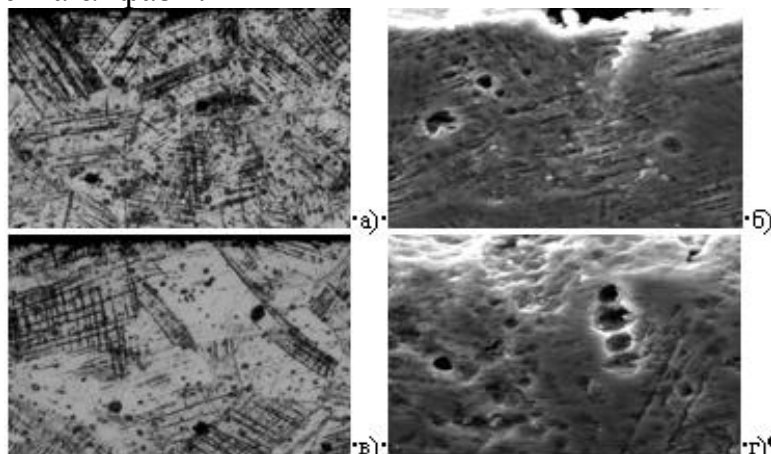


$\alpha'$ -фазы микротвердостью 3000–3500 МПа, при средней микротвердости сердцевины 2400 МПа. ЭПО продолжительностью 3 ч приводит к съему поверхностного слоя материала на глубину до 700 мкм, а также разупрочнению, вызывающему обратное мартенситное превращение  $\alpha' \rightarrow \gamma$  с образованием  $\gamma$ -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-

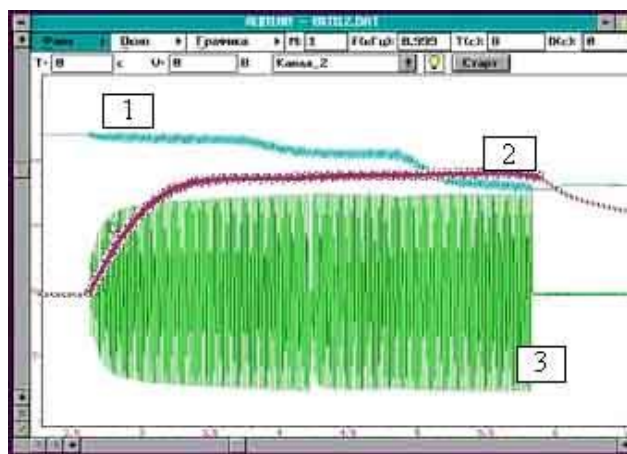
ной сварке и наплавке, длительность которой может изменяться в широком диапазоне от нескольких миллисекунд (при конденсаторной сварке) до нескольких минут (при индукционной наплавке). Эта задача может решаться с помощью измерительных датчиков с характеристиками, приведенными в таблице 1, входящих в микропроцессорную систему регистрации быстропротекающих высокотемпературных процессов, основу которой составляют устройства с характеристиками, приведенными в таблице 2. Результаты регистрации быстропротекающих высокотемпературных процессов при электроконтактной наплавки с помощью такой системы представлены на рисунке.

**Таблица 1– Характеристики измерительных датчиков**

Тип датчика	Характеристики
ДТХ–25	Диапазон измерения тока 0 – 25 кА; частота измеряемого тока до 300 кГц; точность измерения 1%
ДДХ–600	Диапазон измерения давления воздуха 0 – 600 кПа; время установки – 1 мс; точность измерения 1,5%
ДПХ–005	Диапазон измерения перемещения 0 – 5 мм, точность измерения – 0,5%
LT(DL2, SC)	Диапазон измерения температуры 250 – 1500 К, диапазон волн ИК излучения 8 – 14 мкм.

**Таблица 2 – Характеристики устройств системы регистрации**

Электронные модули	Характеристики
ADC 100К–12–8	12 разрядов; 8 каналов; время преобразования – 10 мкс; входной диапазон измеряемых напряжений + 5 (+10) В; 4 линии цифрового (ТТЛ) ввода/вывода; ОЗУ 64 К слов (одно слово – 16 бит); шина ISA
ADCS5К–12–8	12 разрядов; 8 каналов; время преобразования – 200 мкс, входной диапазон измеряемых напряжений + 5 В; интерфейс RS 232
AMP–8	8 дифференциальных каналов; коэффициент усиления от 5 до 1000; верхняя полоса пропускания в канале зависит от усиления и составляет от 500 Гц до 200 кГц
AMP–8	8 дифференциальных каналов; коэффициент усиления от 5 до 1000; верхняя полоса пропускания в канале зависит от усиления и составляет от 500 Гц до 200 кГц
PSL–80	Стабилизированные выходные напряжения: + 5 В (ток нагрузки до 0,8 А), + 15 В; 12 В (ток нагрузки до 1,0 А); диапазон регулируемого напряжения 0 – 40 В (ток нагрузки до 0,1 А).
Управляющая ЭВМ (УЭВМ) типа IBM	Операционная система – DOS, Windows 95/98. Процессор PI–166\RAM 128Mb\HDD 4 Gb\GF2 32 Mb



характер изменения: 1 – усадки; 2 – температуры; 3 – импульсного тока

**Рисунок – Диаграмма быстропротекающего процесса порошковой электроконтактной наплавки**

Для регистрации быстропротекающих высокотемпературных процессов при конденсаторной сварке и наплавке система регистрации может дополняться фотоэмиссионным пирометром, использующим в своей конструкции фотоэмиссионный умножитель ФЭУ–175М, обеспечивающий за счет модуляции фототока временное разрешение порядка 1–2 мкс.

УДК 621.787.4.048.6

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ УДАРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**

В.В. Клубович, д-р техн. наук проф., академик,  
В.А. Томило д-р техн. наук, Е.В.Хрущев  
Белорусский национальный технический университет  
(г. Минск, Республика Беларусь)

Существует множество способов повышения эксплуатационных характеристик поверхностей и деталей в целом. С целью повышения усталостной прочности и финишной отделки поверхности деталей, они подвергаются поверхностному пластическому деформированию (ППД). ППД с наложением ультразвуковых колебаний достаточно новый и не изученный способ формирования в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений. В настоящей статье рассматривается упругопластическое взаимодействие сферического индентора с плоской поверхностью контртела.