

Трубчатая печь для контролируемой карбонизации целлюлозы

Чупахин Р. Е.

Научный руководитель

Чупахин Е. Г.

МАОУ СОШ № 57 г. Калининград, Россия

Углеродные материалы широко используются в энергетике — например, при изготовлении анодов литиевых батарей и каталитических систем. Одной из важных задач материаловедения становится управляемый синтез таких структур методом термической деструкции (карбонизации). При этом стоимость коммерческих лабораторных печей (например, систем Carbolite) делает их малодоступными для школьных и малых исследовательских лабораторий.

Цель работы — спроектировать и собрать бюджетную трубчатую печь для синтеза углеродных материалов из органических прекурсоров. Конструкция предусматривает три нагревательные зоны с единым температурным режимом. Инновация проекта — внедрение системы управления на базе ПИД-регулятора, где точность промышленного уровня достигается при стоимости установки менее 10% от рыночных аналогов.

Печь состоит из кварцевой реакторной трубки и нагревательного блока — нихромовой нити, намотанной на шамот. Нагревательный блок разделён на три зоны, подключённые к общему контроллеру REX-C100 и термопаре К-типа, что гарантирует равномерный прогрев по всей длине рабочей камеры. Применение твердотельного реле (SSR) в сочетании с ПИД-алгоритмом позволило добиться стабильности поддержания температуры с отклонением не более ± 3 °С. Силовая часть схемы также имеет ЛАТР для постепенной настройки напряжения.

В ходе тестовых опытов продемонстрирована функциональность системы при температуре до 300 °С (расчетная температура эксплуатации — до 1100 °С). Объектом исследования послужила целлюлоза (масса навески — 1 г). После термической обработки получен углеродный остаток массой 0,3 г (выход продукта — 30%).

Полученные данные подтверждают целесообразность применения самодельных лабораторных установок для исследования процессов пиролиза и получения новых материалов в школьных условиях.

Возьмите на заметку:

1. Использование шамотного кирпича как основания — надежное решение для прототипа, однако для снижения веса и инерционности системы его целесообразно заменить на гипсостружечную плиту (ГСП).
2. Можно увеличить нихромовую проволоку с 10 метров до 20 что бы повысить плотность витков, сопротивление, а также позволит распределять тепло более равномерно