

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА СВС В РАСПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ СПЛАВОВ Al-TiC

Кандалова Е.Г., Макаренко А.Г., Луц А.Р., Орлов А.В.

Самарский государственный технический университет

Самара, Россия

SHS PROCESS AND STRUCTURE FORMATION OF Al-TiC COMPOSITE IN LIQUID ALUMINUM

Kandalova E.G., Makarenko A.G., Luts A.R., Orlov A.V.

Samara State Technical University

Samara, Russia

Алюминиевые композиционные сплавы, упрочненные тугоплавкими, высокопрочными частицами карбидов как, например, Al-TiC или Al-SiC, появились сравнительно недавно, однако сразу завоевали большой интерес.

В Самарском государственном техническом университете разработан уникальный метод получения лигатур [1] и композиционных сплавов, в частности, Al-TiC, сочетающий в себе традиционную литейную практику и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Технология позволяет вводить в расплав алюминия исходную порошковую шихту и синтезировать упрочняющую фазу непосредственно в расплаве. В процессе экзотермической реакции горения происходит образование целевой фазы в виде большого количества мелких включений. Разработанный метод СВС в расплаве позволяет получать заданный материал в одну стадию и при этом обеспечивать термодинамическую устойчивость, плотный контакт и хорошую адгезию между матрицей и упрочняющей фазой, а, главное, возможностью управления структурой и свойствами синтезируемого продукта.

В данной работе рассмотрено влияние некоторых технологических факторов на получение сплава Al-TiC, а именно: состав исходной СВС-шихты и предварительная механическая активация шихты. Также исследовалось влияние начальной температуры расплава - были выбраны 900 и 1000°C. Выбор температур обусловлен тем, что при температуре ниже 900°C, как показали предварительные термодинамические расчеты, синтез фазы TiC невозможен, а при температуре выше 1000°C проводить синтез нецелесообразно с экономической точки зрения.

В ходе экспериментального исследования в качестве исходных шихтовых материалов использовались порошки титана различных марок с различной степенью дисперсности: ПТС (средний размер частиц ≈ 120 мкм), ПТХ-6 (≈ 140 мкм) и ТПП-7 (≈ 250 мкм).

Предварительный анализ состояния вопроса по влиянию степени дисперсности порошка титана на классический синтез карбида титана показал, что лучшее качество карбида достигается при использовании полидисперсного порошка с частицами размером менее 90 мкм. В этом случае при смешении исходной шихты сажа лучше внедряется в поры металлических частиц, тем самым достигается однородность шихты и максимальная поверхность контакта реагентов. Мелкие порошки титана (менее 15 мкм) загрязнены адсорбированными примесями, значительно ухудшающими условия карбидизации. В случае крупных фракций титана (более 160 мкм) начинает сказываться большая разница между размерами частиц металла и углерода, что приводит к неоднородности шихты по составу.[2]

Эти данные оказались справедливыми и для исследуемого метода СВС в расплаве. Все три марки порошка титана, имеющие дисперсность более 90 мкм, показали при начальных температурах расплава 900°C и 1000°C слабую реакцию с большим количеством всплывающего шлака. Излом всех трех полученных образцов был вязкий, с остаточными включениями непрореагировавшей шихты. Полного усвоения не наблюдалось, вероятно, ввиду низкой степени дисперсности, что подтверждает вышеизложенные выводы.

Для увеличения степени дисперсности исходных порошков титана, а также повышения реакционной способности всей шихты было решено применить метод предварительной механической активации шихты. Активирование твердых веществ путем их механической обработки для увеличения площади контактирующих поверхностей реагентов могло бы значительно снизить требуемую для синтеза температуру ввода порошков, увеличить полноту усвоения вводимой шихты и повысить дисперсность образуемой. Исходную шихту подвергали активации в течение 2-3 часов. Также для повышения реакционной способности шихты и дополнительного удаления окисных пленок из расплава алюминия вводился флюс криолит в количестве 1% от массы плавки (в данном случае масса плавки составляла 300г.).

Результаты экспериментального исследования.

При использовании активированной шихты с порошками титана марок ПТХ-6 и ПТС, наилучшие результаты (6-8 объемн.% TiC) были получены при начальной температуре ввода порошков 1000°C с применением флюса.

Использование порошка титана марки ТПП-7, имеющего несколько больший размер частиц, но отличающегося большей чистотой по составу, дало наилучшие результаты. Исходная шихта с активированными порошками уже при 900°C с применением флюса образует целевую фазу TiC в количестве более 5 объемн. %. При температуре ввода 1000°C также образуется карбид титана, однако, количество синтезируемой фазы несколько больше.

Таким образом, преимущество применения метода механической активации исходной шихты для получения композиционного сплава Al-TiC методом СВС в расплаве очевидно.

1. Патент РФ № 2138572 от 19.10.1999г. Кандалова Е.Г., Макаренко А.Г., Никитин В.И.// Способ приготовления лигатуры алюминий-титан-бор
2. Попов Л С Технология СВС порошков // В сб. Технология Сер. Оборудование, материалы, процессы. 1988, вып. 1, с.3-16.