

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГИДРИРОВАННЫХ СВЕРХРЕШЕТКАХ Fe/Gd МЕТОДАМИ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ И РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

Рыжова А.А.¹, Девятериков Д.И.¹

¹) Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН (ИФМ
УрО РАН)
E-mail: a.a.ryzhova@imp.uran.ru

STUDIES OF STRUCTURAL CHANGES IN HYDROGENATED Fe/Gd SUPERLATTICES BY X-RAY DIFFRACTION AND REFLECTOMETRY

Ryzhova A.A.¹, Devyaterikov D.I.¹

¹) M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of the Ural Branch of the Russian Academy of
Sciences (IMP UB RAS)

The article is devoted to the study of the effect of hydrogenation on the structural properties of Fe/Gd superlattices. It was found that as a result of the penetration of hydrogen into the gadolinium layers, the period of the Fe/Gd superlattice increases and additional phases GdH₂ and GdH₃ appear

Гидрирование – один из перспективных способов управляемого изменения структурных, магнитных и электронных свойств как объёмных образцов, так и многослойных наноструктур. Особенный интерес представляет гидрирование магнитных сверхрешёток на основе редкоземельных металлов, легко поглощающих водород из окружающей атмосферы [1-2]. В данной работе было исследовано влияние гидрирования на структурные свойства перспективных с точки зрения спинтроники сверхрешёток Fe/Gd [3-4].

Исследуемые образцы представляли собой сверхрешётки вида Si/Nb(10 нм)[Fe(3.5 нм)/Gd(x нм)]₂0, где x=1,2,3,5,7,10 нм. В данной работе было показано, что функции каталитического слоя, способствующего проникновению водорода вглубь сверхрешётки и наносимого на поверхность, может выполнять слой Ni (10 нм). Образцы помещались в атмосферу водорода при давлении 720 торр при различных температурах в диапазоне от 300 К до 400 К на 6 часов, изменение структурных свойств контролировалось ex-situ с помощью рентгеновской дифрактометрии и рефлектометрии. На Рис. 1 представлены дифрактограмма и рефлектограмма сверхрешетки Si/Nb(10 нм)[Gd(2 нм)/Fe(3.5 нм)]₂0/Ni(10 нм), измеренные до и после насыщения водородом при комнатной температуре.

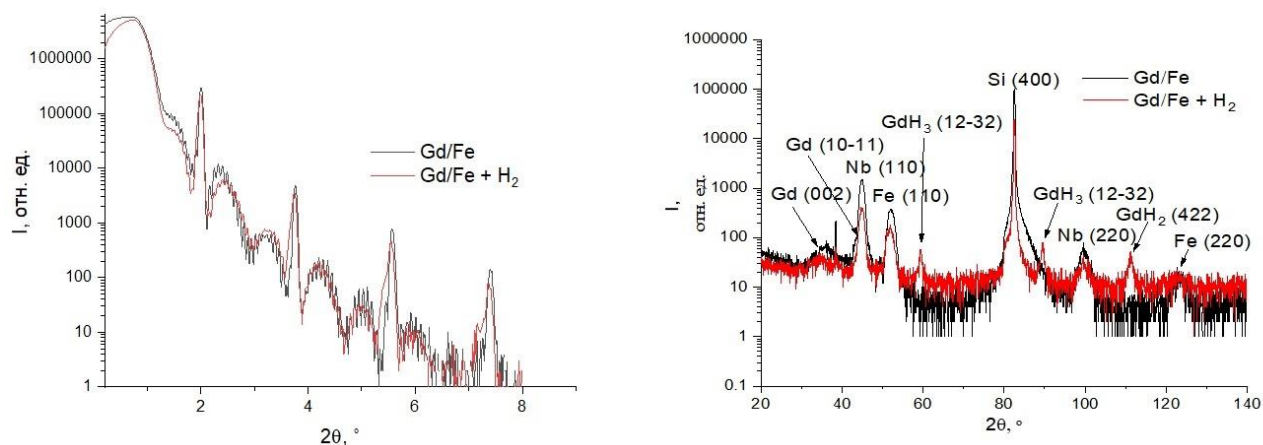


Рис. 1. Рефлектограммы и дифрактограммы от сверхрешетки, измеренные до и после гидрирования.

Анализ данных рентгеновской дифракции позволил установить, что после гидрирования помимо ГПУ фазы Gd появляются дополнительные фазы GdH_2 и GdH_3 , в то время как постоянные решётки Fe и Nb в буферном слое не меняются. При этом изменение рефлектометрической кривой свидетельствует о росте среднеквадратичной величины шероховатости слоёв Gd с 0.5 до 1 нм и об увеличении средней толщины слоя Gd на 0.4 Å из-за проникновения атомов водорода в кристаллическую решётку образца.

Данные результаты позволили экспериментально доказать возможность гидрирования сверхрешеток Fe/Gd с каталитическим слоем Ni, и определить влияние диффузии водорода на химический состав и кристаллическую структуру гидрируемых слоёв Gd.

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Спин» № 122021000036-3)

1. P. Vajda Hydrogen in rare-earth metals, including RH_{2+x} phases, Handbook of Physics and Chemistry of Rare Earths, vol. 20, pp. 207-291, 1995
2. Dynamics of H in a Thin Gd Film: Evidence of Spinodal Decomposition [Текст] / Y. Manassen, H. Realpe, D. Schweke // Journal of Physical Chemistry C, vol. 123, pp. 11933-11938, 2019
3. Twisted magnetization states and inhomogeneous resonance modes in a Fe/Gd ferrimagnetic multilayer [Текст] / A.B.Drovosekov, A.O.Savitsky, D.I.Kholin, N.M.Kreines, V.V.Proglyado, M.V.Makarova, E.A.Kravtsov, V.V.Ustinov // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. — 2019. — V. 475. — P. 668—674
4. Nature of inhomogeneous magnetic state in artificial Fe/Gd ferrimagnetic multilayers. [Текст] / D. Haskel, G. Srajer, Y. Choi, D. R. Lee, J. C. Lang, J. Meersschant, J. S. Jiang, and S. D. Bader // Physical Review B — 2003. — V 67(18). — P. 180406(R)