

УДК 620.179.14/15/147
О ВОЗМОЖНОСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ МЕТОДОМ
МАГНИТНЫХ ШУМОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ
ПОВЕРХНОСТИ

В. Н. БУСЬКО, *В. Л. ВЕНГРИНОВИЧ, *С. В. БУРОВ, А. В. МАКАРОВ

*Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

Учреждение Российской академии наук
«ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ УрО РАН»

Минск, Беларусь; Екатеринбург, Россия

Магнитный шум (МШ) является одним из эффективных методов неразрушающего контроля (НК) структуры ферромагнитных материалов. Известны также результаты по влиянию различных видов упрочняющих поверхностных обработок ферромагнитных материалов на параметры магнитного шума (МШ). Установлено, что как структура, так и остаточные напряжения, обусловленные возникающими в процессе механического упрочнения поверхности металла упругими и неупругими деформациями, оказывают существенное влияние на МШ.

Настоящие исследования направлены на изучение влияния на параметры МШ ферромагнитной стали, упрочняющей ультразвуковой обработки (УЗО), которая при определенных условиях приводит к повышению механических характеристик (микротвердость, износостойкость и др.) поверхностно-упрочненных слоев (ПУС) материала. Среди перспективных направлений исследования влияния параметров УЗО на свойства ПУС материала является оптимизация среды обработки и угла атаки пульсирующего с ультразвуковой частотой индентора к поверхности материала, в результате которой достигаются максимальная степень упрочнения с повышенными механическими характеристиками при минимальной неоднородности по толщине слоя. В работе исследовалось влияние среды (воздух и аргон) и угла атаки индентора (α) на уровень МШ в двух образцах стали 45 в форме параллелепипеда размером $80 \times 40 \times 3,2$ мм (термообработка и последующая УЗО образцов осуществлялись в ИМаш УрО РАН). На поверхностях образцов после УЗО формировали 8 дорожек: дорожки 1-4 обрабатывали на воздухе, а 5-8 – в безокислительной среде аргоне. Обработку образцов проводили при сканировании поверхности полусферическим индентором радиусом $R=4$ мм из твердого сплава ВК-8, при частоте ультразвуковых колебаний 22 кГц, статическом усилии прижатия индентора (по нормали к поверхности) 10 кгс. Использовали различный угол атаки индентора к поверхности стали α (угол между нормалью к обрабатываемой поверхности и направлением движения колеблющегося индентора): $\alpha=0^\circ$ (нормальный удар); $\alpha=10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ (наклонный удар). Измерение МШ осуществлялось с помощью магнитошумовых анализаторов ИМШ и ИнтромаТ при ортогональных положениях преобразователя Баркгаузена (ПБ) путем его сканирования по обработанной зоне с шагом перемещения 1 мм. Для примера на рис. 1. представлены полученные на приборе ИМШ результаты измерения МШ.

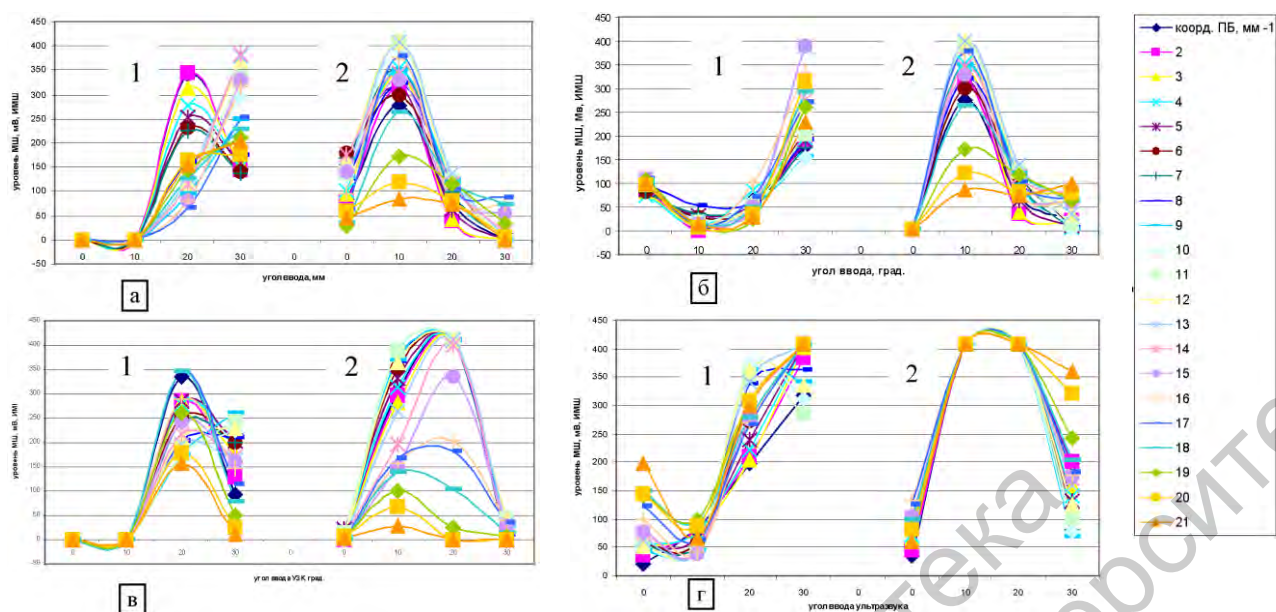


Рис. 1. Зависимость МШ от угла атаки колеблющегося с ультразвуковой частотой индентора к поверхности стали 45 при ортогональных положениях ПБ (а, б – параллельно; в, г – перпендикулярно относительно направления УЗО) при сканировании вдоль дорожек, обработанных на воздухе (семейство кривых 1) и в аргоне (2) при $I_1=13,5$ мА, $f=128$ Гц (а, б) и $I=85$ мА и $f=64$ Гц (в, г)

Из анализа и сопоставления между собой данных можно сделать ряд выводов и выявить следующие закономерности:

1) наблюдается четкая (с характерными точками перегиба) зависимость между МШ и углом атаки пульсирующего индентора к поверхности ферромагнетика;

2) для окисленной на воздухе поверхности металла максимальное значение МШ наблюдается при $\alpha=20^\circ$ независимо от значений амплитуды тока перемагничивания при параллельном относительно УЗО перемагничивании и минимальное – при $\alpha=10^\circ$ при перпендикулярном перемагничивании; при УЗО в аргоне максимальный уровень МШ наблюдается при $\alpha=10^\circ$ независимо от положения ПБ и амплитуды тока. Такой характер изменения МШ можно объяснить различным уровнем упрочнения поверхностных слоев при разных режимах УЗО, что подтверждается полученными с помощью ультразвукового твердомера МЕТ-1У результатами;

3) отличия в характере хода кривых изменения МШ в зависимости от газовой среды, в которой производилась обработка, можно объяснить влиянием тонкого окисленного слоя металла при УЗО на воздухе, который представляет собой многослойную немагнитную структуру, частично экранирующую МШ;

4) положение ПБ оказывает существенное влияние на характер зависимости МШ от α при УЗО металла на воздухе и практически не влияет при УЗО в аргоне, из чего следует, что УЗО на воздухе приводит к анизотропии свойств ПУС, а в аргоне – нет;

5) УЗО приводит к неоднородному распределению МШ вдоль ПУС.

Работа выполнена при поддержке совместного проекта ИПФ НАНБ и ИМАШ УрО РАН (проект № 09-С-1-1002 и Т09Ур0-003).