

электроконтактной наплавкой может уменьшить в два раза границы отклонения от среднего значения прочности сцепления покрытия с основой и повысить этот показатель на 10–15 %.

УДК 617.089.844.77

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МОДИФИЦИРОВАННОГО СЛОЯ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТНО–ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

И.В. Фомихина<sup>1</sup>, канд. техн. наук, Ю.Г. Алексеев<sup>2</sup>, канд. техн. наук,  
В.С. Нисс<sup>3</sup>, канд. техн. наук, А.Ю. Королев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Институт порошковой металлургии НАН Беларуси»

<sup>2</sup>ГП «Научно–технологический парк БНТУ «Политехник»

<sup>3</sup>Белорусский национальный технический университет  
(г. Минск, Республика Беларусь)

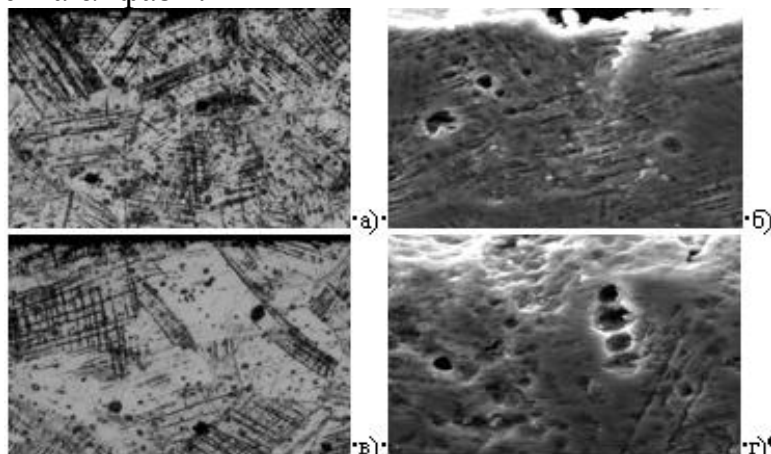
**Введение.** Разработан способ формообразования длинномерных деталей вращения малого диаметра (до 0,5 мм) и большой длины (до 1500 мм) на основе метода электролитно–плазменной обработки (ЭПО), известного в качестве финишной операции. Формообразование достигается избирательным съемом материала только с тех поверхностей детали, которые имеют контакт с электролитом. Нежелательные для обработки поверхности защищаются от контакта с электролитом. Размерный съем материала осуществляется за счет значительного увеличения продолжительности обработки (до 3 ч) по сравнению с обычной финишной обработкой (3–5 мин).

Целью работы является исследование влияния ЭПО большой продолжительности (до 3 ч) при применении её в качестве формообразующей операции на изменение фазового состава, микроструктуры и микротвердости по сечению нагартованного прутка диаметром 2 мм из нержавеющей стали 12Х18Н9.

**Материал и методика исследования.** Материалом исследования являлись образцы нагартованного прутка из стали 12Х18Н9 диаметром 2 мм после ЭПО продолжительностью 1, 2 и 3 ч. Исследование влияния продолжительности ЭПО проводилось на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) высокого разрешения "Mira" фирмы "Tescan" (Чехия). Металлографические исследования образцов осуществлялись на световом микроскопе "MeF–3" фирмы "Reichert" (Австрия), дюрOMETрические исследования – на микротвердомере "Micromet II" фирмы "Buehler–Met" (Швейцария) с нагрузкой 25 г. Рентгенофазовый анализ проводился на дифрактометре общего назначения ДРОН–3.0 в  $\text{CuK}_\alpha$  монохроматизированном излучении с использованием автоматизированной программы "WinDif".

**Результаты исследования.** Проведенные исследования позволили установить, что на поверхности исходного нагартованного прутка диаметром 2 мм присутствует упрочненный слой толщиной до 0,3 мм с наличием мартенсита

$\alpha'$ -фазы микротвердостью 3000–3500 МПа, при средней микротвердости сердцевины 2400 МПа. ЭПО продолжительностью 3 ч приводит к съему поверхностного слоя материала на глубину до 700 мкм, а также разупрочнению, вызывающему обратное мартенситное превращение  $\alpha' \rightarrow \gamma$  с образованием  $\gamma$ -фазы и промежуточной  $\varepsilon$ -фазы. При этом уменьшается количество мартенситных пластин с появлением на их месте двойников и сдвиговых линий (рисунок 1). Съем поверхностного слоя материала с удалением  $\alpha$ - и  $\alpha'$ -фазы и обратное мартенситное превращение приводят к увеличению  $\gamma$ -фазы в объеме материала. Фазово-структурный состав в сердцевине не меняется и состоит из  $\gamma$ - и небольшого количества  $\alpha$ -фазы.



**Рисунок 1 – Микроструктура поверхностного слоя нержавеющей стали 12X18N9 в исходном состоянии (а, б) и после 3 часов ЭПО (в, г) в световом и сканирующем электронном микроскопах, x500, x10000**

УДК 621.762

## **СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ СВАРКЕ И НАПЛАВКЕ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

О.О. Кузнечик<sup>1</sup>, К.Е. Бежавин<sup>2</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
Д.В. Минько<sup>1</sup>, канд. техн. наук, И.А. Сосновский<sup>3</sup>, А.В. Сосновский<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт порошковой металлургии

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>3</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»

(г. Минск, Республика Беларусь)

Электроконтактная сварка металлов и наплавка порошковых материалов, осуществляемая с помощью универсальных машин индукционной, контактной точечной и шовной сварки, широко используется для получения неразъемных соединений и функциональных покрытий. Повысить эффективность применения таких машин в условиях сварочного производства можно путем использования диагностических средств, осуществляющих регистрацию быстротекающих высокотемпературных процессов при индукционной, электроконтакт-