

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Евдокименко Ильи Анатольевича «Экспериментальное исследование гидродинамических характеристик и теплообмена отрывных пузырьковых потоков», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертационная работа И.А. Евдокименко посвящена экспериментальному исследованию двухфазных газожидкостных течений, в которых формирование отрывных зон используется как инструмент управления гидродинамической структурой потока и, как следствие, интенсивностью тепло- и массообмена. Такой подход представляет значительный интерес как для теплофизики двухфазных течений, так и для прикладных задач энергетики, химических технологий и биотехнологий. Актуальность темы не вызывает сомнений, поскольку двухфазные пузырьковые потоки широко используются в указанных областях техники, а управление локальной гидродинамической структурой течения является одним из эффективных путей интенсификации процессов переноса. Для отрывных пузырьковых течений, особенно в каналах со сложной геометрией, экспериментальных данных до настоящего времени недостаточно, что ограничивает развитие и верификацию современных математических моделей двухфазных течений. Особого внимания заслуживает вывод о том, что за счет оптимизации геометрии и расположения преград-интенсификаторов удалось достичь увеличения объемного коэффициента массообмена до 60%, а коэффициента теплоотдачи в отрывной области течения – до 2,8 раз по сравнению с однофазным потоком в плоском канале. Кроме того, установлено, что введение пузырей приводит к сокращению длины зоны возвратных течений на величину до двух высот преграды. Эти результаты имеют несомненную научную новизну и инженерную значимость. Автор использует комплекс современных методов: измерение истинного газосодержания по перепаду давления, кондуктометрический метод, абсорбционно-десорбционный метод оценки коэффициента массопереноса, PIV-измерения скорости жидкой фазы, автоматическую обработку теневых изображений пузырей, тепловизионную съемку при изучении теплообмена. Автором приведены оценки неопределенности измерений, что повышает доверие к полученным результатам. Практическая значимость диссертации состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы при выборе и оптимизации конструктивных элементов барботажных реакторов и каналов с интенсификаторами, когда требуется повысить эффективность теплообмена без сложных механических устройств и внешнего подвода энергии к самим управляющим элементам. Особенно ценно, что автор связывает результаты не только с задачами энергетики, но и с биотехнологическими приложениями, включая барботажные системы и реакторы для культивирования микроводорослей. Основные результаты диссертации докладывались на ряде всероссийских и международных конференций, по теме работы опубликованы статьи в рецензируемых научных изданиях (включая публикации в *Chemical Engineering Science*, *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, *Water*), а также получен патент на способ измерения скорости многофазного потока.

Замечания по автореферату, которые не снижают общей положительной оценки работы:

1. Введение преград-интенсификаторов неизбежно влияет не только на тепло- и массообмен, но и на структуру течения в целом. Проводилась ли автором оценка роста гидравлического сопротивления и суммарной термогидравлической эффективности предлагаемых решений?

2. В работе было бы полезно более четко обозначить пределы применимости полученных результатов и рекомендаций с учетом диапазонов чисел Рейнольдса, расходного газосодержания, геометрии каналов и размеров преград-интенсификаторов.

3. По тексту автореферата осталось не вполне ясным, какими именно критериями следует руководствоваться при выборе оптимальной формы и схемы расположения преград-интенсификаторов, поскольку различные конфигурации по-разному влияют на гидродинамические и тепломассообменные характеристики потока.

В целом автореферат Евдокименко И.А. производит весьма благоприятное впечатление: работа выполнена на хорошем экспериментальном уровне, отличается физической содержательностью, логикой постановки задачи и практической направленностью. Диссертационная работа Евдокименко И. А. является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842), а её автор, Евдокименко Илья Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Кандидат технических наук

(05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика и 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника),

Доцент

Кафедры прикладной и технической физики Школы естественных наук

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень

Пономарев Константин Олегович

Я, Пономарев Константин Олегович, даю своё согласие на обработку персональных данных, приведенных в настоящем документе

Подпись Пономарева Константина Олеговича заверяю

Заместитель начальника управления – начальник отдела рекрутинга и развития персонала

Машинова Надежда Вячеславовна

«03» апреля 2026 г.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»

Адрес: 625003, г. Тюмень ул. Володарского, 6

Тел.: (3452) 59-74-00 доб. 17340

E-mail: [k.o.ponomarev@utmn.ru](mailto:k.o.ponomarev@utmn.ru)