

УДК 621.315.592

Исследование механизма десорбции газов при термической обработке металлических проволок*

Н.Л. Орликов^{1 a}, С.А. Гынгазов^{1 b}, Л.Н. Орликов^{2 c}¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт неразрушающего контроля, пр. Ленина 30, Томск, Россия²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, пр. Ленина 40, Томск, Россия^aufoss@ngs.ru, ^bghyngazov@tpu.ru, ^coln4@yandex.ru

Статья поступила 22.03.2015, принята 13.05.2015

Неопределенность существующих методик в определении глубины залегания газов в материале (механизма термодесорбции), создает неопределенность в проектировании режимов термической обработки материалов. Разработан метод различения глубины расположения газа (на поверхности или в глубине металла) с помощью осциллографических измерений. С применением данного метода экспериментально исследованы процессы десорбции кислорода при изменении нагрева стальной электродной проволоки. Предлагаемая методика определения механизма термодесорбции основана на разнице коэффициентов диффузии с поверхности и из объема. Перераспределение доли поверхностного и объемного газа возникает в процессе роста температуры образцов, из-за различия коэффициентов поверхностной и объемной диффузии. Для повышения чувствительности метода учитывается скорость откачки газа вакуумной системой. Проводится количественная градуировка измерителя парциальных давлений ИПДО-1 по известным газам (азот, аргон, пары воды, углекислый газ, гелий) при вероятности регистрации равной единице. Время развертки осциллографа составляет около одной минуты. Коэффициент диффузии определяется по тангенсу угла наклона логарифма потока газовой выделенности от времени при постоянной температуре нагрева. Располагая данными о коэффициенте диффузии, можно получить данные о глубине залегания газов. В результате получено, что если при большей скорости нагрева выделяется меньше газа – то газ залегают возле поверхности. Установление механизма газовой выделенности на различных скоростях нагрева позволяет определить, на какой стадии изготовления проволоки (прокатка или волочение) больше газа попадает в металл. Кроме того, можно оптимизировать режимы отжига, обезгаживания и ионного травления. Разработанный метод определения механизма выделения газов может быть применен для оптимизации технологических процессов обработки проволоки на различных стадиях ее изготовления.

Ключевые слова: скорость нагрева, десорбция газа, диффузия, глубина расположения газа.

Research of gas desorption mechanisms under metal wire heat treating

N.L. Orlikov^{1 a}, S.A. Gyngazov^{1 b}, L.N. Orlikov^{2 c}¹Institute of Non-Destructive Testing of National Research Tomsk Polytechnic University; 30, Lenin Ave, Tomsk, Russia²Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics; 40, Lenin Ave, Tomsk, Russia^aufoss@ngs.ru, ^bghyngazov@tpu.ru, ^coln4@yandex.ru

Received 22.03.2015, accepted 13.05.2015

A method for studying the processes of gassing in vacuum has been developed to determine the mechanism of gas desorption without long isothermal heating by using oscilloscope measurements. By using this method, the processes of gas desorption have been studied when heating steel welding wire. It was found that when the heating rate varies, the proportion of gases, released by the decomposition of subsurface formations and the diffusion of the wire volume, changes. Establishing the mechanism of gassing by the method proposed allows determining at what wire production stage (rolling or drawing) more gas gets into the metal, as well as optimizing the annealing regimes, degassing and ion etching. The method developed can be used to optimize wire-processing technology cycles at various production stages.

Key words: heating rate, gas desorption, diffusion, gas depth.

Введение. Режимы радиационно-термической обработки материалов (обезгаживание, очистка, травление и др.) зависят от сведений о механизме (месте) выделения газов: с поверхности, из объема или от разложения хемисорбированных соединений [1–17]. Для

обработки проволоочных материалов большой интерес представляет определение механизма газовой выделенности кислорода, влияющего на прохождение поверхностных реакций. Наибольшее распространение для определения механизма выделения газа получили методики [18, 19], основанные на построении теоретических и экспериментальных зависимостей потока газовой выделенности при длительном (более двух часов) изотермическом нагреве образцов. Поток диффузионного газовой выделенности из глу-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания «Наука»