

УДК 669

М.А. Рабыко, С.С. Дудкина, А.А. Каплунов*(МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь)*

Научный руководитель – В. М. Шеменков

ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЕНИЯ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ С ПРИКАТОДНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕФОРМИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ШТАМПОВ

В статье приведены результаты исследования влияния тлеющего разряда с прикатодным магнитным полем на твердость и износостойкость поверхностного слоя, а так же глубину структурно-фазовых превращений в штамповых сталях.

Деформирующие элементы штампов работают в условиях знакопеременного трибомеханического воздействия, а в условиях горячей штамповки еще и термического воздействия.

Для определения температуры разогрева деформирующих элементов штампов проведен анализ работы оборудования при горячей штамповке (ОАО «ТАиМ») и при холодной штамповке («Могилевлифтмаш»).

Одним из эффективных путей повышения стойкости деформирующих элементов штампов в условиях горячей штамповки является водоохлаждение. Широко применяют внутреннее водяное охлаждение пуансонов и матриц (рисунок 1).

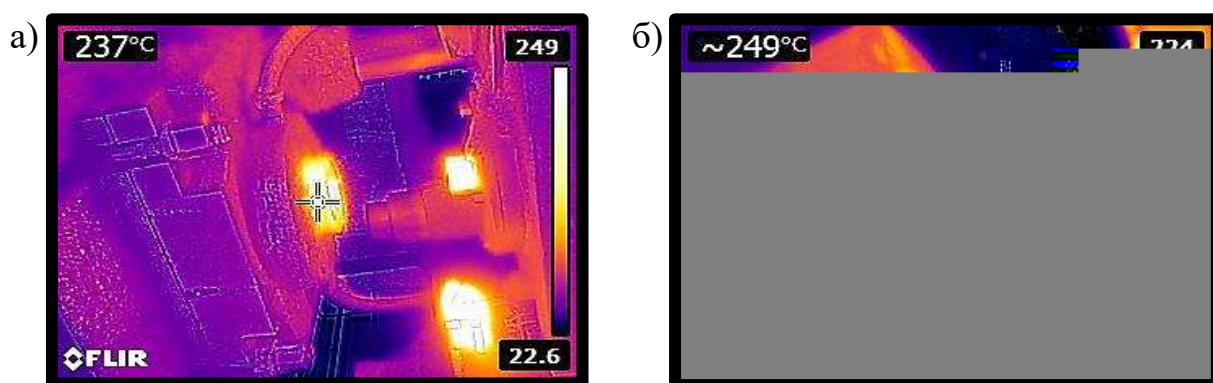


1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – заготовка; 4 – система водоохлаждения

Рисунок 1 – Штамп 576.587.1330-4008 ОАО «ТАиМ»

Критические точки стали, по которым происходят фазовые и микроструктурные превращения, существенным образом зависят от ее химического состава. Согласно литературным данным, легирующие элементы значительно влияют на превращения, происходящие при нагреве и охлаждении стали [1].

В термическом отделении МСЦ (горячая штамповка) (ОАО «ТАиМ») температура заготовки перед операцией штамповки $T \approx 900$ °С. Анализ температурного режима работы деформирующих элементов штампов показал, что в процессе работы пуансон разогревается до температуры 249 °С, матрица – до 237 °С (рисунок 2).



