

УДК 621.3

ВЛИЯНИЕ ПРИКАТОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

*ЮМАНОВА Анна Николаевна¹ ассистент,
РАБЫКО Марина Александровна¹, ст. преподаватель,
ШЕМЕНКОВ Владимир Михайлович¹, канд. техн. наук, доцент
(¹Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь)*

Юманова А. Н. Рабыко М. А., Шеменков В. М.

212000, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Мира, 43,
Белорусско-Российский университет,

е - mail: www.anuta994@mail.ru

е - mail: belay-marina@yandex.by

е - mail: vshemenkov@yandex.by

Аннотация

Приведены результаты влияния прикатодного магнитного поля на эксплуатационные характеристики рабочих поверхностей деталей, изготовленных из стали Х12МФ, 4Х4ВМФС, 5Х3В3МФС при обработке тлеющим разрядом. Показано, что обработка тлеющим разрядом с использованием прикатодного магнитного поля приводит к увеличению твердости исследуемых образцов от 34,67 до 561,23 МПа, а также к незначительному увеличению значения параметра шероховатости поверхности изделий.

Ключевые слова: тлеющий разряд, твердость, износостойкость, шероховатость, упрочнение, поверхностный слой, прикатодное магнитное поле.

Введение

Учитывая определяющую роль поверхностного слоя технологической и инструментальной оснастки деталей машин в обеспечении их работоспособности, в настоящее время большое внимание уделяется разработке технологии повышения их износостойкости.

Одним из перспективных способов, позволяющих повысить износостойкость технологической и инструментальной оснастки в 1,5-2 раза является упрочнение тлеющим разрядом [1]. Однако, данная технология, основанная только на тлеющем разряде достигла своих пределов развития и не позволяет улучшить показатели. Опираясь на результаты широко опубликованных экспериментов влияния магнитного поля на газовые разряды, в последнее время в рамках существующей технологии получило развитие направление по упрочнению изделий тлеющим разрядом с использованием прикатодного магнитного поля. Использование магнитного поля приводит к росту силовой характеристики газового разряда, растет энергия и количество налетающих на поверхности обрабатываемой детали частиц, что способствует более глубокому их проникновению и существенному структурно-фазовому изменению [2].

Описание экспериментальных исследований

С точки зрения науки заслуживает большой интерес сравнительный анализ приращения твердости при обработке классическим тлеющим разрядом и при обработке тлеющим разрядом с использованием прикатодного магнитного поля. Для объективного сопоставления результатов целесообразно перейти к такому понятию как удельная мощность горения разряда, которая объединяет его энергетические характеристики.

Одним из основных и хорошо выявляемых параметров качества поверхностного слоя является его твердость. Проведенные дюррометрические исследования при помощи микротвердомера Zwick Roell ZHV 1M по стандартной методике.

Обработка образцов тлеющим разрядом осуществлялась по шести основным режимам, указанным в таблице 1. Время обработки по всем режимам составило 30 мин.

Таблица 1 – Режимы обработки образцов в тлеющем разряде

Режим обработки	Напряжение горения тлеющего разряда, U, кВ	Сила тока, I, mA	Удельная мощность горения разряда, W, Вт/мм ²	Индукция прикатодного магнитного поля В, мТ
1.1	1	25	0,125	-
1.2	2	50	0,250	
1.3	3	75	0,375	
2.1	1	25	0,125	40...60
2.2	2	50	0,250	
2.3	3	75	0,375	

Также к основным характеристикам поверхностного слоя относится его шероховатость и волнистость. Как известно, в процессе обработки тлеющим разрядом активизируются процессы распыления поверхности. С точки зрения практики большой интерес вызывает вопрос, установление влияния прикатодного магнитного поля при упрочнении на состояние шероховатости поверхности. Для этого были проведены исследования рабочих поверхностей образцов, подвергнутых шлифовке с последующей их полировкой. Измерение шероховатости рабочих поверхностей образцов производилось на профилемере Mitutoyo SJ-210.

