

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКАТОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

**М.А. РАБЫКО, В.М. ШЕМЕНКОВ**

*Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь*

*В работе приведены основные способы повышения износостойкости поверхностных слоев инструментальной и технологической оснастки обработки, основанной на тлеющем разряде.*

В Белорусско-Российском университете широко ведется работа по изучению влияния обработки тлеющим разрядом на эксплуатационные характеристики изделий из различных металлов и сплавов. Выполненные исследования ярко показывают, что ресурс повышения эффективности процесса упрочнения, за счет использования характеристик тлеющего разряда исчерпан. В следствии чего, последние годы ведутся работы по повышению эффективности процесса.

Авторами предложена методика упрочнения штамповой оснастки, которая характеризуется тем, что изделия размещают на катоде, расположенном в силовых линиях постоянного магнитного поля, и обрабатывают поверхности изделий плазмой тлеющего разряда, возбужденного в вакууме с разрежением 1,33...53,2 Па при напряжении 0,1...10 кВ, плотности тока между анодом и катодом 0,005...0,010 мА/см<sup>2</sup>, при расстоянии между анодом и катодом 0,1...1,0 м в течение 10...30 мин, используют катод площадью в 5...150 раз больше площади анода [1].

В качестве источника, создающего прикатодное магнитное поле, в предложенном способе может выступать кольцевая катушка индуктивности, которая позволяет сформировать прикатодное магнитное поле с необходимой магнитной индукцией (рисунок 1) [2]. Основной задачей исследования является установление влияния обработки на приращение износостойкости изделий из штамповых сталей.

На первом этапе основной задачей являлось выявление влияния индуктивности магнитного поля возникающего в зоне катодного падения потенциала тлеющего разряда на изменение микротвердости упрочняемых изделий из сталей. Параметр микротвердости был выбран в качестве результата оценки влияния магнитного поля вследствие простоты его контроля. Ниже представлены результаты влияния индуктивности магнитного поля, при неизменных значениях параметров тлеющего разряда, на увеличение поверхностной микротвердости изделий (рисунок 2).

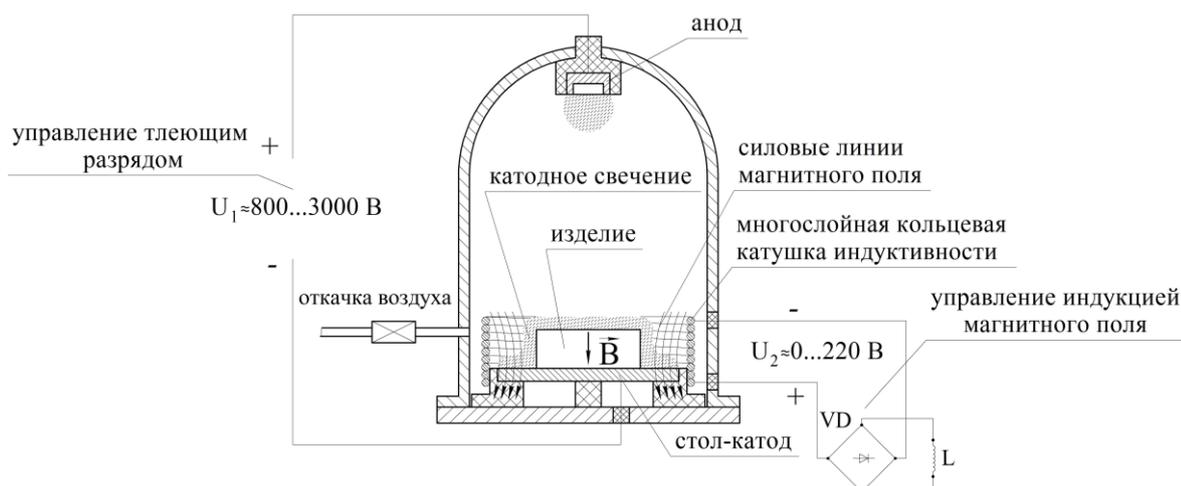
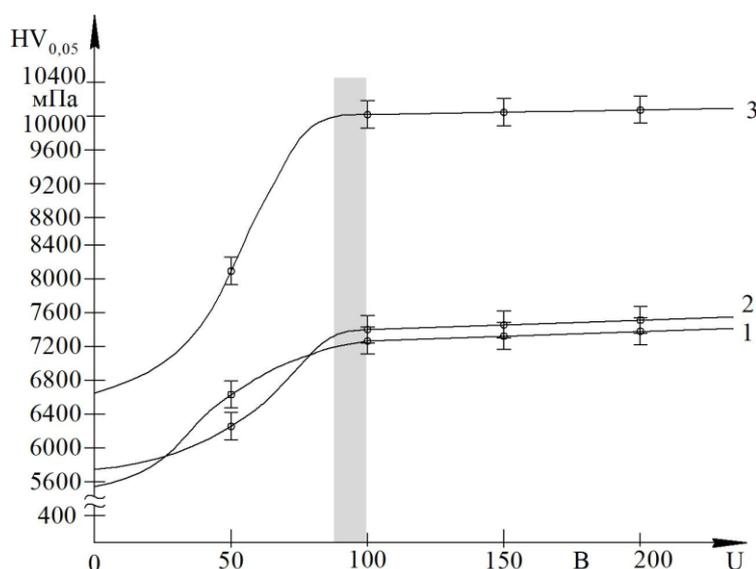


