

СВС КАРБИДА ТИТАНА С НИКЕЛЕВОЙ СВЯЗКОЙ ИЗ ПОРОШКОВОЙ И ГРАНУЛИРОВАННОЙ ШИХТЫ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ

Б.С. Сеплярский*, Р.А. Кочетков

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук, Черноголовка, Россия

*sepl@ism.ac.ru

Материалы на основе карбида титана TiC [1] имеют широкий спектр применения: от абразивов и защитных покрытий до конструкционных трибологических сплавов. При этом из-за высокой хрупкости карбида титана в материалах на его основе используется связка, например, одна из наиболее распространенных – никель Ni [2].

В настоящее время основным методом получения материалов из исходных порошков является спекание, которое требует больших затрат энергии и времени, а также большого числа технологических операций, традиционных для порошковой металлургии. Альтернативой спеканию является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), который называют синтезом горением или автоволновым синтезом. СВС позволяет существенно снизить энергозатраты, т.к. тепло, необходимое для получения конечного продукта, выделяется при взаимодействии исходных реагентов. Другой очень важной особенностью СВС является плавление наиболее легкоплавких компонентов в процессе горения, что обеспечивает растекание расплава и самодиспергирование исходных реагентов.

Новизна данного исследования состоит в том, что автоволновой синтез продукта будет осуществлён в проточном реакторе при вынужденной фильтрации активного или инертного газа через засыпку шихты. Такой подход позволяет преодолеть основной недостаток стандартного СВС процесса, сделать синтез управляемым, целенаправленно влиять на химический и фазовый состав конденсированных продуктов, варьируя величину и состав газового потока через образец, в сочетании со структурированием (гранулированием) исходной смеси.

В более ранних наших работах, посвященных исследованию закономерностей горения гранулированных смесей Ti–C, было показано, что после синтеза гранулы сохраняют свои размеры и не спекаются друг с другом. Этот результат имеет принципиальное значение для получения карбида титана с металлической связкой в

порошкообразном состоянии, т.к. размол конечного продукта после синтеза представляет большие трудности и требует больших энергозатрат.

Данная работа посвящена исследованию закономерностей горения порошковых и гранулированных смесей Ti–C–Ni с разной массовой долей Ni в смеси и анализу продуктов синтеза различными методами. В качестве исходных компонентов использовались титан марки ПТМ (средний размер частиц 50 мкм), сажа П-804 (2–3 мкм) и никель НПЭ-1 (150 мкм).

Эксперименты показали, что при горении гранулированных смесей Ti–C–Ni после синтеза гранулы сохраняют свои размеры и не спекаются друг с другом.

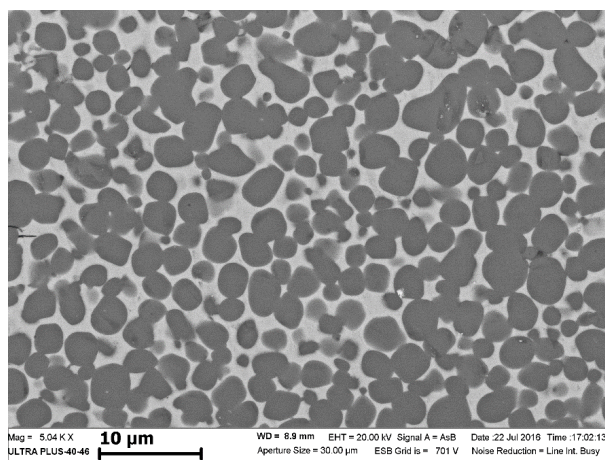


Рис. 1. Микроструктура гранулы Ti+C+25%Ni после синтеза.

Микроструктура конденсированных продуктов (гранул) исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе Ultra Plus фирмы Carl Zeiss. На рис. 1 приведена фотография микроструктуры гранул Ti+C+25%Ni после синтеза. Из рисунка видно, что средний размер зерен карбида составляет 2–4 мкм, что на порядок меньше исходных размеров частиц титана (50 мкм), т.е. в процессе горения происходит так называемое «самодиспергирование» частиц титана, а никелевая связка препятствует росту зерен карбида титана после синтеза. Особое внимание стоит уделить тому факту, что Ni равномерно распределен по грануле после синтеза (светлые области, темные – карбид титана). Важно отметить, что горение данной смеси, как порошковой, так и гранулированной, происходило в 2 этапа – сначала проходил фронт горения, а сразу после этого начиналось разгорание (более яркое свечение) образца, длившееся в среднем 7–8 секунды (рис. 2, 3)

