

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СТАЛИ ПРИ МИКРОДУГОВОМ НАГРЕВЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Степанов М.С., Домбровский Ю.М.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведено описание устройства и работы измерительной системы, предназначенной для определения температуры стали в условиях воздействия на ее поверхность микродуговых разрядов в процессе диффузионного легирования деталей сельскохозяйственных машин. В состав измерительной системы входят измерительный преобразователь типа платина-платинородий, цифровой мультиметр и персональный компьютер. Кроме того, приведены примеры зарегистрированных кривых нагрева.

Ключевые слова. Измерение температуры, микродуговой нагрев, диффузионное поверхностное насыщение.

MEASURING SYSTEM FOR DETERMINING THE TEMPERATURE OF STEEL DURING MICROARC HEATING OF AGRICULTURAL MACHINERY PARTS

Stepanov M.S., Dombrovskii Yu.M.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The article presents the device and operation of a measuring system designed to determine the temperature of steel under the influence of microarc discharges on its surface during diffusion alloying of agricultural machinery parts. The measuring system includes a platinum-platinum-rhodium type measuring sensor, a digital multimeter, and a personal computer. In addition, examples of registered heating curves are presented.

Keywords. Temperature measurement, microarc heating, diffusion surface saturation.

Для повышения долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин используют различные способы поверхностного упрочнения [1-7]. Одним из них является микродуговое легирование, осуществляемое с помощью воздействия на обрабатываемый материал микродуговых разрядов, возникающих в электропроводной порошковой среде [8-10].

Важнейшим параметром, влияющим на результаты всех процессов термической и химико-термической обработки металлов, и определяющим их структуру, фазовый состав и свойства, является температура. При микродуговом нагреве процесс протекает в динамическом режиме, поэтому особенно важно изучение кинетики нагрева, тем более что его продолжительность не превышает 6-8 минут.

Исследование кинетики нагрева проводили на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1.

Образец 1 цилиндрической формы из стали 20 длиной 35 мм и диаметром 12 мм погружали на глубину 15 мм в металлический контейнер 2 диаметром 36 мм, который заполняли порошком 3 антрацита с размером частиц 0,4-0,6 мм. Нижнюю часть контейнера изготавливали из огнеупорного изолятора 4, имеющего в центре выемку, в которую помещалась нижняя часть образца для обеспечения его соосности с контейнером. В верхней части образец закреплялся винтом 5 к металлической державке 6. Спай термопары типа ТПП (платина-платинородий) с диаметром провода 0,3 мм был зачеканен в поверхность образца, а свободные концы термопары через керамическую трубку 7 выводились наружу и подсоединялись к измерительной системе 8, включающей цифровой мультиметр APPA-305, с которого измерительная информация передавалась на персональный компьютер через интерфейс RS-232 и обрабатывалась с помощью программного обеспечения WinDMM 300 (рис. 2). Образец подключали к положительному полюсу 9 источника питания, контейнер – к отрицательному полюсу 10.

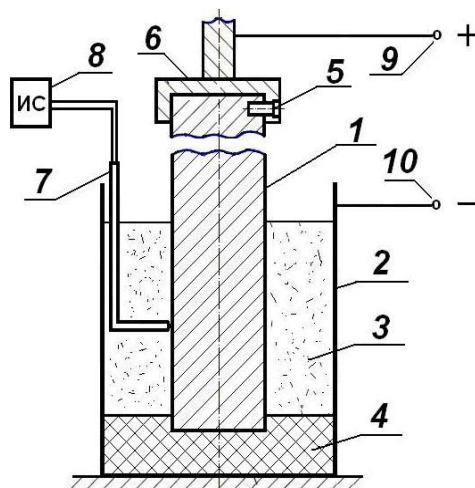
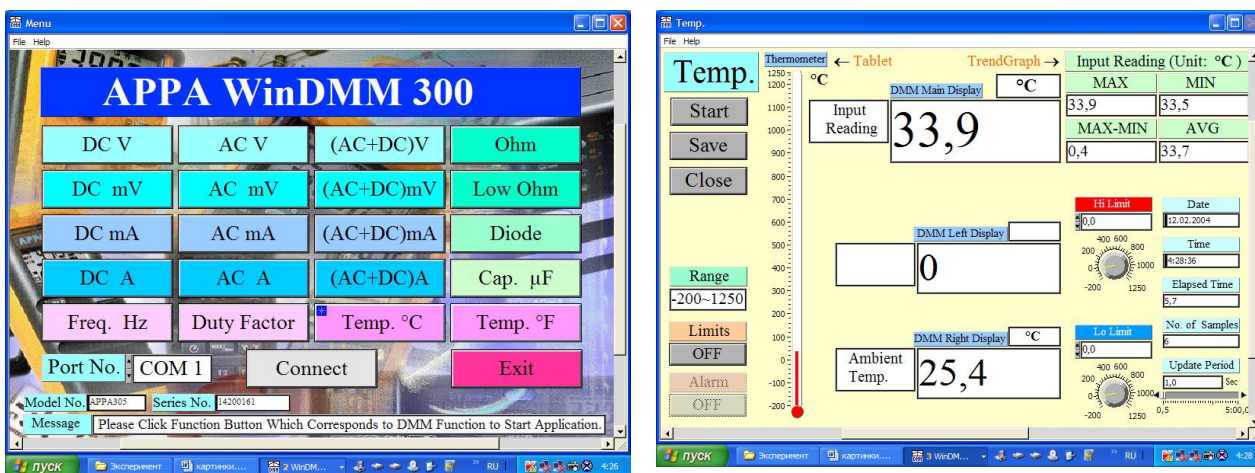


