

## Отзыв

### на автореферат диссертации Сухарева Тимура Юрьевича «Численное моделирование процессов гидродинамического перемешивания»,

представленный на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

01.02.05 — «Механика жидкости, газа и плазмы»

Диссертационная работа Сухарева Т.Ю. посвящена созданию методов, алгоритмического и программного обеспечения для моделирования процессов гидродинамического перемешивания и их применения для выбора эффективных схем и оптимальных режимов работы смесительных устройств.

В данный момент перемешивание многофазных вязких сред является одним из значимых технологических процессов во многих отраслях промышленности, где технологическая цепочка включает измельчение, перемешивание и гомогенизацию суспензий и эмульсий. Основная задача перемешивания состоит в получении максимально однородных по пространству композиций. Для этой цели созданы различные группы перемешивающих аппаратов и их модификации, в зависимости от свойств рабочей жидкости. Одними из наиболее распространенных являются устройства, в которых перемешивание происходит за счет вращения рабочих элементов внутри смесительного аппарата. Однако, такой способ зачастую приводит к образованию застойных зон в рабочем объеме, а решение этой проблемы влечет за собой чрезмерное усложнение конструкций самого устройства и его рабочих органов. Существенно повысить эффективность перемешивания в данном случае можно посредством волнового и колебательного воздействия на среду. Разработка оптимальных технологий перемешивания устройств данного типа начинается с изучения свойств потоков несущей среды в проектируемой перемешивающей установке, поскольку качество получаемой смеси в первую очередь зависит от структуры течения. Таким образом, возникает актуальная задача создания оригинальных



программно-алгоритмических решений и новых подходов к проектированию смесительных установок.

Средствами исследования в данной работе являются методы математического моделирования и вычислительной гидродинамики совместно с современными компьютерными технологиями.

Предложенный в работе подход основан на описании процесса перемешивания моделью двухфазной жидкости, где несущая жидкая фаза описывается нестационарными уравнениями Навье-Стокса, а для описания дискретной фазы используется Лагранжев метод. С использованием данного подхода исследуются процессы перемешивания в каверне с подвижным дном и крышкой, в устройствах колебательного типа и системе подвижных коаксиальных профилированных цилиндров. На основе расчетов и анализа пространственно-временных структур в жидкости сформулированы подходы для определения эффективных схем устройств, а также построены карты режимов, позволяющие выбирать наиболее оптимальные протоколы перемешивания.

Достоверность полученных в диссертации результатов обеспечивается корректным применением соответствующего математического аппарата, непротиворечивостью получаемых решений общим гидродинамическим представлениям, качественным и количественным согласованием получаемых результатов с данными экспериментов и решений подобных задач другими авторами.

На основе текста автореферата имеется следующее замечание. В работе не представлены данные о вычислительных затратах при проведении численных исследований.

Несмотря на указанное замечание, считаю, что диссертационная работа Сухарева Т. Ю. выполнена на высоком научно-техническом уровне, представляет собой законченное научное исследование, содержит результаты, имеющие научную и практическую ценность, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, определяемым пп. 9-14

«Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а автор диссертации, Сухарев Тимур Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 — «Механика жидкости, газа и плазмы».

чл.-корр. РАН, д. т. н., проф.,

заместитель директора по научной работе

Научного центра нелинейной волновой механики и технологии РАН



Украинский Леонид Ефимович

« 5 » декабря 2019 г.

119334, г. Москва, ул. Бардина, д. 4

[ukrainsky@nwmtc.ac.ru](mailto:ukrainsky@nwmtc.ac.ru)

+7(499)135-55-26