

Исх. № 125-748 от 17.11.2025

На № от

ОТЗЫВ

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

Общая характеристика работы и её актуальность

Автореферат представляет результаты диссертационной работы, посвященной комплексному исследованию гидродинамических процессов на противоточных тарелках, применяемых в массообменных аппаратах. Актуальность темы не вызывает сомнений: противоточные контактные устройства широко используются в установках рекуперации, абсорбции кислотных и органических газов, а также в газоочистных системах.

Для организаций, занимающихся промышленным проектированием, особенно в области очистки технологических газов, чрезвычайно важно иметь достоверные методы расчёта гидродинамических параметров тарельчатых аппаратов. В условиях ужесточения экологических требований и роста требований к эффективности газоочистных систем, совершенствование методов моделирования и повышение точности инженерных расчётов является задачей высокой практической значимости.

Работа В.Е. Яшина направлена на решение этих проблем и содержит комплексный подход: сочетание промышленного эксперимента, физического моделирования и вычислительной гидродинамики (CFD). Такой подход позволяет глубже понять процессы формирования пенного слоя, устойчивости режимов, гидравлического сопротивления и брызгоуноса — параметров, определяющих эффективность газоочистных аппаратов.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи работы, показана связь диссертации с научными программами и промышленными задачами. Определены положения, выносимые на защиту.

Первая глава проведён анализ научно-технической литературы по гидродинамике тарельчатых аппаратов, режимам течения газ-жидкость в пенных контактных устройствах, методам моделирования пенных тарелок, вопросам брызгоуноса. Рассмотрены существующие модели и подходы к расчету пенных режимов, выявлены их ограничения в условиях противоточного движения фаз. Установлена необходимость использования комбинированного подхода, объединяющего эксперимент и CFD-моделирование.

Вторая глава изложены методика и результаты физического моделирования на колонне диаметром 400 мм с тарелками различных конструкций. Исследованы основные гидродинамические характеристики: высота пенного слоя, гидравлическое сопротивление,

стабильность режима, величина брызгоуноса. Представлены закономерности влияния расхода фаз, геометрии отверстий и наличия клапанов на устойчивость противоточного режима. Показано, что тарелки с фиксированными клапанами обладают лучшими эксплуатационными характеристиками при повышенных нагрузках газа.

Третья глава приведены результаты CFD-моделирования режимов пенного слоя с использованием двух подходов — моделирования поверхности раздела (VOF) и многокомпонентного Эйлера описания. Получены распределения объемных долей, скоростей и давления в двухфазном потоке. Выполнено сопоставление CFD-данных с экспериментальными результатами. Разработана адаптированная зависимость коэффициента сопротивления пузырьков C_D , учитывающая скорость газа и объемную долю жидкой фазы.

Четвёртая глава предложена методика расчёта брызгоуноса и остаточного загрязнения газа после прохождения туманоуловителя. Приведены зависимости, позволяющие прогнозировать дисперсный состав уносимых капель и оценивать эффективность отделения жидкости.

Научная новизна

Согласно автореферату, научная новизна заключается в следующем:

1. Впервые проведены комплексные исследования противоточных тарелок с фиксированными клапанами, включая физическое моделирование и CFD-анализ.
2. Разработана адаптированная зависимость коэффициента $C_D(U_G, \epsilon_L)$, учитывающая влияние газовой скорости и объемной доли жидкости.
3. Получена CFD-верификация режимов пенного слоя двумя независимыми подходами — VOF и Эйлер–Эйлер, что является значимым вкладом в методологию расчётов.
4. Предложена методика определения остаточного загрязнения газа после туманоуловителя с учётом дисперсности брызгоуноса.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации выражается в:

- Результаты могут быть использованы при проектировании абсорберов и газоочистных колонн в химической, энергетической, экологической и перерабатывающей промышленности.
- Разработанные зависимости и CFD-модели позволяют повысить точность инженерных расчётов и устойчивость работы газоочистного оборудования.
- Материалы исследования внедрены в проектные и инженерные подразделения ряда предприятий, используются в учебном процессе.

Достоверность и обоснованность выводов подтверждается:

- сопоставлением результатов физических экспериментов с результатами CFD-моделирования;
- использованием стандартизированных методов измерений;
- анализом погрешностей и устойчивости режимов;
- адекватностью разработанных моделей экспериментальным данным.

Замечания и рекомендации

1. Автореферат содержит недостаточно подробное описание критериев масштабирования результатов с лабораторной установки на промышленное оборудование.
2. Отражение экономической эффективности применения предложенных методик могло бы усилить практическую значимость работы.

3. Важно расширить сведения о применимости зависимостей в диапазонах, отличных от экспериментальных условий.
4. Иллюстративный материал в автореферате представлен ограниченно; более подробные графики повысили бы информативность документа.

Замечания не снижают общей положительной оценки работы.

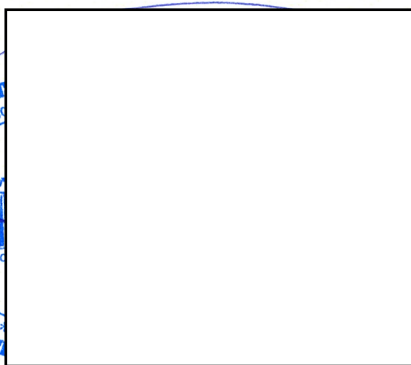
Заключение

Автореферат диссертации Яшина Виктора Евгеньевича отражает основные научные результаты, представленные в диссертации, и показывает выполнение автором значимой научно-практической работы, направленной на развитие методов моделирования гидродинамики противоточных тарелок.

Работа отличается актуальностью, научной новизной и практической значимостью. Полученные результаты представляют интерес для организации, занимающихся проектированием систем газоочистки, и могут быть внедрены в инженерную практику.

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.

С уважением,
Генеральный директор



А.С. СОЛОВЬЕВ