

ОБРАЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ В УГЛЕРОДНУЮ ОБОЛОЧКУ В УДАРНЫХ ВОЛНАХ

П.А. Власов^{1,2}, В.Н. Смирнов¹, А.М. Тереза¹, А.Е. Сычев³, Шукин А.С.³,
А.А. Черепанов², А.Н. Стрелецкий¹, А.Б. Борунова¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской Академии Наук

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинематики и проблем материаловедения РАН

В работе проведено экспериментальное исследование двухстадийного процесса образования инкапсулированных наночастиц чистого железа в слое углерода. В падающей ударной волне молекулы пентакарбонила железа, присутствующие в исходной смеси, быстро распадаются с образованием атомов железа и различных фрагментов Fe_2CO , $\text{Fe}(\text{CO})_2$, $\text{Fe}(\text{CO})_3$ и $\text{Fe}(\text{CO})_4$. При этом, характерное время распада $\text{Fe}(\text{CO})_5$ при температурах выше 800К составляет не более нескольких микросекунд [1]. Образовавшиеся фрагменты и атомы железа достаточно быстро конденсируются с образованием кластеров и наночастиц чистого железа [2]. При этом процесс пиролиза этилена с образованием углеводородных фрагментов и частиц сажи при этих условиях происходит значительно медленнее [1]. В отраженной ударной волне, где температура практически удваивается и в наших экспериментах превышает 1650К, процесс пиролиза этилена с образованием углеводородных фрагментов резко ускоряется. В этих условиях в реагирующей смеси уже образовались кластеры и наночастицы железа, на поверхности которых начинают конденсироваться углеводородные фрагменты пиролиза этилена [1]. В результате последовательного протекания этих процессов в падающей и отраженной ударной волне образуются частицы железа, инкапсулированные в слой углерода. Получено качественное согласие результатов кинетических расчетов с результатами наших экспериментов: самые крупные частицы образуются при термическом распаде смеси $\text{Fe}(\text{CO})_5$ в аргоне, несколько более мелкие частицы сажи образуются при пиролизе смеси этилена в аргоне и самые мелкие частицы железа, инкапсулированные в слой углерода, образуются при термическом распаде смеси $\text{Fe}(\text{CO})_5$ и этилена в аргоне.

Литература

1. Agafonov, G.L., Smirnov, V.N., and Vlasov, P.A. 2012. Effect of iron pentacarbonyl on soot formation behind shock waves. *Combustion Science and Technology*, 184(10–11): 1838–1861.
2. Смирнов, В.Н. 2008. Термическая диссоциация газообразных гидридов и металлоорганических соединений и реакции продуктов их распада. Диссертация д.ф.-м.н., ИХФ РАН, Москва, 490 с.