

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

В.А. Герасимович, А.П. Сериков, М.А. Белая, О.В. Обидина

В данной работе было рассмотрено влияние тлеющего разряда в постоянном магнитном поле на эксплуатационные характеристики штамповых 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.

1. ВВЕДЕНИЕ

Инструментальные стали относятся к наиболее важной группе инструментальных материалов, доля которых при изготовлении режущих инструментов в мировой индустрии достигла более 70-ти % [1] в связи с тем, что они имеют высокую твердость (HRA 82-92), механическую прочность в сочетании с высоким сопротивлением изнашиванию в широком диапазоне режимов резания. Данные характеристики обеспечиваются наличием в структуре этих материалов карбидов, нитридов и карбонитридов тугоплавких элементов.

Применение инструментальных сталей при изготовлении режущих инструментов позволяет повысить скорости резания по сравнению со скоростями резания инструментами из быстрорежущих сталей и, как следствие, повысить эффективность лезвийной обработки в целом [2].

Учитывая различные механизмы изнашивания инструментов, проявляющиеся при обработке резанием, для инструментальных сталей важнейшими свойствами, кроме отмеченных выше, являются: однородность структуры; высокая сила сцепления по границам зерен, включая адгезию, между твердыми частицами и связующей фазой и минимальная склонность к схватыванию с обрабатываемым материалом в процессе резания [3].

Проблема увеличения твердости и износостойкости в ряде случаев решается путем модифицирования поверхностного слоя. Традиционные способы модифицирования, такие как поверхностная термообработка, ХТО, нанесение электролитических покрытий, наплавка и др. как правило, не обеспечивают необходимой износостойкости инструмента, не универсальны, экономически не обоснованы и оказывают вредное влияние на экологию.

2. МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ В ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

Одним из перспективных в научном и в прикладном плане является метод обработки тлеющим разрядом в постоянном магнитном поле, который по сравнению с известными обладает следующими преимуществами:

- экономичностью, которая обусловлена отсутствием дополнительных, операций и устройств приготовления рабочих сред;
- сохранением конструктивных размеров, макрогеометрии изделия вследствие низких средних температур обработки (до 423 К);
- экологической безопасностью.

Установка для упрочнения изделий тлеющим разрядом в постоянном магнитном поле, состоящая из вакуумной камеры, откачного поста, блока питания, анода и катода, согласно полезной модели, площадь катода в 5 – 150 раз больше площади анода, который расположен на расстоянии 0,1 – 1,0 м от анода в вакууме с разряжением 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 [4].

В предлагаемой вакуумной установке 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 [5,6].

3. ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА В ПОСТОЯННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ НА ПОВЕРХНОСТНУЮ ТВЕРДОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

В качестве объекта исследования при исследовании твердости были приняты образцы, выполненные из стали 5Х3ВЗМФС для получения штамповой оснастки для горячей высадки шестигранников. Данный выбор был обусловлен необходимостью проведения комплексных исследований, заключающихся в том, что наряду с исследованием твердости проводились исследования износостойкости. Данное исследование позволит определить, каким образом технологические факторы обработки комплексным воздействием постоянного магнитного поля и тлеющего разряда влияют на изменение стойкости инструментальных сталей [7].

Измерение микротвердости поверхности по методу Виккерса на приборе ПМТ-3 производилось согласно требованиям методики, приведенной в [9-10], путем вдавливания алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды с углом при вершине между противоположными гранями 136° в образец под действием нагрузки в 1 Н, приложенной в течение 10 с. и измерения диагоналей отпечатка, оставшегося на поверхности после снятия нагрузки.

При изменении твердости, для получения наиболее достоверных результатов, ее определение проводили по результатам измерения 20 отпечатков.

Исследование износостойкости проводилась на специальном стенде. За основу установки для модернизации была взята серийная машина для испытания материалов на трение и износ. Машина трения СМТ-1 предназначена для испытания образцов на трение и износ в жидкой среде в контактной паре диск-диск.

Износ определялся по потере образцами массы, для чего образцы взвешивались на аналитических весах ВЛА-200г-М с точностью до 0,001 г после каждой тысячи оборотов [8].

В качестве основных влияющих факторов на приращение поверхностной твердости и износостойкости рассмотрим такие составляющие процесса модификации, как напряжение тлеющего разряда, U , кВ, сила тока тлеющего разряда I , мА, и время, затраченное на модификацию, T , мин.

