

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яшина Виктора Евгеньевича «Совмещение методов физического и математического моделирования при определении основных гидродинамических параметров работы противоточных тарелок», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Актуальность темы исследования: Работа В.Е. Яшина посвящена актуальной проблеме совершенствования методов исследования и проектирования пенных тарелок для аппаратов контактирования газа и жидкости, применяемых в процессах абсорбции и мокрой очистки газов.

Современное развитие химической промышленности требует создания энергоэффективных, компактных и надежных аппаратов, устойчивых к загрязнению и работающих в широком диапазоне технологических параметров. Использование противоточных тарелок с фиксированными клапанами, исследованных в работе, представляет собой перспективное направление, так как такие конструкции обеспечивают устойчивый пенный режим, снижают склонность к засорению отверстий и повышают эксплуатационную надежность оборудования.

В работе обосновано применение методов вычислительной гидродинамики (CFD) в сочетании с экспериментальными исследованиями, что отвечает современным тенденциям цифрового моделирования химико-технологических процессов. Таким образом, диссертационное исследование имеет не только фундаментальное, но и значительное прикладное значение для инженерной практики и промышленного проектирования.

Основное содержание и структура работы Автореферат отражает логичную структуру диссертации, включающей введение, четыре главы, заключение и список литературы.

Во введении сформулированы цель и задачи исследования, обоснована актуальность темы, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Приведены положения, выносимые на защиту, и указаны публикации автора.

В первой главе выполнен подробный анализ литературы по гидродинамике пенных слоев и методам CFD-моделирования. Рассмотрены конструкции и режимы работы различных типов пенных тарелок, особенности противоточных систем и их отличия от перекрёстноточных. Автор отмечает, что тарелки с фиксированными клапанами ранее не были исследованы в качестве противоточных, что подчеркивает оригинальность темы.

Во второй главе приведено описание экспериментальной установки и методики физического моделирования пенного слоя. Исследованы закономерности изменения высоты слоя чистой жидкости и пенного слоя в зависимости от скоростей газа и плотности орошения. Показано преимущество тарелок с фиксированными клапанами по устойчивости режима и снижению брызгоуноса. Результаты представлены в графическом виде, сопровождаются анализом влияния геометрии отверстий и конструктивных особенностей тарелок.

В третьей главе изложены результаты математического (CFD) моделирования пенного режима с использованием программных пакетов OpenFOAM и ANSYS Fluent. Рассмотрены две модели: метод объёмной доли жидкости (VOF) и модель взаимопроникающих сред (Эйлера–Эйлера). На основе численных экспериментов предложена адаптация коэффициента сопротивления капель жидкости в пенном слое C_D , обеспечивающая корректное описание пенного слоя при противоточном движении фаз. Сопоставление результатов моделирования с экспериментальными данными подтвердило достоверность предложенного подхода.

В четвёртой главе рассмотрены процессы брызгоуноса и методы расчета остаточного загрязнения газа после прохождения проволочного туманоуловителя. Автор предложил методику расчета общей эффективности очистки с учетом дисперсного состава капельного уноса, основанную на функциях распределения Розина–Раммлера. Это позволило обосновать критерии выбора оптимальных режимов работы аппаратов и повысить точность проектных расчетов.

Научная новизна работы Яшина В.Е. состоит в комплексном исследовании противоточных пенных тарелок с использованием физического и CFD-моделирования, а также в разработке новых методических подходов к расчету их гидродинамических характеристик.

Основные результаты, обладающие научной новизной:

- впервые проведено физическое моделирование противоточных тарелок с фиксированными клапанами;
- реализовано CFD-моделирование пенного слоя двумя методами (VOF и Эйлера–Эйлера);
- предложена адаптированная зависимость коэффициента сопротивления C_D от скорости газа и объемной доли жидкости;
- разработана методика расчета эффективности очистки газа и остаточного загрязнения с учетом дисперсности брызгоуноса.

Теоретическая и практическая значимость

Результаты диссертации имеют прямое прикладное значение для инженерных расчетов и конструирования пенных аппаратов. Предложенные методики позволяют существенно сократить объем натурных экспериментов при проектировании и оптимизации колонных аппаратов спротивоточными пенными тарелками.

Отдельного внимания заслуживает факт внедрения результатов работы в проектные организации, подтвержденный актами внедрения, а также использование методик при проектировании аппаратов для производств минеральных удобрений.

Оценка достоверности и обоснованности выводов

В результате проведенных исследований автором получен большой экспериментальный материал, который обрабатывается и обсуждается на высоком теоретическом уровне с привлечением современных методов анализа и методов математического моделирования, продемонстрирована хорошая корреляция расчетных и экспериментальных данных, поэтому достоверность полученных результатов и правильность сделанных выводов не вызывает сомнений. Они базируются на достаточно большом объеме данных, хорошо воспроизводящихся и согласующихся между собой. Выводы автора подтверждены сопоставлением данных физического и компьютерного моделирования, что обеспечивает высокую степень достоверности. Применение современных программных комплексов и проведение экспериментов на установке полупромышленного масштаба свидетельствуют о корректности выбранных методов исследования.

Диссертация хорошо апробирована и достаточно полно представлена в печати.

Поводов для принципиальной критики работа Яшина В.Е. не вызывает.

1. Однако следует отметить, что упоминание в автореферате Программ и Фондов, которыми были поддержаны исследования, выполненные в рамках настоящей диссертации, являлось бы дополнительным подтверждением актуальности выбранной темы и несомненным украшением автореферата
2. В автореферате недостаточно отражены количественные данные по погрешностям экспериментальных измерений.
3. Следовало бы более подробно описать границы применимости разработанных CFD-моделей.

4. Не раскрыт в полной мере экономический эффект внедрения разработанных решений.

Очевидно, что это замечание, не носит принципиального характера и не изменяет общей положительной оценки диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Яшина Виктора Евгеньевича «Совмещение методов физического и математического моделирования при определении основных гидродинамических параметров работы противоточных тарелок» является актуальной завершённой научно-квалификационной работой, полностью соответствующей требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утверждённым приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева №103 ОД от 14 сентября 2023 г., а её автор, Яшин Виктор Евгеньевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Я, Дьячкова Светлана Георгиевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой Яшина Виктора Евгеньевича, и их дальнейшую обработку

Доктор химических наук,
профессор,
профессор кафедры химической
технологии им. Н.И. Ярополова
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский
национальный исследовательский
технический университет»

Почтовый адрес:

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Иркутский национальный
исследовательский технический
университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»)

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Телефон: +7 (3952) 405-100, 405-009, 405-119

e-mail: info@istu.edu; dyachkova@ex.istu.edu

Адрес сайта: <http://www.istu.edu>.

Дьячкова Светлана Георгиевна

15.12.2025

Подпись

Дьячковой С.Г.

ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

С.Г. Дьячкова

и по другим документам