

Синергетический подход к энергосберегающим процессам

М.А. Промтов

Тамбовский государственный технический университет

Одним из перспективных направлений в разработке энергосберегающих технологий является комбинирование нескольких технологических процессов. При комбинировании технологических процессов наиболее эффективным зарекомендовал себя метод совмещения нескольких процессов в одном технологическом агрегате [1]. Наиболее часто совмещают гидромеханические и механические процессы с тепломассообменными процессами. В качестве примера можно привести совмещение фракционного растворения с дроблением, измельчения и классификации, гранулирования и классификации, измельчения и сушки, диспергирования и экстрагирования, измельчения и механической активации и т.п.

Эффективность совмещения процессов зависит от того, насколько полно используется подведенная энергия на реализацию совмещенных процессов в одном аппарате. Совмещение процессов эффективно вследствие того, что энергия не только рационально распределяется на проведение совмещенных процессов, но и энергия, высвобожденная в одном из процессов, затрачивается на совмещенный с ним технологический процесс. При этом в совмещенных процессах реализуется принцип синергетичности, который проявляется в новых качественных эффектах при совмещении процессов различного кинетического механизма.

Синергетический эффект при совмещении процессов выражает нелинейность этих процессов и сопутствующих им физико-химических эффектов. При анализе совмещенных процессов необходимо базироваться на принципах нелинейной теории термодинамики необратимых процессов. Аддитивные эффекты при совмещении технологических процессов соответствуют процессам и явления, которые характерны для линейной теории термодинамики необратимых процессов.

При совмещении технологических процессов, как правило, осуществляется многофакторное воздействие на технологическую систему, вызывающее в обрабатываемой среде различные физико-химические эффекты, которые изменяют параметры и характеристики всей технологической системы, ее энергетическое состояние. Наиболее эффективными будут воздействия, сконцентрированные в неустойчивых точках структуры вещества. Часто ими являются межфазные поверхности, дефекты структуры, дислокации, внутренние неоднородности (принцип концентрации энергетического воздействия в пространстве). Таковы, например, центры-зародыши турбулентных вихрей и фазовых превращений (конденсации/кипения, кристаллизации/плавления и пр.).

Энергетическое воздействие должно быть сконцентрированным, отдавать большое количество энергии за малый временной интервал (принцип концентрации энергетического воздействия во времени). Пространственная и временная концентрация позволяет получить большую мощность энергетического воздействия, совершить энергетическую

накачку, высвободить внутреннюю энергию вещества, инициировать многочисленные квантовые, каталитические, цепные, самопроизвольные, лавинообразные и другие энеггонасыщенные процессы.

Качественные и количественные характеристики физико-химических эффектов зависят от вида воздействия, комбинации воздействий, их параметров. Физико-химические эффекты приводят к изменению количественных и качественных параметров совмещенных процессов. Физико-химические эффекты трансформируют один вид воздействия в другой, который также действует на физико-химическую систему. Непосредственное управление физико-химическими эффектами часто невозможно. Обычно возможно только опосредованное управление через конструктивные и режимные параметры химико-технологической системы и входные воздействия.

При энергетическом воздействии в совмещенных процессах проявляются различные физико-химические эффекты в жидкости, газе, твердых телах или в гетерогенной смеси. При постоянстве условий, вида совмещения процессов, энергетического воздействия и свойств обрабатываемой среды проявляются одни и те же результаты воздействия.

В качестве примера рассмотрим совмещение процессов диспергирования и механической активации. При высокой интенсивности подвода энергии к твердому телу большая часть ее аккумулируется на новой, свежееобразованной поверхности при разрушении частиц, а также в большом количестве различного вида дефектов структуры и остаточного напряженного состояния около них [2].

Механическая активация катализаторов повышает их активность в несколько раз. После активации снижаются температуры и увеличиваются скорости разложения. Энергия активации при этом снижается в два раза и более. Механическая активация резко повышает растворимость целого ряда веществ, малорастворимых до механической обработки.

Совмещение процессов тепло- и массообмена, механоактивации, измельчения частиц твердой фазы в процессе химической реакции в одном случае и сублимации в другом позволяет в несколько раз увеличить удельную объемную производительность аппаратов, существенно снизить энергозатраты и повысить качество получаемых продуктов [2].

1. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн. Кн. 2./ В.А. Айнштейн, М.К. Захаров, Т.А. Носов и др.; Под ред. В.А. Айнштейна.: М.: Логос; Высш. шк., 2003. 872 - с.

2. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование: В 5 т. Т. 2. Механические и гидромеханические процессы / Д.А. Баранов, В.Н. Блиничев, А.В. Вязьмин и др.; Под ред. А.М. Кутепова.- М.: Логос, 2001. - 600 с.