

СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРОВ ГЛУБОКОГО ОКИСЛЕНИЯ ИЗ СВС-ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

В.Н.Борщ^{*}, С.Я.Жук, В.Н.Санин, Е.Андреев, В.И.Юхвид

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук, Черноголовка, Россия

^{*}borsch@ism.ac.ru

Реакции глубокого окисления лежат в основе многих процессов, широко используемых в различных областях промышленности и хозяйства. Важнейшими из них являются экологическая (нейтрализация выбросов автотранспорта и промышленных производств), пожаровзрывобезопасность (предотвращение накопления в воздушной среде горючих компонентов – водорода, СО, углеводородов), беспламенное сжигание топлив (каталитические генераторы тепла), топливные элементы и др. Поэтому разработки катализаторов глубокого окисления интенсивно ведутся и в настоящее время, не теряя своей актуальности.

Нами ранее был разработан новый класс полиметаллических катализаторов, получаемых из сложных многокомпонентных СВС-интерметаллидов, с высокой активностью и стабильностью в процессах глубокого окисления СО и углеводородов [1–4]. Основными компонентами этих систем являлись никель и железо с добавками промоторов (Со, Мп). Активная фаза этих катализаторов представляла собою сильно разупорядоченный, в значительной степени аморфный, металлический слой с наноструктурированной поверхностью. Все полученные катализаторы являлись ферромагнетиками.

Представлялось интересным, используя это последнее свойство, изучить влияние магнитного поля (МП) в процессе синтеза катализаторов на их физико-химические и каталитические свойства с целью возможного управления этими свойствами. Процесс выщелачивания интерметаллидных прекурсоров производился в стакане, помещенном в зазор электромагнита со средней индукцией 540 Гаусс в режиме постоянного поля и 190 Гаусс – в режиме переменного поля с частотой 50 Гц. В магнитном поле проводились две первые стадии обработки – самопроизвольная реакция (1 час) и кипячение (1 час). Выдержка и отмывка осуществлялись в отсутствие поля. Окончательная стабилизация катализаторов раствором пероксида водорода также велась в магнитном поле. В качестве объекта исследования использовались катализаторы 51Fe-34Ni-10Co-5Mn.

Образцы, полученные в постоянном МП имели удельную поверхность $22.5 \text{ м}^2/\text{г}$, в переменном поле - $19.8 \text{ м}^2/\text{г}$. Результаты рентгенофазового анализа (РФА) порошков катализаторов представлены на рис.1 и 2.

