**Получение углерода и водорода методом пиролиза метана в керамической трубе**

***М.С. Гальцов-Циенциала1,2, А.О. Дудоладов2, А.В. Григоренко2, М.С. Власкин2***

*Аспирант, 1 год обучения*

*1Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия*

*2Объединенный институт высоких температур (ОИВТ РАН), Москва, Россия*

*E-mail: matveygaltsov@gmail.com*

Водород является одним из самых востребованных газов в промышленности, его мировое потребление составляет около 95 миллионов тонн в год, он используется в производстве метанола и аммиака, стали и в нефтепереработке. Основным методом получения водорода в настоящее время является паровой риформинг метана, однако такой способ приводит к значительным выбросам CO2. Пиролиз метана может стать альтернативой, снижая выбросы CO2 и увеличивая производство технического угля.

Нами предложена специальная экспериментальная установка для проведения пиролиза метана. В экспериментах по пиролизу газ подавался в керамическую трубу, проходил через горячую зону и разлагался на водород и твердый углерод согласно уравнению реакции:

СН4 →С↓ + 2Н2↑ (1)

При очистке трубы выделяются два типа углеродных структур: тонкая пленка на стенках трубы в горячей зоне, размер частиц которой варьируется от 4.5 до 19 мкм, и мелкодисперсная сажа, частицы которой получаются сферической формы и их размер варьируется от 150 до 700 нм. В зависимости от изменения температуры и скорости газового потока меняется не только количество образующейся сажи, но и объемное содержание водорода на выходе из трубы. Так при 1000 °С выход водорода при расходе метана 1 л/мин составляет 28.24 об.%, а при температуре 1200 °С с тем же расходом метана выход водорода составляет уже 92.74 об.%. Таким образом, объемное содержание водорода в продуктах пиролиза строго определяется температурой процесса, но отложения сажи препятствуют беспрерывной работе оборудования, что мешает внедрению технологии пиролиза в промышленность.

Было предложено использование ротационного элемента для вращения трубы и керамических шаров для очистки реакторного пространства от сажевых уплотнений. Эксперименты проводились при температурах 1200 °С, 1300 °С и 1400 °С и расходе метана 0.3, 0.5, 0.7 и 0.9 м3/ч. Газообразный продукт пиролиза исследовали методом газовой хроматографии. Сажа исследовалась методами СЭМ, БЭТ и МС-ИСП. С повышением температуры процесса пиролиза от 1200 до 1400 °С выход водорода увеличивался с 50.08 % до 75.10 % и с 13.32 % до 57.34 % при скорости потока метана 0.3 и 0.9 м3/ч соответственно. Анализ побочных продуктов пиролиза показал наличие монозамещенных бензолов и полициклических аренов и их изомеров. Показано, что размер частиц сажи, варьируется в диапазоне от 140 до 800 нм и зависит от природы керамических шаров. Обсуждаются оптимальные режимы процесса пиролиза в зависимости от температуры, времени процесса, скорости расхода метана и скорости вращения трубы.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание № 075-01129-23-00). Автор благодарит научного руководителя дхн Джардималиеву Г.И. (МАИ) за помощь в обсуждении работы.*