а – матрица; б – пуансон

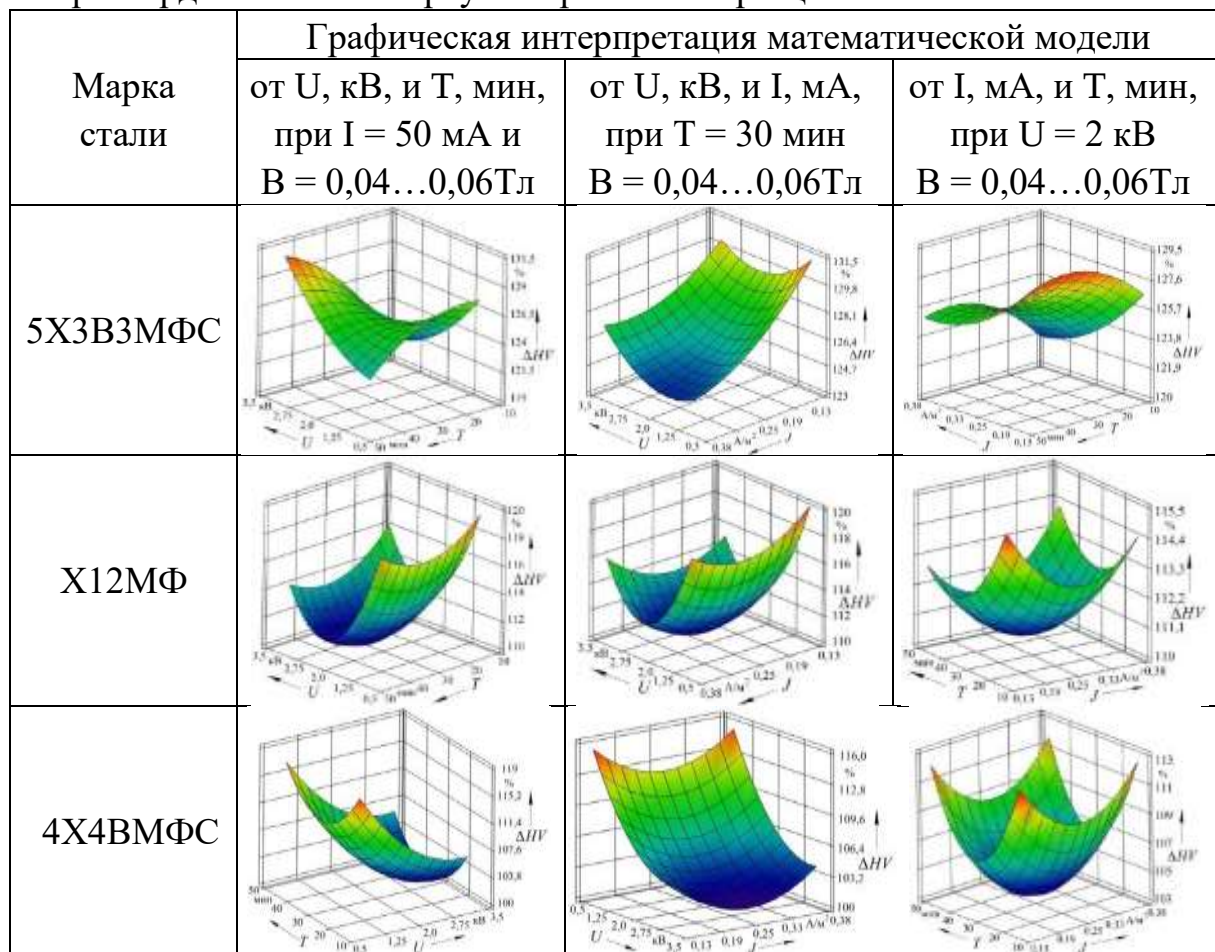
Рисунок 2 – Анализ температурного режима работы деформирующих элементов штампов

При проведении экспериментальных работ по определению стойкости блока пробивки пазов (из стали Х12МФ) в листе ротора двигателя АИР180.6 ОАО «Могилевлифтмаш» установлено, что вследствие трения и преобразования части работы в тепло температура деформирующих элементов штампов может достигнуть 80 °С–100 °С.

Одной из наиболее распространенных и универсальных характеристик, определяющих качество штамповых сталей, возможность их применения в различных конструкциях инструментов и при разных условиях работы, является микротвердость и износостойкость.

В качестве основных факторов, влияющих на приращение как поверхностной микротвердости, так и износостойкости, относительно не упрочненных изделий, рассмотрим такие составляющие процесса упрочнения, как напряжение тлеющего разряда U , кВ, плотность тока тлеющего разряда J , А/м², и время T , затраченное на упрочнение, мин.

