УДК 621.787

А.Н. Юманова, А.А. Качанов, Д.О. Алекса
(МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь)
Научный руководитель – В.М. Шеменков

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛЕЙ

В статье представлены результаты влияния технологических факторов обработки импульсным тлеющим разрядом на изменение твердости в сталях У8, Р6АМ5, Сталь 20.

Обработка импульсным тлеющим разрядом является перспективной модифицирования поверхностных слоев деталей из сталей. Одним из ключевых параметров обработкой импульсным тлеющим разрядом является частотная характеристика. Интерес к частотным характеристикам протекающего тока между анодом и катодом в процессе обработки тлеющим разрядом вызван тем, что от этих характеристик может напрямую зависеть глубина структурно-фазовых превращений, протекающих в поверхностном слое металлсодержащих изделий, приводящих к повышению их эксплуатационных характеристик.

Для установления зависимости приращения поверхностной микротвердости образцов по Виккерсу от основных факторов процесса модифицирующей обработки в тлеющем разряде при изменении частоты горения тлеющего разряда был реализован центральный композиционный ротатабельный план второго порядка.

Теоретические коэффициенты регрессии для рассматриваемых сталей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Теоретические коэффициенты регрессии

Марка стали	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
У8	109,1	2,0	0,1	–1,1	–1,0	–4,5	0,3	1,6	–1,3	–0,1
Р6АМ5	111,0	–0,8	0,3	–0,8	0,0	–0,2	0,7	–0,1	–0,4	–0,6
Сталь 20	101,4	–9,5	–0,6	–3,3	–0,5	1,2	–2,6	1,0	3,5	3,5

Таким образом, максимальная микротвердость образцов из стали достигается путем упрочнения с оптимальными режимами, приведенными в таблице 2.

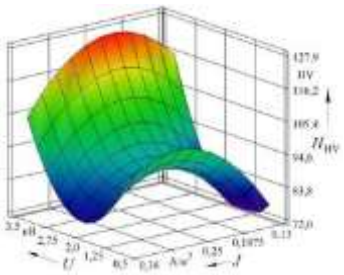
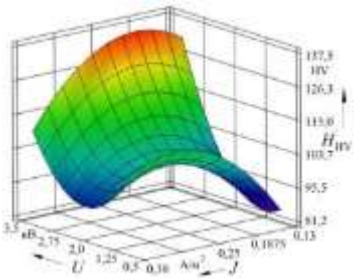
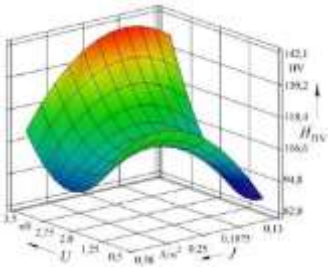
Таблица 2 – Оптимальные режимы обработки образцов из стали

Марка стали	Оптимальное значение технологических параметров обработки				Приращение твердости при 50 кГц H'_{HV}, HV (ΔHV, %)	Приращение твердости при 100 кГц H'_{HV}, HV (ΔHV, %)	Приращение твердости при 150 кГц H'_{HV}, HV (ΔHV, %)
	U, кВ	J, А/м^2	T, мин	W, кВт/м^2			
У8	3,5	0,2	13	0,2	125 (9)	132 (14)	140 (16)
Р6АМ5	0,8	0,25	30	0,2	113 (8)	126 (12)	130 (14)
Сталь 20	1,3	0,325	13	0,42	192 (10)	207 (12)	219 (14)

Графическая интерпретация полученной модели, показывающая зависимость приращения микротвердости образцов из стали, представлена в таблице 3.

