

УДК 621.357.123

Валиев Р.И., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Хафизов А.А., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ОЧИСТКА И СНЯТИЕ ЗАУСЕНЦЕВ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ В ПЛАЗМЕ ОБЪЕМНОГО РАЗРЯДА МЕЖДУ ТВЕРДЫМ И ЖИДКИМ ЭЛЕКТРОДАМИ

Аннотация: Применение низкотемпературной плазмы для обработки поверхностей деталей является наиболее эффективным, менее затратным и экологически чистым способом обработки поверхностей. В процессе анализа установлены режимы, при которых производительность снятия заусенцев повышается в 2 – 2,5 раза по сравнению с электроэрозионным способом, одновременно шероховатость снижается до 0,16 – 0,08 мкм.

Ключевые слова: плазменная электротермическая установка, очистка поверхности деталей, снятие заусенцев.

Очистка и снятие заусенцев с поверхности деталей является важной технологической операцией многих производств. Такие технологии позволяют экономить энергию, реагенты, сырьё, время, повышать производительность труда и качество изделий.

Большой интерес вызывают процессы в неравновесной газоразрядной плазме [1], в которой температура атомов и молекул близка к температуре окружающей среды, в то время, как электроны обладают энергией, достаточной для возбуждения, диссоциации и ионизации атомов и молекул. Использование такой плазмы обеспечивает повышение эффективности многих технологических процессов, таких как плазмохимическое осаждение полимерных и неорганических плёнок, плазменное анодирование, плазмохимический синтез и т.д.

Для оптимизации процесса очистки и снятия заусенцев разработана экспериментальная плазменная электротермическая установка с жидким электродом [2, 3] (рис.1). Ванна изготовлена из медных пластин и имеет рубашку охлаждения. Она заполняется исследуемыми электролитами необходимой кон-

центрации. Ванна соединена с одной из клемм источника питания. Верхний твердый электрод присоединяется к другой клемме источника. Этот электрод установлен на координатном устройстве, позволяющем регулировать межэлектродные расстояния и по координатам X, Y. В качестве электролита использовались NaCl , CuSO_4 , NH_4NO_3 ,

Экспериментальная установка [4] предназначена для исследования электрического разряда в диапазоне параметров $U_p = 0,3 - 3000$ В, токов $I = 0,01 - 200$ А, $j_s = 0,1 - 25$ А/см², межэлектродных расстояний $l = 0,1 - 100$ мм. Система охлаждения установки служит для охлаждения электролита. Она питается из магистральной водопроводной сети, а подача электролита осуществляется из специального бака.

