

УДК 66.096.5

АКУСТИЧЕСКАЯ ГОМОГЕНИЗАЦИЯ КИПЯЩЕГО СЛОЯ В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

С. В. ВАСИЛЕВИЧ, Р. М. НЕВАР, А. В. АКУЛИЧ

Научный руководитель О. С. РАБИНОВИЧ, д-р физ.-мат. наук

Государственное научное учреждение

«ИНСТИТУТ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА им. Лыкова НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Кипящий слой широко применяется для сжигания дисперсных топлив и синтеза материалов. Он позволяет достичь наибольшей контактной поверхности дисперсного материала с газом и, одновременно, обеспечить высокую однородность концентраций и температур в реакторе. Каталитический синтез углеродных нанотрубок (УНТ) в реакторе кипящего слоя обладает несомненными достоинствами: высокой производительностью, хорошим качеством и однородностью состава продукта. Однако при реализации кипящего слоя УНТ возникает проблема, связанная с сильной адгезией нанотрубок. Рассматриваемая дисперсная система относится к группе В по классификации Гелдарта, характеризующейся образованием каналов и струй при продуве через неё газа. В результате степень конверсии углеродсодержащего газа падает, также как и производительность процесса.

Для достижения однородности кипящего слоя использован метод акустического воздействия. В настоящей работе предложено установить источник акустических колебаний в холодной зону реактора, под газораспределительной решеткой. Частота звуковых колебаний выбирается близкой к собственной частоте реакционной камеры. Возникающие в реакторе резонансные колебания звукового давления достаточно большой амплитуды (~ 120 dB) приводят к разрушению адгезионных связей между агломератами УНТ и препятствуют образованию каналов и газовых пузырей. В результате создается высокооднородный кипящий слой, обеспечивающий практически полное использование углеродсодержащего газа и, как следствие, высокую производительность процесса.

Расход газа зависит от скорости его продувки, которая ограничена уносом агломератов нанотрубок, и от площади сечения реактора. При полной конверсии углеродсодержащего газа в нанотрубки, производительность реактора определяется этим максимальным расходом газа и теоретически не может превышать некоторого значения на единицу площади поперечного сечения реактора для определенного вида получаемых нанотрубок. В работе экспериментально реализована максимальная производительность синтеза УНТ 3,5–4,0 г/ч на 1 см^2 .