

воздушно-дуговой) резкой и заваривают вновь. Стыки трубопроводов, имеющие трещины длиной более 100 мм, полностью вырезают, и трубы заново сваривают.

Как вариант исправления дефекта можно использовать прогрев упрочненной (наклепанной) зоны, например, газовой струей. Процесс прогрева требует времени в десятки минут. В качестве нового варианта снятия напряжений в зоне сварного шва можно использовать операцию динамического отжига. В этом варианте зона сварного шва в широком диапазоне размеров продувается потоками порошковых частиц. Для этого используются порошковые частицы с размерами 1-200 мкм, метаемые со скоростью ~ 1000 м/с. Качественной особенностью этого эффекта является то, что твердость от поверхности до глубины ≈ 20 мм снижается на 10-15 HRC. Прошивка сварного шва производилась сгустком частиц вольфрама. Фотографии образца до и после прошивки шва показано на рисунке 1.

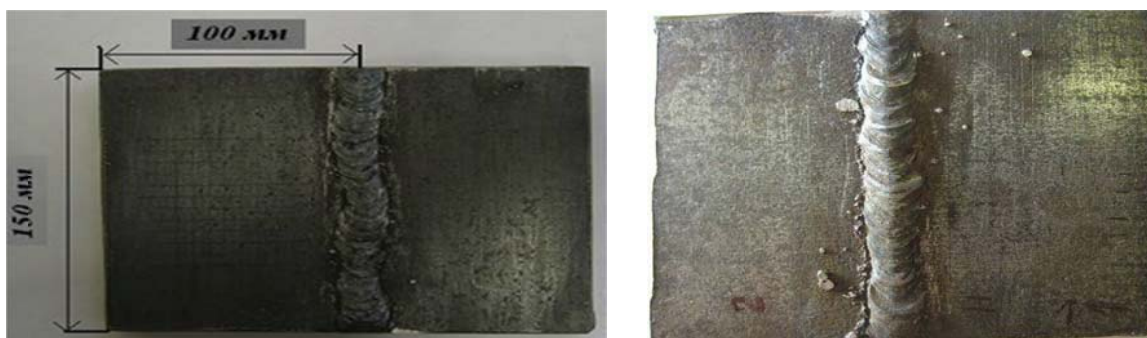


Рисунок 1 – Фотографии образцов:

- а – до обработки потоком высокоскоростных частиц вольфрама;
- б – после обработки потоком высокоскоростных частиц вольфрама

Для оптимизации схемы эксперимента было проведено исследование распределения твердости по поверхности образца при обработке только ударной волной и при обработке потоком частиц вольфрама.

УДК 621.745.669.13

Механоактивируемый, самораспространяющийся, высокотемпературный синтез ультрадисперсных порошков ферромагнетиков-шпинелей

Студентка гр.104611 Демьянчик Г.А.
Научные руководители – Лецко А.И., Керженцева Л.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью данной работы являлось исследование возможностей получения ультра – и нанодисперсных магнитомягких порошков ферромагнетиков – шпинелей CoFe_2O_4 и NiFe_2O_4 , методом механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

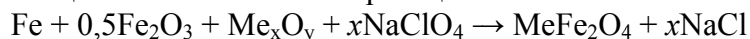
Метод СВС является одним из перспективных методов получения порошковых материалов. Условия данного метода влияют не только на химический и фазовый состав образующихся соединений, но и на морфологию и размер частиц.

Интенсивно исследуемый метод механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС) позволяет целенаправленно влиять на структурное состояние реакционной шихты и параметры СВС, регулируя механизм фазо- и структурообразования материалов в процессе синтеза.

Для исследования были выбраны композиции CoFe_2O_4 и NiFe_2O_4 . Порошки получали методом механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС). Механоактивацию реакционной смеси проводили в атриторе А – 4,5.

Магнитомягкие порошки со шпинельной структурой типа MeFe_2O_4 (Me=Co, Ni) получали из реакционной смеси с использованием внутреннего окислителя NaClO_4 , что позволило осуществить синтез на воздухе без использования реакторов и специальных атмосфер.

