

8. C. Lampay, A. F H Kaplanz, J. Powellyx and C. Magnusson, J. Phys. D: Appl. Phys. 30 (1997) 1293–1299.
9. Mirzade F.Kh., Khomenko M.D., Niziey V.G., Grishaev R.V., Panchenko V.Ya. "Three dimensional model of melting and crystallization kinetics during laser cladding process"// SPIE Proceedings of 19th International Symposium on High-Power Laser Systems and Applications (2012) 8677-15
10. S. Osher, R. Fedkiw, "Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces", Applied mathematical sciences №153 Springer-Verlag New York (2003)
11. Skripov V.P., Koverda V.P., Spontaneous crystallization of undercooled liquid. M.: Nauka, 1984, 231 p.
12. Skapski A.S. A theory of surface tension of solids I. Application to metals. - Acta met., 1956, vol. 4, № 6, p. 576-582.
13. A.V. Evteev, A.T. Kosilov, E.V. Levchenko, O.B. Logachev, Kinetics of isothermal nucleation in supercooled melt of iron, Fizikatvyordogotela, 2006, Vol. 48, issue 5, pp. 557-582.

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЦК-СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

А.Б. Колымагин, И.С. Монахов

Московский государственный институт электроники и математики НИУ ВШЭ
E-mail: met@miem.edu.ru

В работе [1] представлена модель, описывающая межатомные взаимодействия атомов компонентов в ферромагнитных ОЦК – растворах в сплавах на основе Fe с учетом первых трех координационных сфер. В этой модели размерный фактор (РФ) приводит к возникновению статических смещений атомов из узлов идеальной (средней) кристаллической решетки. Следствием такого смещения атомов является возникновение локальных напряжений, которые приводят к изменению параметра кристаллической решетки и свободной энергии смещения сплавов. На основании модели в [1] сделан вывод о том, что с ростом РФ должно происходить уменьшение размера области стабильности ОЦК-фазы и изменение размера зерна. В связи с этими обстоятельствами представляло значительный интерес проведение экспериментального исследования ОЦК – сплавов систем Fe –(Cr, V, Mo), в которых РФ последовательно изменяется от наименьшего значения в системе Fe –Cr до наибольшего в системе Fe-Mo.

Эксперимент проведен на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3, оснащенный автоматизированной системой управления на базе персонального компьютера. Использовалась стандартная схема фокусировки по Брэггу-Брентано, щели Соллера, Co K α излучение.

При съемке на поверхность образцов наносился тонкий слой порошка кремния, который служил эталоном при определении параметра кристаллической решетки сплавов и оценке ширины дифракционных линий. На излучении Co K α кремний имеет два отражения в области углов Θ 60° - 80° и поэтому является удобным эталоном [2]. В ходе измерений регистрировались

отражения (220) и (310) железа и (440) и (531) кремния. На рис. 1 представлена дифрактограмма образца Fe-2 ат.% Cr, на которой видны линии ОЦК α -твердого раствора и эталонного кремния.

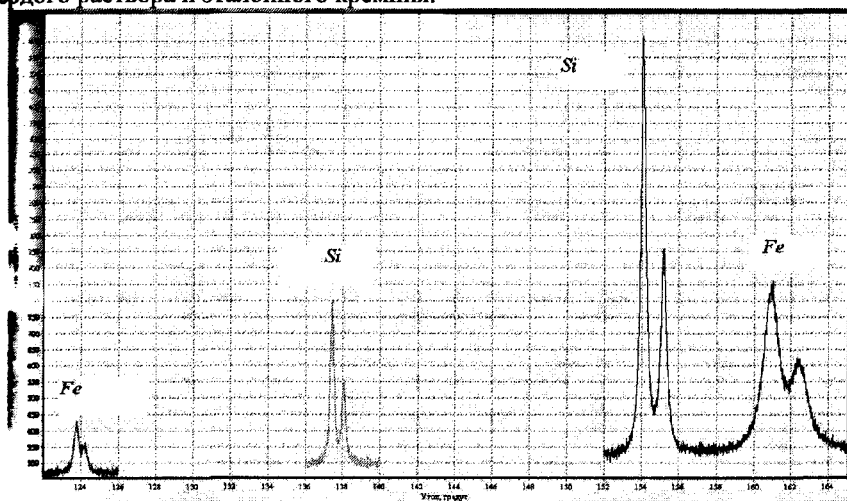


Рис. 1: Дифрактограмма образца Fe-2 ат.% Cr и эталона (Si)

Результаты определения параметра решетки сплавов, полученные методом сравнения с эталоном, представлены на рис. 2. Видно, что увеличение атомного радиуса легирующего элемента приводит к значительному увеличению параметра решетки сплава.

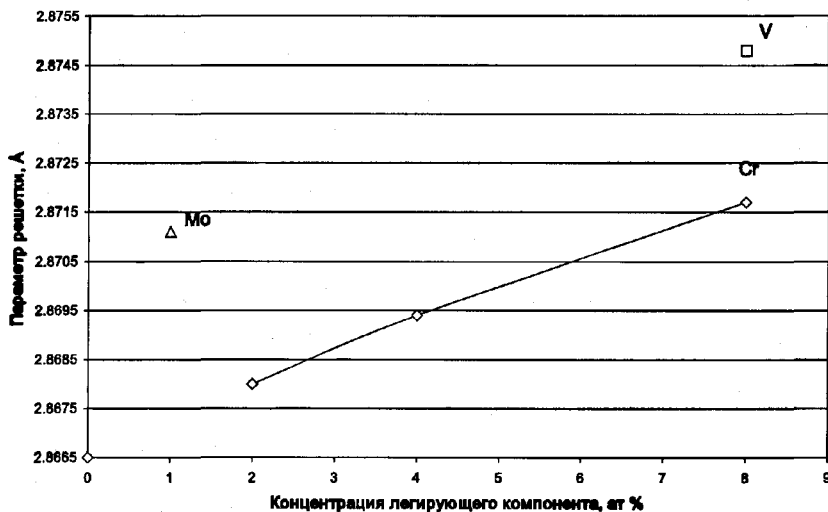


Рис. 2: Влияние размерного фактора на параметр решетки сплавов

Полученные экспериментальные результаты использованы также для оценки размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) в сплавах. На всех рентгенограммах можно отметить увеличение полуширины дифракционных линий по мере увеличения концентрации легирующих компонентов, а также их атомного радиуса.

