

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

**XVII Всероссийская конференция молодых
ученых, аспирантов и студентов
с международным участием,**

*посвященная Году науки и технологий
в Российской Федерации*

20–23 апреля 2021 г.

Материалы конференции

УДК 664
ББК 34.7
П36

Издается по решению Ученого совета
Казанского национального исследовательского технологического университета

П36 Пищевые технологии и биотехнологии. XVII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (г. Казань, 20–23 апреля 2021 г.) : материалы конференции / под ред. А. С. Сироткина; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2021.

ISBN 978-5-7882-3024-5

В сборнике представлены научные статьи, посвященные вопросам биотехнологии и пищевых технологий. Приведены результаты теоретических и прикладных изысканий молодых ученых, аспирантов, студентов по следующим направлениям: «Технологии продуктов из растительного сырья», «Технологическое оборудование, процессы и аппараты пищевых производств», «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ», «Промышленная биотехнология переработки сырья и отходов», «Технология продуктов лечебно-профилактического и функционального питания», «Технология продуктов питания животного происхождения», «Тара и упаковка продовольственных товаров», «Качество и безопасность пищевых продуктов», «Технология продукции общественного питания».

Предназначен для широкого круга читателей.

Все материалы печатаются в авторской редакции.

**УДК 664
ББК 34.7**

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

- Windows: процессор Intel 1,3 Гц или аналогичный; Microsoft Windows XP Service Pack 2
- MacOS: процессор PowerPC G4 или Intel MacOS X 10.5 128 МБ оперативной памяти
- Linux: 32-разрядный процессор Intel Pentium или аналогичный SUSE Linux Enterprise Desktop10 или Ubuntu 7.10; GNOME или KDE Desktop Environment

Ответственный за выпуск Л. Ю. Кошкина
Компьютерная верстка — А. Н. Егоров

Подписано к использованию 30.04.2021
Объем издания 23,5 Мб Заказ 27/21

Издательство Казанского национального исследовательского технологического университета
420015, Казань, К. Маркса, 68

Аннотация. В работе предложена конструкция конической мешалки. Представлен краткий обзор способов перемешивания жидкости. Произведено численное моделирование в программном комплексе ANSYS Fluent. Представлены значения геометрических параметров, которые варьировались при исследовании. В результате расчетов получена траектория движения оливкового масла при различном количестве оборотов в минуту: 150, 250, 350, 450, 550.

Ключевые слова: перемешивание жидкости, коническая мешалка, пневматическое перемешивание, механическая мешалка, энергетические затраты.

NUMERICAL SIMULATION OF CONICAL AGITATOR FOR KNEADING VISCOUS LIQUID

¹M. O. Kopylov, ²E. D. Elkin, ¹N. F. Sakhibgareev, ²A. O. Maiasova

¹Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

²Kazan national research technological university, Kazan, Russia

Abstract. The design of the conical stirrer is proposed in the work. A brief overview of liquid mixing methods is provided. Numerical modeling was carried out in the ANSYS Fluent software complex. The values of geometric parameters that varied during the study are presented. As a result of calculations, the trajectory of olive oil movement was obtained at different number of revolutions per minute: 150, 250, 350, 450, 550.

Keywords: liquid mixing, conical stirrer, pneumatic mixing, mechanical stirrer, energy consumption.

Получение однородной жидкости при перемешивании различных фракций является важной задачей во многих технологических процессах в химической промышленности. Перемешивание возможно осуществить различными способами: механический, пневматический и вибрационный [1].

Принцип действия механического способа основан на применении механических мешалок, представляющих собой твердые тела, которые совершают возвратно-поступательные движения. Как правило, оценка процесса перемешивания осуществляется с помощью двух параметров: интенсивность перемешивания и эффективность. На данные параметры могут влиять как технологические параметры, например, скорость возвратно-поступательных движений, так и конструктивные особенности механической мешалки [2].