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

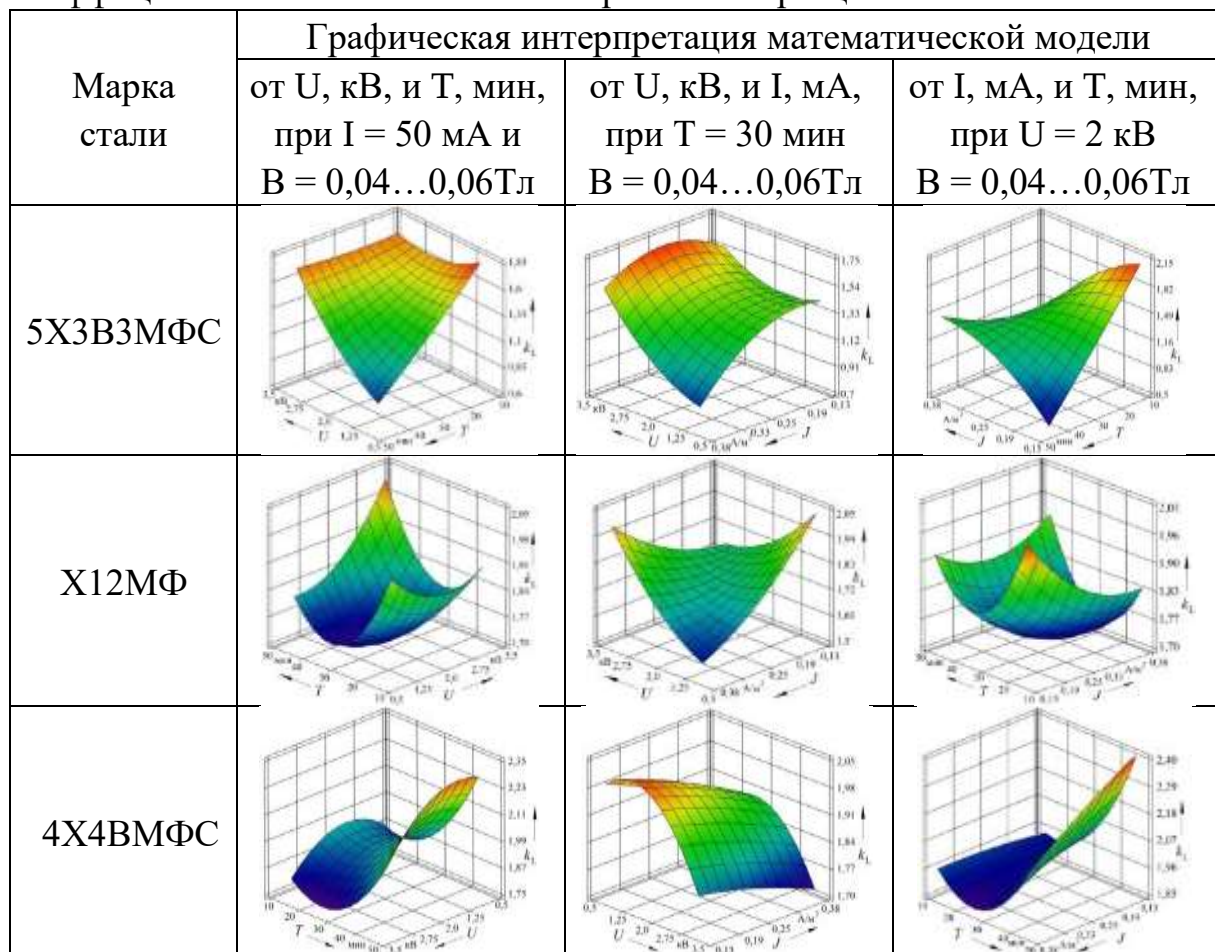


Таким образом, максимальная микротвердость образцов из стали достигается путем упрочнения с оптимальными режимами с учетом наименьшей удельной мощности горения W , кВт/м², приведенными в таблице 4.

Таблица 4 – Оптимальные режимы обработки образцов из стали тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем

Сталь	Оптимальное значение технологических параметров обработки					Приращение твердости ΔHV , %
	U , кВ	J , А/м ²	T , мин	W , кВт/м ²	B , Тл	
5Х3В3МФС	2,5–2,7	0,190	25	0,6	0,04–0,06	130,8
Х12МФ	1,0–1,25	0,170	20	0,8		120,9
4Х4ВМФС	0,8–1,2	0,130	18	0,2		119,2

