

ОТЗЫВ
официального оппонента

доктора технических наук, профессора заведующего кафедрой процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Клинова Александра Вячеславовича на диссертационную работу Носырева Михаила Андреевича на тему «Определение скоростей и концентраций дисперсных частиц при стесненном движении на основе минимума интенсивности диссиляции энергии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий»

Актуальность темы исследования.

Двухфазные системы, где сплошной фазой является газ(жидкость), а дисперсной – твердые частицы, капли или пузыри, широко используются при проведении гидромеханических, тепло- и массообменных процессов в различных отраслях промышленности и в частности в химической и нефтехимической. Важной характеристикой, определяющей интенсивность протекания таких процессов, является скорость стесненного движения дисперсной фазы относительно сплошной, в поле массовых сил. Так, например в процессах отстаивания, центрифугирования эта величина определяет необходимое время пребывание разделяемой системы в аппарате и его размеры. В тепло- и массообменных процессах (барботаж пара(газа) на тарелках в процессах ректификации, абсорбции, или псевдоожиженные слои в процессе сушки) скорость стесненного движения дисперсной фазы влияет на величину коэффициентов тепло- и массоотдачи, которые, в конечном счете, определяют интенсивность протекания процессов и размеры оборудования.

В настоящее время строгое решение задачи движения дисперсной фазы в сплошной получено только для случая всплытия (осаждения) одиночных частиц. Для определения скорости стесненного движения дисперсной фазы известно достаточно большое число эмпирических уравнений, однако все они имеют ограниченную область применения и содержат параметры, требующие настройки для конкретных случаев. Поэтому тема исследования данной диссертационной

работы, связанная с разработкой обобщенного метода расчета скорости стесненного движения газовых и твердых частиц в жидкостях, является актуальной.

Научная новизна исследования и полученных результатов.

Задача определения скорости стесненно движения пузырей и твердых частиц относительно жидкой(газовой) фазы давно привлекает внимание исследователей. Можно выделить два основных направления решения этой задачи:

- использование фундаментальных уравнений гидромеханики;
- поиск функции, которая определяет зависимость отношения скоростей стесненного и свободного движения дисперсных частиц от объемной доли дисперсной фазы.

Первый подход имеет очевидные ограничения, связанные с решением задачи большой размерности. Известные результаты, полученные здесь, ограничиваются рассмотрением движения одной частицы в некотором объеме сплошной среды, а учет влияний других частиц осуществляется выбором соответствующих граничных значений.

Для второго подхода характерен эмпирический способ определения искомой функции, что ограничивает область использования получаемых соотношений и требует экспериментального определения содержащихся в них параметров.

В данной диссертации автором решается задача создания обобщенного метода для определения скорости стесненного движения сферических газовых и твердых частиц в жидкостях. Новизна проведенных исследований заключается в привлечении положения неравновесной термодинамики в виде принципа минимума интенсивности диссиpации энергии, для определения вида функции от объемной доли дисперсной фазы, которая определяет отношение скоростей стесненного и свободного движения дисперсных частиц.

К научной новизне полученных результатов можно отнести следующее:

1. Метод определения скорости стесненного движения газовых и твердых частиц на основе вариационного принципа минимума интенсивности диссиpации энергии.
2. Математическая модель для расчета скорости стесненного движения сферических газовых и твердых частиц в жидкости в поле силы тяжести с

учетом неравномерности распределения дисперсной фазы.

3. Математическая модель для описания распределения частиц неоднородного псевдоожженного слоя по высоте аппарата

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов.

Принцип минимума интенсивности диссипации энергии, который лежит в основе разработанного обобщенного метода определения скорости стесненного движения сферических газовых и твердых частиц в жидкой фазе является частным случаем положения неравновесной термодинамики о принципе минимальной скорости продукции энтропии в стационарном состоянии (теорема Пригожина). Для получения расчетных моделей использовались законы сохранения, соотношения баланса сил, действующих на частицы дисперсной фазы, а так же теория вариационного исчисления.

Адекватность полученных, на основе этого метода моделей подтверждается сопоставлением результатов расчета с многочисленными экспериментальными данными по скорости стесненного движения дисперсной газовой и твердой фазы и по характеристикам псевдоожженого слоя.

Все это позволяет говорить об обоснованности, достоверности и надежности полученных положений выводов и расчетных моделей.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций докторанта.

Показана возможность использования принципа минимума интенсивности диссипации энергии для получения адекватных моделей для расчета скорости стесненного движения дисперсной фазы в сплошной.

Полученные расчетные соотношения скорости стесненного движения дисперсной газовой и твердой фазы в жидкости могут быть использованы в общей схеме расчета отстойников, сепараторов, тепломассообменных аппаратов с барботажными и псевдоожженными слоями.

Общая характеристика работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы из 100 наименований. Материал изложен на 112 страницах

машинописного текста, включая 13 рисунков, 6 таблиц.

Во введении изложена актуальность темы исследования и определена область решаемых задач.

В первой главе приводится обзор работ, посвященных определению скорости стесненного движения фаз в дисперсных системах твердое тело-жидкость, газ-жидкость, твердое тело-газ.

Во второй главе на основе принципа минимума диссипации энергии предлагается метод определения скорости стесненного движения сферических газовых частиц в жидкости в поле сил тяжести. Так же предлагается вариант учета неравномерности распределения дисперсной фазы по сечению аппарата.

В третьей главе приводится описание обобщенного метода определения скорости ламинарного стесненного движения сферических твердых и газовых частиц в жидкостях, который также основан на применении вариационного принципа минимума диссипации энергии.

В четвертой главе получены две модели распределения мелкодисперсных частиц неоднородного псевдоожженного слоя по высоте аппарата. Одна из полученных моделей базируется на вариационном принципе минимума интенсивности диссипации энергии. Сравнение с экспериментальными данными показало ее адекватность.

Замечания по работе:

1. В тексте диссертации содержится много технических ошибок, например: на стр.48, 54 нарушена нумерация формул; в формуле 2.1-25 функция отношения скоростей обозначена как Ψ , когда в условных обозначениях это линия тока; аргументом функционала 2.1-21 должна быть не объёмная доля дисперсной фазы, а функция от нее; на стр. 71 говорится, что данные на рис. 3.1.1, 3.1.2 получены, в том числе по соотношениям 3.1-2 и 3.1-8, а в подписях к рисункам таких уравнений нет, так же нет и рисунка с номером 3.1.1. и т.д.
2. В работе не достаточно обсуждаются способы определения параметров полученных моделей. Например: из каких соображений в соотношении 2.1-22 параметр a был принят 0.07, а в соотношении 3.1-8 - 0.05. Также не понятно, насколько эти значения являются универсальными.

диссипации энергии. Составитель Носырев Михаил Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий».

Заведующий кафедрой процессов и аппаратов
химической технологии Казанского
национального исследовательского
технологического университета,
д.т.н., профессор

Клинов
Александр
Вячеславович

Адрес: г. Казань, 420015, ул. К. Маркса, 68
Телефон: (843)231-40-46
e-mail: alklin@kstu.ru

