

1. Круглова Г.В., Князюк Л.В. Определение размеров дефектов сварных соединений по сканированным рентгеновским снимкам // Дефектоскопия. 2004. №1. С. 74-75

МЕХАНОСИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГРАФИТА И ОКСИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Скрыльник М.Ю.^{1,2}, Печищева Н.В.¹, Эстемирова С.Х.^{1,2}

¹) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия

²) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: mariyaskrylnik@mail.ru

MECHANOSYNTHESIS OF NANOCOMPOSITES BASED ON GRAPHITE AND TRANSITIONAL METAL OXIDES AND THEIR ELECTROCHEMICAL CHARACTERISTICS

Skrylnik M.Yu.^{1,2}, Pechishcheva N.V.¹, Estemirova S.Kh.^{1,2}

¹) Institute of Metallurgy, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

²) Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

The C/Me_xO_y nanocomposites (C-graphite; Me = Fe, Cu, Co, Mn) were obtained by the method of joint mechanical activation; all oxides are partially reduced during grinding; the electric capacity decreases in the series Mn, Co, Cu, Fe; the highest capacity (45 F/g) is possessed by the C/MnO₂ composite.

Композиционные материалы на основе углеродной матрицы (УМ) находят широкое применение во многих сферах, в том числе в качестве экологически чистых накопителей энергии – электрохимических суперконденсаторов [1]. Композиты на основе УМ и оксидов переходных металлов (ПМ) относятся к гибридным конденсаторам, в которых электрическая емкость суммируется от двойного электрического слоя и фарадеевских процессов [2]. Композиты представляют собой наноструктуру, содержащую частицы металла, стабилизированные в УМ и ассоциированы с ней. Для их получения поверхность инертного углерода требует активации и функционализации. Одним из простых, но надежных способов получения таких композитов является совместная механоактивация (МА) УМ с оксидами ПМ [3].

В данной работе были получены нанокompозиты C/Me_xO_y методом МА графита с оксидами ПМ, установлен фазовый состав, выявлены закономерности

влияния типа ПМ на электрохимические параметры. Исходные оксиды Fe_2O_3 , Co_3O_4 , CuO , Mn_2O_3 , MnO_2 и графит, переведенные в наноразмерное состояние, были подвергнуты совместной МА в соотношении $\text{C}:\text{Me}_x\text{O}_y=1:2$, продолжительность размола-150 минут.

Рентгеновский анализ показал, что при совместной МА происходит частичное восстановление оксидов ПМ, вероятно, при непосредственном взаимодействии оксидов с графитом. Наиболее интенсивно (до 50 %) восстанавливается CuO до Cu_2O . Около 30% Co_3O_4 и Mn_2O_3 переходит в CoO и Mn_3O_4 соответственно. Почти 50 % оксида MnO_2 (Рис. 1а) частично восстанавливается до Mn_2O_3 и Mn_3O_4 . Микроструктурное состояние графита изменяется неодинаково и зависит от типа оксида Me. В $\text{C}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{C}/\text{Co}_3\text{O}_4$ изначально полуаморфное состояние графита остается таковым в течение всего размола. Частично графитизированный углерод в C/CuO и $\text{C}/\text{Mn}_2\text{O}_3$ полностью переходит в рентгеноаморфное состояние. А в случае C/MnO_2 происходит процесс графитизации изначально аморфного углерода.

