

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zener C. // Phys. Rev. 1948. 74. P. 639. [2] Fink W. L., Campbell E. D. // Trans. Amer. Soc. Steed. Treat. 1926. 9. P. 717. [3] Селяков Н. Я., Курдюмов Г. В., Гудцов Н. Г. // Журн. прикл. физики. 1927. № 2. С. 51. [4] Курдюмов Г. В., Коминский Э. Р. // Журн. прикл. физики. 1929. 6. С. 47. [5] Курдюмов Г. В. // ФММ. 1976, 42, № 3. С. 527. [6] Хачатурян А. Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. М., 1974. [7] Flöcken J. W. // Phys. Rev. 1971. В 4. Р. 1187. [8] Беленький А. Я. // ФММ. 1977. 44, № 4. С. 737. [9] Кривоглаз М. А. Диффузное рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов в флуктуационных неоднородностях в неидеальных кристаллах. Киев, 1984. [10] Кривоглаз М. А. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в неидеальных кристаллах. Киев, 1983. [11] Кривоглаз М. А., Тихонова О. О. // Укр. физ. журн. 1960. 5, № 1—2. С. 174. [12] Chádi D. J., Cohen L. // Phys. Rev. 1973. В 8. P. 5747.

Поступила в редакцию
15.12.93

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1994. Т. 35, № 3

УДК 669.788:669.017.3

ОБНАРУЖЕНИЕ ОСЦИЛЛЯЦИЙ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ В СПЛАВЕ Pd—W (11,3 ат.% W) ПРИ РЕЛАКСАЦИИ ПОСЛЕ НАСЫЩЕНИЯ ВОДОРОДОМ

А. А. Кацнельсон, А. И. Олемской, И. В. Сухорукова, Г. П. Ревкевич
(кафедра физики твердого тела)

Проведено изучение изменения интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов отожженного сплава PdW (11,3 ат.% W) после наводороживания и в процессе релаксации. Показано, что в данном сплаве, релаксирующем после насыщения водородом, существуют автоколебательные процессы. Предложены вероятные модели, характеризующие этот процесс.

Недавно [1] нами было обнаружено, что при релаксации насыщенного водородом сплава Pd—W (7 ат.% W) происходит сначала сужение, а затем расширение дифракционных максимумов. Было показано, что эти явления могут быть связаны с изменениями дефектной структуры, вызванными взаимодействием водорода с дефектами. Была высказана гипотеза, что релаксация после наводороживания сплавов может иметь автоколебательный характер.

Если наша гипотеза верна, то более яркие автоколебательные процессы должны наблюдаться в сплавах с большим содержанием дефектов. К таким должны относиться сплавы, в которых наблюдается сильный К-эффект [2]. Поэтому дальнейшие наши исследования были проведены на сплаве Pd—W (11,3 ат.% W), для которого ранее было установлено существование К-эффекта [3] и выявлено наличие гетерогенного ближнего (локального) порядка [4].

Целью настоящей работы было выявление самого факта существования автоколебательных процессов в релаксирующем после насыщения водородом сплаве Pd—W (11,3 ат.% W) и установление основных характеристик этого процесса. Для реализации этой цели нами проводились измерения интенсивностей рентгеновских дифракционных максимумов (200) и (400) для предварительно отожженного поликристаллического плоского образца сплава указанного выше состава после его насыщения водородом в электролите (4% водный раствор соли NaF) в течение 15 мин при плотности тока 80 мА/см². Измерения проводились на дифрактометре ДРОН-УМ-1 с монохроматизированным Си K_α излучением в режиме автоматической записи. Непостоянство интенсивности первичного пучка исключалось путем сравнения с рассеянием излучения эталоном.

Наиболее характерной чертой обнаруженного явления оказалось квазипериодическое изменение отношения интенсивностей линий (200) и (400). На рис. 1 представлен фрагмент графика изменения со временем величины $\ln(I_{400}/I_{200})$ в течение первых 2,5 недель после насыщения водородом. Видно, что непосредственно после насыщения $\ln(I_{400}/I_{200})$ отрицателен и это указывает на преобладающий вклад в рассеяние дефек-

тов I класса [5] (малые отличающиеся от матрицы области, искажающие упругое поле кристалла или малые дислокационные петли). Через 2 сут после насыщения величина $\ln(I_{400}/I_{200})$ становится положительной, затем при дальнейшей релаксации вновь меняет знак. После прохождения минимума на восьмые сутки после насыщения $\ln(I_{400}/I_{200})$ опять растет, достигает максимума на 14-е сутки и затем вновь начинает падать. Осциллирующие изменения величины $\ln(I_{400}/I_{200})$ фиксировались нами более 75 сут, после чего образец был вновь наводорожен. И в этом случае через 2 сут после наводороживания значение $\ln(I_{400}/I_{200})$ стало положительным, затем начало уменьшаться, достигло минимума на 6—8-е сутки после наводороживания и т. д. Кривая $\ln(I_{400}/I_{200})(t)$ стала приобретать далее фрактальный характер. Следует отметить, что интенсивность максимума (400) через 2 сут после наводороживания вырастает в 2,5 раза, а затем после шестисуточной релаксации уменьшается примерно в 3 раза (рис. 2). В то же время интенсивности линии (200) для тех же состояний различаются не более чем в 1,5 раза.