В рамках работы исследования проводилось на образцах штамповых сталей X12МФ, 4Х4ВМФС, 5Х3В3МФС.

Результаты и обсуждение

Из полученных зависимостей влияния приращения поверхностной твердости от удельной мощности горения разряда как при обработке классическим тлеющим разрядом, так и при обработке тлеющим разрядом с использованием прикатодного магнитного поля видно, что обработка деталей тлеющим разрядом приводит к увеличению твердости (рисунок 1 – 3).

Как видно, для сталей X12МФ и 5Х3В3МФС зависимость носить экстремальный характер, который находит оптимальное значение удельной мощности горения разряда, равной 250 Вт, в то время, как для стали 4Х4ВМФС такого ярко выраженного экстремума нет. Использование прикатодного магнитного поля при одинаковой удельных мощностях горения разряда приводит к большим значениям приращения твердости от 34,67 до 561,23 МПа.

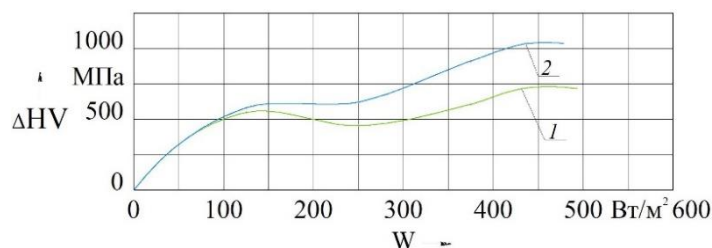


Рисунок 1 – Зависимость твердости ΔHV , МПа, от удельной мощности горения разряда W , Вт/м², сталь 4Х4ВМФС (линия 1 – классическая обработка тлеющим разрядом, линия 2 – обработка тлеющим разрядом в магнитном поле)

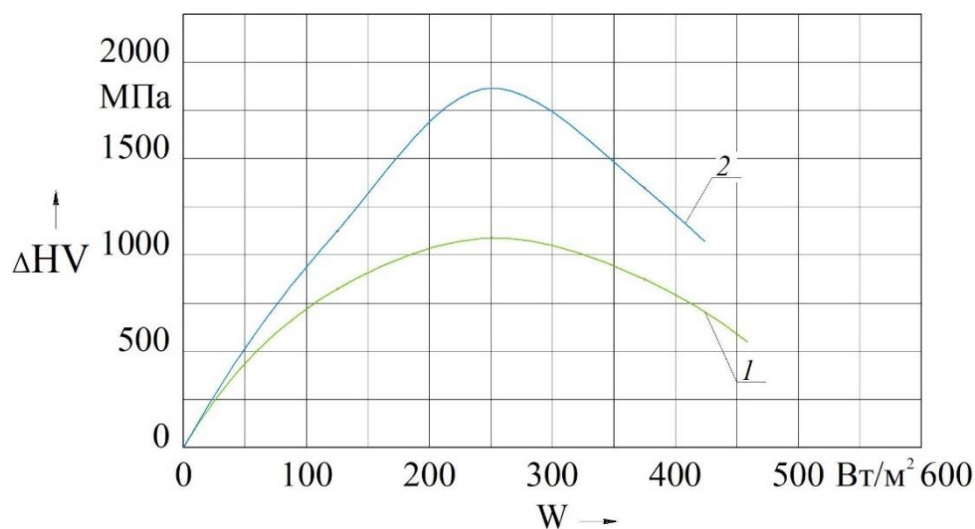


Рисунок 2 – Зависимость твердости ΔHV , МПа, от удельной мощности горения разряда W , Вт/м², сталь X12МФ (линия 1 – классическая обработка тлеющим разрядом, линия 2 – обработка тлеющим разрядом в магнитном поле)

