

0.1. Ефремов М.А., Гарбузов Д.Н. Математическое моделирование течения степенной жидкости в смесителях различных конфигураций

Процессы смешения жидких сред играют ключевую роль в широком спектре промышленных отраслей, включая химическую, пищевую, фармацевтическую, полимерную и другие индустрии. Эффективное смешение имеет решающее значение для обеспечения качества продукции, оптимизации технологических процессов и интенсификации тепло- и массопереноса [1].

В рамках работы выполнено численное исследование влияния конфигурации мешалки, вращающейся с постоянной угловой скоростью, на структуру потока и качество перемешивания реологически сложной жидкости в смесительном аппарате. Математическую постановку задачи составляют уравнения движения и неразрывности, которые замыкаются степенным реологическим уравнением. Задача рассматривается в рамках плоского приближения, в соответствующих диапазонах чисел Рейнольдса. Используются граничные условия прилипания на твердых стенках смесительного аппарата. Рассмотрены три конфигурации мешалок: лопастные, якорные, якорные с поворотом.

Задача решалась методом контрольного объема, на неструктурированной, совмещенной, треугольной сетке, которая точно описывает сложную геометрию мешалки. Уравнение неразрывности удовлетворяется с помощью корректирующей процедуры SIMPLE [2]. Для устранения сингулярности реологического закона в областях слабоинтенсивного движения используется регуляризация

Параметрические исследования проведены для дилатантной и псевдопластичной жидкостей. Продемонстрирована структура потока, характеризующаяся формированием циркуляционных зон в окрестности лопастей и области сдвигового течения вдоль твердой стенки аппарата. Дополнительно решена задача о перераспределении ансамбля маркерных частиц с течением времени, которая позволяет провести качественную оценку процесса смешения. Количественная оценка проведена посредством характеристики неоднородности распределения маркеров. На ее основе сравнивались качества перемешивания трех конфигураций мешалок, даны рекомендации по улучшению конструкций мешалок.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 24-29-00594).

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Борзенко Е.О.

Список литературы

- [1] БАРАБАШ В. М., АБИЕВ Р. Ш., КУЛОВ Н. Н. Обзор работ по теории и практике перемешивания // Теоретические основы химической технологии. 2018. Т. 52. № 4. С. 367–383.
- [2] БУВЕНЧИКОВ А. М., ФИРСОВ Д. К., КОТОВЩИКОВА М. А. Численное решение плоских задач динами-

ки вязкой жидкости методом контрольных объемов на треугольных сетках // Математическое моделирование. 2007. Т. 19. № 6. С. 71–85.