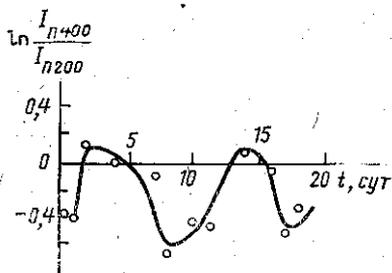


Рис. 1. Зависимость $\ln(I_{400}/I_{200})$ от времени

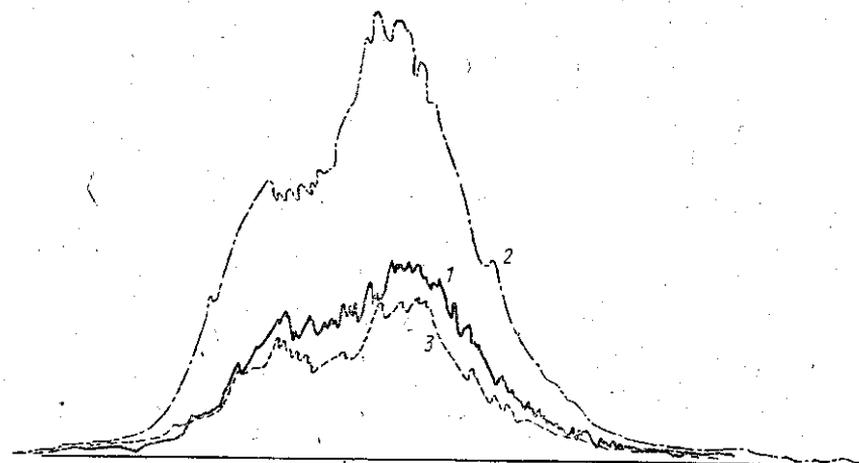


Рис. 2. Распределение интенсивности для рефлекса (400) сплава Pd—W после различных обработок: непосредственно после наводороживания (1), через 2 (2) и 8 (3) сут после наводороживания

Обнаруженные нами более сильные изменения интенсивностей линии (400) по сравнению с (200) в соответствии с теорией рассеяния рентгеновских лучей на дефектных структурах [5] являются прямым доказательством того, что изменения дифракционной картины связаны с изменениями дефектной структуры. Возможны различные схемы развития этих процессов. Весьма вероятна версия, согласно которой при насыщении водородом сплава Pd—W (11,3 ат. % W) водород устремляется в вакансии, существующие в этом сплаве и окаймляющие области с повышенным содержанием вольфрама [4]. Из-за большего химического взаимодействия атомов водорода и палладия вольфрам начинает из этих областей уходить, вследствие чего возникают перенасыщенные водородом области Pd—H, представляющие собой мощные дефекты I класса. В отсутствие вольфрама (или при его небольшой концентрации) эти области становятся термодинамически неустойчивыми и водород из них начинает уходить. После этого атомы вольфрама из-за химического взаимодействия с атомами палладия опять диффундируют в эти области, далее они насыщаются вакансиями, затем водородом, и процесс начинает повторяться.

Вполне вероятно, что предлагаемая версия не является единственной, поскольку обнаруженные нами изменения дифракционной картины возможны и при появлении (или исчезновении) малых дислокационных петель. Предполагая появление вокруг этих петель атмосфер Коттрелла из-за избыточных атомов вольфрама и водорода и вакансий, нетрудно предложить версию автоколебательного процесса и на этой основе. Однако вне зависимости от микроскопической картины этого явления особенности ха-

рактера осцилляционного процесса в исследованом нами сплаве, такие как существование осцилляции дифракционной картины с большим числом максимумов и минимумов, увеличение периода при развитии процесса, переход к фрактальной зависимости $\ln(I_{400}/I_{200})$ от времени, указывают на возможность использования синергетических представлений [6, 7] для описания явлений, происходящих при релаксации дефектной структуры сплава Pd—W (11,3 ат.% W) после насыщения водородом. Этот подход будет нами рассмотрен в последующих публикациях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кацнельсон А. А., Сухорукова И. В., Ревкевич Г. П.//Вести. Моск. ун-та. Физ. Астрон. 1994. 35, № 2. С. 64. [2] Кацнельсон А. А., Олемской А. М. Микроскопическая теория неоднородных структур. М., 1987. [3] Меськин В. С., Сергиенко Р. И., Попова Л. А.//ФММ. 1962. 13. С. 126. [4] Кацнельсон А. А., Алимов Ш. А.//ФММ. 1966. 22. С. 468. [5] Кривоглаз М. А. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в неидеальных кристаллах. Киев, 1983. [6] Хакен Г. Синергетика. М., 1985. [7] Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М., 1990.

Поступила в редакцию
24.12.93