

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ОБРАБОТКОЙ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ¹

В.П. Подольский, О.М. Савина, М.А. Белая, В.М. Шеменков

В данной работе было рассмотрено влияние тлеющего разряда в постоянном магнитном поле на эксплуатационные характеристики инструментальных и конструкционных сталей. Исследовалось влияние на поверхностную твердость и износостойкость. С помощью метода модифицирующей обработки тлеющим разрядом в постоянном магнитном поле выделены значения основных характеристик обработки, соответствующие наибольшим приращениям поверхностной твердости и износостойкости.

Ключевые слова: поверхностная твердость, износостойкость, тлеющий разряд, магнитное поле, инструментальные стали, конструкционные стали.

1. ВВЕДЕНИЕ

Повышение эксплуатационных характеристик инструментальных сталей является важной задачей, решение которой позволяет обеспечивать рост производительности труда, экономии дорогостоящих и дефицитных инструментальных материалов, энергии и трудовых ресурсов. Пути повышения эксплуатационных характеристик инструмента заключаются в создании новых материалов или в улучшении качественных характеристик традиционно используемых материалов [1 – 2].

Учитывая определяющую роль свойств поверхностного слоя в обеспечении надежности, работоспособности и стойкости режущих инструментов, в настоящее время большое внимание уделяется созданию, развитию и совершенствованию различных методов энергетического воздействия на поверхностные слои инструментальных материалов [2].

Все существующие методы улучшения эксплуатационных характеристик инструментов и их материалов по сути можно разделить на две основные группы.

К первой группе можно отнести методы осаждения на рабочие поверхности износостойких покрытий из газовой фазы, ко второй – методы ввода сторонних атомов в поверхностные слои тел в условиях обработки частицами различных энергий. Эти методы позволяют получать покрытия и модифицированные слои, которые служат барьерами, уменьшающими трение, износ инструмента, усилия резания и температурные деформации

2. МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА И ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Одним из перспективных в научном и в прикладном плане является комплексный метод обработки инструментальных материалов тлеющим разрядом возбуждаемым в среде остаточных атмосферных газов и постоянным магнитным полем, который по сравнению с известными обладает следующими преимуществами:

- малой длительностью процесса структурно-фазового модифицирования поверхностных слоев (до 30 мин.);
- экономичностью, которая обусловлена отсутствием дополнительных, операций и устройств приготовления рабочих сред;

¹ Статья подготовлена в ходе выполнения научно-исследовательской работы студентов на кафедрах «Металлорежущие станки и инструменты» и «Технология машиностроения»

- сохранением конструктивных размеров, макрогеометрии изделия вследствие низких средних температур обработки (до 423 К);
- экологической безопасностью.

Метод относится к области обработки изделий из металлов или сплавов или сверхтвердых материалов немеханическими способами, характеризующимися использованием тлеющего разряда и может найти применение в приборостроении, машиностроении, инструментальном производстве, а также в других отраслях промышленности [3].

Указанная задача достигается тем, что установка вакуумная для упрочнения изделий комплексным воздействием тлеющего разряда и постоянного магнитного поля, состоит из вакуумной камеры, откачного поста, блока питания, анода и катода, площадь катода в 5 – 150 раз больше площади анода, который расположен на расстоянии 0,1 – 1,0 м от анода в вакууме с разрядением 1,33 – 53,2 Па, тлеющим разрядом с напряжением 0,1 – 10 кВ, катод расположен в силовых линиях постоянного магнитного поля, и плотность тока между анодом и катодом 0,001 – 0,50 мА/см².

В предлагаемой вакуумной установке (рисунок 1) зажигание и устойчивое горение тлеющего разряда осуществляется благодаря оптимальному подбору соотношений между площадями рабочих поверхностей анода и катода, расстоянию между ними, а также расположением катода в силовых линиях постоянного магнитного поля, что в свою очередь приводит к повышению эффективности работы и сокращению времени обработки [4].

