

ПРИМЕНЕНИЯ ФОКУСАТОРОВ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ЗАДАЧАХ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

С.Р. Абульханов ¹, Д.С. Горяинов ²

¹ Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

² Самарский государственный технический университет, г. Самара

Доклад посвящен вопросам использования устройств, использующие фокусаторы оптических волн. Разработанные конструкции позволяют перемешивать частица различных упругих характеристик и различных плотностей, а также демпфировать высокочастотные колебания.

Ключевые слова: фокусатор акустических волн, акустические технологии, системы перемешивания, системы демпфирования высокочастотных вибраций.

Введение

Акустические технологии широко используются в различных отраслях науки и техники. В ряде работ, выполненных в ИСОИ РАН, было показано, что методы и алгоритмы расчета дифракционных оптических элементов, могут быть применимы для синтеза акустических дифракционных элементов [1, 2]. Это обстоятельство открывает возможности решения новых технологических задач.

При перемешивании мелкодисперсных веществ имеет место явление «слипания» частиц. Отличительной чертой существующих процессов перемешивания является высокая энергоёмкость и необходимость использования дорогостоящего оборудования. По этим причинам для многих технических задач существующие технологии перемешивания являются неприемлемыми.

В настоящее время не существует технологий эффективного перемешивания частиц, склонных к «слипанию».

Демпфирование высокочастотных вибраций – проблема актуальная в точном машиностроении и приборостроении. Активные системы демпфирования являются наиболее эффективными. Сложность таких систем делает их недостаточно надёжными и дорогими.

В работе [3] были предложены конструкции смесителя и демпфера, использующих фокусаторы акустических волн. К сожалению, в работе не были представлены результаты исследований на моделях эффективности процессов перемешивания и демпфирования.

Методика проведения компьютерного эксперимента

При перемешивании частиц полагалось, что частицы имеют форму сферы радиуса (8,25 мм). Сферы могут быть цельными и полыми. Толщина стенок полых сфер составляла 3.25 мм. Плотность одного внешнего цельных сфер соответствовала насыпной

плотности гранулированного поликарбоната, а упругие характеристики соответствовали монолитному поликарбонату. Выбор значений плотности и упругих характеристик сфер был обусловлен совпадением указанных параметров с плотностью и с упругими характеристиками гранулированных комбикормов.

Моделирование процесса перемешивания с использованием фокусаторов акустических волн проводилось с использованием средствами программной среды ANSYS Workbench. В качестве резервуара с частицами рассматривался осесимметричный цилиндр (внутренний диаметр 90 мм, толщина стенок – 2.2 мм, высота – 100 мм). Материала стенки резервуара – чугун.

Моделирование процесса демпфирования проводилось для цельных сферы из титана. Размеры корпуса демпфера и его физико-технические характеристики соответствовали параметрам резервуара вибро-смесителя.

Источник вибраций на моделях обеспечивал амплитуду 1 мм на частоте 100 Гц.

Процесс перемешивания осуществляется за счет селективного придания частицам, находящимся в резервуаре, кинетической энергии. В результате этого на конической поверхности внутри объема резервуара формируется оживленный слой частиц, которые имеют коэффициент трения, много меньший, чем коэффициент трения между частицами в объеме резервуара. Придание кинетической энергии частицам на конической поверхности обеспечивает фокусатор акустических волн. В этом случае частицы на конической поверхности скатываются под действием сил тяжести на основание резервуара. Место на конической поверхности занимают новые частицы, которым вновь сообщается источником вибраций кинетическая энергия. Процесс повторяется, в результате чего происходит перемешивание частиц.

Визуализация результатов компьютерного моделирования

На рисунке 1 показана фаза перемешивания сфер различной жесткости в течение 1,5 сек.

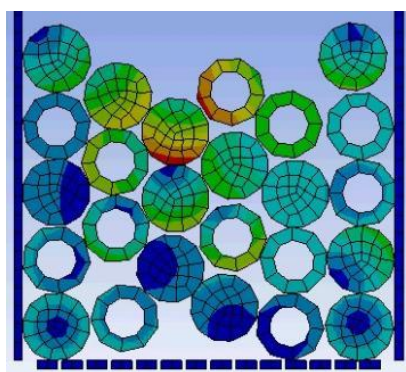


Рис. 1. Начальная фаза перемешивания частиц в резервуаре

На рисунке 2 показана начальная фаза демпфирования высокочастотных колебаний.

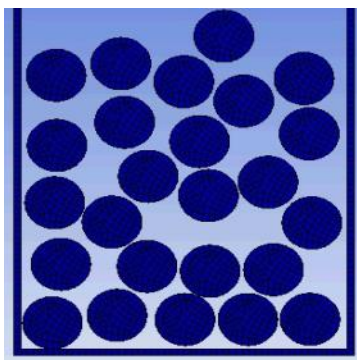


Рис. 2. Начальная фаза реакции частиц в корпусе демпфера на импульс, воздействующий на дно резервуара

Компьютерные испытания показали работоспособность предлагаемых конструкций при их высокой энергетической эффективности.

Конструкция устройства вибро-смесителя и демпфер высоких частот защищены патентами РФ [4, 5].

Литература

1. Казанский Н. Л., Серафимович П. Г., Харитонов С. И. Адаптивный итеративный алгоритм для выделения различных типов волн данных акустического каротажа // Известия Самарского научного центра РАН, 2001, Том 3, № 1, с.99-103.
2. Казанский Н.Л., Серафимович П.Г., Харитонов С.И. Адаптивный итеративный алгоритм для выделения различных типов волн в данных акустического каротажа // Компьютерная оптика, № 22, 2001. - С. 41-46.
3. Абульханов С.Р. Технологические применения акустических фокусаторов // Сборник трудов конференции «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНО-ТЕХНОЛОГИИ», Самара, 29 июня-01 июля 2015. – С.463-467
4. Сойфер В. А., Казанский Н. Л., Стрелков Ю.С., Дмитриев А.Д., Досколович Л.Л., Харитонов С.И. Вибросмеситель // Патент России № 2422195, опубл. 2011, Бюл. № 18.
5. Абульханов С. Р., Казанский Н. Л., Сойфер В. А. Демпфер высоких частот // Патент России № 2462630, опубл. 27.09.2012, Бюл. № 27.