

О ПРОДУКТАХ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СТАЛИ

Tabaldieva A.A., Osmonkanova G.N.

ABOUT ELECTRO SPARK DISPERSING PRODUCTS OF STEEL

УДК 621.762

Методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии показано, что при электроискровом диспергировании стали марки Ст.3 в среде органических растворителей происходит образование аморфных нанопорошков железа.

By using X-ray diffraction and electron microscopy methods are showed that in dispersed to electro spark of St. 3 steel in organic solvents it is a process of formation of amorphous iron Nano powders.

Высокодисперсные порошки железа относятся к технически важным материалам и находят широкое применение, в том числе для изготовления различных композиционных материалов, в магнитно-записывающих средах, в качестве катализаторов и магнитных носителей лекарств и т. д. [1]. Многие свойства материалов из высокодисперсных порошков железа, такие как механические, теплофизические, магнитные, определяются не только химическим составом и структурой, но также размерами и формой исходных порошков. Микроструктура и топографические особенности поверхности в решающей степени определяют адсорбционные и фрикционные свойства материалов. На размеры, форму и топографические особенности поверхности частиц в первую очередь влияет способ их получения [2].

В работе [3] отмечается, что проблема получения порошков железа высокой степени дисперсности весьма сложна из-за их чрезвычайной пирофорности, поэтому количество методов их формирования ограничено. Сложность состоит также в том, что большинство методов синтеза не позволяют варьировать в нужных пределах свойства микрокристаллов, а это крайне ограничивает применение порошков.

Для получения высокодисперсных порошков железа определенный интерес представляет метод электроискрового диспергирования. Данный метод отличается простотой аппаратного оформления, а в качестве исходного материала используются металлы и сплавы. Синтез осуществляется под действием энергии искрового разряда, концентрированной в микрообъеме контактирующих металлов. В результате закалки образующихся продуктов происходит сохранение нестабильных фаз [4]. Поэтому целью настоящей работы является изучение фазового состава и дисперсности продуктов электроискрового диспергирования стали марки Ст.3.

Для получения продуктов диспергирования стали использована лабораторная электроэрозионная установка с одиночными электродами. Электро-

ды были изготовлены из пластинки стали марки Ст.3 с размерами 10X40 мм, а в качестве диэлектрической среды использованы гексан и этиловый спирт. Продукты электроискрового диспергирования стали находятся в составе твердой фазы, которая отделяется от жидкой фазы декантацией. Выделенный продукт промывается спиртом и затем высушивается в сушильном шкафу при 90-100°C. Фазовый состав продуктов изучен методом рентгенофазового анализа, а их дифрактограммы сняты на дифрактометре RINT-2500 HV. Дисперсность продуктов установлена методом электронной микроскопии. Микрофотографии продуктов сняты на эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOEL JSM-7600F.

На рис. 1 представлены дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования стали в гексане и спирте.

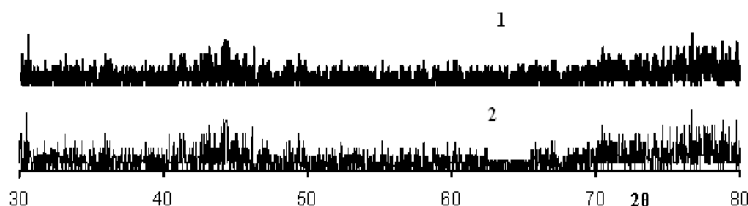


Рис.1. Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования стали Ст.3 в гексане (1) и спирте (2).

Анализ дифрактограмм показывает, что продукты электроискрового диспергирования стали, не зависимо от природы жидкой среды, характеризуются аморфной структурой. На это указывает отсутствие острых максимумов на дифрактограммах продуктов электроискрового диспергирования стали.

Сталь марки Ст.3 содержит: железа – 98-98,5%, углерода – 0,14-0,22%, кремния – 0,05-0,17%, марганца – 0,4-0,65%, хрома – до 0,3% [5].