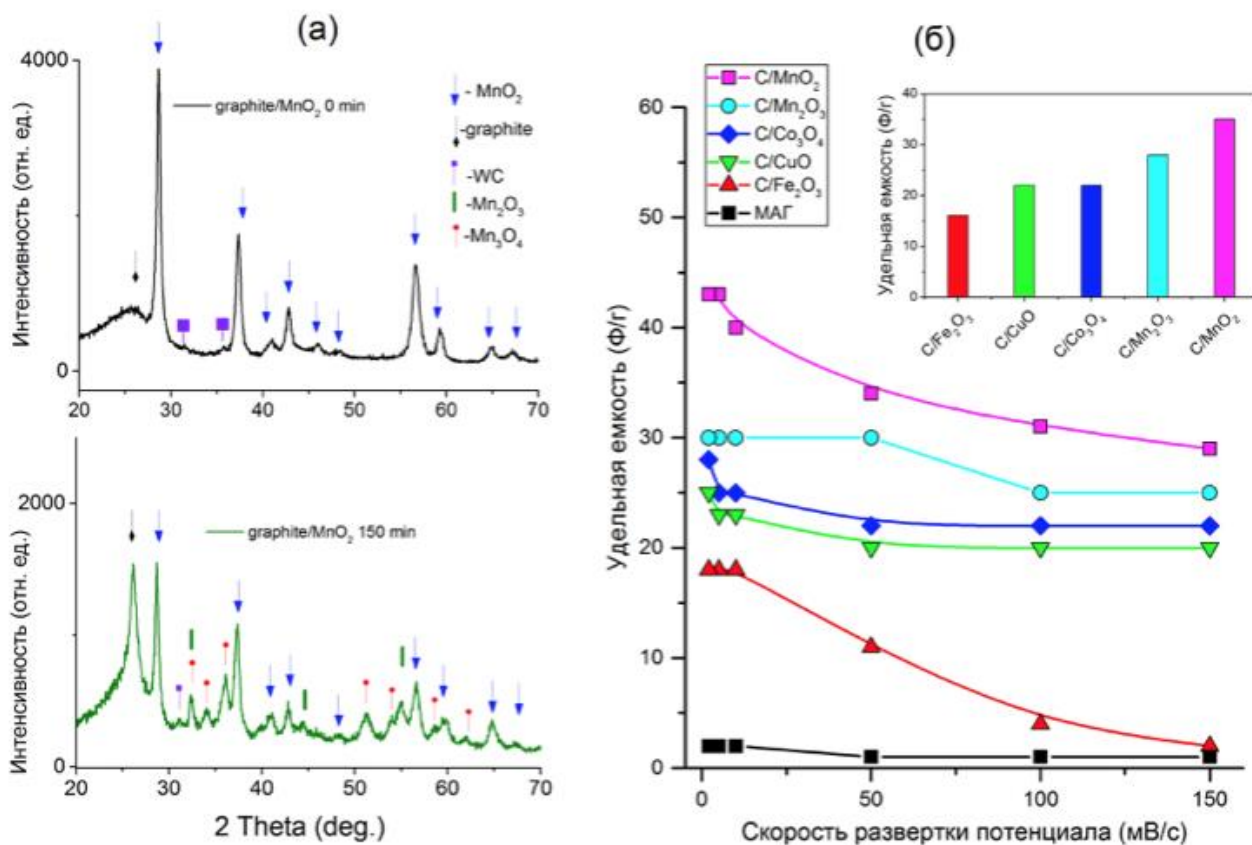


Рис. 1. Дифрактограммы исходного и МА композита C/MnO_2 (а); Зависимость удельной емкости от скорости развертки потенциала композитов (б); на вставке – гистограмма, показывающая удельную емкость композитов.

Электрохимические измерения показали, что с увеличением продолжительности МА электрическая емкость всех композитов возрастает и выходит на насыщение после 60 минут размола. Это свидетельствует о том, что ассоциация частиц оксидов ПМ с УМ наступает уже в первый час МА. Анализ формы циклических вольтамперограмм свидетельствует о том, что доминирующими являются фарадеевские процессы. Для всех нанокompозитов удельная емкость постепенно уменьшается с увеличением скорости развертки потенциала (рис. 1б). Более заметное снижение емкости наблюдается для нанокompозитов C/MnO₂ и C/Fe₂O₃. Для C/Co₃O₄ и C/CuO значения емкости слабо зависят от скорости развертки. Наибольшей емкостью обладают композиты на основе оксидов Mn (рис. 1б), что объясняется наименьшим значением электродного потенциала ОВ реакции Mn⁺²/Mn. Предполагается исследовать влияние углеродной матрицы и соотношения компонентов композитов на электрическую емкость.

Работа выполнена по Государственному заданию ИМЕТ УрО РАН в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий по теме 0369-2019-0001.

1. X. Zhao, B.M. Sánchez, P.J. Dobson, P.S. Grant, *Nanoscale* 3, 839–855 (2011).
2. Савицкая Т.А., Котиков Д.А., Шичкова Т.А. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем: пособие для студентов химического факультета. Минск: Изд-во БГУ, 2011. 82 с.
3. Lili Zhang, Stephanie L. Candelaria, J. Pow. *Sources*, 215-223 (2013).