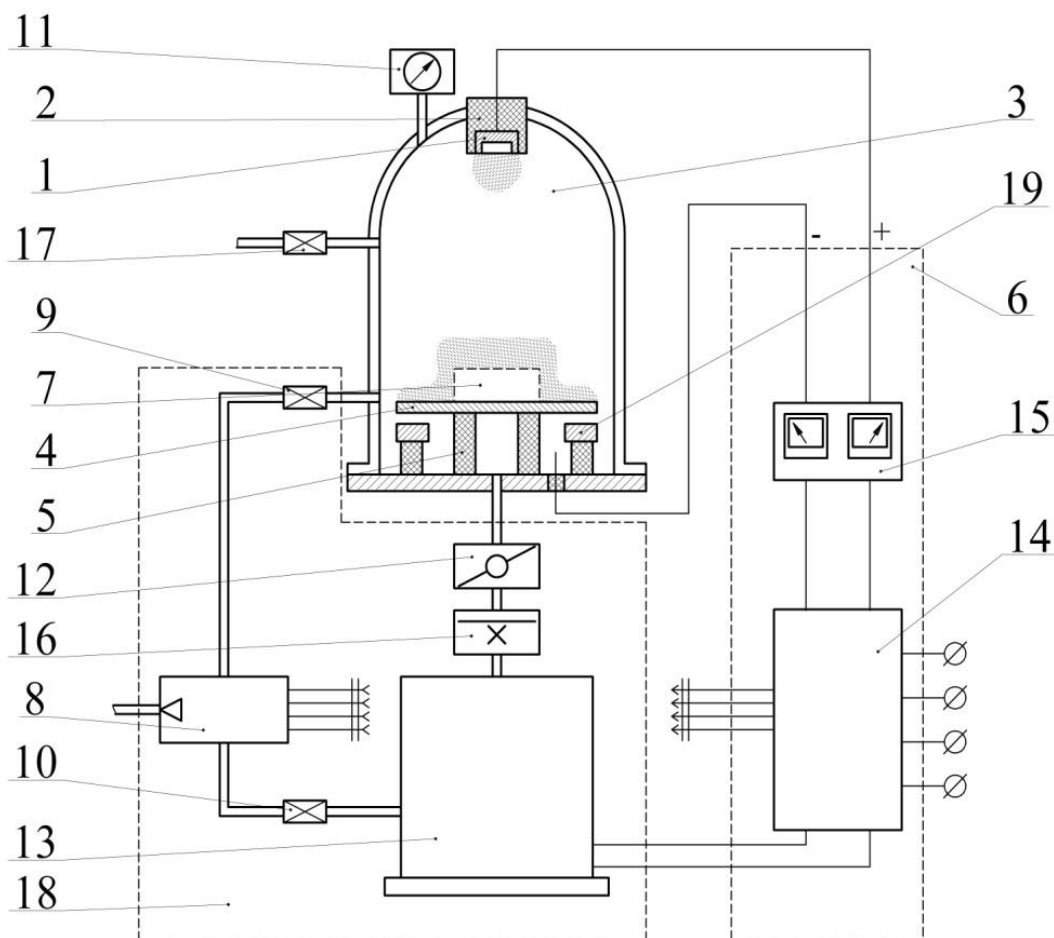


Рис. 1. Установка вакуумная для упрочнения изделий комплексным воздействием тлеющего разряда и постоянного магнитного поля

3. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБРАБОТКИ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ И ПОСТОЯННЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА ТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СТАЛЕЙ

Одними из наиболее распространенных и универсальных характеристик, определяющих качество инструментального материала, возможность его применения в различных конструкциях инструментов и при различных условиях работы, является их твердость и износостойкость.

Измерение твердости рабочей поверхности образцов из инструментальных сталей осуществлялось по методу Виккерса. Измерение осуществлялось в соответствии с требованиями методики, путем вдавливания алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды с углом при вершине между противоположными гранями 136° в образец под действием нагрузки, приложенной в течение 10 с. и измерения диагоналей отпечатка, оставшегося на поверхности после снятия нагрузки.

На основании статистической обработки экспериментальных данных получена зависимость приращения поверхностной микротвердости по Виккерсу H'_{HV} образцов из стали в натуральном выражении, адекватно представляющая эксперимент:

Таким образом, максимальная твердость образцов из стали достигается путем модифицирующей обработки с оптимальными режимами с учетом наименьшей удельной мощности горения W , кВт/м², приведенными в таблице 1.

4. ВЛИЯНИЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

В качестве исследуемого параметра при проведении испытаний на износостойкость был принят коэффициент износостойкости k_L , который показывает, во сколько раз происходит повышение ($k_L > 1$) или понижение ($k_L < 1$) износостойкости образца после обработки в тлеющем разряде по отношению к необработанному.