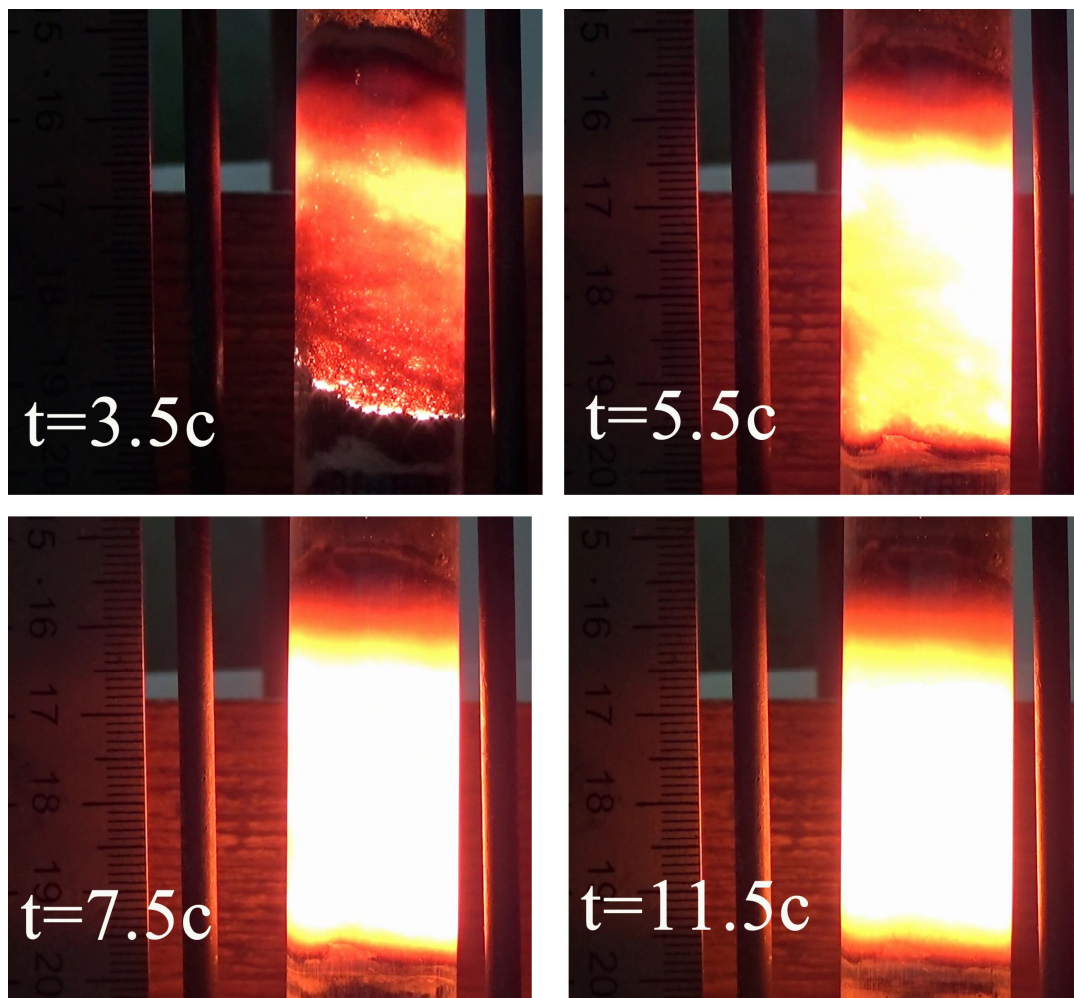


Рис. 2. Фотографии горящего образца из порошковой смеси $Ti+C+25\%Ni$ в различные моменты времени.

По-видимому, двухстадийный характер горения связан с тем, что Ni , имея более низкую температуру плавления (1726 К), чем титан (1933 К), в процессе горения плавится и частично препятствует растеканию титана по саже, также, возможно, расплавы титана и никеля частично смешиваются, образуя раствор, откуда в последствии никель вытесняется углеродом. Подчеркнем, что при горении смеси $Ti+0.75C$, имеющей расчетную температуру горения, совпадающей с температурой горения смеси $Ti+C+25\%Ni$ разгорания не наблюдалось. Эти данные коррелируют с [2], где исследования проводились на прессованных образцах. Отметим, что в конечном продукте мы видим лишь карбид титана и никель, что совпадает с результатами термодинамических расчетов. Последовательность реакций в волне горения и детализация механизма образования конечного продукта требует дальнейших исследований.

