

## Отзыв

на автореферат диссертации

Марценко Анастасии Александровны на тему: «Исследование гидродинамики и процесса смешения высококонцентрированной гранулированной среды в аппаратах порошковой технологии» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа Марценко А.А. посвящена актуальному направлению математического моделирования течения плотного слоя гранулированных сред с позиций «теории быстрых движений гранулированных сред». Актуальность работы обусловлена широким применением порошковой технологии в различных областях промышленности и сельского хозяйства. Важнейшими составляющими технологии переработки сыпучих материалов являются процессы смешения, сушки, дозирования, транспортировки.

С точки зрения обеспечения качества перерабатываемого материала и экономической эффективности процесса наиболее выгодными являются пневматические аппараты, в которых перемещается плотный слой гранулированной среды. Развитие пневматических способов переработки сыпучих материалов сдерживается недостаточной изученностью закономерностей течения плотного слоя гранулированного материала. Инерционный режим течения реализуется также в природных явлениях – при движении снежных лавин и селевых потоков. В связи с этим исследование течения плотного слоя сыпучей субстанции имеет большое практическое значение для прогнозирования схода снежных лавин и селей и предотвращения их последствий.

**Цели и задачи работы** сформулированы автором следующим образом:

1. Создание математической модели динамики высококонцентрированной зернистой среды при напорном и гравитационном течении применительно к аппаратам порошковой технологии и природным явлениям в рамках «теории быстрых движений гранулированных сред».
2. Разработка метода расчета процессов смешения и усреднения зернистых сред применительно к пневматическим способам переработки дисперсных материалов в аппаратах порошковой технологии.

3. Исследование основных закономерностей динамики гранулированных сред и определение параметров, влияющих на распределение полей скорости и концентрации при инерционном режиме движения.

В ходе выполнения поставленных задач автором были получены результаты, имеющие как научную новизну, так и научно-практическую значимость.

**Научная новизна работы** обусловлена следующими факторами:

1. На базе «теории быстрых движений гранулированных сред» автором разработана оригинальная модель инерционного течения высококонцентрированной гранулированной среды, учитывающая турбулентные пульсации скорости движения.

2. Предложена новая формулировка граничных условий для тангенциальной составляющей скорости на стенке, которая позволила учесть эффекты скольжения среды на твердой поверхности, а также позволила моделировать застойные зоны вблизи препятствий.

3. При использовании разработанной модели для решения практических задач, впервые были получены новые результаты исследования гравитационного течения сыпучего материала в бункерах с препятствиями различной формы, течения гранулированной массы на наклонной плотности, течения в вертикальном смесителе, снабженном тарелками, расположенными в рабочей зоне аппарата, моделирование пространственного и осесимметричного течения в пневматическом циркуляционном аппарате. Показано влияние коэффициента скольжения среды на стенке и числа Рейнольдса на гидродинамику гранулированной среды. Впервые проведен анализ баланса слагаемых уравнений переноса турбулентной энергии пульсационного движения гранулированной среды.

4. С применением разработанной автором математической модели исследованы закономерности нестационарного пространственного процесса усреднения смеси гранулированных сред в пневматическом циркуляционном аппарате. Показано влияние эффективного диффузионного числа Прандтля на интенсивность процесса смешения.

**Научная и практическая новизна работы** заключается в следующем:

1. Создана адекватная опытным данным оригинальная математическая модель инерционного движения плотного слоя гранулированной среды, которая, как показано в работе, позволяет детально анализировать закономерности течения сыпучих сред в процессах смешения, дозирования, сушки, транспортировки и других технологических операциях переработки гранулированных материалов.

2. Представлена новая формулировка граничных условий частичного скольжения среды на стенке. Получено обобщение разностных формул Тома первого порядка точности и Вудса второго порядка точности для вихря на стенке, а также определены значения тангенциальной скорости среды на твердой поверхности как в переменных «вихрь-функция тока», так и в переменных «скорость-давление» для случая скольжения среды на стенке.

3. Применение разработанной математической модели позволило автору впервые установить новые закономерности движения плотной гранулированной среды, имеющие важное значение для решения ряда инженерных задач:

- пространственную картину движения гранулированной среды в пневматическом циркуляционном аппарате;
- функцию распределения времени пребывания частиц в аппарате;
- влияние хаотической энергии пульсационного движения среды на гидродинамику течения и на процессы смешения.

В ходе выполнения диссертационной работы автором были получены результаты как фундаментального так и прикладного значения. Новые закономерности течения плотных гранулированных сред, полученные посредством применения модели, разработанной автором, вносят определённый вклад в развитие теории неньютоновского движения высококонцентрированных дисперсных сред.

Учет закономерностей влияния геометрии, коэффициента скольжения среды на стенке, чисел Рейнольдса и Прандтля и других параметров при проектировании пневматических агрегатов переработки сыпучих материалов позволит существенно увеличить их эффективность.

Научная и практическая значимость работы подтверждается финансовой поддержкой РФФИ № 13-08-00372 (2013-2015 гг.) и наличием акта внедрения методики расчёта динамики высококонцентрированной гранулированной среды применительно к аппаратам порошковой технологии ООО «НПО «МИПОР».

**Достоверность и работоспособность** предложенной математической модели подтверждается сравнением полученных результатов численного моделирования с известными аналитическими решениями, сопоставлением с известными опытными данными, а также с результатами других авторов.

Основные результаты работы изложены в 14-ти публикациях, из них 9 докладов на всероссийских научных конференциях, в том числе с международным участием, 4 статьи в журналах, рекомендуемых ВАК, статья в зарубежном электронном журнале, индексируемом Web of Science.

При ознакомлении с авторефератом диссертации замечаний не возникло.

По объему проведенных исследований, актуальности, новизне и значимости полученных результатов, работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Марценко Анастасия Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доцент кафедры ХТЭМИ,  
кандидат технических наук

А.В. Сергиенко

Подпись А.В. Сергиенко заверяю:  
Ученый секретарь совета Бийского  
технологического института, к.т.н., доцент



Е.В. Сыпин

«28» 11 2016 г.

Контактные данные:

Сергиенко Алексей Викторович

Почтовый адрес: 959305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

Телефон: (3854)305977 E-mail: abc@bti.secna.ru