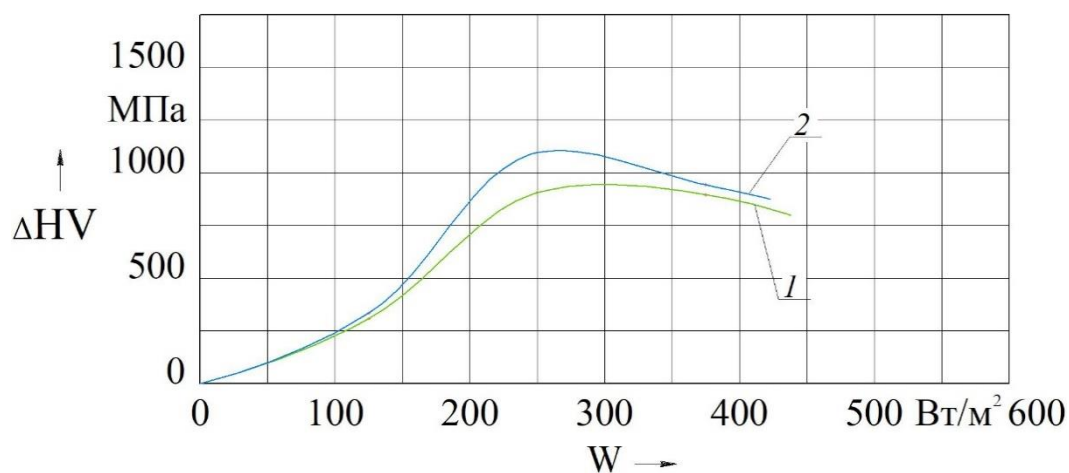


Рисунок 3 – Зависимость твердости ΔHV , МПа, от удельной мощности горения разряда W , Вт/м², сталь 5X3B3МФС (линия 1 – классическая обработка тлеющим разрядом, линия 2 – обработка тлеющим разрядом в магнитном поле)

Типичная картина исходной поверхности образцов стали X12МФ до обработки тлеющим разрядом, представлена на рисунке 4.

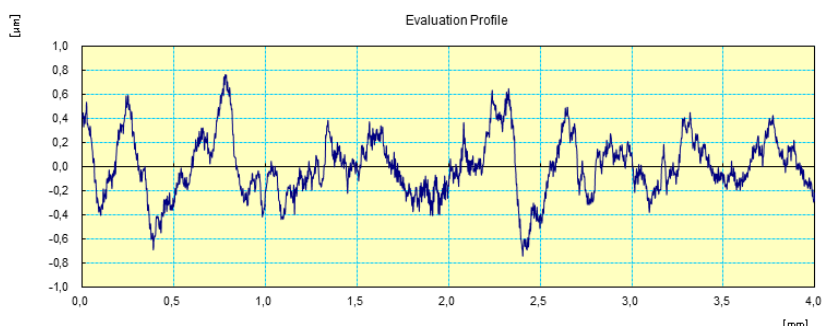


Рисунок 4 – Типичная картина поверхности образцов стали X12МФ без обработки тлеющим разрядом

Типичная картина исходной поверхности обрабатываемых классическим тлеющим разрядом образцов стали X12МФ при режиме 1.1, представлена на рисунке 5.

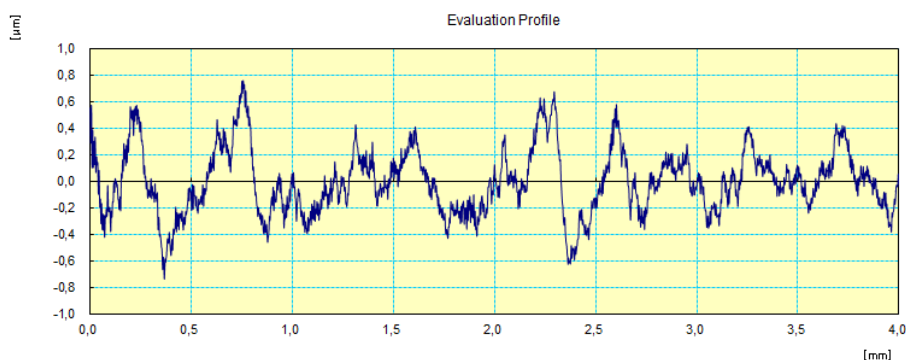


Рисунок 5 – Типичная картина поверхности образцов стали Х12МФ после обработки классическим тлеющим разрядом

Типичная картина исходной поверхности обрабатываемых тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем образцов стали Х12МФ при режиме 2.1 представлена на рисунке 6.