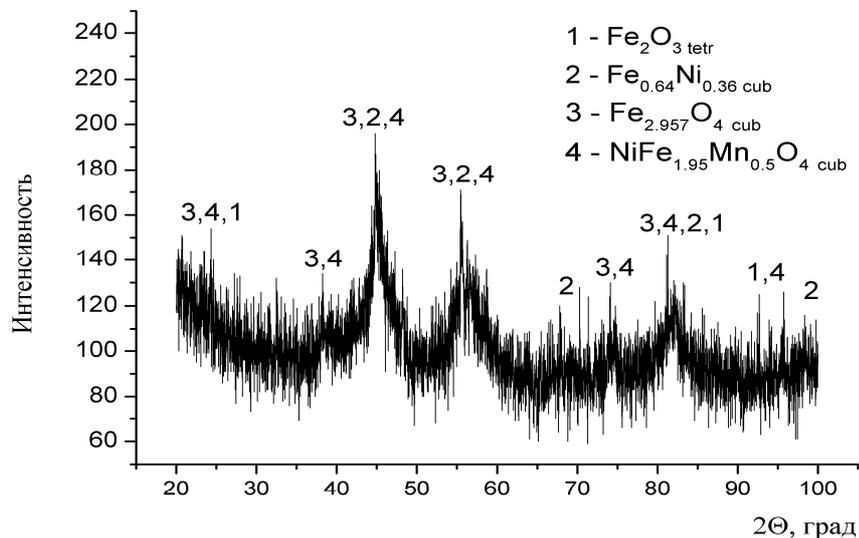


Рис.1. РФА образца FeNiCoMn-катализатора, полученного в постоянном МП

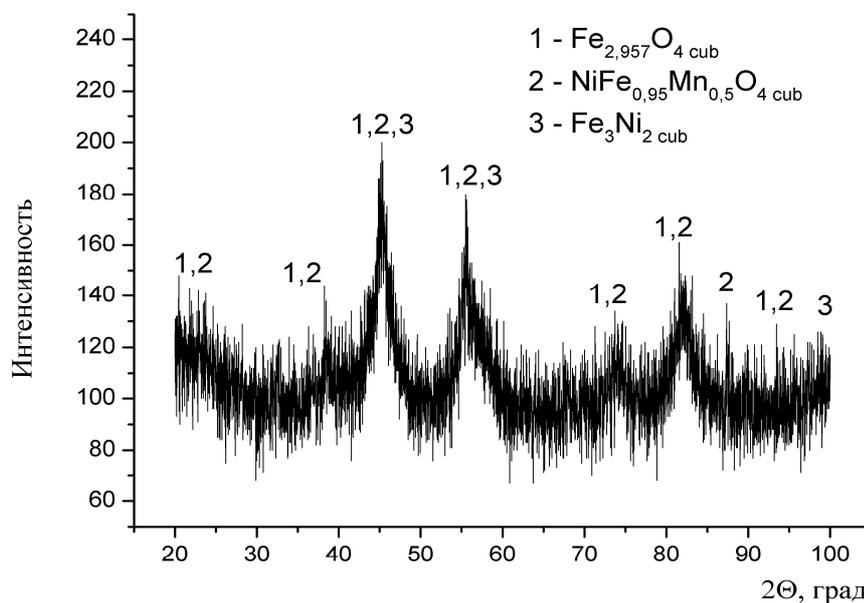


Рис.2. РФА образца FeNiCoMn-катализатора, полученного в переменном МП

Можно видеть, что фазовый состав образцов близок, но не идентичен. На рис.1 отмечается фаза оксида железа Fe_2O_3 , отсутствующая на рис.2. Кроме того, составы металлической Fe_xNi_y и манганатной $\text{FeNi}_x\text{Mn}_{0.5}\text{O}_4$ фаз также отличаются. По

результатам СЭМ, наблюдаются различия и в морфологии поверхности этих образцов (рис. 3 и 4).