Возможности образования «аморфного» нанопорошка Fe показано в работе [6]. При действии ультразвука на $\text{Fe}(\text{CO})_5$ в газовой фазе или на раствор $\text{Fe}(\text{CO})_5$ в декане в инертной атмосфере был получен рентгеноаморфный нанопорошок с размерами около 30 нм. Порошок состоял из > 96 мас.% Fe, < 3 мас. % C и 1 мас.% O. На дифрактограмме образовавшегося порошка не наблюдалось максимумов, что указывает на отсутствие в составе порошка кристаллической фазы. Авторы предполагают, что аморфизация вызвана большим содержанием углерода в исследуемых наночастицах. Действительно при электроискровом диспергировании стали в гексане и спирте, кроме фазовых и химических превращений материала электродов, также происхо-

дит разложение молекул жидкой среды с образованием свободного углерода в виде рентгеноаморфной сажи. В составе продуктов содержание свободного углерода может достигать до 10 %. Поэтому мы также считаем, что в условиях электроискрового диспергирования железа, находящийся в составе стали, может претерпевать фазовое превращение с образованием аморфных порошков железа.

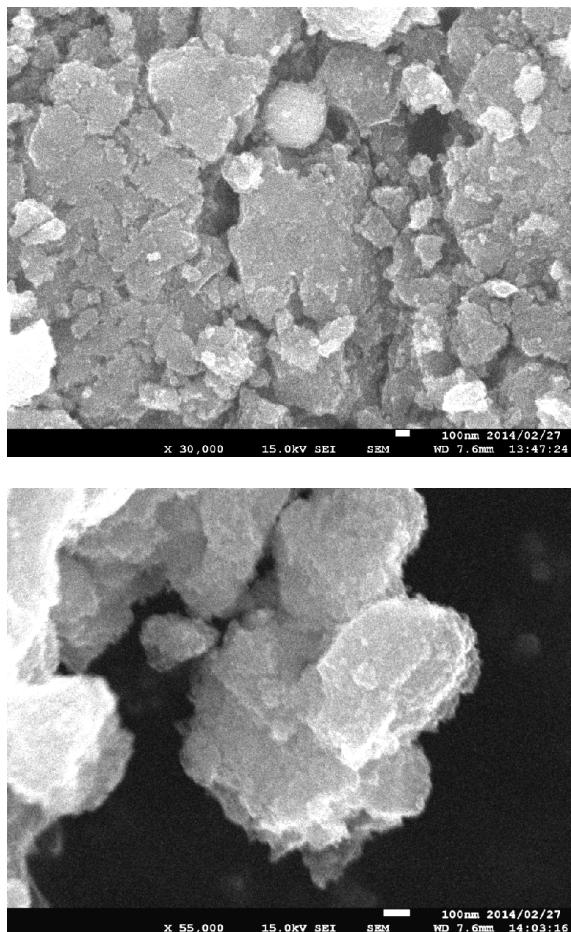


Рис.2. Микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования стали Ст.3 в спирте.

На рис.2 представлены микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования стали в спирте.

Анализ микрофотографий продуктов электроискрового диспергирования стали показывает, что продукты состоят из полидисперсных агрегатов частиц. Эти агрегаты состоят из наночастиц с размерами 10-20 нм, которые являются первичными и образуются на первичной стадии процесса диспергирования стали под действием искрового разряда.

Таким образом, результаты изучения продуктов электроискрового диспергирования стали в гексане и спирте показывают, что железо, находящееся в составе сплава диспергируется с образованием наночастиц с аморфной структурой.

Литература

1. Ломаева С.Ф., Елсуков Е.П., Коньгин Г.П., Дорофеев Г.А. и др. Фазово-структурное состояние и магнитные характеристики высокодисперсных порошков железа, полученных механоактивацией в органической среде в присутствии поверхностно-активного вещества // Коллоидный журнал, 2000, т.62, №5. – С. 644-653.
2. Ломаева С.Ф., Повстугар В.И., Быстров С.Г., Михайлова С.С. Исследование высокодисперсных порошков железа методами атомно-силовой микроскопии // Коллоидный журнал, 2001, т.63, №3. – С. 375-379.
3. Швец М., Кушевская Н.Ф. Высокодисперсные порошки железа, полученные термохимическим методом // Порошковая металлургия, 1998, № 5/6. – С.1-4.
4. Сатывалдиев А.С., Асанов У.А. Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. – Бишкек: КГНУ, 1995. – 187 с.
5. ГОСТ 380-2005.
6. Губин С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства //Успехи химии, 2005, т.74, №6. – С.539-574.

Рецензент: к.х.н., доцент Мурзабекова Э.Т.