

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

УДК 539.213.27

МЕТАСТАБИЛЬНОЕ АМОРФНОЕ СОСТОЯНИЕ СПЛАВА

Fe—W (4 ат. % W), ИНДУЦИРОВАННОЕ ОТЖИГОМ В ВОДОРОДЕ

А. А. Кацнельсон, В. М. Силов, Абу Аль Шамлат Салама*), А. П. Хомский
(кафедра физики твердого тела)

Методом диффузного рассеяния рентгеновских лучей в сплаве Fe—W (4 ат. % W) установлено существование метастабильного аморфного состояния, индуцированного отжигом в водороде при 1200 °C.

Аморфные металлические сплавы и металлические стекла находят применение в современной технике. В качестве метода получения аморфных образцов обычно используется быстрая закалка из жидкого состояния со скоростью охлаждения, составляющей 10^4 — 10^{12} град/с. При этом удается избежать появления центров кристаллизации и роста метастабильной кристаллической фазы в переохлажденных расплавах, однако часто невозможно получение образцов достаточной толщины. В работе [1] был предложен метод синтеза металлических стекол, основанный на реакции водорода с кристаллическим интерметаллическим соединением. В частности, в результате взаимодействия водорода с интерметаллическим соединением Zr_3Rh в работе [1] был получен аморфный металлический гидрид $Zr_3RhH_{5.5}$, зафиксированный с помощью рентгеновского анализа. Этот метод является перспективным. Однако он еще не был распространен на разбавленные сплавы.

Целью данной работы является получение аморфного состояния разбавленного сплава Fe—W, индуцированного отжигом в водороде.

Методика эксперимента

Сплавы Fe—W (4 ат. % W) выплавлялись из чистых шихтовых материалов в дуговой печи в атмосфере чистого аргона. Для достижения полной однородности слитки несколько раз переплавлялись. Из слитков сплавов вырезались цилиндрические образцы, поверхность которых шлифовалась шкуркой и полировалась с помощью алмазной пасты до достижения состояния, близкого к зеркальному. Отжиг образцов проводился в водороде при 1200 °C в течение 5 ч. Измерения интенсивности диффузного рассеяния рентгеновских лучей (ДРРЛ) проводились на рентгеновском дифрактометре на FeK_{α} -излучении, монохроматизированном монокристаллом кремния. Рассеянное излучение регистрировалось с помощью сцинтиляционного счетчика БДС-6. Рассеяние на воздухе исключалось путем учета только половинных значений интенсивности, измеренной в отсутствие образца. Запись дифрактограмм проводилась на самописце «Epdip». Для уменьшения рассеяния на воздухе перед образцом и счетчиком устанавливались коллиматоры. Проверка юстировки проводилась с помощью сравнения измеренных значений интенсивности ДРРЛ эталонного образца с рассчитанными теоретически. В процессе измерений образцы вращались со скоростью 60 об/мин вокруг собственной оси.

Результаты эксперимента

Результаты измерений интенсивности ДРРЛ сплавом Fe—W (4 ат. % W) приведены на рис. 1. Видно, что отжиг в водороде привел к весьма сильным изменениям интенсивности рассеяния, монотонно зависящим от времени вылеживания образца. Вылеживание в течение 26 сут привело к значительному изменению модуляции относительно лауэвского рассеяния. Так, наблюдается значительное понижение интенсивности рассеяния при $2\theta < 40^\circ$ и рост ее значений в интервале $2\theta = 44$ — 52° . Во втором измерявшемся интервале углов ($2\theta = 60$ — 84°) изменения интенсивности оказались незначительными. Вылеживание в течение 40 сут привело к весьма сильному росту значений интенсивности ДРРЛ (кривая 3) в интервале $2\theta = 34$ — 54° и незначительным изменениям во втором измерявшемся интервале. Наблюдаемое рассеяние в первом интервале углов 2θ носит характер диффузного гало. В результате вылеживания в течение 70 сут (кривая 4) гало исчезло, а на его месте появились модуляции, сходные по характеру с кривой 2. Параллельно проводились

*) Сирия.

