

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Асмолова Евгения Савельевича
«Поперечная миграция малых сферических частиц
в сдвиговых и нестационарных потоках»
на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Актуальность темы

Диссертация Асмолова Е.С. посвящена теоретическому исследованию инерционных сил, действующих на сферические частицы при малых числах Рейнольдса в ламинарных сдвиговых потоках. Тема имеет существенное значение для фундаментальной гидродинамики дисперсных систем. Знание законов миграции частиц важно для адекватного моделирования процессов течения дисперсных систем в многочисленных приложениях.

Помимо традиционных инженерных приложений, связанных с энергетикой и аэродинамикой, следует отметить следующие бурно развивающиеся направления: (1) биомедицина - исследование движения крови в кровеносных сосудах, гидродинамическую сепарацию биологических частиц; (2) микроэлектроника - течение аэрозолей в микрокапиллярах для направленного нанесения микроскопических количеств вещества на подложку; (3) нефтедобыча - течение дисперсных систем в трещинах и микропорах нефтяного пласта.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность положений, выводов и рекомендаций в диссертационной работе Асмолова Е.С. обеспечена использованием фундаментальных положений механики сплошных сред и уравнений Навье-Стокса. Приближенные методы решения обоснованы, а для построенных моделей определены условия их применимости. Выводы диссертации сформулированы в соответствии с обоснованными решениями теоретических задач.

Новизна и достоверность

Целью диссертационной работы Асмолова Е.С. является теоретическое исследование инерционных сил, действующих на

сферические частицы при малых числах Рейнольдса для ламинарных сдвиговых и нестационарных течений, и движения дисперсной примеси под действием этих сил.

При вычислении величины инерционной силы автор разбивает пространство вокруг частицы на внутреннюю и внешнюю области. Течение жидкости в этих областях вычисляется в рамках соответствующих систематических гидродинамических приближений. Сращивание этих асимптотических решений позволяет вычислить поперечную силу и использовать её для моделирования миграции частиц в сдвиговых потоках жидкости. В каждом конкретном случае автором применяются новые математические методы, развитые им лично или взятые им из работ других авторов. Такой систематический подход к проблеме позволил автору решить большой ряд новых задач.

В диссертации получены следующие новые результаты:

1. В случае, когда частица движется в линейном сдвиговом потоке ограниченном с одной стороны неподвижной стенкой показано что поперечная сила определяется двумя безразмерными параметрами – параметром скольжения, введенным автором и расстоянием от стенки отнесенным к масштабу Саффмана. Показано, что если поток опережает частицы, то поперечная сила всегда направлена от стенки; если частицы опережают поток, то поперечная сила является знакопеременной функцией расстояния до стенки с образованием устойчивого положения равновесия.
2. В случае, когда частица движется в плоском канале, показано, что вблизи стенки величина поперечной силы близка к значениям, полученным для линейного потока ограниченного с одной стороны неподвижной стенкой. В основной части канала (вблизи центральной линии) поперечная сила зависит от двух безразмерных параметров – параметра скольжения и кривизны профиля скорости.
3. Решена задача о нестационарном движении частицы в неограниченном сдвиговом потоке жидкости. Выведена аналитическая формула для обобщенной силы Бассэ, зависящей от движения частицы в предыдущие моменты времени.
4. Решена задача о течении газозвеси при обтекании тел различной формы в приближении пограничного слоя. В частности, показано что при обтекании клина действие поперечной силы приводит к

образованию области чистого газа вблизи поверхности, где частицы отсутствуют.

Замечания по работе

1. На стр. 33 (обсуждение Рис. 1.3), сказано, что «для частиц, опережающих несущий поток, сила является знакопеременной функцией расстояния до стенки ... Такие частицы имеют устойчивое положение равновесия, где сила равна нулю». Из Рис. 1.3 видно, что сила в этом положении действительно равна нулю. Однако, устойчивость этого положения равновесия не сразу видна из этого рисунка. Эта неясность появляется из-за неудачного (на мой взгляд) представления коэффициента поперечной силы. Было бы намного нагляднее если направление силы было включено в определение коэффициента поперечной силы.
2. На стр. 50 (обсуждение Рис. 2.2) – аналогичное замечание.
3. В работе используется большое количество параметров и обозначений. В ряде случаев, это затрудняет чтение и понимание результатов. Например, на стр. 53 неожиданно, без объяснения физического смысла, вводятся параметры γ и σ . В результате, чтение превращается в расшифровку новых обозначений.

Приведенные замечания носят редакторский характер и не умаляют научной ценности работы.

Общие выводы по диссертации

Полученные в работе результаты вносят значительный вклад в гидродинамику дисперсных систем. Все представленные в работе результаты получены лично автором. Основные положения выполненных исследований опубликованы в 26 научных публикациях, из которых 17 в журналах, рекомендованных ВАК РФ и 9 в трудах международных и российских конференций. Автореферат составленный с соблюдением установленных требований, в достаточной степени отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Асмолова Евгения Савельевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решен ряд задач по теоретическому исследованию инерционных сил, действующих на сферические частицы при малых числах Рейнольдса в ламинарных

сдвиговых потоках, имеющих существенное значение как для фундаментальной гидродинамики, так и для многочисленных приложений.

Диссертационная работа Асмолова Евгения Савельевича «Поперечная миграция малых сферических частиц в сдвиговых и нестационарных потоках» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, а сам Асмолов Е.С. достоин присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор,
директор Центра проектирования, производственных технологий и
материалов Сколковского института науки и технологии, Москва


Ахатов Искандер Шаукатович



28/03/2016

Почтовый адрес: 143025, Российская Федерация,
Московская область, Одинцовский район,
дер. Сколково, ул. Новая, д.100
Телефон: +7(495) 280-14-81 доб. 3317
Электронная почта: i.akhatov@skoltech.ru

Подпись Ахатова И.Ш. заверяю:



Виктория Михайловна
директор центра по направлению развития,
управления и кадрового
проектирования.