Для установления зависимости приращения твердости по Виккерсу H'_{HV} , от основных факторов процесса модифицирующей обработки в тлеющем разряде, зависимость $H'_{HV} = f(U, J, T)$ аппроксимируем полиномом второй степени. Эксперимент проведен по программе центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка [15]. Выбор плана связан с тем, что начиная эксперимент, заранее неизвестно, какое направление будет представлять наибольший интерес, а в случаях, когда нет достоверной информации об ориентации поверхности отклика, наиболее разумным является использование центральных композиционных планов, отвечающих требованию ротатабельности. Такие планы позволяют получать модель, способную предсказывать значение параметра оптимизации с одинаковой точностью независимо от направления на равных расстояниях от центра плана [7-8].

Анализируя результаты, можно выделить значения основных характеристик обработки, соответствующие наибольшим приращениям поверхностной твердости. С учетом наименьшего значения удельной мощности горения тлеющего разряда принимаем напряжение горения U равным 2 кВ, силу тока I равной 25 мА, при времени обработки T – равным 13 мин.

Для установления зависимости приращения коэффициента стойкости от основных факторов процесса модифицирующей обработки комплексным воздействием постоянного магнитного поля в тлеющем разряде зависимость $k_L = f(U, I, T)$ аппроксимируем полиномом второй степени.

Таким образом, основные параметры процесса модификации, с учетом наименьшего значения удельной мощности горения разряда, принимаем напряжение горения тлеющего разряда U принимаем равным 0,8 кВ, плотность тока J , равной 0, 25 А/м² (удельная мощность горения разряда $W = 0,88$ кВт/м²), при времени обработки $T = 25$ мин.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Анализ проведенных исследований позволил установить следующее:

1. Выявлены процессы, протекающие при обработке тлеющим разрядом в постоянном магнитном поле. К таким процессам относится сорбция и десорбция, распыление, внедрение и отражение налетающих частиц, а также теплообразование и дефектообразование.

2. Установлено влияние факторов модифицирующей обработки тлеющим разрядом в постоянном магнитном поле на твердость стали 5Х3В3МФС; согласно которым максимальные значения увеличения поверхностной твердости на 10 – 13 %, наблюдаются при обработке ее в тлеющем разряде с напряжением горения U , равным 2 кВ, силой тока I , равной 25 мА, что соответствует удельной мощности горения разряда $W = 0,25$ кВт/м² при времени обработки $T = 13$ мин.

3. Установлено влияние факторов модифицирующей обработки тлеющим разрядом в постоянном магнитном поле на износостойкость стали 5Х3В3МФС; согласно ко-

торойм максимальный коэффициент повышения износостойкости равный 1,25 – 1,3, наблюдаются при обработке ее в тлеющем разряде с напряжением горения U , равным 2,7 кВ, силой тока I , равной 75 мА, что соответствует удельной мощности горения разряда $W = 0,88$ кВт/м² при времени обработки $T = 25$ мин.

Литература

1. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент: справочник / В. С. Самойлов [и др.]; редкол.: И. А. Ординарцев (пред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.: ил.
2. Яцерицын, П. И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: учебник для вузов / П. И. Яцерицын, М. Л. Ермоленко, Е. Э. Фельдштейн. – Минск.: Выш. шк., 1990. – 512 с.: ил.
3. Kolaska, H. Historical development and technical significance / H. Kolaska, H. Grewe // Powder Metallurgy of Hard-metals.- 2002. - Vol. 1 – P.1–26.
4. Avrekh, M. Electrical resistivity of vacuum-arc-deposited platinum thin films / M. Avrekh, O. Monteiro, I. Brown // Applied Surface Science. – 2000. – № 158. – P. 217–222.
5. 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 (BY) - № 9478; заявл. 25.11.2012; опубл. 26.12.2012. - 3 с.
6. 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.
7. Чихос, Х. Системный анализ в триботехнике. Москва: Мир, 1982г.
8. Браун, Э.Д., Голубков В.С., Смушкович Б.Л. Чичинадзе А.В. Серий-ные универсальные машины трения (триботехнические комплексы) //Проблемы машиностроения и надежности машин.(1990), №1, 117-119.
9. Проников, А.С. Надежность машин. Москва: Машиностроение, 1978г.
10. Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. / А. А. Спиридонов, – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.: ил.

Герасимович Владимир Александрович

Студент машиностроительного факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(44) 7889089
E-mail: vladimir.gerasimovich@yandex.ru

Сериков Андрей Петрович

Студент электротехнического факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(25) 7387297
E-mail: as.korag@gmail.com

Белая Марина Александровна

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

Обидина Ольга Васильевна

Доцент кафедры «Электропривод и АПУ», канд. физ.-матем. наук
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29) 6466821
E-mail: obidina@tut.by