

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛО-УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ПИРОЛИЗЕ И ФОТОЛИЗЕ ГАЗООБРАЗНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

Гуренцов Е. В., Еремин А. В., Мусихин С. А., Колотушкин Р.Н.
Объединенный институт высоких температур РАН

Металлические наночастицы, покрытые углеродной оболочкой имеют широкие перспективы применения в электронике, каталитической химии, биологии, медицине. Структура, размеры, а значит и физические свойства метало-углеродных наночастиц, во многом зависят от условий их формирования. Основным принципом синтеза является первичное формирование металлических наночастиц, которые при взаимодействии с углеродосодержащими веществами в различных условиях покрываются углеродной оболочкой.

В докладе рассмотрены два газофазных метода синтеза метало-углеродных наночастиц - пиролиз и фотолиз газообразных прекурсоров. При двухступенчатом пиролизе за падающими и отраженными волнами в ударной трубе смесей пентакарбонила железа с бензолом и ацетиленом синтезированы железо-углеродные наночастицы, состоящие из железных (с примесями карбидов и оксидов железа) ядер 3-7 нм, покрытых графитизированным или частично аморфным углеродным материалом толщиной 0.6 – 3 нм. При этом при использовании в качестве углеродосодержащего вещества метана, были получены только чисто железные наночастицы. Размеры, структура и состав синтезированных наночастиц исследованы при помощи просвечивающей электронной микроскопии, электронной микродифракции и элементного анализа. Кроме этого, размеры наночастиц определялись непосредственно в реакторе методом лазерно-индуцированной инкандесценции. Рост объемной фракции конденсированных наночастиц регистрировался при помощи метода лазерной экстинкции. Определены зависимости размеров, структуры и объемной фракции конденсированной фазы в процессе формирования железо-углеродных наночастиц от температуры реакции.

Сделан вывод о преимущественном влиянии каталитических реакций распада ацетилена и бензола на формирование железо-углеродных наночастиц при температурах значительно меньших, чем температуры некаталитического пиролиза ацетилена и бензола. Железо-углеродные наночастицы синтезированы также при лазерном импульсном УФ фотолизе смесей пентакарбонила железа с бензолом и ацетиленом при комнатной температуре, в то время как при использовании в качестве углеродосодержащих веществ толуола, бутанола или метана были синтезированы только железные наночастицы. Размер железо-углеродных

наночастиц, синтезированных при лазерном фотолизе находился в диапазоне 5-10 нм, а толщина углеродной оболочки достигала 1-3 нм. Так как при воздействии одного импульса УФ лазерное излучение поглощается только молекулами пентакарбонила железа с последующим формированием железных наночастиц, молекулы бензола и ацетилена могут распадаться с образованием углерода при комнатной температуре только путем каталитических реакций на металлической поверхности. При использовании гексакарбонила молибдена в фотолитическом синтезе молибдено-углеродных наночастиц, углеродную оболочку удалось получить с использованием большего числа углеводородов, в частности метана, толуола и бутанола.

Кроме этого были исследованы размеры и структура молибдено-углеродных наночастиц в зависимости от вида и концентрации используемого углеродосодержащего вещества, а так же количества УФ лазерных импульсов. Таким образом, определяющий вклад каталитических реакций распада углеродосодержащих веществ при росте углеродной оболочки на металлических наночастицах был подтвержден.