

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЛЕНТЫ ИЗ АМОРФНЫХ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

А.В. Стрюков, Е.В. Шарлай, А.В. Роцин

Произведены коррозионные испытания на ленточных образцах аморфных и нанокристаллических сплавов 2НСП, 5БДСР, 82КЗХСП, 9КСП и Fe–В. Выполнена сравнительная характеристика коррозионной стойкости изучаемых образцов в воздушной среде.

Ключевые слова: коррозионные испытания, коррозионная стойкость в воздушной среде, степень кристалличности.

Теоретически аморфные сплавы должны корродировать в атмосфере в малой степени, поскольку их изотропная структура предполагает отсутствие поверхностных энергетически насыщенных дефектов, обуславливающих появление центров коррозии. В реальности это далеко не так, поскольку обеспечить на практике получение бездефектного материала с воспроизводимыми свойствами весьма сложно. В связи с этим появляется проблема коррозионной стойкости аморфных сплавов.

На сегодняшний день существуют данные по коррозионной стойкости аморфных сплавов в растворах электролитов. Как правило, образцы изготавливали в виде лент, скорость коррозии оценивалась по уменьшению массы образцов при погружении их в раствор электролита в открытой атмосфере [1]. В настоящее время существует метод исследования коррозионной стойкости аморфных сплавов в воздушной среде. Такой метод позволяет проводить коррозионные испытания аморфных сплавов в условиях, максимально приближенных к реальным [2].

Исследования производили на ленточных образцах, изготовленных из аморфных сплавов 2НСП, 5БДСР, 82КЗХСП, Fe–В, 9КСП толщиной 15–30 мкм. Исходные аморфные ленты были получены на Ашинском металлургическом заводе. Перед началом эксперимента с помощью рентгеноструктурного анализа [3] была произведена аккредитация образцов на степень кристалличности.

Исследуемые образцы аморфной ленты после аттестации предварительно взвешивали на

аналитических весах фирмы Sartorius (точность $\pm 0,00005$ г) в научно-образовательном центре «Нанотехнологии» Южно-Уральского государственного университета. Далее образцы помещали в кварцевые стаканы, предварительно прокаленные и доведенные до постоянной массы. Коррозионные испытания проходили в камере, в которой были созданы следующие условия: температура 85–90 °С и влажность 100 %. В ходе испытаний образцы периодически взвешивали и фиксировали изменение массы.

В таблице приведен химический состав изучаемых сплавов.

На рисунке представлен график изменения относительной массы во времени коррозионных испытаний.

Относительную массу рассчитывали по уравнению:

$$m_{\text{отн}} = \frac{m_X - m_0}{m_0}, \quad (1)$$

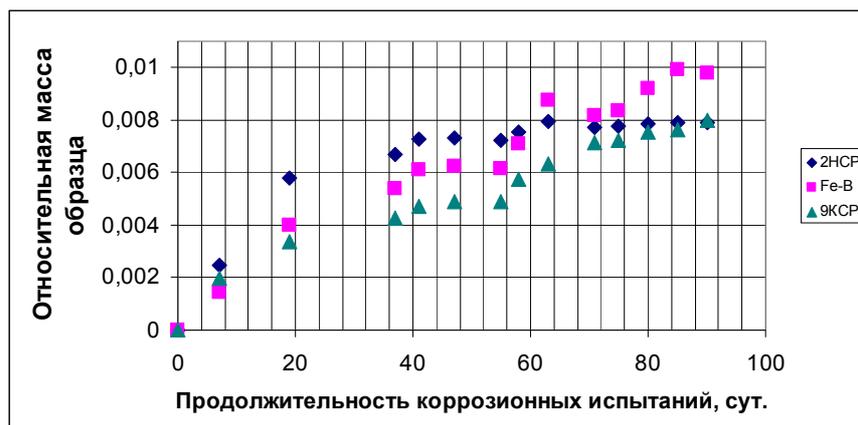
где $m_{\text{отн}}$ – относительная масса исследуемого образца; m_X – масса исследуемого образца после коррозионных испытаний; m_0 – начальная масса исследуемого образца.

Из представленных на рисунке данных следует, что наиболее коррозионно-стойким является сплав 82КЗХСП на основе кобальта, так как за время испытаний он демонстрирует минимальный прирост относительной массы, наименее коррозионно-стойким является сплав Fe–В.

