

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРОШКОВ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ СИСТЕМЫ Fe-Al МЕТОДОМ МХС

Борисова А.Л.⁽¹⁾, Тимофеева И.И.⁽²⁾, Васильковская М.А.⁽²⁾, Бурлаченко А.Н.⁽¹⁾,
Цымбалистая Т.В.⁽¹⁾

⁽¹⁾Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, 03680, Киев,
ул.Боженко, 11, Украина; borisov@paton.kiev.ua

⁽²⁾Институт проблем материаловедения им.И.Н.Францевича НАН У timof@ipms.kiev.ua

Алюминиды переходных металлов (Ni, Fe, Ti) отличаются высокой стойкостью к окислению и коррозии при повышенных температурах (до 600...1000 °С) в кислород- и серосодержащих средах, а также стойкостью к абразивному износу. В связи с этим они находят применение в качестве материалов для нанесения покрытий, в первую очередь методами газотермического напыления и электродуговой металлизации.

В последнее время ведутся активные разработки в направлении использования в качестве материала для нанесения покрытий интерметаллидов системы Fe-Al. Успех этих работ во многом определяется решением двух задач: создание относительно простой и недорогой технологии производства материалов (порошков или порошковых проволок) для нанесения покрытий и обеспечение повышенных механических характеристик этих покрытий путем легирования или формирования нанокристаллической структуры.

В настоящей работе представлены результаты исследования эволюции структуры и фазового состава интерметаллидов системы Fe-Al при формировании в условиях механохимического синтеза (МХС). В качестве исходных материалов использовали смеси порошков железа (марки ПЖР) и алюминия (ГОСТ 6058-73), рассчитанных на получение интерметаллидов трех составов (ат. %): Fe₃Al, FeAl и Fe₂Al₅. Синтез интерметаллидов методом МХС осуществляли в планетарной мельнице «Активатор 2SL» (скорость вращения барабанов вокруг своей -1500 и центральной оси – 1000 об./мин), а также в лабораторном атриторе (скорость вращения мешалки – 900 об./мин). Максимальное время обработки составляло 5 ч. В процессе МХС из шихты отбирали пробы порошков, которые исследовали методами металлографии (МГ), микродюротрии (МДМ) и рентгено-

структурного фазового анализа (РСФА). Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы. В процессе МХС частицы порошков алюминия и железа деформируются, наклепываются и дробятся. Если исходный размер частиц железного порошка был в диапазоне 60...100 мкм, а алюминиевого 40...100 мкм, то после 5 часовой обработки он не превышал 20 мкм.

Синтез рассчитанных интерметаллидных фаз протекает через ряд промежуточных соединений. Так в случае состава 3Fe+Al (ат. %) при времени синтеза 1,5 ч формируется твердый раствор алюминия в железе, затем при обработке в течение 3-х часов помимо твердого раствора появляется упорядоченная фаза FeAl, а также Fe₃Al с содержанием алюминия около 27 ат. %. При 5-часовой обработке продукт синтеза целиком состоит из Fe₃Al.

Микротвердость частиц с увеличением времени обработки монотонно возрастает и достигает 6750±1800 МПа при времени обработки 5 часов. При обработке в атриторе смеси, рассчитанной на получение Fe₃Al, даже в течении 5 часов новых фаз не обнаружено. В этом случае лишь образуются конгломератные частицы с повышенной по сравнению с чистыми металлами микротвердостью (1495±380 МПа).

При МХС смеси 50 ат. % Fe+50 ат. % Al в течение 5 часов образуется однофазный продукт – твердый раствор разупорядоченной фазы α-(Fe,Al), а в случае состава 2 ат. % Fe+5 ат. % Al – помимо фазы Fe₂Al₅ обнаружены примеси Fe₃Al и Al_{0,5}Fe_{0,5}. Однофазный продукт рассчитанного состава в этом случае был получен при увеличении продолжительности процесса МХС до 10 ч, либо путем отжига продуктов 5 часового синтеза при температуре 700 °С в течение 2 ч в среде аргона.