На экспериментальную полуширину дифракционной линии кроме физических факторов (размеры ОКР и величина микронапряжений) оказывают влияние инструментальные факторы: дисперсия (в сторону уширения линии), вклад которой возрастает при увеличении угла дифракции, а также различные факторы, зависящие от настройки прибора. Результирующая экспериментальная кривая формируется в результате процедуры свертки функций, описывающих физические и инструментальные факторы.

Для учета инструментальных факторов использовался метод сравнения с эталоном, в качестве которого был выбран кристалл кремния. При этом предполагалось, что размеры ОКР эталонного кремния настолько велики, что практически не влияют на полуширину линий кремния, которая зависит от инструментальных факторов и дисперсии, для которой учитывалась угловая зависимость. Отделение фона, разделение α -дублета и определение полуширины линий проводилось с помощью стандартной программы PDWin 4.0.

Следует отметить, что полученные таким образом оценки являются приближенными и позволяют лишь выявить интересную тенденцию влияния легирования. Для получения надежных оценок потребуются измерения по крайней мере двух порядков отражения от выбранных плоскостей и обработка результатов, учитывающая возможный вклад микронапряжений.

В предположении, что функции, описывающие физическое и инструментальное уширение, могут быть приближенно описаны гауссовскими кривыми, суммарную полуширину линии β можно выразить следующим образом:

$$\beta^2 = \beta_{\phi}^2 + \beta_{\Sigma}^2 \quad (1),$$

где β_{ϕ} – полуширина функции, описывающей физические факторы, β_{Σ} – полуширина функции, описывающей инструментальные факторы.

Из формулы (1) находилась величина β_{ϕ} , с помощью которой оценивались размеры ОКР:

$$L_{\text{ОКР}} = \frac{\lambda}{\beta_{\phi} \cos \theta} \quad (2),$$

где λ – длина волны используемого рентгеновского излучения, θ – угол дифракции.

Таблица. Результаты оценки размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) сплавов систем Fe-(Cr,V,Mo), составы сплавов даны в ат. %.

Состав	100%Fe	Fe-2Cr	Fe-4Cr	Fe-8Cr	Fe-8V	Fe-1Mo
L_ОКР по линии (220)A	2600	880	750	740	1100	770
L_ОКР по линии (310)A	2000	750	520	510	–	580

Полученные экспериментальные результаты подтверждают теоретический вывод об уменьшении размера ОКР в ОЦК- твердых растворах с ростом размерного фактора.

Удовский А.Л. *Металлы*, 2011, № 5, с. 121-143.

Монахов И.С., Новоселова Е.Г., Смирнов И.С., Удовский А.Л. Влияние легирования на структурные характеристики и физические свойства сплавов Fe-Cr и Fe-V. Труды XXI международной конференции «Радиационная физика твердого тела», Изд-во ФГБНУ «НИИ ПМТ», 2011, том 1, с. 139-147.

О ГИПОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДАЛЬНИХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ

О.С. Круглов¹, Т.С. Гурьева¹, О.А. Дадашева¹, В.М. Лебедев²,
А.В. Спаский², К.А. Труханов¹

¹ГНЦ РФ-ИМБП РАН, Москва; ²НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, МГУ имени М.В. Ломоносова
wg2@anna19.sinp.msu.ru

Введение

При дальнем космическом полете космический корабль вместе с экипажем и биорегенеративной системой жизнеобеспечения (БСЖО), в полете, будет длительное время находиться в межпланетном магнитном поле, которое в 10^3 - 10^5 раз меньше, чем привычное геомагнитное поле (ГМП).

Это, во-первых, приведет к воздействию на экипаж интенсивных потоков высокоэнергетических частиц солнечных событий и галактических космических лучей, большая часть которых при околоземных полетах отклоняются ГМП. Во-вторых, человек в полете столкнется с новым фактором – экстремальными геомагнитными условиями (ГМУ).

В настоящее время известно, что на человека пребывание даже не в очень жестких ГМУ действует, как правило, отрицательно (см., например, [1, 2]). Именно поэтому в России впервые в мире установлены ограничения на предельные величины коэффициента ослабления ГМП в быту и на производстве (СанПин 2.1.8/2.2.4.2489-09).

Особенно сильно действует ГМУ на биологические объекты на стадии развития. Например, при инкубировании куриных яиц в поле менее 50 нТл у 40 % вылупившихся цыплят наблюдались парезы ног и крыльев [3]. Наблюдалась крайне неблагоприятные последствия воздействия «жестких» ГМУ на развитие других биологических объектов. По-видимому, на дальних космических кораблях и на лунной базе необходимо создание аналога ГМП с помощью электромагнитных систем для замкнутых БСЖО, а также для человека [4]. Очевидно, необходимые параметры такого аналога ГМП должны быть определены на основе дальнейших исследований.