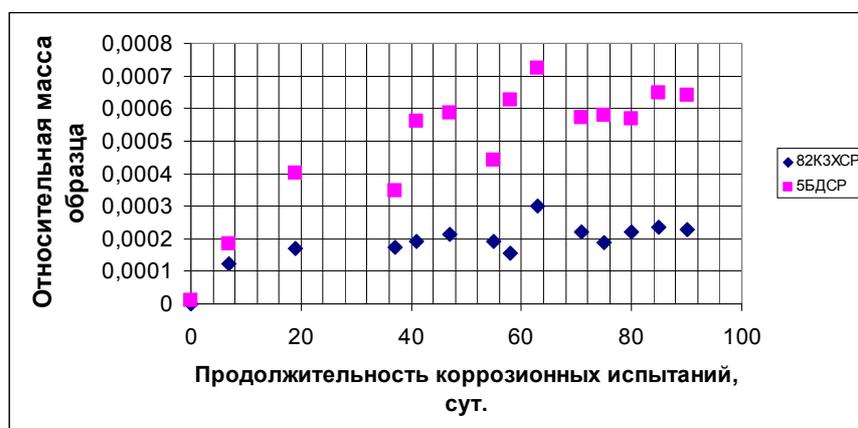
Продолжительность экспериментов позволяет выполнить оценку режима окисления исследован-

Химический состав исследуемых аморфных сплавов

Марка сплава	Содержание элементов, мас. %										
	Si	B	Fe	Cr	Ni	Co	Nb	Cu	C	S	P
82КЗХСП	7,2	2,5	4,3	4	–	ост.	–	–	< 0,05	0,015	0,015
5БДСР	7,7	1,35	ост.	–	–	–	4,9	1,25	< 0,05	0,015	0,015
2НСП	5,3	3,2	ост.	–	1,8	–	–	–	< 0,03	0,015	0,015
9КСП	6,7	3	ост.	–	–	9,2	–	–	< 0,03	0,015	0,015
Fe–В	1,1	19	ост.	–	–	–	–	–	< 0,05	0,015	0,015



а)



б)

Изменение относительной массы исследуемых образцов в ходе коррозионных испытаний:
а – сплавы 2НСП, Fe-B, 9КСР; б – 82К3ХСП, 5БДСР

ных образцов. Так, приращение относительной массы таких сплавов как 2НСП и 82К3ХСП постепенно замедляется и выходит на прямую, параллельную оси ординат. Подобная кинетика окисления, вероятно, свидетельствует об образовании на поверхности образцов плотной пленки продуктов коррозии, препятствующей дальнейшему окислению. Относительное изменение массы Fe-B между замерами практически постоянно, наблюдается линейный рост массы продуктов коррозии. Это соответствует росту пористой (незащитной) пленки на поверхности сплава [4].

Относительная масса сплавов 9КСР и 5БДСР продолжает увеличиваться и на данный момент однозначно охарактеризовать кинетический режим трудно. Дальнейшие исследования помогут установить, по каким законам происходит процесс коррозии этих сплавов.

Литература

1. Масумото, Т. Коррозионные свойства аморфных металлов / Т. Масумото, К. Хашимото, М. Нака // Сб. науч. тр. / под ред. Б. Кантора. – М., 1983. – С. 412.
2. Стрюков, А.В. Разработка метода исследования коррозии аморфных сплавов в воздушной среде / А.В. Стрюков, Е.В. Шарлай, А.В. Роцин // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Металлургия». – 2012. – Вып. 19. – № 39 (298). – С. 125.
3. Гойхенберг, Ю.Н. Структура и магнитные свойства аморфных сплавов при разной степени их кристаллизации / Ю.Н. Гойхенберг, В.Е. Роцин, С.И. Ильин // Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов: тр. XIII Рос. конф. – Екатеринбург, 2011. – С. 38.
4. Жук, Н.П. Курс коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук. – М.: Metallurgia, 1967. – 26 с.

Стрюков Александр Васильевич, аспирант кафедры металлургии и литейного производства, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. E-mail: sprank74@mail.ru.

Шарлай Екатерина Валерьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. E-mail: sharlayev@rambler.ru.

Роцин Антон Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры металлургии и литейного производства, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. Тел.: (351)2679161. E-mail: ant@met.susu.ac.ru.

**Bulletin of the South Ural State University
Series "Metallurgy"
2013, vol. 13, no. 1, pp. 211–213**

COMPARATIVE ANALYSIS OF CORROSION RESISTANCE OF RIBBONS FROM AMORPHOUS AND NANOCRYSTALLINE ALLOYS IN AN AIR ENVIRONMENT

A.V. Stryukov, E.V. Sharlay, A.V. Roshchin

Corrosion tests have been performed for samples of amorphous and nanocrystalline alloys 2NSR, 5BDSR, 82K3KhSR, 9KSR and Fe–B. Comparative characteristic of corrosion resistance of the samples in the air has been studied.

Keywords: corrosion testing, corrosion resistance in the air, extent of crystallinity.

Stryukov Aleksandr Vasil'evich, post-graduate student of the Metallurgy and Foundry Department, South Ural State University. 76 Lenin avenue, Chelyabinsk, Russia 454080. E-mail: sprank74@mail.ru.

Sharlay Ekaterina Valer'evna, candidate of chemical science, associate professor of the Inorganic Chemistry Department, South Ural State University. 76 Lenin avenue, Chelyabinsk, Russia 454080. E-mail: sharlayev@rambler.ru.

Roshchin Anton Vasil'evich, doctor of engineering science, professor of the Metallurgy and Foundry Department, South Ural State University. 76 Lenin avenue, Chelyabinsk, Russia 454080. Tel. 7(351)2679161. E-mail: ant@met.susu.ac.ru.

Поступила в редакцию 7 марта 2013 г.