

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА Fe_2O_3 ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЕГО АЛЮМИНИЕМ В ПРОЦЕССЕ МЕХАНОСИНТЕЗА НАНОКОМПОЗИТОВ

Фалкова Александра Николаевна, Потапкин Василий Борисович
студентка

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: falkova@mail.ru

В настоящее время нанокomпозиты металл (смесь металлов) / оксид (карбид, борид, нитрид) находят широкое применение в качестве прекурсоров самовоспламеняющегося высоко температурного синтез. Механохимический подход может обеспечить получение широкого спектра наноразмерных композитных материалов, в том числе и с оксидами.

Целью работы являлось исследования процесса структурных превращений, происходящих в процессе механохимического восстановления оксида железа Fe_2O_3 алюминием. Для этого проводился кратковременный механический размол в течение 40 секунд смесей порошков оксида железа и алюминия разной концентрации в высокоэнергетичной шаровой мельнице планетарного типа. Исследование структурных превращений проводилось методами рентгеновской дифракции, мессбауэровской спектроскопии и ИК-спектроскопии.

Проведенный анализ экспериментальных данных о продуктах механохимического взаимодействия оксида железа с 2г алюминия показал, что уже после 40 сек происходит максимальное восстановление железа до 40% и $\alpha-Al_2O_3$ согласно реакции ($Fe_2O_3 + 2 Al \rightarrow Al_2O_3 + 2 Fe$). Кроме того, на мессбауэровских спектрах фиксируется небольшое количество недовосстановленных оксидов железа Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , $(Fe_{1-x}Al_x)_3O_4$, а также небольшое кол-во интерметаллидов Fe_2Al_3 , $FeAl$. Оценка размеров ОКР продуктов, образующихся в ходе МА смесей оксида железа с алюминием, сделанная на основании рентгенографических данных, свидетельствует об их наноразмерах.

При двукратном избытке алюминия восстановление большей части оксида железа с образованием $\alpha-Al_2O_3$ происходит так, что восстановленное железо взаимодействует с избытком алюминия, приводя к образованию смеси интерметаллических соединений, в которой больше всего интерметаллида $FeAl$.

При трехкратном избытке алюминия в исходной смеси заметно уменьшается скорость механохимического восстановления. Мессбауэровские исследования показали, что в процессе МА такой смеси идет только частичное восстановление $\alpha-Fe_2O_3$. 75% этого оксида не провзаимодействовало. Мы полагаем, что в этом случае, возможно, происходит капсулирование оксида железа алюминием, вследствие чего ухудшаются условия зародышеобразования, необходимые для прохождения топохимической реакции восстановления.

При четырехкратном избытке алюминия в исходной смеси восстановление оксида железа при исследованной продолжительности МА практически не происходит.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что механохимически можно достаточно эффективно получать нанокomпозиты интерметаллид / оксид с большим содержанием оксидной фазы, при этом состав интерметаллидной фазы и кинетика восстановления зависят от количества восстановителя в исходной смеси.