

Таким образом, установлено, что у образцов из стали ВМС 110Г13Л, упрочненных СИО, характеристики прочности увеличились в 1,8...2 раза, показатели пластичности – на 25...30% по сравнению с термообработанными образцами.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРОЧНЕНИЯ МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Тетерин А.В., Дашков И.С.

*Муромский институт, филиал  
ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром,  
e-mail: teterin-rae2014@yandex.ru*

Упрочнение поверхностно-пластической деформацией (ППД) обусловлено разнообразными по физической природе явлениями, которые определяются условиями нагружения детали и оцениваются следующими параметрами: степенью и глубиной упрочнения, микроструктурой, твердостью, пределом усталости и временным сопротивлением, ударной вязкостью и т.д. Увеличение прочности металла связано с формируемой дислокационной структурой. Характер этой структуры зависит от типа кристаллической решетки, степени упрочнения (пластической деформации) и температуры деформирования. Энергия при статико-импульсном взаимодействии поглощается металлом, часть которой проявляется в форме деформационного упрочнения. Последнее представляет собой сопротивление металла его дальнейшему деформированию. Количественно его определяем измерением твердости при внедрении. Наиболее интенсивное упрочнение достигается на ранних стадиях деформации. Как и можно было ожидать, максимальное возрастание твердости достигается там, где деформа-

ция была наибольшей. Распределение твердости от поверхности по глубине для упрочнения статико-импульсной обработкой (СИО) образцов из высокомарганцовистой стали (ВМС) характеризуется достаточно равномерным убыванием. Это связано с течением зерен, которое сочетается с двойникованием, весьма интенсивным у поверхности и затухающим на некотором расстоянии от поверхности. Металлографические исследования образцов, упрочненных СИО, показали наличие площадок постоянной твердости, которые связаны определенным образом с распределением ударных двойников. Обнаружена зависимость между максимальным числом направлений двойников в отдельном зерне и положением площадки твердости. Число направлений уменьшается при переходе на каждую следующую площадку. Так, металлографические исследования показали, что наибольшее число направлений двойников в отдельном зерне в области первой площадки оказалась равным четырем. Во второй площадке наибольшее число направлений двойников равно трем; для третьей и четвертой число направлений двойников в соответственно два и одно. В области пятой площадки, где твердость по существу та же, что и в исходном материале, двойников не обнаружено совсем.

Для характеристики зависимости числа двойников от твердости при распределении по глубине упрочненного образца из стали 110Г13Л рассмотрим следующую зависимость:

$$D = (2 + K_d) \frac{\Delta p}{N}, \quad (1)$$

где  $D$  – число двойников;  $K_d$  – коэффициент, характеризующий количественную однородность двойников (определяется по таблице);  $\Delta h$  – расстояние по глубине образца;  $N$  – номер площадки твердости.

Номер площадки твердости $N$	1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент однородности двойников $K_d$	0	1	1	0	1	1	0	1

Из расчетов следует, что для неупрочненной поверхности металла характерно число двойников, равное 1, или их отсутствие. Таким образом, о степени упрочнения можно судить по числу двойников в микроструктуре металла. Упрочнение металла статико-импульсной обработкой связано со структурной перестройкой межзеренного пространства.

Для количественной характеристики микроструктурных изменений, происходящих в металле при СИО, введем коэффициент интенсивности упрочнения:

$$K_{\text{эф}} = \frac{d_m}{E}, \quad (2)$$

где  $E$  – энергия при СИО;  $d_m$  – средний диаметр зерна.

Коэффициент эффективности показывает распределение количества энергии, приходящееся на единицу длины (средний диаметр зерна). Чем меньше его значение, тем эффективнее процесс упрочнения.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ

Турусова А.И., Большаков И.М.

*Муромский институт, филиал  
ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром,  
e-mail: turusova-rae2014@yandex.ru*

В настоящее время является актуальным опытное изучение явлений, происходящих в зоне контакта тру-

щихся поверхностей в зависимости от типа применяемых материалов и характера изменения внешних воздействий. В данной работе задача исследования решалась с помощью специальной экспериментальной установки, включающей модернизированную машину трения и комплекс контрольно-измерительной аппаратуры. Установка предусматривает проведение испытаний по схеме «ролик-колодка» с применением колодок из исследуемых материалов и стальных роликов в качестве контртел.

Привод вращения ролика осуществляется от двигателя постоянного тока мощностью 0,5 кВт. Применение двигателя постоянного тока обеспечивает возможность бесступенчатого регулирования частоты вращения рабочего вала и соответственно скорости скольжения в диапазоне от 0,5 до 2,0 м/с. Контроль скорости скольжения осуществляется вольтметром постоянного тока с помощью тахогенератора, связанного с валом электродвигателя. Смазывание трущихся образцов осуществляется по циркуляционной схеме дизельным маслом М10Г.

Конструкция узла трения испытательного стенда позволяет задавать постоянную радиальную нагрузку на неподвижный образец в пределах от 0 до 500 кг (4900 Н). Нагружение осуществляется путем сжатия силовой пружины нагрузочным винтом. Сила трения измеряется по реактивному моменту привода вращения ролика с автоматической записью на потенциометре КСП-2. Температура в зоне трения измеряется