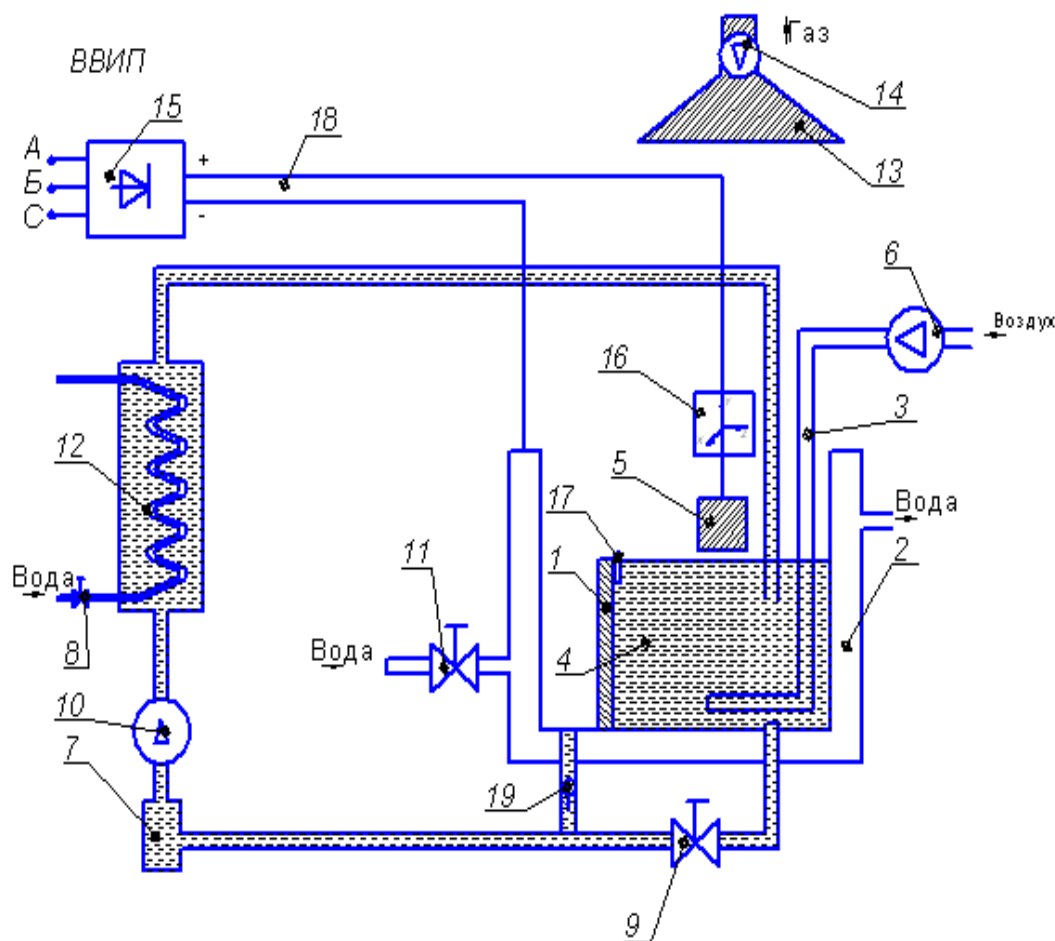


Рис. 1. Функциональная схема экспериментальной установки

1 - электролитная ванна; 2 - рубашка водяного охлаждения; 3 - барботер; 4 - электролит; 5 - деталь; 6 - воздушный компрессор; 7 - фильтр; 8, 9, 11 - запорная арматура; 10 - насос; 12 - бак с теплообменником; 13-вытяжной зонт; 14

-вытяжной вентилятор; 15 - источник питания; 16 - координатное устройство; 17-термометр; 18-токопровод; 19 - обратный клапан.

Для образования сплошной парогазовой оболочки [5], хотя бы и неустойчивой, необходимо обеспечить выделение в прианодной зоне энергии, достаточной для вскипания электролита в некотором объеме.

Наиболее качественная очистка поверхностей (рис.2) осуществляется, если в раствор NaCl добавлять борную или лимонную кислоты, уменьшающие защелочивание электролита. Это тем более важно, что величина pH влияет не только на анодную плотность тока j_a , но и на параметр R_a шероховатости поверхности.

Добавление нитрита натрия служит как ингибитор коррозии и после обработки очищенная поверхность становится коррозиостойкой. Напряжение разряда (≈ 120 В) практически не влияет на параметры качества поверхности и на скорость очистки детали. Плотность же анодного тока влияет и на качество обработки и на продолжительность обработки. Например, за 20 сек обработки детали током плотностью 1 А/см^2 при глубине погружения $h = 0,5 \cdot 10^{-3}$, мы получили шероховатость поверхности 8 класса. Увеличение плотности тока до 3 А/см^2 (при продолжительности времени обработки 15сек) позволило еще улучшить качество очистки поверхности. Дальнейшее увеличение плотности тока или времени обработки практически не влияет на класс шероховатости поверхности. Температура электролита влияет на качество обработанной поверхности. Исследования показали, что с увеличением температуры электролита уменьшается производительность процесса. Поэтому мы охлаждали электролит с помощью проточной водопроводной воды.



а)

б)

Рис. 2. Поверхность обрабатываемого изделия:

а) до очистки; б) после очистки

На (рис. 3) приведены результаты исследований зависимости параметра R_z качества обработанных поверхностей деталей из меди М1 и стали 25ХНВА при обработке разрядом с жидким электродом (температура электролита 300 К) в зависимости от плотности тока на твердом электроде. Видно, что при увеличении плотности тока более, чем $3 \div 4 \text{ A/cm}^2$ заметного улучшения качества поверхностей не наблюдается.

