

В. В. Немошкаленко, П. А. Топала,
Н. А. Томашевский, В. Ф. Мазанко, О. И. Носовский

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПРИ ИСКРОВЫХ РАЗРЯДАХ

В данной работе предлагаются первые результаты по изучению поверхностных слоев, получаемых при бесконтактном способе обработки искровыми разрядами (ИР). Изучение физического состояния поверхности при обработке ИР образцов из железа ($E=4,5$ Дж, $\tau=200$ мкс) осуществлялось при межэлектродном промежутке (МЭП), равном 0,5 и 2 мм. В работе применялись методы мессбауэровской электронной спектроскопии, электронной оже-спектроскопии,

рентгеновской дифракции и радиоактивных изотопов.

Сопоставление полученных результатов позволило четко идентифицировать состояние поверхностного слоя на глубине до 300 нм. С помощью метода радиоактивных изотопов установлено, что толщина полученного покрытия h при МЭП=0,5 мм составляла 7 мкм и при МЭП=2 мм — 2 мкм.

Мессбауэровские исследования проводились в режиме постоянных ускорений с

регистрацией вторичной электронной компоненты с помощью детектора [1].

На рис. 1 показаны мессбауэровские спектры образцов. Оба спектра представляют собой сложную суперпозицию уширенных дублетов окислов и гидроокисей железа. Однако отличительной особенностью является присутствие в образцах при МЭП = 0,5 мм γ -фазы, что подтверждается методом рентгеновской дифракции. Наличие γ -фазы связано с переносом углерода с анода на катод при малом МЭП. В случае МЭП = 2 мм углерод рассеивается и не попадает на катод в количестве, достаточном для формирования γ -фазы железа. Подобная интерпретация мессбауэровских спектров однозначно коррелирует с данными оже-спектроскопии.

Распределение железа, кислорода, углерода и азота в образце при МЭП = 0,5 мм приведено на рис. 2, из которого видно, что углерод скапливается в поверхностном слое. Его концентрация быстро падает по глубине образца, а концентрация кислорода достигает 50 % ат. Столь высокая концентрация кислорода может быть достигнута при образовании гидроокисей в поверхностном слое образца. В поверхностном слое (до 300 нм) присутствует азот (до 5–6 % ат).

При увеличении МЭП до 2 мм основными компонентами поверхностного слоя являются железо и кислород, хотя присутствуют углерод и азот (рис. 3). При этом концентрация кислорода достигает на поверхности 60 % ат. и заметно убывает на глубине образца, что может быть связано с образованием на поверхности гидроокислов, а в более глубоких слоях — окислов железа в метастабильном состоянии, так как по рентгеноструктурным данным на поверхности образца отсутствует FeO (единственный парамагнитный окисел железа при комнатной температуре). Поэтому можно сделать вывод о метастабильности тонких слоев Fe_2O_3 и Fe_3O_4 , что хорошо известно из работы [2]. Не исключена возможность образования аморфных окислов железа [3]. Сложность полученных мессбауэровских спектров затрудняет их однозначную идентификацию. Однако основные особенности позволяют сделать вывод о структуре полученного слоя, эффективная толщина h которого может быть определена

$$h \approx KE/SI,$$

где $E = \int_0^{\tau} U(t)I(t)dt$ — энергия, выделенная в МЭП за единичный разряд; U , I — соответственно напряжение на промежутке и ток разряда; τ — длительность импульса тока; S — площадь поражения; I — величина МЭП; K — коэффициент пропорциональности, зависящий от теплофизических констант обрабатываемого материала.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. При обработке ИР происходит аномальное насыщение поверхности обрабатываемого материала кислородом, что может быть использовано в формировании поверхности, обладающей специальными свойствами.

2. Условия переноса материала с анода на катод критично к величине МЭП — при больших расстояниях происходит распыление легких компонентов сплава анода, что позволяет целенаправленно формировать фазовый состав поверхностного слоя.

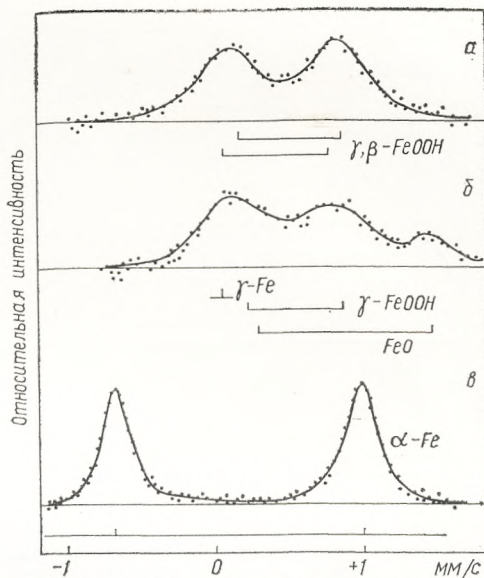


Рис. 1. Мессбауэровские спектры образцов Ст-3 после обработки ИР. Расстояние между электродами 2 (а) и 0,5 мм (б)

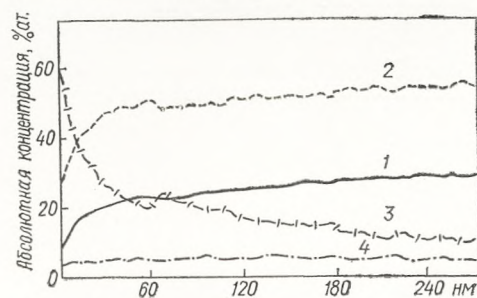


Рис. 2. Концентрационное распределение элементов в Ст-3 после обработки ИР при МЭП = 0,5 мм; 1 — Fe; 2 — O; 3 — C; 4 — N

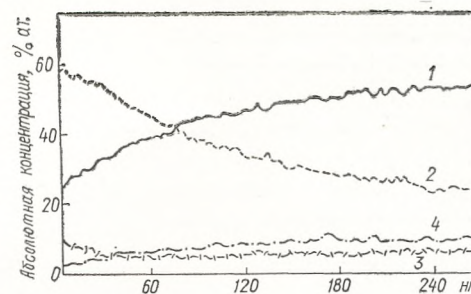


Рис. 3. То же при МЭП = 2 мм

1. Пропорциональный детектор электронов для ядерной γ -резонансной спектроскопии/В. В. Немошкаленко, Н. А. Томашевский, О. Н. Разумов, Ю. В. Галушко// ПТЭ.—1983.— № 5.— С. 53—54.
2. Etude par spectroscopie Mössbauer du fer (III) dans verres silicotes multicomposants d'intérêt géologique/P. Levitz, G. Calas, D. Bonnin, A. A. Legrand//Rev. phys. appl.—1980.— 15.— P. 1169—1173.
3. Von Diepen A. M., Popma Th. I. A. Temperature dependence of the hyperfine field in amorphous Fe_2O_3 // Solid State Commun.—1987.— 27, N 1.— P. 121—125.

ИМФ, Киев

Получено 16.11.89