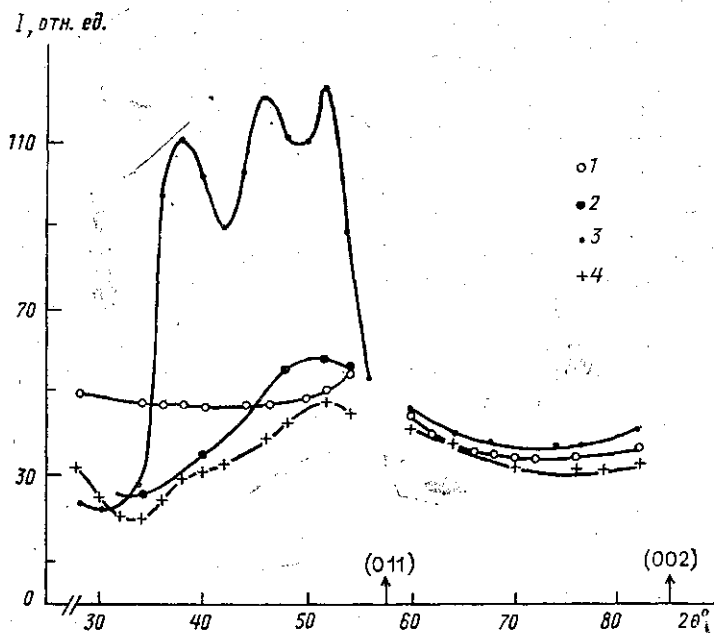


Рис. 1. Зависимость интенсивности ДРРЛ от угла скольжения для образца сплава Fe—W (4 ат.% W): до отжига (1) и после отжига в водороде через 26 (2), 40 (3) и 70 сут (4)

записи рефлексов на самописце, приведенные на рис. 2. В результате вылеживания в течение 40 сут значения интенсивности рефлексов (011) (I_{011}) и (002) (I_{002}) ока-

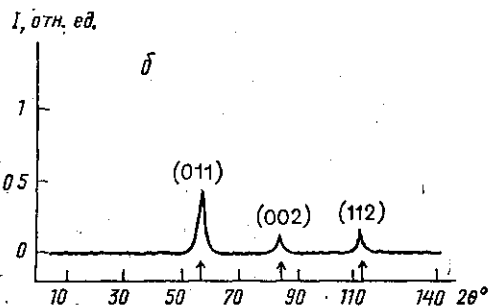
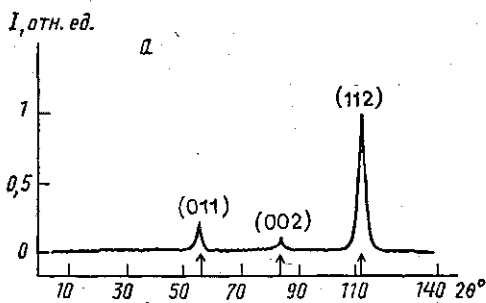


Рис. 2. Дифрактограммы сплава Fe—W (4 ат.% W), снятые через 40 (а) и 70 сут (б)

зались много меньше I_{112} . Последующее вылеживание в течение 30 сут привело к значительному изменению соотношения интенсивностей рефлексов. Так, интенсивность I_{011} существенно выросла, а I_{112} заметно упала. При этом I_{002} изменилась незначительно. Обращает на себя внимание тот факт, что при появлении гало наблюдается уменьшение I_{011} до значений, существенно меньших I_{112} . Последующее вылеживание в течение месяца (рис. 2, б) привело к росту значений I_{011} и падению I_{112} . При этом наблюдалось резкое уменьшение интенсивности диффузного максимума.

По характеру распределение интенсивности диффузного максимума (кривая 3 на рис. 1) близко к распределению интенсивности от аморфного образца. Наличие на дифрактограмме слабых рефлексов (011) и (002) кристаллической фазы, а также и сильного рефлекса (112) говорит об аморфизации поверхностного слоя. Поскольку, как видно из рис. 2, б, соотношение интенсивностей рефлексов (011), (002) и (112) близко к соотношению, наблюдавшемуся для кристаллического состояния, то выявленное в данной работе аморфное состояние является метастабильным.

Повышение интенсивности в интервале углов $2\theta=40-55^\circ$ может быть обусловлено и рассеянием на статических смещениях [2]. Однако в данном случае этот эффект не является определяющим, поскольку в других интервалах он не проявился. Таким образом, в сплаве Fe—W (4 ат.% W) выявлена метастабильная поверхностная аморфизация, индуцированная отжигом в водороде.

Авторы выражают благодарность проф. Р. А. Рябову и доц. О. В. Крисько за ценное обсуждение результатов данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Yeh X. L., Samwer K., Tohnson W. L.//Appl. Phys. Lett. 1983. 42, N 3. P. 242. [2] Иверонова В. И., Кацнельсон А. А. Ближний порядок в твердых растворах. М., 1977.

Поступила в редакцию
13.10.93