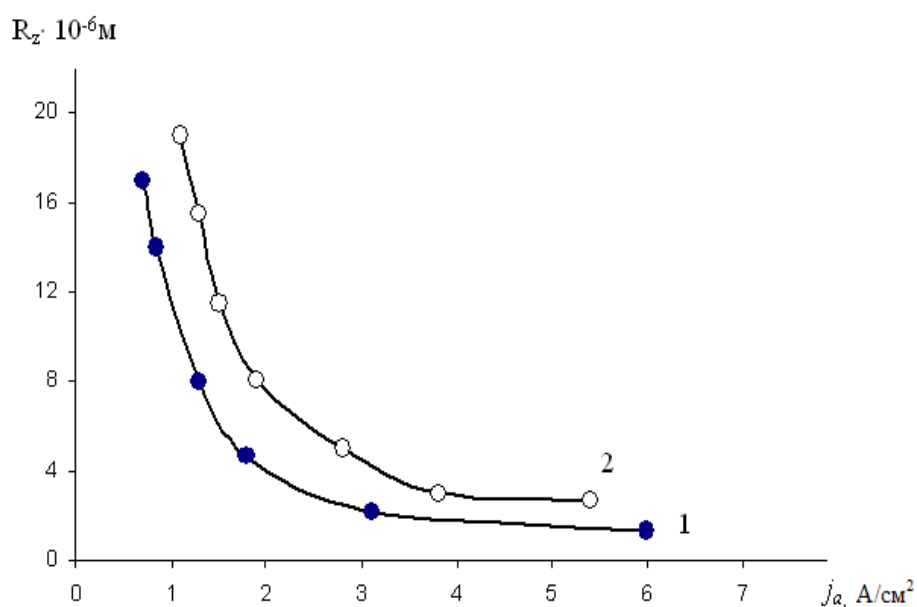


Рис. 3 - Качество поверхностей после обработки плазмой разряда с жидким электродом. Давление $P=10^5$ Па, температура электролита $t_3=300$ К, кривая 1 - $U = 120$ В и времени обработки $t = 40$ сек для меди М1, кривая 2 - магнитопроводная сталь марки 25ХНВА, $U = 90$ В, $t = 60$ сек)

Методы удаления заусенцев и чистовой обработки повышают класс шероховатости до $8\div 10$, а алмазная обработка, полирование пастой, электрохимическая обработка позволяют достичь класс шероховатости $13\div 14$. Эти методы не всегда бывают надежны, они характеризуются низкой производительностью, трудоемкостью и неравномерностью съема по кромкам, т.е. процесс формирования геометрических характеристик поверхности является трудноуправляемым процессом.

Достигнуто эффективное удаление заусенцев (рис.4.), оставшихся после механической обработки, с кромок деталей сложной конфигурации, электрическим разрядом между обрабатываемой деталью и жидким электродом. Площадь парогазового слоя начинает расширяться со скоростью $0,005\div 0,01\text{ м/с}$. Ток растет, и через $8\div 12\text{ сек}$, при критических условиях слой разрывается взрывом, далее процесс повторяется. При $h = 10^{-3}\text{ м}$, площадь поверхности слоя доходит до $0,012\div 0,015\text{ м}^2$, а ток разряда до 200 А . Исследования показали, что процесс снятия заусенцев следует вести при $4\text{ А/см}^2 < j_a < 13\text{ А/см}^2$, напряжении $80\text{ В} < U_p < 120\text{ В}$.



Рис.4. Обработка детали сложной конфигурации

а) до обработки; б) после обработки

В результате обработки наблюдалось изменение веса образцов. В среднем изменение веса образца из меди при продолжительности обработки $t_{обп} = 25\text{ сек}$ составляет $\Delta P_m = 380\text{ миллиграмм}$, для образца из стали – за то же время обработки составило $\Delta P_{ст} = 350\text{ миллиграмм}$ (рис.5)

Анализ вышеприведённых зависимостей показывает, что изменение веса у образцов из меди и электротехнической стали в области обработки 27 секунд практически одинаково.