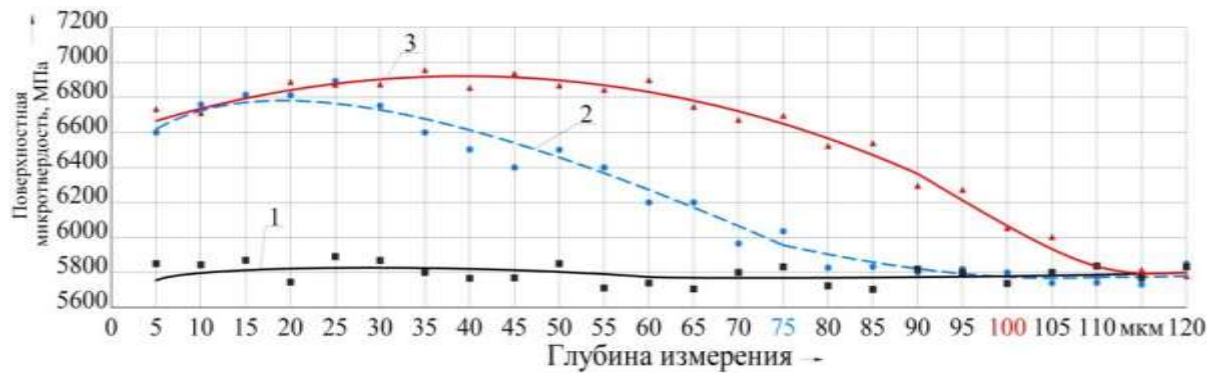
Таблица 5 – Графическая интерпретация влияния напряжения тлеющего разряда, времени обработки и плотности тока на приращение коэффициента износостойкости поверхности образцов



На основании анализа графических интерпретаций зависимостей приращения коэффициента износостойкости, можно сделать вывод, что максимальная износостойкость образцов достигается при упрочнении их с технологическими параметрами, указанными в таблице 6.

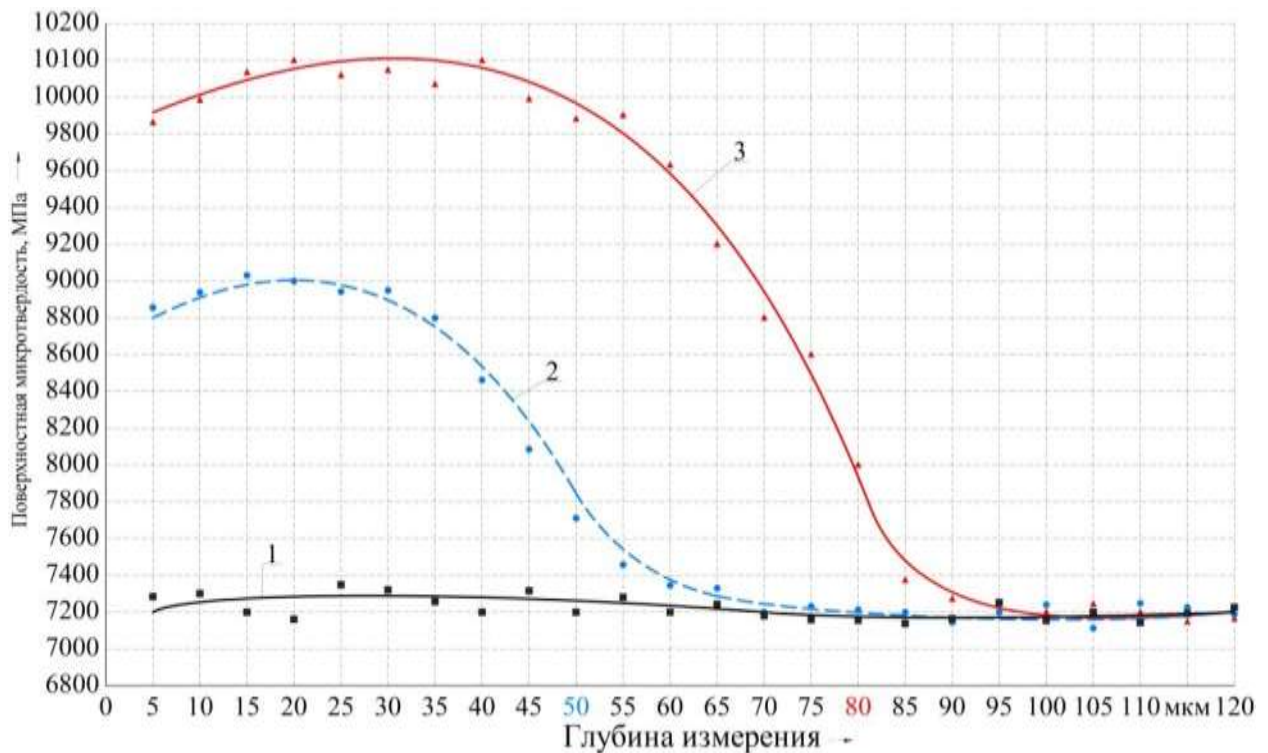
Таблица 6 – Оптимальные режимы обработки образцов из стали тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем

