

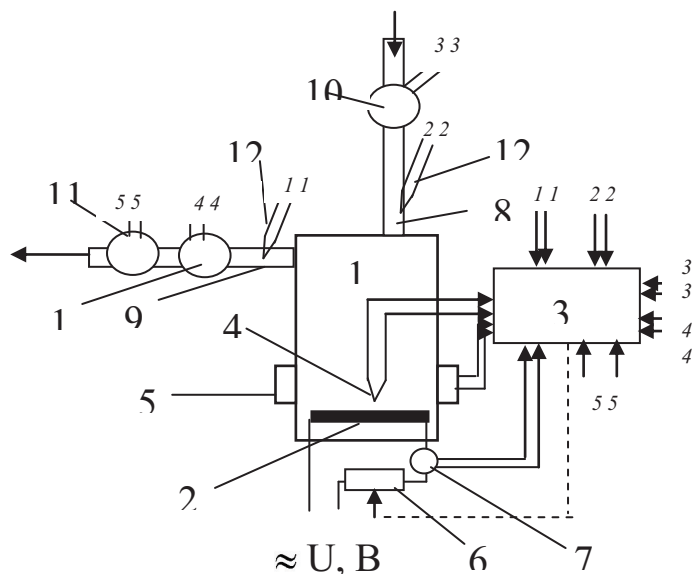
ДИАГНОСТИКА ТЕПЛОЙ РАБОТЫ РЕАКТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОГРАНИЧЕННОГО ЧИСЛА ДАТЧИКОВ

Заика А. А. (ПТТ-12М)*

Донецкий национальный технический университет

Нанонаука и нанотехнологии представляют собой новый революционный путь мышления и производства, используя традиционный научный подход, основанный на прогрессивно уменьшающемся масштабе.

Известно множество методов производства углеродных наноматериалов (электродуговое осаждение, СД-синтез, каталитический пиролиз на поверхности подложек с катализатором и т.д.), однако для выбора наиболее оптимальных условий работы каждого реактора, необходимо проводить исследование влияния различных технологических параметров на интенсивность протекания базовых реакций разложения углеводорода. В данной работе усилия сосредоточены на разработке алгоритма работы экспертной системы для анализа тепловой работы реакторов пиролитического синтеза УНМ, не имеющей в своем составе газоанализатора и расходомера для определения содержания компонентов в газообразной среде, покидающей реактор.



(1 – реактор; 2 – электрический нагреватель; 3 – контроллер; 4 – термопара в реакционной зоне; 5 – датчики диэлектрической проницаемости реакционного пространства; 6 – реостат; 7 – прибор для замера мощности, потребляемой нагревателем; 8 – патрубок подвода углеводорода; 9 – патрубок отвода газообразных продуктов; 10 – расходомеры; 12– термопары; 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5– сигналы от соответствующих чувствительных элементов).

Рисунок - Структурная схема системы диагностики тепловой работы реактора УНМ

*Руководитель – к.т.н., доцент кафедры ТТ Бирюков А. Б.

На рисунке представлена одна из традиционных схем реактора полунепрерывного действия для синтеза УНМ на подложках с катализатором: цилиндрический реактор (1) имеет патрубки для подвода и отвода газообразных сред, в нижней части реакционной зоны установлен электрический нагреватель (2), позволяющий поддерживать заданную температуру, которая контролируется при помощи специальной термопары (4). Кроме того имеется следующий набор контрольно-измерительного оборудования: расходомеры на каждом из патрубков газообразных сред (10), термопары в каждом из патрубков (12), газоанализатор для определения состава среды, покидающей реактор (11). Сигналы от всех датчиков передаются на контроллер.

Основным компонентом газовой смеси, покидающей реактор, является водород, остальные компоненты представлены недоразложенными углеводородами. Для значительной части существующих реакторов стационарный газоанализатор для изучения состава газообразной среды, покидающей реактор, не установлен.

В данной работе создан алгоритм, позволяющий определять величину теплового потока для реакторов, не имеющих в составе КИП стационарного газоанализатора и расходомера, в которых пиролитическое разложение исходного углеводорода протекает по следующей схеме: $C_m H_{2n} \rightarrow m C_{\text{УНТ}} + n \cdot H_2$.

Сущность алгоритма заключается в сопоставлении расходов исходного и покидающего реактор газов.

В общем случае, полагая, что каталитическому разложению подвергается только часть углеводорода, а остальная в своем начальном состоянии переходит в конечный состав газов, покидающих установку, имеем следующий процентный состав исходного углеводорода и водовода:

$$\%C_m H_{2n} = \frac{1 - \chi}{1 + \chi \cdot (n - 1)} \cdot 100; \quad \%H_2 = \frac{\chi \cdot n}{1 + \chi \cdot (n - 1)} \cdot 100.$$

Доля прореагировавшего углеводорода определяется как:

$$\chi = \frac{V_k - V_n}{(n - 1) \cdot V_n},$$

где V_n, V_k – расход газового потока на входе и выходе из реактора.

Таким образом, анализ состава уходящих газов, позволяет судить о количестве выделившегося в реакторе углерода и оценивать возможные пути использования этих газов: повторное направление в реактор, сжигание, заправка баллонов.

Мы разрабатываем модель реактора, в которой будут отсутствовать газоанализаторы и расходомеры, что в свою очередь снизит его стоимость, но полученные результаты будут иметь значения близкие к значениям полученными при стандартном наборе датчиков.