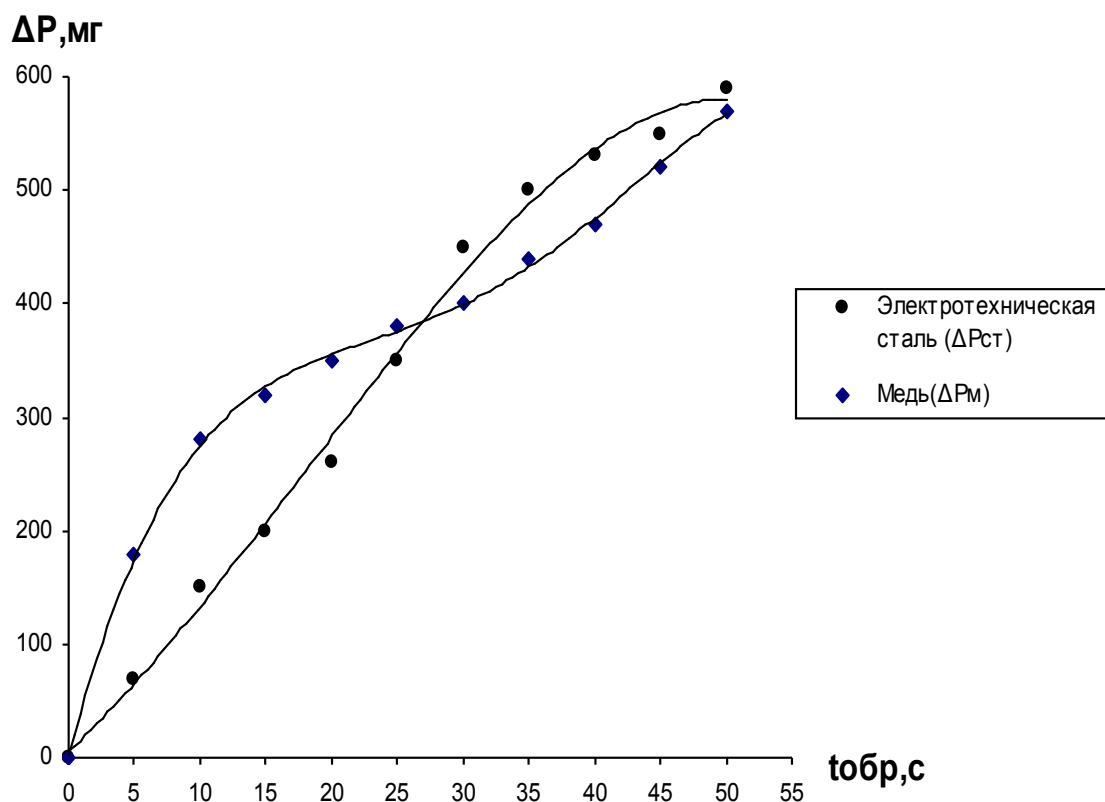


Рис. 5. Изменение веса образцов из электротехнической стали и меди

Таким образом, при условии, что изменение веса ΔP заготовки после обработки не превышает допустимую норму, с учетом производительности установки и для достижения нужного (требуемого) качества обработки поверхности необходимая продолжительность времени обработки составит 20 – 35 секунд.

Для обработки деталей необходим источник питания выпрямленным напряжением $U = 400 - 550$ В мощностью до 100 кВт. Величина напряжения разряда практически не влияет на параметры качества поверхности и на скорость очистки деталей. В процессе анализа установлены режимы, при которых производительность снятия заусенцев повышается в 2 – 2,5 раза по сравнению с электроэрозионным способом, одновременно шероховатость снижается до 0,16 – 0,08 мкм (класс шероховатости 8 – 9).

Литература

1. Тазмеев Б. Х. Электрические и тепловые характеристики генераторов неравновесной газоразрядной плазмы с жидкими электродами: дис... канд. техн. Наук. – Казань, 2000. – С.173.

2. Гайсин Ф.М., Шакиров Ю.И., Хакимов Р.Г. Исследование разряда между твердым и жидким электродами // тезисы докл. Респуб. научно-технической конф. (Наб. Челны, 1990г.). – С.161.

3. Валиев Р.И., Шакиров Ю.И., Ильин В.И., Шакиров Б.Ю. Система управления процессом обработки поверхности изделий плазменной электро-термической установкой с жидким электродом // Научно - технический вестник Поволжья. – 2012. - №1. – С.131-138.

4. Шакиров Ю.И., Валиев Р.И., Хафизов А.А., Шакирова Г.Ю. Многоканальная плазменная установка с электролитическим катодом // Автомобильная промышленность. – 2011. - №2. – С.36-38.

5. Валиев Р.И., Ильин В.И., Хафизов А.А., Шакиров Б.Ю., Шакиров Ю.И. Математическая модель парогазовой оболочки электрического разряда с жидким катодом // Низкотемпературная плазма в процессах нанесения функциональных покрытий: сборник статей V Республиканская научно-техническая конф. (Казань, 4-7 ноября 2014г.). – С.135-138.

Valiev R.I., Khafizov A.A. Branch of Kazan Federal University in Naberezhnye Chelny

POLISHING AND DEBURRING OF PARTS OF A MACHINE IN PLASMA OF GLOW DISCHARGE BETWEEN SOLED AND LIQUID ELECTRODES

Abstract: The most effective way of processing of materials in economical and ecological way is utilizing of the low temperature plasma. Modes of operation, in which the speed of polishing was increased in more than 2 – 2,5 times in comparison to electrical erosion method, were found. Roughness was about 0,16 – 0,08 micrometers.

Key words: electrothermal plasma installation, cleaning the surface of products,

deburring tools, system management.