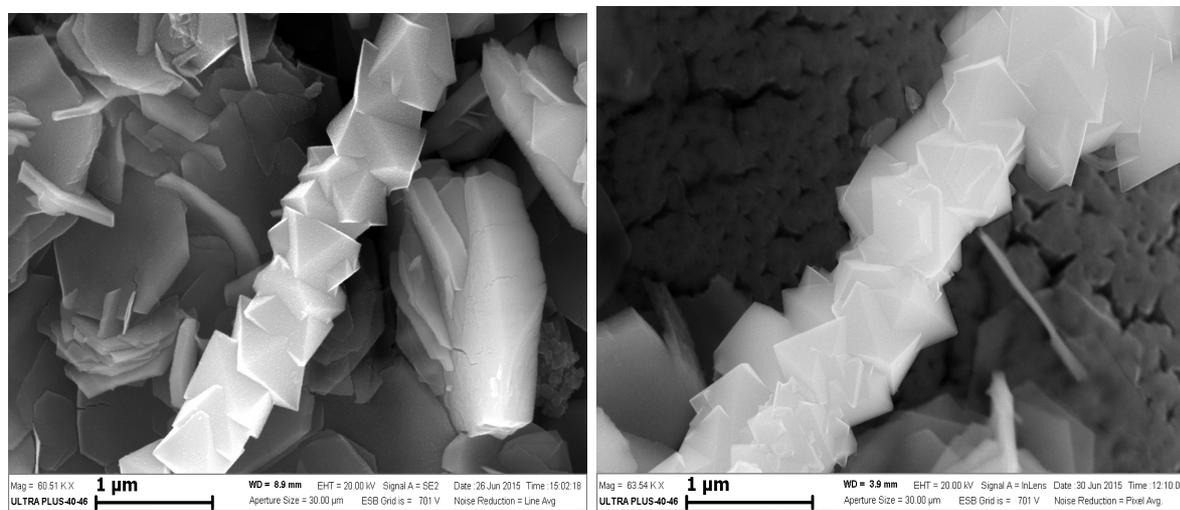


Рис.3. Поверхность FeNiCoMn катализатора, синтезированного в постоянном МП

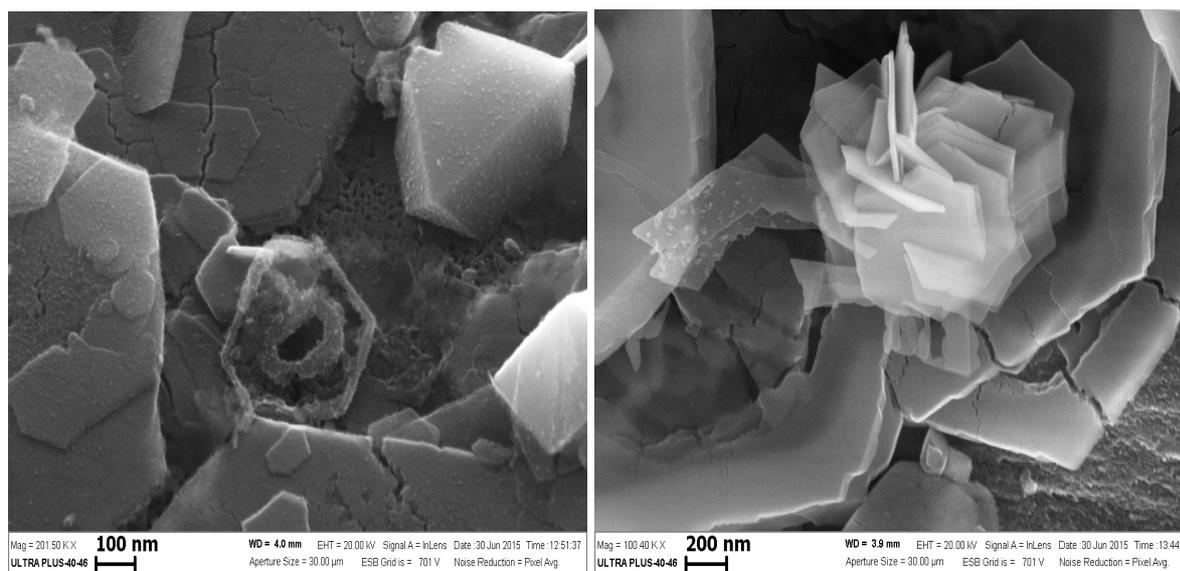


Рис.4. Поверхность FeNiCoMn катализаторов, синтезированных в переменном МП

Для этих образцов, так же как и для образцов, полученных в отсутствие поля, характерно наличие наноструктур в форме плоских шестигранников. Однако на рис.3 отсутствуют типичные для смешанных железо-никелевых катализаторов «гайки», т.е. шестигранники с незаросшей центральной частью. На поверхности образцов, полученных в постоянном МП, на поверхности наблюдаются линейные цепочки из

сросшихся ромбоэдров, скорее всего Fe_2O_3 . Это обусловлено, по-видимому, ориентирующим воздействием поля.

Каталитические свойства полученных образцов были изучены на примере реакции глубокого окисления СО и пропана (рис.5).

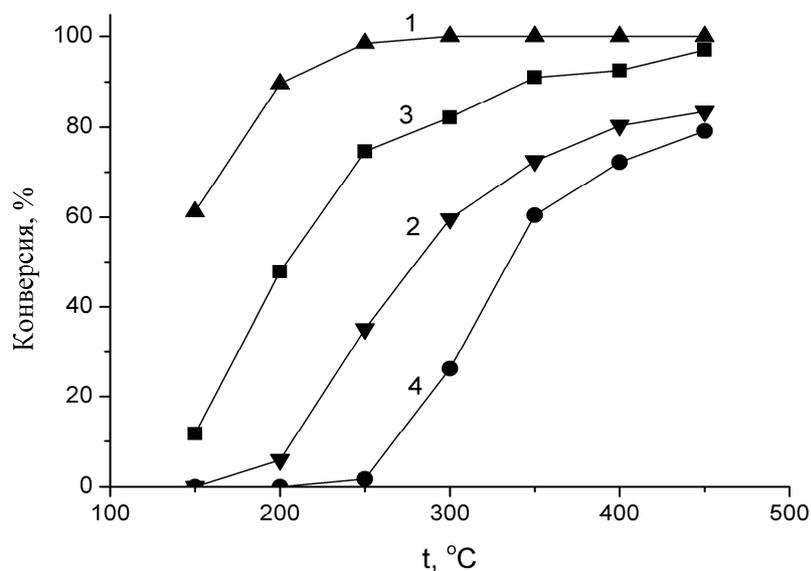


Рис.5. Зависимость конверсии СО и пропана от температуры на катализаторах, синтезированных в магнитных полях: постоянном 3 - СО, 4 – пропан, и переменном 1 – СО, 2- пропан. Состав модельной газовой смеси: 0.2 % об. пропана, 0.7% об. СО, 2.2 % об. O_2 , остальное – азот. Объемная скорость газа $120\ 000\ \text{ч}^{-1}$.

Отметим, что активность катализаторов, полученных в постоянном МП, заметно ниже, чем таковая для образцов из переменного МП (при конверсии 70% $\Delta t > 100^\circ$ для СО и $\sim 50^\circ$ - для пропана).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что воздействием магнитного поля в процессе синтеза данных катализаторов можно управлять их физико-химическими и каталитическими свойствами.

Литература

- [1] В.Н. Борщ, Е.В. Пугачева, С.Я. Жук, Д.Е. Андреев, В.Н. Санин, В.И. Юхвид, Доклады АН, 419, (2008) 775-777.
- [2] В.Н. Санин, Д.Е. Андреев, Е.В. Пугачева, С.Я. Жук, В.Н. Борщ, В.И. Юхвид, Неорг. материалы, 45, (2009) 1-8.
- [3] E.V. Pugacheva, V.N. Borshch, S.Ya. Zhuk, D.E. Andreev, V.N. Sanin, V.I. Yuxhvid, Inter. Journal of SHS, 19, (2010) 65-69.

[4] Е.В. Пугачева, В.Н. Борщ, С.Я. Жук, В.Н.Санин, Д.Е.Андреев, В.И. Юхвид, Российские нанотехнологии, 10, (2015) 12-17.