

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ КОБАЛЬТА

Д.В.Миронов, А.В.Миронов, Д.И.Степанов
Самарский государственный университет, 443011, Россия, Самара, ул. Акад. Павлова, 1
Кафедра физики твердого тела
Тел.: 7-(846 -2)34-54-36. Факс: 7-(846 -2)34-54-17. E-mail: stepdi@ssu.samara.ru
miron@ssu.samara.ru

Исследовано изменение структуры поликристаллического кобальта, подвергнутого изотермической выдержке (отжигу) в присутствии постоянного магнитного поля. Показано, что наложение внешнего магнитного поля вызывает дробление зерна при рекристаллизационном отжиге. В случае наложения еще одного процесса - диффузии примеси, эффект дробления зерна в образцах возрастает. Проводится дифференцированный анализ вкладов в наблюдаемый эффект от магнитного поля и диффузии примеси. Показано, что эти вклады аддитивны. Установлены изменения в тонкой структуре поликристаллического кобальта, протекающие при совместном действии магнитного поля и диффузии примеси. Рассмотрены наиболее вероятные механизмы формирования наблюдаемых закономерностей.

I. Введение

Известно, что структура металла существенно влияет на диффузионные процессы. Известен ряд работ [1, 2, 3], в которых показано, что внешнее магнитное поле способно изменять структуру ферромагнитного материала. Так в работе [1] отмечается о снижении скорости рекристаллизации в феррите при наложении магнитного поля напряженностью 14 кЭ. В работе [2] отмечается, что наложение внешнего магнитного поля на процесс рекристаллизации шва сплава ЭН-602 сопровождается уменьшением размеров кристаллитов в 2,4 раза, уменьшением плотности и изменением дислокационных фигур травления. В работе [3], установлено, что при кристаллизации сплава Pb-Sn магнитное поле напряженностью 0 - 12 кЭ существенно влияет на размер зерна.

II. Основная часть

С целью выяснения возможного механизма влияния постоянного магнитного поля (ПМП) на диффузию в данной работе было предпринято исследование изменения структуры во время диффузионных отжигов. В качестве методов исследования использовали металлографический метод, при помощи которого определяли средний размер зерна в образцах в исходном состоянии и после каждого проведенного отжига, а также рентгенографический и микрорентгеноспектральный анализ. Особенностью используемых в работе образцов являлся большой размер зерен ($d = 2-3$ мм). Поэтому осреднение рассчитываемого размера зерна осуществлялось по всей площади образца ($\varnothing 10$ мм), а набор статистики - за счет большого числа образцов. Для каждой точки использовалось от 4 до 8 образцов. Точность рассчитываемых параметров размера зерна составила 3-5 %. Отжики выполнены при температурах 990 и 1090 °С, в интервале напряженностей ПМП 0 - 560 кА/м.

Проведенное в настоящей работе исследование влияния внешнего ПМП на структуру образцов поликристаллического Со показало, что внешнее ПМП способно изменять структуру образцов.

Результаты этого исследования иллюстрирует рис.1, на котором представлена зависимость