Для установления зависимости приращения коэффициента износостойкости от основных факторов процесса модифицирующей обработки в тлеющем разряде зависимость $k_L = f(U, I, T)$ также аппроксимируем полиномом второй степени. Эксперимент проведен по программе центрального композиционного ротатбельного планирования второго порядка.

Полученные зависимости приращения коэффициента износостойкости справедливы для обработки тлеющим разрядом с напряжением горения от 0,5 до 3,5 кВ, силой тока от 20 до 80 мА и временем обработки от 10 до 50 мин.

На основании статистической обработки экспериментальных данных получена зависимость приращения коэффициента износостойкости k_L образцов из стали в натуральном выражении, адекватно представляющая эксперимент.

Максимальный коэффициент износостойкости образцов из стали достигается путем модифицирующей обработки с оптимальными режимами, приведенными в таблице 2.

Таблица 1. Оптимальные режимы обработки образцов из стали

Сталь (термообработка)	Оптимальное значение технологических параметров обработки				Приращение твердости H'_{HV} , HV (ΔHV , %)
	U, кВ	J, А/м ²	T, мин	W, кВт/м ²	
Р6М5(закалка в печи с чугушной стружкой)	0,8	0,25	30	0,2	116 (12)
20ХН3А(цементация)	2,0	0,125	13	0,25	135 (19)
Сталь 20 (цементация)	1,3	0,325	13	0,42	234 (35)
Х12МФ (азотирование)	3,2	0,375	13	1,2	170 (17)
4Х4ВМФС (азотирование)	0,8	0,25	13	0,2	154 (14)

Таблица 2. Оптимальные режимы обработки образцов из стали

Сталь (термообработка)	Оптимальное значение технологических параметров обработки				Приращение коэф-фициента износостойкости k_L
	U, кВ	J, А/м ²	T, мин	W, кВт/м ²	
Р6М5(закалка в печи с чугунной стружкой)	2,0	0,375	15	0,75	2,9
20ХН3А(цементация)	3,2	0,375	30	1,2	1,9
Сталь 20 (цементация)	3,2	0,375	30	1,2	1,6
X12МФ (азотирование)	3,2	0,375	30	1,2	1,9
4Х4ВМФС (азотирование)	0,8	0,25	13	0,2	2,1

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 В результате влияния факторов комплексного воздействия тлеющего разряда и постоянного магнитного поля на микротвердость инструментальных и конструкционных сталей установлено, что приращение твердости составило 12-35%.

2 В результате влияния факторов комплексного воздействия тлеющего разряда и постоянного магнитного поля на износостойкость инструментальных и конструкционных сталей установлено, что приращение износостойкости составило 1,4-2,9 ед.

Литература

1. Макаров, А. В. Повышение твердости и износостойкости закаленных лазером стальных поверхностей с помощью фрикционной обработки / А. В. Макаров, Л. Г. Кориунов // Трение и износ. 2003. т. 24. № 3. с. 301-306.
2. Mordike, B. Laser melting and surface alloying / B. Mordike, H. Bergmann // Rapidly Solidified Metastable Mater. Symp.– Boston, Mass. 14-17 Nov. 1983. N.Y., 1984. p. 45-64.
3. Патент № 9478 Республика Беларусь, МПК С 23С 14/00. Установка вакуумная для упрочнения изделий комплексным воздействием тлеющего разряда и постоянного магнитного поля / В.М. Шеменков, М.А. Белая, А.Л. Шеменкова, В.В. Малутин, А.С. Батраков (ВУ) - № 9478; заявл. 25.11.2012; опубл. 26.12.2012. - 3 с.
4. Белая, М.А. Использование комплексного воздействия тлеющего разряда и постоянного магнитного поля для повышения износостойкости инструментальной и технологической оснастки. / Батраков А.С., Бодяко К.А., Шеменкова А.Л. // Материалы IV международной научно-практической конференции «Достижения молодых ученых в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании», Брянск, 2012 г.: Ч.1 / Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет».- 2012. – С. 38

Подольский Владислав Павлович

Студент машиностроительного факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(44) 597-56-28

Савина Ольга Михайловна

Студентка машиностроительного факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(44) 738-84-54

Белая Марина Александровна

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и инструменты»
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29) 5439888
E-mail: belay-marina@yandex.by

Шеменков Владимир Михайлович

Зав. кафедрой «Технология машиностроения», канд. техн. наук, доцент
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(222) 23-02-53