.: Высш. Шк., 1983. Т. 1. 247 с.
4. Золотых Б.Н., Любченко Б.М. Инженерные методы расчета технологических параметров электроэрозионной обработки – М.:Машиностроение, 1981, 54 с.
5. *Inoue, K.* Fundamental of Electrical Discharge Machining, Society of Non – Traditional Technology, Tokyo, 1977.
6. *Ставицкий И.Б.* Определение рациональных режимов электроэрозионной обработки на основе решения тепловой задачи о перемещении границы фазового превращения материала. Вестник МГТУ. Спец. выпуск «Энергетическое и транспортное машиностроение». 2011