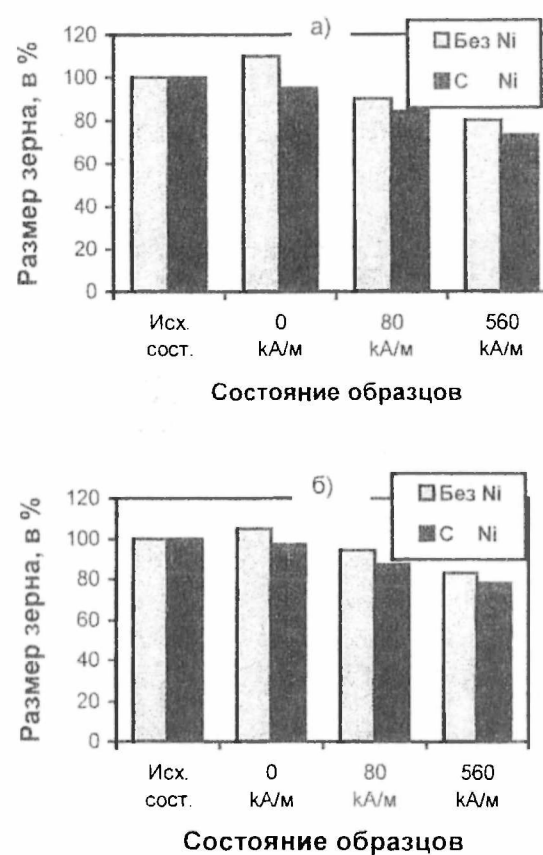


Рис. 1. Изменения размера зерна в образцах после отжигов в ПМП при температуре 990 °С в течение 5,83 часа (а) и 1090 °С в течение 1,5 часа (б).

среднего размера зерна в зависимости от напряженности внешнего ПМП для различных температур отжига

Полученные результаты показывают, что отжиг в отсутствии внешнего ПМП при температурах 990 и 1090 °С не приводит к существенному изменению размера зерна в образцах. Незначительное уменьшение размера зерна возникает лишь в образцах с Ni вследствие диффузии примеси, свидетельствуя, что диффузия примеси

приводит к разукрупнению зерна в образцах. Однако, еще раз подчеркнем, что это изменение не очень велико. В образце без Ni после отжига в отсутствие поля при указанных температурах происходит незначительное укрупнение зерна.

Рентгенографический анализ тонкой структуры показывает, что в образцах с Ni после отжига в отсутствие ПМП при указанных температурах монокристаллические свойства зерна снижаются: размер блоков когерентного рассеяния в зерне уменьшается и возрастает плотность дислокаций в зерне. В образцах без Ni после отжига монокристаллические свойства зерна улучшаются: увеличивается размер блоков когерентного рассеяния и снижается плотность дислокаций.

При включении внешнего ПМП напряженностью 80 кА/м, после отжига при температурах 990 и 1090 °С в образцах происходят более заметные изменения в структуре. Как видно из сравнения результатов как для образцов с Ni, так и для образцов без Ni наблюдается уменьшение размера зерна после отжига. Причем эффект разукрупнения зерна выше для образцов с Ni, чем для образцов без Ni. На наш взгляд это связано с совместным влиянием на структуру образцов диффузии примеси и внешнего ПМП.

При увеличении напряженности внешнего ПМП до 560 кА/м, после отжига при температурах 990 и 1090 °С величина эффекта разукрупнения зерна возрастает по отношению к его значению, полученного после отжига в поле 80 кА/м. И здесь, величина эффекта разукрупнения для образцов с Ni больше чем для образцов без Ni.

Можно предположить, что механизм наблюдаемого эффекта разукрупнения зерна связан с тем, что кобальт обладает фазовым переходом при 420 °С, и этот переход вызывает не только перестройку кристаллической решетки, но и заметные изменения в тонкой структуре поликристаллических образцов. Причем, как показывают результаты экспериментов, при проведении диффузионных отжигов во внешнем ПМП на процесс разукрупнения зерна в образцах оказывает влияние два фактора: это, собственно, диффузия примеси и внешнее ПМП. Как видно из результатов, эти факторы аддитивны. Этот вывод подтверждается тем, что для всех случаев, изменения в структуре образцов с Ni оказываются более значительными, чем для образцов без Ni.

При наложении внешнего магнитного поля, возникающие в результате магнитоэластической деформации решетки упругие напряжения способствуют более заметным изменениям в структуре поликристаллических образцов. Известно [4], что деформация кобальта приводит к дроблению блоков и росту микроискажений. Возможно, что изменения, возникающие в структуре образцов при наложении внешнего магнитного поля, связаны с тем, что в результате приложенных

напряжений происходит образование большого количества двойников и "сбросов" в решетке кобальта. В пользу этого подхода говорит тот факт, что в кристаллической решетке кобальта имеется всего одна плоскость скольжения [5], что обуславливает склонность кобальта к двойникованию и "сбросообразованию". Границы двойников и "сбросов" и формируют новую структуру поликристаллических образцов. Подтверждением этой точки зрения могут служить, наблюдаемые в настоящей работе, развитые двойниковые и "сбросовые" структуры на образцах подвергнутых воздействию внешнего магнитного поля напряженностью 560 кА/м.