Сталь	Оптимальное значение технологических параметров обработки					Приращение коэффициента износостойкости k_L
	U , кВ	J , А/м ²	T , мин	W , кВт/м ²	B , Тл	
5Х3В3МФС	1,1–1,25	0,190	15	0,2	0,04–0,06	2,0
Х12МФ	1,3–1,5	0,250	20	0,8		2,0
4Х4ВМФС	0,5–0,8	0,175	13	0,14		2,3



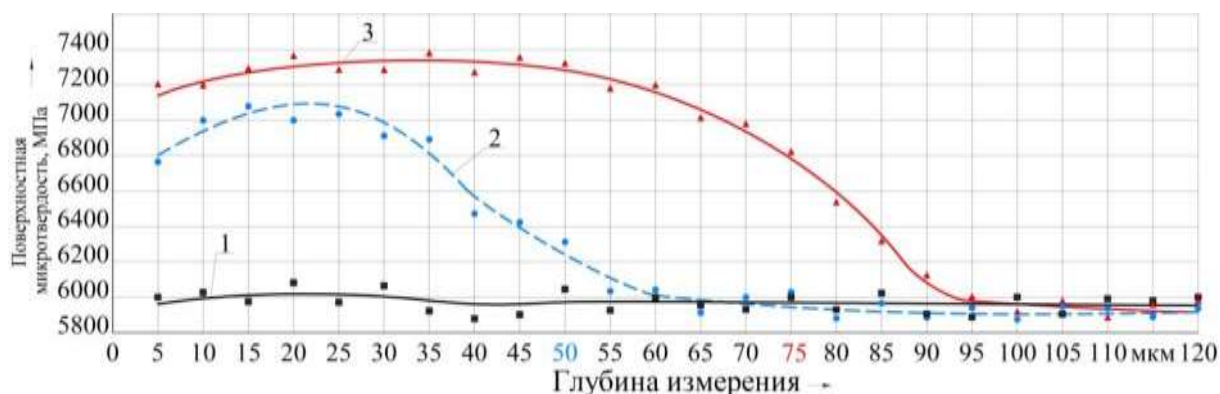
1 – до обработки; 2 – после обработки тлеющим разрядом с оптимальными параметрами; 3 – после обработки тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем с оптимальными параметрами

Рисунок 3 – Профиль микротвердости в поверхностном слое образцов из стали 5Х3В3МФС



1 – до обработки; 2 – после обработки тлеющим разрядом с оптимальными параметрами; 3 – после обработки тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем с оптимальными параметрами

Рисунок 4 – Профиль микротвердости в поверхностном слое образцов из стали Х12МФ



1 – до обработки; 2 – после обработки тлеющим разрядом с оптимальными параметрами; 3 – после обработки тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем с оптимальными параметрами

Рисунок 5 – Профиль микротвердости в поверхностном слое образцов из стали 4Х4ВМФС

Таблица 7 – Максимальные значения глубины упрочненного слоя при различных методах упрочнения образцов

Сталь	Глубина упрочненного слоя после упрочнения тлеющим разрядом, мкм	Глубина упрочненного слоя после упрочнения тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем, мкм	Приращение глубины упрочненного слоя, %
5Х3ВЗМФС	50	80	55–60
Х12МФ	75	100	30–35
4Х4ВМФС	50	75	45–50

На основании анализа данных, можно сделать вывод о том, что применение магнитного поля при обработке изделий тлеющим разрядом приводит к дополнительному росту микротвердости их поверхностей, а также увеличению глубины упрочненного слоя.

Список использованных источников:

1 Принципы легирования, фазовые превращения, структура и свойства хладостойких свариваемых судостроительных сталей / И. В. Горынин [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2007. – № 1. – С. 9–15.

2 Кацев, П. Г. Статистические методы исследования режущего инструмента / П. Г. Кацев. – 2-е. изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.: ил.

The article presents the results of a study of a human glow discharge with a near-cathode magnetic field on the hardness and durability of the surface layer, and also takes into account structural-phase transformations in die steels.

Сведения об авторах:

Рабыко Марина Александровна, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения»;

Дудкина София Сергеевна, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, специальность «Технология машиностроения», 2 курс;

Каплунов Александр Алексеевич, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, специальность «Технология машиностроения», 1 курс.

Сведения о научном руководителе:

Шеменков Владимир Михайлович, МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», заведующий кафедрой «Технология машиностроения», кандидат технических наук, доцент.