Общая химическая схема реакции:



Оксиды металла выполняли функцию разбавителя, чтобы реакция не была слишком экзотермичной. Для обеспечения достаточной скорости горения и предотвращения процессов спекания, рекристаллизации и роста зерен, синтез оксидов шпинельного типа методом СВС осуществляют при соотношении $\text{Fe}:\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 - 4$ моль.

Для получения ультрадисперсных порошков магнетита использовали предварительную механоактивацию порошковой смеси оксида железа с железом в среде спирта, что позволило увеличить интенсивность взаимного измельчения компонентов.

Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что при всех исследованных режимах механоактивации формируется однофазный продукт (рисунок 1).

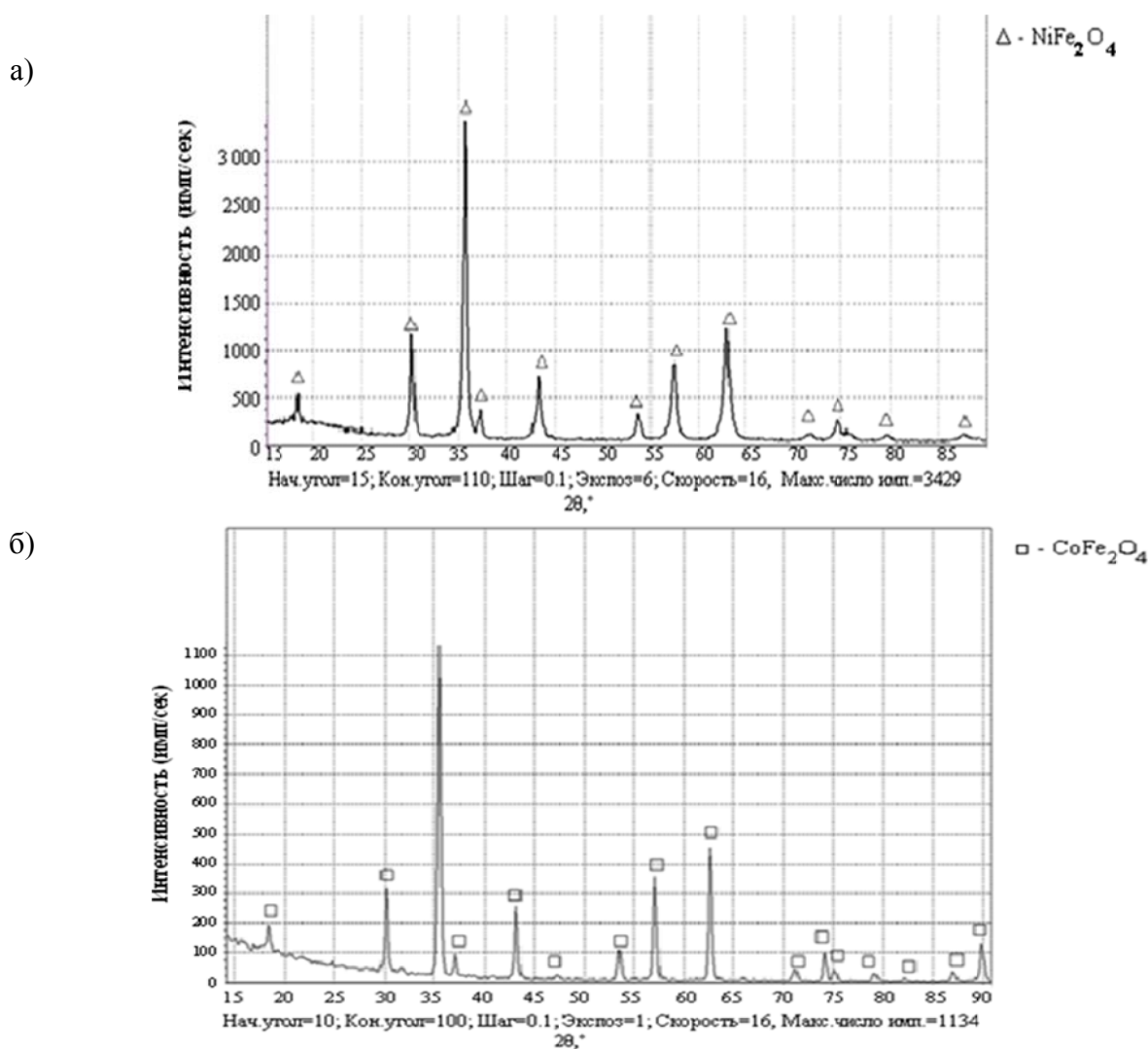


Рисунок 1 - Дифрактограммы порошков, полученных методом СВС с использованием предварительной механоактивации реакционной смеси (4 часа) в среде спирта:

а – NiFe_2O_4 ; б – CoFe_2O_4

