

Магистрантка Колодинская Н.С.  
Научный руководитель – Ушеренко С.М.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Новый вариант технологии порошковой металлургии, в отличие от классического подхода, предполагает прошивку металлической матрицы из компактного металла сгустками частиц. Для армирования матрицы используют порошки фракции 0-0,5 мм, которые разгоняются до скоростей 200 – 5000 м/с. Такие сгустки частиц являются прямыми аналогами космической пыли в околоземном пространстве.

Классические представления об ударных взаимодействиях основаны на том, что ударник проникает в преграды на глубины до 6 определяющих размеров. В этом случае порошковые частицы должны отражаться от поверхности или формировать поверхностные слои. На этом принципе, например, основана технология детонационного напыления.

Однако, в 1974 году было доказано существование необычного процесса ударного взаимодействия, которое в узком диапазоне скоростей соударения и размеров ударников, позволяло вводить порошковые материалы на глубины 100 – 10 000 калибров. Такие режимы позволяют вводить легирующие порошковые материалы в металл на глубины в десятки и сотни миллиметров за доли секунды.

Особенный интерес к таким эффектам, т.н. «сверхглубокое» проникание, у технологов вызван тем, что процессы взаимодействия частиц порошка и металла матрицы происходит в закрытой системе. В закрытой системе отвод энергии из зоны взаимодействия в режиме реального времени резко ограничен, что позволяет концентрировать в этой зоне энергию с высокой плотностью в форме давления. На базе металлической матрицы формируется композиционный материал.

Многочисленные гипотезы рассматривают десятки моделей, объясняющие скачкообразное падение сопротивления внедрению порошковых частиц в преграду. В основном рассматриваемые модели можно разделить на два противоположных подхода. Первый подход – рассматривает многочисленные допущения, объясняющие уменьшение затрат энергии при внедрении ударников. Второй подход – рассматривает возможности генерации дополнительной энергии при взаимодействии с частицами в закрытой системе.

Рассмотрим эксперименты, направленные на изучение второго варианта. Для этого в качестве металлической матрицы используем технический алюминий. Такой материал является однородным с позиции распределения градиентов плотности в матрице и траектория движения частицы достаточно прямолинейная. С позиции второго подхода при движении частиц, формируются каналные пустоты. За счет зон высокого давления, полости захлопываются в точку, что на уровне атомных ядер приводит к взрыву (рисунок 1).

Реализуется обычный инерционный термоядерный синтез и генерируется дополнительная энергия, которая расходуется, например, на разгон части внутри металлической матрицы.

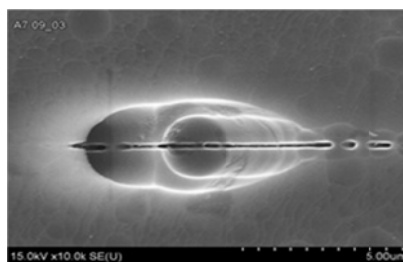


Рисунок 1 – Взрывы в объеме алюминиевой матрице при движении частиц порошка

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<sub>2</sub>/(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<sup>3</sup>, 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.