

## СТРУЙНО-ВИХРЕВАЯ КАМЕРА ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

*Ишутин А.Г. Веригин А.Н.*

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** гетерогенные, струйно-вихревая камера, морфомодификация, дисперсный материал, механическая обработка, активация, измельчение, процесс.

**Аннотация.** Рассматривается механическая обработка дисперсных материалов в гетерогенных вихревых потоках: механическая активация, морфомодификация и измельчение. Исследования показали, что эффективным способом воздействия на дисперсный материал является гетерогенный вихревой поток. Представлены два варианта конструкции струйно-вихревой камеры: цилиндрическая и в виде тора. Оборудование на основе струйно-вихревой камеры значительно повысит эффективность проведения гетерогенных процессов.

## JET-VORTEX CHAMBER FOR HETEROGENEOUS PROCESSES

*Ishutin A.G., Verigin A.N.*

*Saint-Petersburg State Institute of Technology, Saint-Petersburg*

**Keywords:** heterogeneous, jet-vortex chamber, morphomodification, dispersed material, mechanical processing, activation, grinding, process.

**Abstract.** Mechanical processing of dispersed materials in heterogeneous vortex flows is considered: mechanical activation, morphomodification and grinding. Studies have shown that heterogeneous vortex flow is an effective way of influencing dispersed material. Two variants of the jet-vortex chamber design are presented: cylindrical and in the form of a torus. Equipment based on a jet-vortex chamber will significantly increase the efficiency of heterogeneous processes.

Круг гетерогенных процессов систем газ–твердое очень разнообразен. В большинстве случаев главной его целью является увеличение межфазного взаимодействия потоков. Для этого используют различные методы интенсификации, в частности вихревое движение потоков. Динамические эффекты, возникающие в вихревых гетерогенных структурах, существенно повышают взаимодействие за счет инерционного и центробежного факторов.

Из всего многообразия видов механической обработки дисперсных материалов можно выделить три структурно различных варианта: механическая активация, морфомодификация и измельчение. Измельчение позволяет достигнуть необходимой дисперсности материала, что увеличивает его поверхность и приводит к повышению скорости химических и диффузионных процессов, протекающих с участием твердой фазы. Морфомодификация заключается в придании частицам материала определенной формы, что позволяет изменять и регулировать такие параметры, как: сыпучесть, способность к прессованию, лиофильность, гигроскопичность, прочность готовых изделий и т.п. Кроме этого, механическая обработка приводит к механохимической активации материала, ее влияние на реакционную способность твердых веществ заключается не только в увеличении их поверхности в результате измельчения, но и в большей степени в дефектообразовании [1].

Недостатком большинства вихревых устройств, используемых для проведения изучаемых процессов, является тип и структура формируемого свободного вихря. По нашему мнению, оптимальным для них является вынужденный вихрь, максимум окружной скорости которого находится у стенки вихревой камеры. Он позволяет удачно сочетать как собственно механическую обработку, так и разделение по крупности обрабатываемых дисперсных материалов.

Многочисленные исследования механической обработки дисперсных материалов в гетерогенных потоках показали, что эффективным способом воздействия на частицы являются их соударения. Он основан на эффекте псевдоразрушения твердого тела под действием циклической нагрузки. Совершенствование вихревых и струйных аппаратов для измельчения обычно идет по пути увеличения скорости удара. Оптимальная скорость воздействия для таких устройств находится в пределах 40-300 м/с. Такие скорости необходимы для разрушения частиц. Для интенсификации же морфомодификации и механохимической активации необходимо увеличение количества касательных соударений частиц в слое, при этом оптимальная скорость соударений частиц не должна превышать 10-30 м/с. Это происходит при многократных низкоскоростных соударениях частиц с частотой выше 1 Гц.

Механическую обработку дисперсных материалов можно проводить при закрутке гетерогенной струи в разработанных струйно-вихревых камерах (СВК), где частицы подвергаются многократным соударениям. Скорость же вихревой гетерогенной струи в СВК определяет вид процесса. На рисунке 1 представлены два возможных варианта конструкции СВК: цилиндрическая и в виде тора [2, 3].

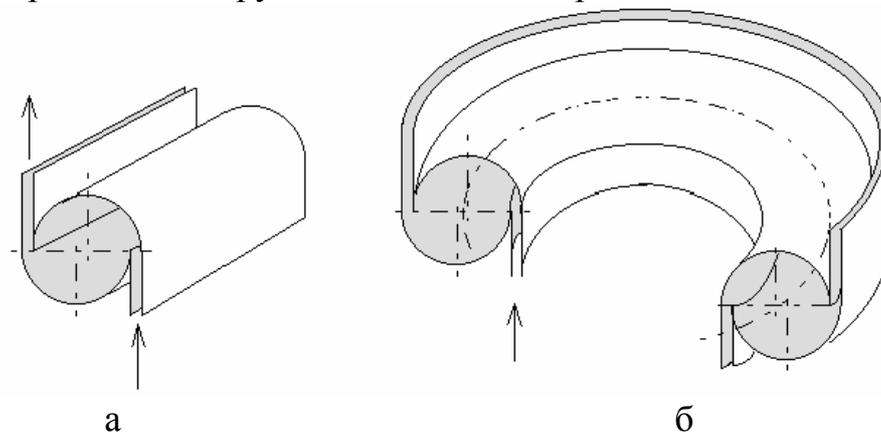


Рис. 1. Конструкции струйно-вихревых камер: а) цилиндрическая, б) в виде тора

Газовзвесь дисперсного материала поступает в камеру, где формируется гетерогенный вынужденный вихрь. В результате происходит интенсивная механическая обработка частиц материала, которая в данном случае, значительно интенсифицируется динамическими эффектами и турбулентными пульсациями вихревой гетерогенной системы. Кроме того, пассивный механизм взаимодействия частиц со стенкой камеры сильно снижает намол и засорение продукта.

Установка может содержать несколько СВК или ступеней обработки, каждая позволяет достичь определенного качества механической активации, морфомодификации или измельчения. Дисперсный материал покидает одну СВК

и попадает в другую после приобретения определенного уровня обработки. Время пребывания частиц в СВК зависит от геометрических размеров СВК и свойств материала.

Возможны и другие схемы компоновки установки, например, из нескольких аппаратов: в первой СВК происходит измельчение, во второй морфомодикация, в третьей активация. Это позволит упростить технологию механической обработки дисперсного материала, что значительно снизит затраты энергии.

Современный уровень развития промышленного оборудования и технологии для реализации гетерогенных процессов достаточно высок, однако энергоемкость и материалоемкость производства также очень высоки. К сожалению, консерватизм конструкторов и проектировщиков новых производств не позволяет применять более эффективное и современное оборудование. Использование оборудования на базе СВК позволит значительно повысить эффективность проведения гетерогенных процессов и снизить затраты энергии.

#### **Список литературы**

1. Ишутин А.Г., Веригин А.Н. Энергодеструкционная концепция процессов механической обработки кристаллических дисперсных материалов // Теоретич. основы хим. технологии. – 2000. – Т.34, №2. – С. 212-217.
2. Патент №2118911 РФ. Струйно-вихревая камера / А.Г. Ишутин, А.Н. Веригин, И.А. Щупляк. – Оpubл. 1998, Бюл. №26.
3. Вареных Н.М., Веригин А.Н., Джангириян В.Г., Ишутин А.Г. Химико-технологические агрегаты механической обработки дисперсных материалов. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 482 с.

#### Сведения об авторах:

*Ишутин Алексей Георгиевич* – к.т.н., доцент;

*Веригин Александр Николаевич* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.