Однако, ответить более подробно на вопросы о механизмах наблюдаемых процессов, можно будет только, проведя дополнительные экспериментальные исследования влияния внешнего ПМП на структуру образцов.

III. Заключение

Таким образом, установлено, что внешнее магнитное поле, наложенное на процесс изотермического отжига, способно приводить к изменению структуры поликристаллических образцов кобальта. Процесс изменения структуры выражается в дроблении зерна и изменении тонкой структуры (плотности дислокаций и размеров блоков когерентного рассеяния). В случае наличия диффузионных процессов наряду с магнитным полем наблюдаемые эффекты изменения структуры усиливаются. Установлено, что величина эффекта изменения структуры поликристаллического кобальта зависит от напряженности внешнего магнитного поля, температуры изотермического отжига и зависит от того, протекает в образце диффузия или нет.

К сожалению, вопрос о механизмах наблюдаемых процессов остается открытым. Но факт влияния внешнего ПМП на структуру образцов поликристаллического кобальта в процессе изотермического отжига имеет место.

Список литературы

1. Martikainen H.O., Lindroos V.K. Observations on the effect of magnetic field on the recrystallization in ferrite // Scandivian J. Metallurgy. - 1981. - V. 10. - P. 3-8.
2. Макаров В.Н. Влияние постоянного магнитного поля на структуру и субструктуру металлошва // ФХОМ. - 1978. - №2. - С. 94-98.
3. Казakov Ю.В., Блинков В.А., Половинкина Т.П. Кристаллизация металла в постоянном магнитном поле // ФХОМ. - 1975. - №2. - С. 77-79.
4. Кулеско Г.И., Серюгин А.Л. Геометрическая форма мартенситных пластин в Co // ФММ. - 1986. - Т. 26. - № 2. - С. 327-340.
5. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. М.: Мир, 1972. - 408 с.



CONSTANT MAGNETIC FIELD INFLUENCE ON THE COBALT STRUCTURE

D.V.Mironov, A.V.Mironov, D.I.Stepanov
Solid State Physics Chair, Samara State University; Akad. Pavlova st., 1, Samara, 443011, Russia
Phone.: 7-(846 –2)34-54-36. Fax: 7-(846 –2)34-54-17. E-mail:stepdi@ssu.samara.ru
miron@ssu.samara.ru

Change of polycrystalline cobalt structure has been investigated after isothermal annealings at the presence of the constant magnetic field. It has been shown, that the imposing of an external magnetic field causes splitting a grain at recrystallisation annealing. In case of imposing diffusion of an impurity the effect of splitting of a grain in samples grows. The analysis of the differential contributions in observable effect from a magnetic field and diffusion of an impurity has been done. It has been shown, that these contributions are additive. Changes in thin structure of polycrystalline cobalt are established at joint action of a magnetic field and diffusion of an impurity. The most probable mechanisms of observable laws are considered.

It has been established, that the size of effect of change of structure polycrystalline cobalt depends on intensity of an external magnetic field, temperature isothermal annealing and on that, if diffusion proceeds in a sample or not. The effect of grain splitting grows with growth of an external magnetic field intensity. It is marked, that for samples, in which diffusion of an impurity proceeds, the effect of a grain fragmentation is greater for all temperatures and intensities of an external field, than for samples without diffusion of an impurity.

Unfortunately the question of observable processes mechanisms hasn't been solved. But the fact of external magnetic field influence on polycrystalline cobalt structure during isothermal annealing takes place.

