

ОБРАЗОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР УГЛЕРОДА ПРИ ГОРЕНИИ СВЕРХБОГАТЫХ СМЕСЕЙ МЕТАНА

Билера И.В.^а, Богданов В.А.^а, Борисов А.А.^б,
Борунова А.Б.^б, Колбановский Ю.А.^а, Трошин К.Я.^б, Фролов С.М.^б

^аИнститут нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва, Ленинский пр., 29

^бИнститут химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва, ул. Косыгина, 4

Формирование конденсированных продуктов при горении газофазных смесей является одной из интереснейших проблем науки о горении, как с научной, так и с практической стороны. Известно, например, образование конденсированных продуктов при газофазном горении таких горючих веществ, как кремнийорганические соединения, фторорганические соединения и углеводороды. Механизм формирования конденсированной фазы в газофазных продуктах сгорания чрезвычайно сложен и мало изучен. Несмотря на огромное количество научных исследований, посвященных образованию сажи при горении простейшего углеводорода метана, до сих пор не существует единой точки зрения на механизм ее формирования. Горение является одним из путей получения наночастиц и экспериментальное исследование формирования сажи при горении сверхбогатых смесей метана может дать полезную информацию для понимания сложного механизма формирования наночастиц сажи.

Проведены экспериментальные исследования сжигания сверхбогатых смесей метана с кислородом (коэффициент избытка окислителя $\alpha=0.3$) в условиях постоянного объема при повышенных начальных давлениях и температурах. В результате сгорания таких смесей выход сажи составляет 12-16% вес. от начального содержания метана в исходной смеси. Методом БЭТ измеряли удельную поверхность сажи. Неожиданно оказалось, что величина удельной поверхности сажи имеет сильную зависимость от начального давления. Так, при повышении начального давления от 15 ата до 40 ата удельная поверхность возрастает с 70 до 700 м²/г. Расчет, выполненный в предположении, что частицы сажи имеют форму сферы, показал, что удельной поверхности 700 м²/г соответствует средний размер частиц сажи 5 нм. Экспериментальная кривая зависимости величины удельной поверхности сажи от начального давления имеет асимптотический характер и предсказывает, что удельная поверхность сажи при дальнейшем увеличении давления достигнет некоторого предельного значения.

Исследования образцов сажи на сканирующем электронном микроскопе, проведенные в ИНЭП РАН, не дали возможности различить отдельные частицы сажи и тем самым определить её размеры. Исследования образцов сажи с удельной поверхностью 700 м²/г методом рентгенофазового анализа, проведенные в ИНХС РАН, показали, что размер частиц сажи в образце колеблется от 1.2 до 6 нм. Элементный анализ образцов сажи показал, что содержание углерода составляет 99.5%.

Проведены экспериментальные исследования влияния добавок водяного пара, синтез-газа, а также его основных компонентов водорода и оксида углерода, на выход сажи. Установлено, что введение добавок водяного пара к топливу уменьшает выход сажи вплоть до полного подавления её образования. Это дает определенные возможности управления выходом конденсированного продукта.

Работа выполнена при финансовой поддержке по Программе № 7 Президиума РАН.