

ФОРМИРОВАНИЕ УПРОЧНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ У ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ ИМПУЛЬСНЫМ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

А.Н. ЮМАНОВА, В.М. ШЕМЕНКОВ

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

В работе представлены результаты моделирования влияния частоты тока тлеющего разряда на глубину модифицированного слоя упрочняемых изделий.

Поверхностный слой изделия из металла или его сплава играет определяющую роль в обеспечении износостойкости его поверхностей, особенно в условиях трибомеханического или трибохимического воздействия. Исходя из этого, в последнее время учеными и техническими работниками металлообрабатывающих предприятий уделяется большое внимание к методам, обеспечивающим создания различных барьерных поверхностных слоев, обеспечивающих повышенную износостойкость изделий и особенно, инструментальной оснастки.

Как известно данная проблема может быть решена тремя традиционными методами. К первому наиболее затратному в финансовом плане методу можно отнести создание изделий с градиентными свойствами их материала. Ко второму относятся способы нанесения износостойких защитных покрытий. Однако, в случае штамповой оснастки, работающей в условиях циклических температурных нагрузках данные методы не приемлемы в связи с отслаиванием и сколом нанесенных покрытий.

Таким образом, наиболее перспективным в плане использования при повышении износостойкости инструментальной и штамповой оснастки являются методы ионно-плазменного модифицирования их поверхностных слоев.

Как показала практика применения тлеющего разряда, его воздействие на рабочие поверхности инструментальной оснастки, особенно работающей в условиях сложного термомеханического воздействия, приводит к повышению их износостойкости от 1,5 до 4 раза в зависимости от условий эксплуатации оснастки.

Однако метод упрочнения материалов тлеющим разрядом, зажигаемым в среде остаточных атмосферных газов, характеризуется нестабильным получением величины модифицированного поверхностного слоя. Так, например, при упрочнении изделий из конструкционной стали 45, глубина упрочненного слоя при дублировании эксперимента на одних и тех же режимах колеблется в пределах от 55 до 70 мкм, что ранее объяснялось нелинейностью протекающих во время обработки процессов.

Однако, как показали последние исследования [1], данная картина объясняется тем, что во время горения разряда, получаемого от полупериодного выпрямителя, осуществляется переход от тлеющего к таунсовскому разряду. Об этом свидетельствует наличие частотных колебаний тока, те-

кущего между анодом и катодом в пределах от 80 до 120 кГц, причем это явление носит вариативный характер. Типичная картина течения тока от анода к катоду при реализации способа представлена на рисунке 1.

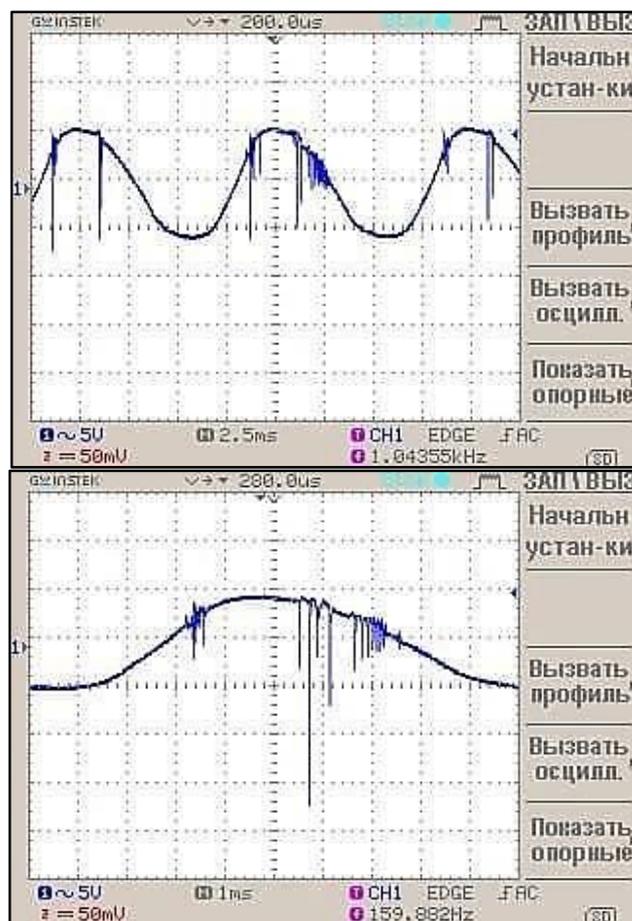


Рисунок 1 – Осциллограммы тока, протекающего между анодом и катодом

На основании выявленного поведения тока была выдвинута гипотеза о том, что частота течения тока оказывает существенное влияние на глубину упрочненного слоя.