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки для исследования кинетики микродугового нагрева



а

б

Рисунок 2 - Интерфейс программы WinDMM 300: а – выбор режима измерения температуры; б – работа программы в режиме измерения температуры

Эксперименты проводили для различных значений плотности тока на поверхности образцов в интервале от 0,45 до 0,53 А/см².

Примеры зарегистрированных кривых нагрева приведены на рис. 3.

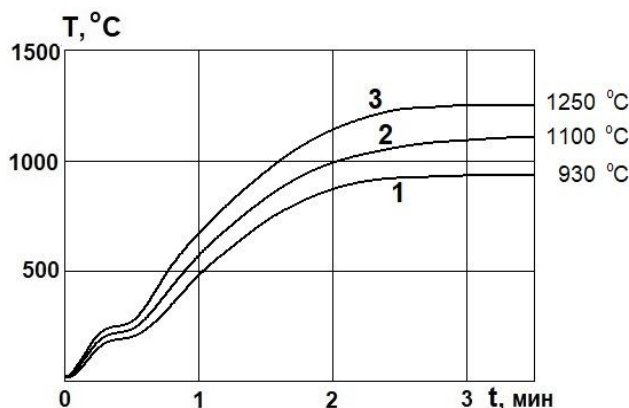


Рисунок 3 - Зависимость температуры T поверхности образца от продолжительности t микродугового нагрева при различных значениях плотности j тока: 1 - $j=0,45$ А/см², 2 - $j=0,49$ А/см², 3 - $j=0,53$ А/см².

Анализ полученных результатов показал, что температура поверхности образца зависит от поверхностной плотности тока и продолжительности нагрева. Зарегистрированные кривые содержат

несколько участков, отличающихся механизмом влияния микродугового нагрева на температуру образца. Полученные данные использованы для разработки технологических процессов микродугового поверхностного легирования деталей сельскохозяйственной техники.

Список использованных источников

1. Белый А.В., Карпенко Г.Д., Мышкин Н.К. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев. - М.: Машиностроение, 1991. – 208 с.
2. Лоскутов В.Ф., Хижняк В.Г., Куницкий Ю.А., Киндрачук М.В. Диффузионные карбидные покрытия. – К.: Техника, 1991. – 168 с.
3. Ворошнин Л.Г., Пантелеенко Ф.И., Константинов В.М. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. – Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. – 148 с.
4. Гурьев А.М., Иванов С.Г., Гармаева И.А. Диффузионные покрытия сталей и сплавов. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – 221 с.
5. Лобанов М.Л., Кардолина Н.И., Россина Н.Г., Юровских А.С. Защитные покрытия. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
6. Синани И.Л., Федосеева Е.М., Береснев Г.А. Методы нанесения покрытия. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 110 с.
7. Корягин С.И., Пименов И.В., Худяков В.К. Способы обработки материалов. – Калининград, Изд-во Калининградского ун-та, 2000. – 448 с.
8. Домбровский Ю.М., Степанов М.С. Формирование покрытия карбидного типа при микродуговом ванадировании стали // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. - 2017. - Т. 60. - № 4. - С. 262-267.
9. Stepanov M.S., Dombrovskii Yu.M. Thermodynamic Analysis of Carbide_Layer Formation in Steel with Microarc Saturation by Molybdenum // Steel in Translation, 2016, Vol. 46, No. 2, pp. 79–82.
10. Степанов М.С., Домбровский Ю.М., Корнилов Ю.А. Причины ускорения диффузии при микродуговой цементации // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2016. - № 8. - С. 34-38.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.