

УДК 621.687

## ФОРМИРОВАНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ КОМБИНИРОВАННЫМ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКИМ НАКАТЫВАНИЕМ

А. М. ДОВГАЛЕВ, Д. М. СВИРЕПА, Л. В. ЖОЛОБОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Большой интерес вызывает метод получения на поверхности деталей машин антифрикционных покрытий комбинированным магнитно-динамическим накатыванием.

В работе исследована технология получения на поверхности плоских образцов из стали 45 (200–220 НВ) медьсодержащего покрытия комбинированным магнитно-динамическим накатыванием при использовании технологической среды следующего состава: глицерин (20 %); спирт (10 %); 10 % раствор соляной кислоты (10 %);  $\text{CuSO}_4$  (60 %).

Для осуществления процесса комбинированного магнитно-динамического накатывания применяли инструмент, магнитная система которого обеспечивала: сообщение деформирующим шарам виброколебаний и магнитное воздействие на зону обработки.

Комбинированную отделочно-упрочняющую обработку деталей выполняли на вертикально-фрезерном станке ВФ-130.

Режимы обработки: частота вращения инструмента –  $1600 \text{ мин}^{-1}$ ; подача инструмента – 20 мм/мин; натяг между деформирующими и приводными шарами инструмента – 0,6 мм; индукция вращающегося магнитного поля, действующего на зону обработки – 0,2 Тл; количество рабочих ходов инструмента – один.

Выполненные рентгеноструктурные исследования позволили получить дифрактограмму упрочненных стальных образцов с антифрикционным покрытием, сформированным по разработанному методу (рис. 1).

Из дифрактограммы следует, что наряду с отражениями  $\alpha$ -фазы матрицы (стальной детали) присутствуют линии меди (антифрикционного покрытия).

В табл. 1 приведены данные по физическому уширению  $\beta$  дифракционных линий (110), (220) матричной  $\alpha$ -фазы стали 45 (подложки) и линий (200), (400) медного слоя (покрытия), съемка которых проводилась в  $\text{CuK}\alpha$  – излучении.

Табл. 1. Значения физического уширения  $\beta$  дифракционных линий (110), (220) матричной  $\alpha$ -фазы образца из стали 45 (подложки) и линий (200), (400) медного слоя (покрытия)

Образец	$\beta_{110} \cdot 10^{-3}$ , рад	$\beta_{220} \cdot 10^{-3}$ , рад	$\beta_{220} / \beta_{110}$	$\beta_{200} \cdot 10^{-3}$ , рад	$\beta_{400} \cdot 10^{-3}$ , рад	$\beta_{400} / \beta_{200}$
А	6,46	9,57	1,48	6,02	15,93	2,65

Примечание:  $\text{tg}\theta_{220}/\text{tg}\theta_{110} = 2,83$ ;  $\text{sec}\theta_{220}/\text{sec}\theta_{110} = 1,42$   
 $\text{tg}\theta_{400}/\text{tg}\theta_{200} = 3,43$ ;  $\text{sec}\theta_{400}/\text{sec}\theta_{200} = 1,70$

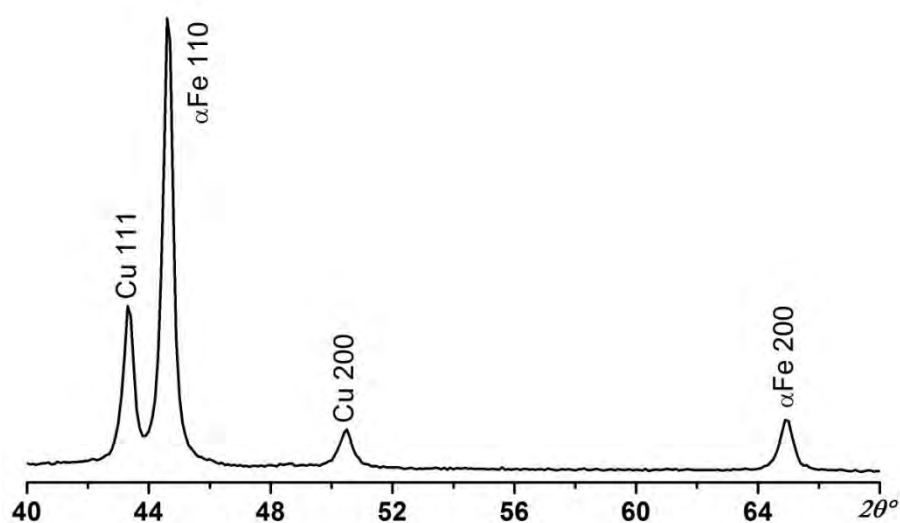


Рис. 1. Фрагмент дифрактограммы образца из стали 45 (200–220 НВ) с антифрикционным покрытием из меди

Из полученных данных следует, что отношение физического уширения дифракционных линий стали 45 (подложки)  $\beta_{220} / \beta_{110}$  соответствует отношению  $\text{sec}\theta_{220} / \text{sec}\theta_{110}$ . Последнее непосредственно указывает на то, что нанесение меди на матричную фазу (сталь 45) методом комбинированного магнитно-динамического накатывания сопровождается образованием в матричной фазе субзеренной структуры наноразмерной величины с размером ячеек 25–30 нм. Что же касается антифрикционного медного слоя, то в этом случае имеет место соотношение  $\text{sec}\theta_{400} / \text{sec}\theta_{200} < \beta_{400} / \beta_{200} < \text{tg}\theta_{400} / \text{tg}\theta_{200}$ . Это позволяет заключить, что при формировании антифрикционного медного покрытия на стальном образце в поверхностном слое, восстанавливаемой и одновременно упрочняемой меди, появляются дефекты в виде нескоррелированной системы дислокаций. При этом плотность дислокаций, образующихся в поверхностном слое стали 45, составляет  $3,7 \cdot 10^9 \text{ мм}^{-2}$ , а в антифрикционном слое меди –  $1,4 \cdot 10^9 \text{ мм}^{-2}$ .