Таким образом, логично можно предположить, что управляя частотой тока тлеющего разряда, а особенно стабилизировав ее, можно добиться получения стабильных результатов глубины модифицированного слоя.

В результате чего была собрана лабораторная установка, оснащенная специальным блоком, позволяющим задавать частоту течения тока в пределах от 1 кГц до 150 кГц.

Требуемая частота горения разряда определялась в соответствии с формулой: [2]

$$v = \frac{\rho}{\delta^2 \pi \mu_0}, \quad (1)$$

где ρ – удельное сопротивление материала изделия, Ом·м;

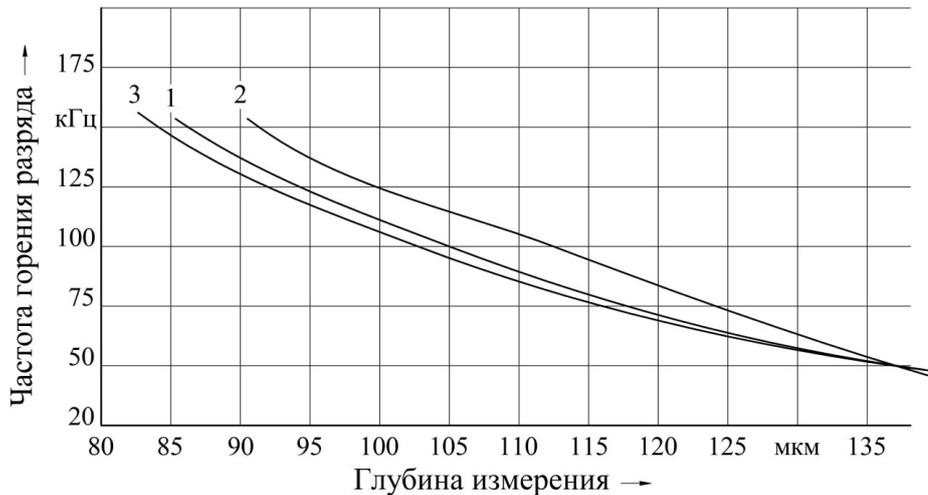
δ – глубина модифицированного слоя, м;

μ – магнитная проницаемость материала изделия, для стали $\mu \approx 100$ при индуктивности магнитного поля не более 0,002 Тл;

μ_0 – магнитная постоянная, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ – магнитная постоянная, Н·А⁻².

Графическая интерпретация данной зависимости представлена на рисунке

2.



1 – сталь 4Х4ВМФС; 2 – сталь Х12МФ; 3 – сталь Р6М5

Рисунок 2 – Глубина «активного слоя» образцов после обработки тлеющим разрядом при различных частотах течения тока

На основании полученных результатов выявлено, что глубина модифицированного слоя напрямую зависит от частоты горения импульсного тлеющего разряда. Проведенные экспериментальные исследования микротвердости по глубине образцов показали, что глубины упрочненных слоев образцов из различных металлов сопоставимы теоретически полученные значениями «активного слоя».

ЛИТЕРАТУРА

1. Структурно-фазовое модифицирование инструментальных материалов тлеющим разрядом : [монография] / В.М. Шеменков [и др.] ; под общ. Ред. Канд. техн. наук, доц. В.М. Шеменкова. – Могилев: Беларус.-Рос. Ун-т, 2017. – 270 с. : ил.

2. Формирование модифицированных поверхностных слоев у инструментальных сталей тлеющим разрядом / В. М. Шеменков, И. И. Маковецкий // Вестник Белорусско-Российского университета № 3 (68). – Могилев Беларус.- Рос. ун-т, 2020. – с. 109 –117: ил.