Синтезированные с использованием механоактивации порошки имеют сложную многоуровневую структуру (рисунок 2). Первичные наноразмерные ($\approx 20\text{--}150$ нм) частицы объединяются (спекаются) в более крупные агломераты размером от 0,5 до 2—3 мкм. Эти агломераты, в свою очередь, объединяются в более крупные вторичные агрегаты и агломераты. С увеличением продолжительности механоактивации размер частиц непрерывно уменьшается и выходит на насыщение после 6 часов, достигая 200 – 500 нм.

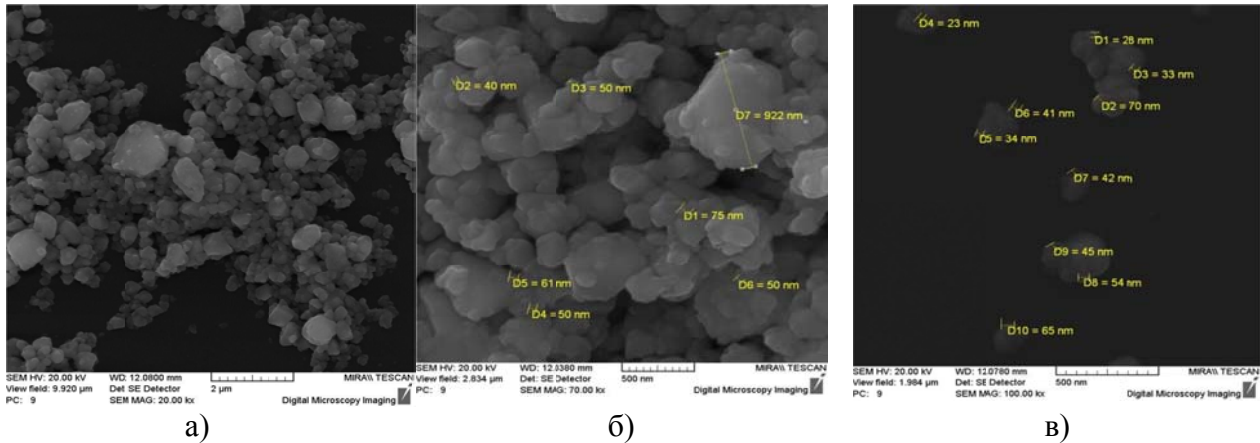


Рисунок 2 – Морфология поверхности и размер частиц порошка MeFe_2O_4 ($\text{Me}=\text{Co}, \text{Ni}$), полученного методом СВС с использованием предварительной механоактивации реакционной смеси в среде спирта:
 а – МА 1 час; б – МА 3 часа; в – МА 6 часов, после УЗ-диспергирования тонкой фракции

Таким образом, методом механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза получены магнитомягкие ультра- и нанодисперсные порошки ферромагнетиков – шпинелей NiFe_2O_4 и CoFe_2O_4 . Установлено, что для получения ультрадисперсных монофазных порошков ферромагнетиков – шпинелей эффективной является механоактивация в среде спирта. С увеличением продолжительности механоактивации размер частиц синтезированных порошков непрерывно уменьшается и выходит на насыщение после 6 часов, достигая 200 – 500 нм.