

А. П. Алеев, А. А. Кудрявцев, В. М. Мальцев, В. М. Пучков

О ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ СВС-ПРОЦЕССОВ РЕНТГЕНОИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Сделана попытка оценить стадийность физико-химических превращений в волне горения рентгеноимпульсным методом на основании визуализации изменения локальных плотностей в волне горения.

Развитие самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) приводит к необходимости более подробного исследования многочисленных аспектов, связанных с теорией горения СВС-систем. В частности, одним из наиболее важных вопросов теории является изучение механизма распространения волны горения и ее структуры [1—6].

В работе сделана попытка оценить стадийность физико-химических превращений в волне горения рентгеноимпульсным методом на основании визуализации изменения локальных плотностей в волне горения. Для исследования применяли рентгеноимпульсную установку ПИР-600 с рабочим напряжением трубки 600 кВ и длительностью рентгеновского импульса по уровню 0,5 амплитуды 170 нс. При скорости распространения волны горения $u = 0,2 \div 10$ см/с и длительности рентгеновского импульса $\tau = 10^{-7}$ с величина возможного размытия границы фронта волны горения на фотоматериале составляет

$$\Delta H = u\tau = (2 \cdot 10^{-2} \div 1) 10^{-6} \text{ см.}$$

Линейное разрешение системы регистрации (фотоматериал — усиливающий экран) рентгеноимпульсного метода, применяемого в работе, составляет 10^{-2} см. Изучение структуры волны горения проводилось на образцах состава $Ti + 2B$ сечением 15×15 мм, сжигаемых на воздухе.

Регистрировались две стадии процесса: начало и установившийся режим распространения волны. На рис. 1—3, сделанных с рентгеновских негативов, зарегистрировано изменение плотности образца в соответствующие моменты времени. На рис. 1 видно изменение плотности в верхней части образца вследствие возникновения волны горения. На рис. 2 отмечена область А, соответствующая области с наибольшей плотностью почернения на рентгеновском негативе и, следовательно, наименьшей плотности в образце.

Известно, что волна горения характеризуется зоной высокой температуры, где происходит существенное выделение газовых включений и изменение агрегатного состояния компонентов, и, как показано в работе, приводит к уменьшению плотности, которое наблюдается в зоне А. Из сравнения размеров области А и волны горения, полученной из оценок температурных профилей [7], видно, что они сопоставимы и составляют 2—3 мм и более. Обращает на себя внимание слоистость структуры образцов TiB_2 , сгоревших на воздухе (см. рис. 3).

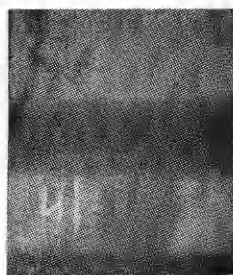


Рис. 1.

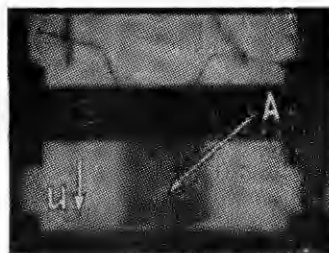


Рис. 2.



Рис. 3.

Таким образом, показана возможность исследования структуры волны горения СВС-систем рентгеноимпульсным методом. Полученные изображения позволяют определить форму фронта при различных режимах горения. Представляется целесообразным совместное использование рентгеноимпульсной и термопарной методики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азатын Т. С., Мальцев В. М., Мержанов А. Г. и др. Зоны горения самораспространяющейся волны синтеза // ФГВ.— 1974.— 10, № 3.— С. 445.
2. Азатын Т. С., Мальцев В. М., Селезнев В. А. Спектрально-оптическое исследование самораспространяющейся волны синтеза // ФГВ.— 1976.— 12, № 2.— С. 286.
3. Андреев В. А., Мальцев В. М., Селезнев В. А. Исследование горения смесей гафния и бора методом оптической пирометрии // ФГВ.— 1980.— 16, № 4.— С. 18.
4. Зенин А. А., Мержанов А. Г., Нерсисян Г. А. // Докл. АН СССР.— 1980.— 250, № 4.— С. 880.
5. Зенин А. А., Мержанов А. Г., Нерсисян Г. А. Исследование структуры тепловой волны в СВС-процессах (на примере синтеза боридов) // ФГВ.— 1981.— 17, № 1.— С. 79.
6. Зенин А. А., Нерсисян А. А., Нерсисян М. Д. Механизм и макрокинетика образования гидридов титана и циркония в волне СВС // ФГВ.— 1982.— 18, № 4.— С. 66.
7. Азатын Т. С., Мальцев В. М., Мержанов А. Г. и др. О механизме распространения волны горения в смесях титана с бором // ФГВ.— 1980.— 16, № 2.— С. 37.

п. Черноголовка

Поступила в редакцию 30/V 1990

УДК 541.122

А. Ю. Тараканов, А. А. Ширяев, В. И. Юхвид

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ ОКИСЕЛ — ВОССТАНОВИТЕЛЬ — НЕМЕТАЛЛ

На основе построения модели термодинамических свойств компонентов расплаво́в проведены расчеты фазовых равновесий в системе $\text{Cr} - \text{Al} - \text{C} - \text{O}$ в широком диапазоне температур, давлений и составов исходных компонентов. Полученные результаты в совокупности с данными о характере протекания процессов фазоразделения и остывания расплаво́в использовались для оценки конечной структуры продукта и динамики его формирования.

В настоящее время интенсивно разрабатываются технологические процессы наплавки защитных покрытий на поверхность стальных изделий в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [1]. Одно из основных условий осуществления таких процессов — использование реагентов, образующих максимально высококалорийную смесь, что обеспечивает выделение в процессе реакции количества тепла, достаточного для плавления как продуктов синтеза, так и материала подложки. Это создает условия их прочного соединения между собой и, тем самым, получения наплавки высокого качества.

Большой практический интерес в этой связи представляют системы типа окисел — восстановитель — неметалл, для которых возможен процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, продуктами которого являются расплавы различных окислых и металлических фаз. Одна из наиболее интересных систем этого класса $\text{CrO}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al} - \text{C}$ горит при $T \sim 3000$ К, что достаточно для плавления как исходных реагентов, так и всех возможных продуктов синтеза. Таким образом, имеются все условия для получения качественной наплавки из карбида хрома на поверхность изделия из неактивного металла типа Ni, Co и т. д.

Можно предположить следующий механизм формирования материала наплавки [2, 3]. В процессе горения образуется механическая смесь жидких капель, содержащих металлы (Cr и Al) и их окислы, поскольку,