

Выводы: процесс прошивки матричного алюминия ступком порошковых частиц реализуется за счет последовательных взрывов по траектории движения, т.е. в зонах последующего армирования.

УДК 621.793

Механическая активация самораспространяющегося высокотемпературного синтеза $TiB_2/(Fe-Mo)$

Студент гр. 104610 Щербо А.С.
Научные руководители – Лецко А.И., Керженцева Л.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Развитие новой техники во многом связано с созданием новых материалов, способных работать в условиях высоких скоростей, температур, механических нагрузок, при воздействии агрессивных сред. Чтобы удовлетворять этим требованиям, материалы должны обладать сложным комплексом физико-механических, химических и других специальных свойств

К наиболее перспективным материалам относятся бориды титана, которые обладают высокой твердостью, жаропрочностью, износостойкостью, стойкостью к действию расплавленных металлов, высокой электро- и теплопроводностью в сочетании с низким удельным весом.

Одним из прогрессивных методов получения боридов является метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Метод СВС благодаря особенностям процесса: высокой температуре, превышающей в большинстве случаев температуру плавления хотя бы одного из реагентов; кратковременности химических и физических процессов; высокой скорости внутреннего саморазогрева; протеканию реакций в условиях резкого градиента температур и др. – позволяет получать материалы со структурой и свойствами, которые невозможно или трудно получить традиционными методами. Наиболее эффективным способом, обеспечивающим выполнение указанных выше условий, является метод механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС).

Под механоактивацией (МА) обычно понимают обработку порошкообразных шихт или пульп в энергонагруженных аппаратах (шаровых и планетарных мельницах, аттриторах). Механическую активацию шихты проводили в планетарной шаровой мельнице Pulverisette 6 с воздушным охлаждением (объем стакана 500 см^3 , диаметр шаров 5 мм, загрузка 1000 г, навеска обрабатываемого образца 100 г, скорость вращения стакана вокруг оси 550 об/мин).

Для исследований готовили два образца шихты, состоящей из смеси элементарных порошков титана, аморфного бора, железа и молибдена. Первый образец получали смешиванием компонентов шихты в смесителе. Второй образец содержал предварительно механоактивированную в планетарной мельнице смесь порошков железа и молибдена, далее смешанная в смесителе шихта подвергалась механообработке в аттриторе. Синтез проводили на универсальном экспериментальном комплексе в атмосфере аргона. Для определения температуры, развивающейся при протекании синтеза, использовали хромель-алюмелевые термопары, которые располагались на расстоянии два сантиметра друг под другом.

Обе системы «стартуют» при комнатной температуре. В образце без МА наблюдается на первоначальном этапе нестабильное горение с колебанием температуры. В образце с МА после стремительного и стабильного роста температуры наблюдается охлаждение продукта с высокой скоростью, которая после 10 – 15с быстро снижается. Далее продукт синтеза медленно остывает, что способствует полному протеканию и завершению всех процессов. Основные параметры процесса синтеза представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры процесса СВС композиционных порошков $TiB_2/(Fe-Mo)$

Параметр	без МА	с МА
Время задержки инициирования, с	5,7	4,7
Максимальная температура, °С	1910	2480
Скорость волны горения, см/с	0,78	1,37
Скорость нагрева вещества в волне, °С/с	840-1100	870-1200
Скорость охлаждения, °С/с	14-60	8-150

Большее время задержки инициирования для образца без МА связано с тем, что в такой шихте компоненты имеют более крупный размер частиц и требуют более длительного приложения теплового импульса для прогрева частиц и «запуска» реакции взаимодействия.

Скорость волны горения в активированной шихте почти в 2 раза выше, что можно объяснить большой удельной и контактной поверхностью. Положительное действие на рост скорости волны горения при МА оказывает более однородное распределение реагентов, рост концентрации дефектов и измельчение реагентов.

Максимальная температура горения образца шихты с МА заметно выше, чем для образца без МА. Предварительная МА шихты создает благоприятные условия для протекания реакции взаимодействия титана и бора в системе из хорошо перемешанных мелких частиц с большой контактной поверхностью между исходными компонентами. Рост температуры горения объясняется высокой скоростью тепловыделения за счет протекания химической реакции образования диборида титана.

Скорость нагрева вещества в волне для обоих образцов шихты приблизительно одинаковая. Высокая первоначальная скорость охлаждения для обоих образцов шихты свидетельствует о быстрой кристаллизации образовавшейся жидкой фазы. Первым кристаллизуется диборид титана и становится центром кристаллизации для других менее тугоплавких соединений. Более быстрое (в 2,5 раза) охлаждение образца с предварительной МА шихты говорит о высокой интенсивности кристаллизации диборида титана из жидкой фазы и препятствует росту его размеров. Неактивированная система дольше находится при высоких (более 900 °С) температурах, что способствует росту размеров частиц диборида титана.

Предварительная обработка смеси с использованием методов механоактивации улучшает плотность, твердость и структурную однородность синтезируемого продукта.

Согласно данным рентгенофазового анализа в синтезированном порошке, приготовленном без применения механообработки, помимо диборида титана и твердого раствора на основе альфа-железа идентифицируется борид железа и диборид молибдена (Fe_2B и MoB_2). Согласно полуколичественному фазовому анализу относительное содержание боридов железа составляет 4 %, а диборида молибдена – 3 %. В синтезированном порошке, приготовленном с применением МА, идентифицируются бориды железа и молибдена (Fe_2B и MoB). Согласно полуколичественному фазовому анализу относительное содержание боридов железа составляет 11 %, а моноборида молибдена – 4 %.

Таким образом, применение механоактивации шихты способствует более активному образованию в процессе СВС боридов металлов связки, преимущественно, Fe_2B . Применение МА позволяет добиться более однородной структуры композиционного порошка. Средний размер зерен диборида титана составляет 0,5-1 мкм. Полученная микроструктура продукта СВС-реакции образуется благодаря выбранному способу синтеза и не достижима без применения механической активации шихты.