Рисунок 1. – Схема установки для реализации процесса



1 – сталь 5X3B3MFC, 2 – сталь 4X4BMFC, 3 – сталь X12MF

Рисунок 2. – График зависимости микротвердости образцов от напряжения, подаваемого на кольцевую катушку индуктивности

На основании анализа полученных результатов была выявлена область оптимального значения магнитной индукции, которая составляла 0,04 – 0,06 Тл, при которой наблюдается повышение микротвердости поверхностного слоя в среднем на 20 – 35% в зависимости от стали. Как видно из графика, дальнейшее увеличение магнитной индукции приводит к незначительному росту микротвердости, однако, к колоссальному увеличению энергоемкости процесса упрочнения.

С научной точки зрения вызывает интерес, каким образом влияет наличие прикатодного магнитного поля на прирост микротвердости и износостойкости рабочих поверхностей образцов при обработке их тлеющим разрядом.

В таблицах 1 и 2 приведен сравнительный анализ максимальных значений прироста микротвердости и износостойкости образцов, подвергнутых обработке, как классическим тлеющим разрядом, так и с использованием прикатодного магнитного поля.

Таблица 1. – Максимальные значения микротвердости при различных методах обработки образцов

Сталь	Твердость образцов после упрочнения классическим тлеющим разрядом, HV	Твердость образцов после упрочнения тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем, HV	Приращение твердости, $\Delta HV$ %
5X3B3MФC	618	710	11...13
X12MФ	996	1092	7...9
4X4BMФC	719	780	8...10

Таблица 2. – Максимальные значения износостойкости при различных методах обработки образцов

Сталь	Износостойкость образцов после упрочнения классическим тлеющим разрядом	Износостойкость образцов после упрочнения тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем	Приращение коэффициента износостойкости, $k_L$ , %
5X3B3MФC	1,339	1,940	40...42
X12MФ	1,586	2,248	40...42
4X4BMФC	1,715	2,215	29...31

Исходя из анализа данных, приведенных в таблицах 1 и 2 можно сделать вывод о том, что применение магнитного поля при обработке изделий тлеющим разрядом приводит к дополнительному росту микротвердости и износостойкости их поверхностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 19126 Республика Беларусь, МПК С 23С 14/38. Способ упрочнения изделий из металла или сплава, или сверхтвердого материала / В. М. Шеменков, М. А. Белая (М. А. Рабыко) (BY) - № 19126; заявл. 05.04.2013; опубл. 30.12.2013. -3 с.
2. Рабыко, М. А. Структурно-фазовое модифицирование штамповых сталей обработкой тлеющим разрядом в магнитном поле / М. А. Рабыко, В. М. Шеменков, А. Н. Елисеева // Научно методический журнал: Вестник Белорусско-Российского университета № 2, Могилев, 2022 г – С. 23 – 31.