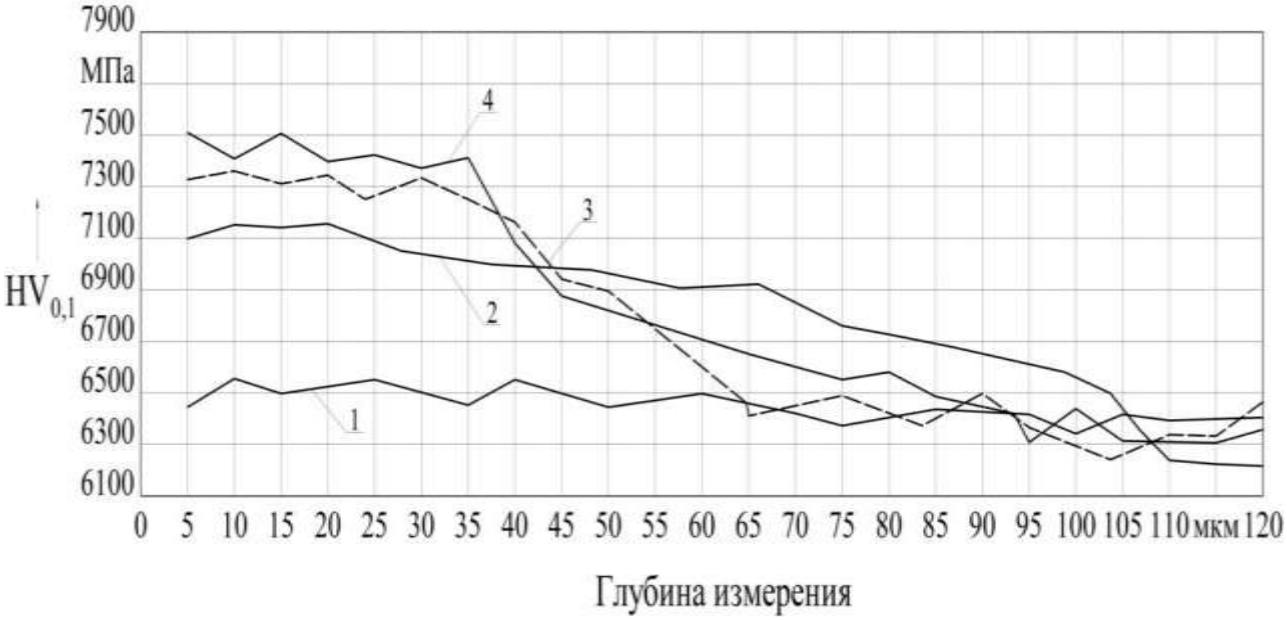
Вследствие обработки импульсным тлеющим разрядом наблюдается изменение микротвердости поверхностных слоев материалов на 8 %…16% в зависимости от частоты горения тлеющего разряда. Результаты дюрометрического анализа представлены на рисунках 1–3.

Таблица 3 – Графическая интерпретация влияния напряжения тлеющего разряда, времени обработки и плотности тока на приращение микротвердости по Виккерсу поверхности образцов из сталей

Марка стали	Графическая интерпретация математической модели (3.2)		
	при 50 кГц	при 100 кГц	при 150 кГц
1	2	3	4
У8			

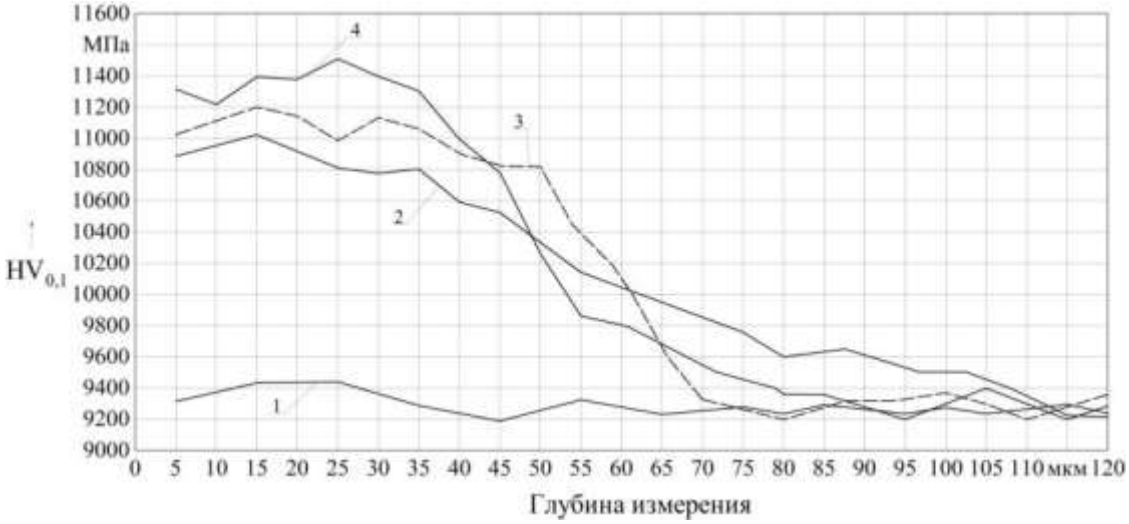
Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Р6АМ5			
Сталь 20			