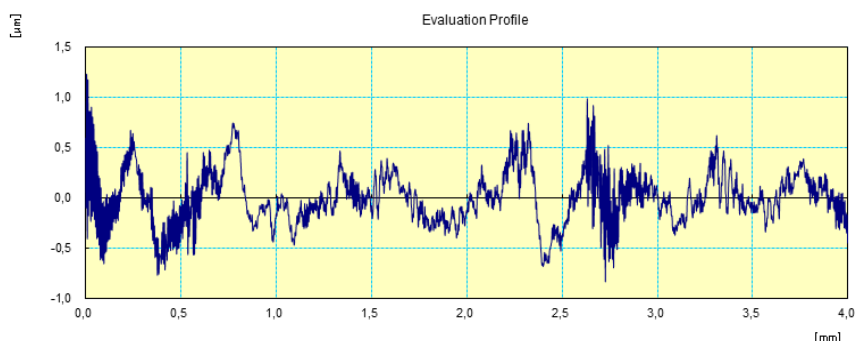


Рисунок 6 – Типичная картина поверхности образцов стали Х12МФ после обработки тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем

Результаты значения параметров шероховатости поверхности исследуемых образцов в зависимости от основных режимов обработки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты значения параметров шероховатости поверхности в зависимости от основных режимов обработки

Основные режимы обработки	Марка стали		
	Х12МФ	4Х4ВМФС	4Х4ВМФС5
	Значение параметра шероховатости (R _a)		
Исходный образец	0,1919	0,1887	0,1823
1.1	0,1927	0,1970	0,1948
1.2	0,1955	0,1910	0,1932
1.3	0,1960	0,1930	0,1945
2.1	0,1968	0,1940	0,1954
2.2	0,1950	0,1920	0,1935
2.3	0,1963	0,1940	0,1951

Выводы

Обработка тлеющим разрядом оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики поверхностного слоя обрабатываемых материалов, такие как твердость и шероховатость. Применение тлеющего разряда с прикатодным магнитным полем позволяет увеличить твердость на 561,23 МПа для стали Х12МФ, на 181,55 МПа для стали 4Х4ВМФС, на 34,67 МПа для стали 5Х3В3МФС при сопоставимых энергетических характеристиках

тлеющего разряда. Обработка тлеющего разряда, сопровождающаяся процессом распыления поверхности приводит к незначительному росту значений шероховатости поверхности.

Список литературы

1. Способ упрочнения изделий из металла или сплава, или сверхтвердого или графитсодержащего материала, МПК (2006.01) С 23С 8/00 / Шеменков В.М., Короткевич А. Ф.; заявитель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». – № 14716; опубл. 30.08.2011.
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.

INFLUENCE OF THE CATHODE MAGNETIC FIELD ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE WORKING SURFACES OF PARTS DURING GLOW DISCHARGE PROCESSING

Yumanova H. N., Rabyko M. A., Shemenkov Y. M.

212000, Belarusian-Russian University, Republic of Belarus, Mogilev, Mira Avenue, 43

Abstract

The results of the influence of the cathode magnetic field on the performance characteristics of the working surfaces of parts made of steel X12MF, 4X4VMFS, 5X3V3MFS when treated with a glow discharge are presented. It is shown that the glow discharge treatment using a cathode magnetic field leads to an increase in the hardness of the studied samples from 34.67 to 561.23 MPa, as well as to a slight increase in the value of the surface roughness parameter of the products.

Keywords: glow discharge, hardness, wear resistance, roughness, hardening, surface layer, cathode magnetic field.