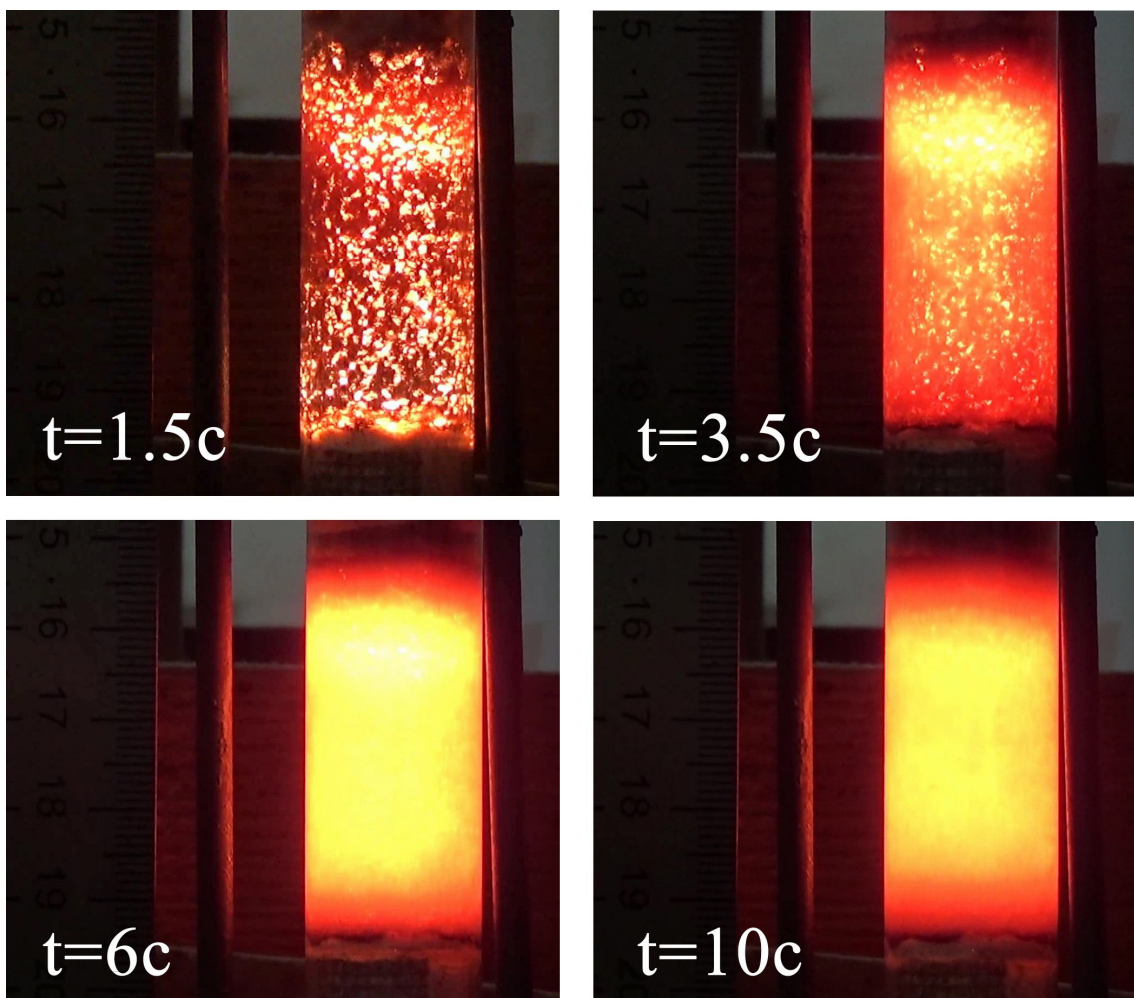


Рис. 3. Фотографии горящего образца из гранулированной смеси $Ti+C+25\%Ni$ в различные моменты времени.

В результате проведенных исследований установлено, что горение данной смеси, как порошковой, так и гранулированной, происходило в 2 этапа – сначала проходил фронт горения, а сразу после этого начиналось разгорание (более яркое свечение). Исследование методами СЭМ показало, что в процессе горения происходит так называемое «самодиспергирование» частиц титана, а никелевая связка препятствует росту зерен карбида титана после синтеза. Методами СЭМ и РФА показано, что продукты синтеза состоят из карбида титана и никеля, что совпадает с результатами термодинамических расчетов

Литература.

1. А.Г. Мержанов, А.С. Мукасян. Твердопламенное горение. Москва, Торус Пресс, 2007, 336 стр.
2. А.С. Рогачев, В.М. Шкиро, И.Д. Чаусская, М.В. Швецов. Безгазовое горение в системе титан–углерод–никель. *Физика горения и взрыва*, 1988, № 6, стр.86–93