

СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА КОБАЛЬТ-ЦИНКОВЫХ ФЕРРИТОВ ДЛЯ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Гайдук Ю.С.¹, Усенко А.Е.¹, Паньков В.В.¹, Шевцова К.А.², Коробко Е.В.²

- 1) Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
- 2) Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Национальной Академии Наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

Методом распылительной сушки с последующей термообработкой (740 °С) синтезированы порошкообразные кобальт-цинковые наноферриты $\text{Co}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ [1]. Методами магнитного анализа, рентгенофазового анализа, просвечивающей (ПЭМ), сканирующей (СЭМ) электронной микроскопии, ИК-спектроскопии исследованы структурные и микроструктурные особенности. Показано, например, что порошкообразный материал состава $\text{Co}_{0,65}\text{Zn}_{0,35}\text{Fe}_2\text{O}_4$ обладает коэрцитивной силой $H_c(10\text{K}) = 10,9 \text{ kOe}$, $H_c(300 \text{ K}) = 0,4 \text{ kOe}$ и приведенной остаточной намагниченностью $M_r/M_s(10\text{K}) = 0,75$, $M_r/M_s(300\text{K}) = 0,24$. Установлено, что предложенная методика синтеза позволяет получать наночастицы ферритов с повышенной степенью кристалличности и размерами $\sim 60 \text{ нм}$.

Согласно данным СЭМ, до отмывки не участвующей в синтезе инертной матрицы NaCl продукт реакции представляет собой сферы (размер 1,5 – 3,5 мкм), иногда неправильной формы, полые внутри и состоящие из твердофазных частиц включающих продукт и NaCl. Сферы являются результатом дегидратации капель, образующихся в результате распыления суспензии прекурсора (для состава $\text{Co}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$) в водном растворе NaCl. Вода при испарении смещает твердую фазу прекурсора на поверхность капель, где и образуется твердая оболочка, с освобождением объема внутри сферы. В некоторых местах сфер появляются отверстия вследствие выхода паров воды. В результате последующего растворения в воде хлорида натрия высушенный порошок $\text{Co}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ уже состоит из неагломерированных наноразмерных частиц. По данным ПЭМ отдельные частицы имеют преимущественный размер $\sim 60 \text{ нм}$ и округлую форму.

Удельная намагниченность исследованных порошков имеет значения, близкие к значениям для кобальт-цинковых ферритов, полученных другими методами, например, методом соосаждения из водных растворов неорганических солей металлов, соосаждения в водноспиртовых растворах из органических солей металлов, золь-гель методом.

Получена зависимость напряжения сдвига магнитно-реологических жидкости, содержащей 20 мас.% порошка $\text{Co}_{0,65}\text{Zn}_{0,35}\text{Fe}_2\text{O}_4$, в отсутствие магнитного поля (рис. 1 а) и в зависимости от индукции магнитного поля (рис. 1б) при скорости сдвига 200 c^{-1} , $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Высокое значение напряжения сдвига (1000 Па) при сравнительно невысоких значениях индукции магнитного поля (от 600 мТл и выше) позволяет считать полученный материал пригодным для практического использования в качестве компонента наполнителя магнитно-реологической жидкости. Известно, что ферромагнитные порошки с большим значением остаточной намагниченности могут демонстрировать существенно меньшее увеличение вязкости в магнитном поле (например, $\text{Mn}_{0,3}\text{Fe}_{2,7}\text{O}_4$, кривые 2 на рис. 1).

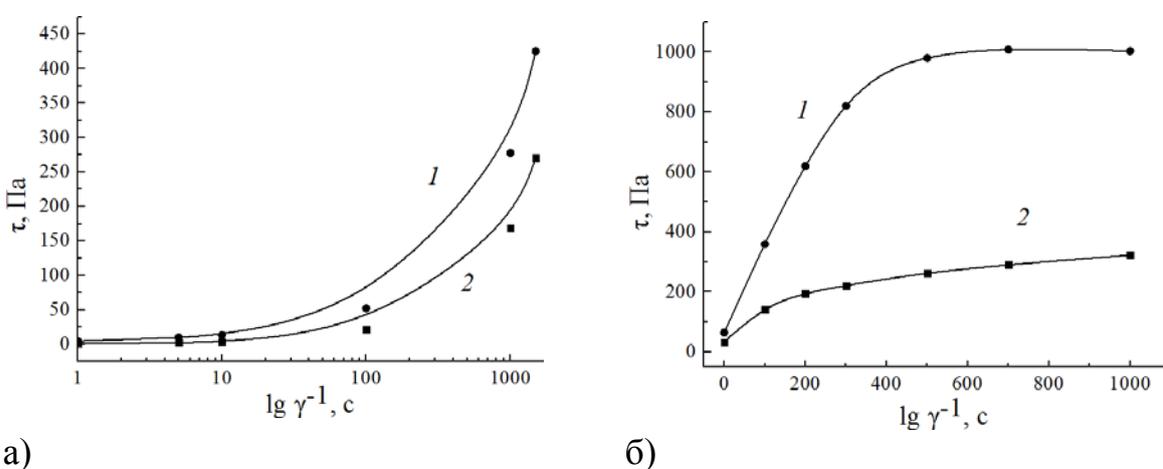


Рис.1. Зависимость напряжения сдвига МРЖ, содержащей 20 мас.% частиц $\text{Co}_{0,65}\text{Zn}_{0,35}\text{Fe}_2\text{O}_4$ в Mobil 22 а) от скорости сдвига при отсутствии магнитного поля б) от индукции магнитного поля, при скорости сдвига $\dot{\gamma} = 200 \text{ c}^{-1}$, $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$: 1 – $\text{Co}_{0,65}\text{Zn}_{0,35}\text{Fe}_2\text{O}_4$, 2 – $\text{Mn}_{0,3}\text{Fe}_{2,7}\text{O}_4$.

Из зависимости напряжения сдвига суспензии, приготовленной на основе порошка $\text{Co}_{0,65}\text{Zn}_{0,35}\text{Fe}_2\text{O}_4$ также видно, что напряжение сдвига суспензии возрастает при увеличении индукции магнитного поля и достигает максимального значения 1 кПа уже при 550 мТл, что значительно ниже, чем для большинства других известных материалов на основе легированных магнетитов и ферритов.

1. Петрова Е. Г., Шавшукова Я. А., Котиков Д. А., Лазнев К. В., Паньков В. В. // Известия Национальной Академии Наук Беларуси. Серия химических наук, 2018, том 54, № 4, с. 406 – 412.
2. Коробко Е. В., Паньков В. В., Котиков Д. А., Новикова З. А., Новик Е. С., Наноструктуры в конденсированных средах: сборник научных статей. – Минск: Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси, 20 – 23 августа 2018 г.