

Отзыв

на автореферат диссертации Ковалева Александра Владиславовича
«Влияние вязкости фаз на гидродинамические характеристики потоков несмешивающихся
жидкостей в микроканалах прямоугольного сечения»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность темы диссертационной работы

Микромасштабные аппараты в течение последних нескольких десятилетий стали объектом пристального внимания исследователей по всему миру. Это обусловлено особыми условиями течения в каналах с размером порядка миллиметра и менее, когда инерционные и гравитационные силы неизмеримо меньше вязких и межфазных сил. Особенности гидродинамики двухфазных течений заключаются, в частности, в формировании вихрей Тейлора и Дина, играющих существенную роль в интенсификации процессов тепло- и массопереноса. С точки зрения практической значимости микромасштабные аппараты находят все больше приложений в технике, химических технологиях, биологии, для аналитических целей. В связи с этим диссертационное исследование А.В. Ковалева представляется актуальным.

Научная новизна

Самой главной и несомненной заслугой данной работы является детальное исследование влияния вязкости фаз на гидродинамику двухфазного потока, которое было проведено использованием современных оптических методов измерения $\mu\text{icro-PIV/PTV}$ и скоростной визуализации.

На основе полученных экспериментальных данных в качестве критерия предложен безразмерный комплекс на основе чисел Вебера и Онезорге, который позволил обобщить границу перехода между двумя сегментированными (снарядный, капельный) и непрерывными (параллельный, кольцевой, ручейковый) режимами течения двухфазной среды.

Впервые обнаружено и детально изучено влияние отношения вязкостей фаз на форму капель и снарядов, а также соответствующие изменения в топологии внутренних течений, описан механизм явления.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные в работе результаты значительно дополняют и расширяют существующие знания о гидродинамике несмешивающихся жидкостей в микромасштабных каналах прямоугольного сечения. Эти знания могут быть положены в основу расчетов тепло- и массообмена в микроканалах, в том числе при наличии химических реакций. Все это имеет огромное значение для разработки методики расчета микроаппаратов и выработки рекомендаций по их проектированию.

Достоверность результатов подтверждается анализом погрешностей для всех измерений, использованием поверенных приборов; основные выводы диссертации

базируются на результатах больших статистических выборок с рассчитанным стандартным отклонением.

По теме диссертации опубликовано 8 статей в журналах, входящих в перечень ВАК. Работа апробирована на научно-практических конференциях, в том числе международных, что позволяет сделать вывод об известности основных результатов исследования широкому кругу научной общественности. Автореферат составлен с соблюдением установленных требований и дополнен достаточно информативным иллюстративным материалом.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

- 1) С. 5 автореферата. Выражение «реакции экстракции» вряд ли можно признать корректным, поскольку экстракция – один из массообменных процессов, но он может сопровождаться химической реакцией.
- 2) Как проводились линии, ограничивающие «сегментированные» и «непрерывные» режимы течения на рис. 4 автореферата? Складывается впечатление, что на рис. 4а и 4б их следовало провести ниже и под другим углом.
- 3) На практике часто требуется различать капельный (когда капли имеют сферическую форму) и снарядный (с каплями вытянутой формы) режимы. Можно ли расширить разработанный в диссертации подход для проведения различия между ними?
- 4) На рис. 7в выполнено сравнение с данными Дж. Тейлора (1961) для системы жидкость-газ, т.е. отношение вязкостей фаз при этом составляет примерно $\lambda = 0,018$. Насколько правомерно сравнивать эти данные со случаями существенно больших значений λ ?
- 5) При построении зависимостей, представленных на рис. 7 автореферата автор диссертации не принял во внимание модели, разработанные автором данного отзыва (публикации в журналах Теоретические основы химической технологии, Chemical Engineering Journal, Physics of Fluids). Возможно, это стало причиной вывода на с. 17 автореферата, с которым трудно согласиться: «является следствием эффекта ручейков несущей фазы в углах канала, которые движутся быстрее, чем снаряд, и начинают дополнительно ускорять его относительно среднерасходной скорости». Как показано в наших работах (см., например С. J. Falconi et al. Numerical and experimental analysis of local flow phenomena in laminar Taylor flow in a square mini-channel// Physics of fluids 28, 012109 (2016)), в углах канала скорость жидкости меньше скорости капли («снаряда»), и может даже принимать отрицательные значения. При этом из уравнения неразрывности двухфазного потока следует, что увеличение скорости снаряда возможно именно при уменьшении скорости в пленке.
- 6) Произведение $f_0 t_{vc}$, как показывает простой анализ формулы (2), прямо пропорционально капиллярному числу: $f_0 t_{vc} = \frac{D_h}{w} Ca_K$. Поэтому не удивительно, что точки на рис. 8б и 8в почти идеально ложатся на прямую линию.

7) В работе основное внимание сосредоточено на влиянии вязкостей фаз на длину снарядов. В действительности существенное влияние на длину снарядов оказывает еще и геометрия генератора капель, о чем следовало бы хотя бы упомянуть в автореферате.

Указанные замечания не снижают качества диссертационной работы и ее высокой оценки. Исследования выполнены на довольно высоком уровне, их актуальность, научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

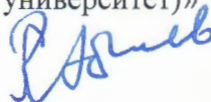
Заключение

Диссертационная работа Ковалева Александра Владиславовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой приводится решение актуальной задачи в области гидродинамики двухфазных потоков в микроканалах.

Диссертация полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением ВАК, а ее автор - Ковалев Александр Владиславович - заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор технических наук
(05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий),
профессор,
заведующий кафедрой оптимизации
химической и биотехнологической аппаратуры
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
технологический институт (технический университет)»

19.01.2023



Абиев Руфат Шовкетович

Адрес: Российская Федерация, 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 26

Телефон: +7 (812) 494-92-76

E-mail: abiev.rufat@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

Я, Абиев Руфат Шовкетович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Ковалева Александра Владиславовича, и их дальнейшую обработку.