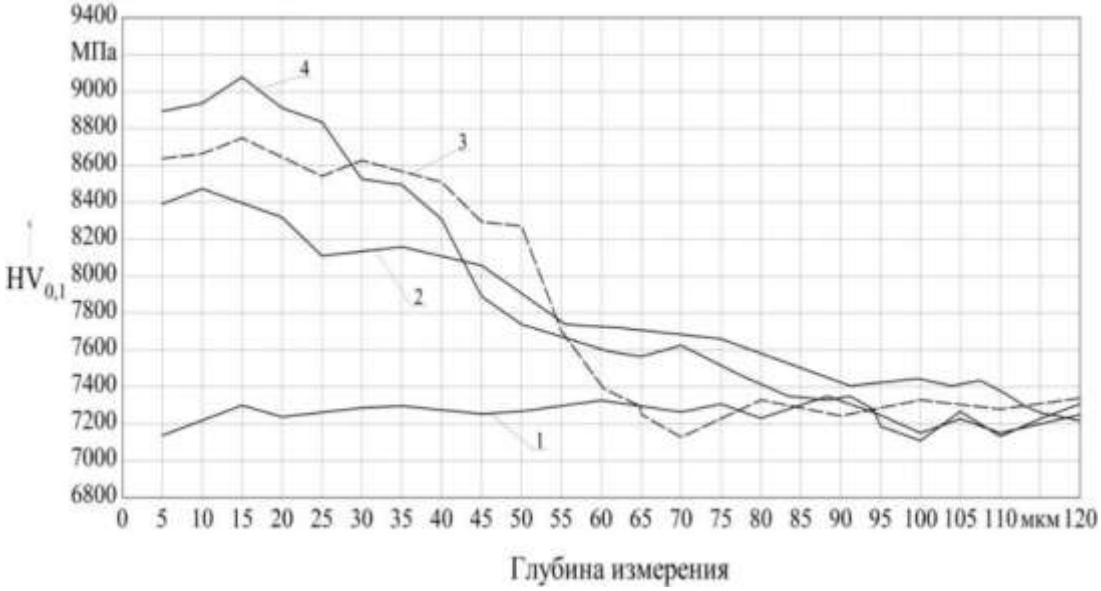
1 – микротвердость поверхностного слоя образцов до обработки; 2 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 50 кГц; 3 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 100 кГц; 4 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 150 кГц

Рисунок 1 – Микротвердость поверхностного слоя образцов из стали У8



1 – микротвердость поверхностного слоя образцов до обработки; 2 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 50 кГц; 3 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 100 кГц; 4 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 150 кГц

Рисунок 2 – Микротвердость поверхностного слоя образцов из стали Р6АМ5



1 – микротвердость поверхностного слоя образцов до обработки; 2 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 50 кГц; 3 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 100 кГц; 4 – после обработки тлеющим разрядом с частотой горения 150 кГц

Рисунок 3 – Микротвердость поверхностного слоя образцов из стали 20

Таким образом из графиков, можно сделать вывод о том, что обработка тлеющим разрядом с частотой течения тока 150 кГц сталей 20, У8 и Р6АМ5 способствует увеличению микротвердости поверхности на 14%…16 % по отношению к результатам, полученным при обработке классическим тлеющим разрядом. При обработке тлеющим разрядом с частотой течения тока 50 кГц наблюдается рост глубины модифицированного слоя на 25 %…35 % с одновременным уменьшением микротвердости поверхности на 15 %...25 %.

The article presents the results of the influence of technological factors of pulsed glow discharge treatment on the change in hardness in steels U8, P6AM5, Steel 20.

Сведения об авторах:

Юманова Анна Николаевна, МОУВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, старший преподаватель кафедры «Технологии металлов»;

Качанов Арсений Алексеевич, МОУВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, студент, специальность «Производство изделий на основе трехмерных технологий», 1 курс;

Алекса Дмитрий Олегович, МОУВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, студент, специальность «Производство изделий на основе трехмерных технологий», 3 курс.

Сведения о научном руководителе:

Шеменков Владимир Михайлович, МОУВО «Белорусско-Российский университет» заведующий кафедрой технология машиностроения, кандидат технических наук, доцент.