При пневматическом перемешивании осуществляет пропуск газового потока через жидкость. В качестве газового потока может выступать воздух или пар. При использовании пара также происходит нагрев перемешиваемой жидкости. Следует отметить, что при пневматическом перемешивании необходимо осуществлять технологические процессы при отсутствии в аппарате движущихся механизмов (частей). В некоторых случаях с целью интенсификации пневматического перемешивания в аппаратах применяют циркуляторы, которые позволяют создать многократную циркуляцию перемешиваемой жидкости в аппарате.

Вибрационное перемешивание осуществляется путем вибрационного воздействия на перемешиваемые материалы, жидкости.

Целью данной работы является численное моделирование конической мешалки для перемешивания жидкости. В ходе выполнения работы была построена трехмерная модель конической мешалки в программном комплексе Autodesk Inventor со следующими геометрическими размерами: диаметр внешнего цилиндра – 400 мм, длина внешнего цилиндра – 850 мм, толщина внешнего цилиндра – 20 мм, диаметр внутреннего цилиндра – 40 мм, длина внутреннего цилиндра – 400 мм, радиус конуса – 15 мм.

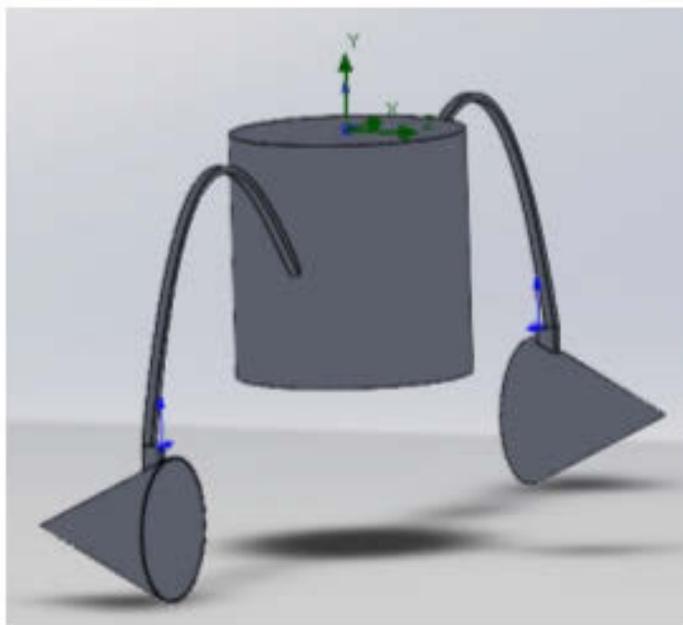


Рис. 1. Трехмерная модель конической мешалки

Численное моделирование производилось в программном комплексе ANSYS Fluent. Следует отметить, что до проведения данного исследования, научной группой в университете были проведены различные численные исследования по сепарации частиц из газовых потоков и транспортировке частиц в различных каналах [3–8]. На основе имеющегося опыта были проведены расчеты перемешивания жидкости с помощью конической мешалки. В качестве вязкой среды было задано оливковое масло с плотностью $\rho = 915 \text{ кг/м}^3$ и динамической вязкостью $\mu = 83 \text{ мПа}\cdot\text{с}$. В качестве второй среды использовалась вода плотностью 997 кг/м^3 и динамической вязкостью $\mu = 1002 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.

В докладе будет представлена траектория движения оливкового масла при различном количестве оборотов в минуту: 150, 250, 350, 450, 550. В ходе численных исследований было установлено, что жидкость в основном перемешивается в центральной части цилиндра.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-2710.2021.4.

Список литературы

1. Григорьева А. Н., Абиев Р. Ш. Влияние геометрии перемешивающего устройства на диаметр пузырьков воздуха при перемешивании в системе газ-жидкость // Химическая промышленность сегодня. – 2019. – №. 5. – С. 18-22.
2. Григорьева А. Н., Абиев Р. Ш. Сравнительный технико-экономический анализ пневматического и механического перемешивания биологической загрузки в устройствах для очистки сточных вод // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2020. – №. 10. – С. 20-28.
3. Zinurov, V. E. Separator design optimization for collecting the finely dispersed particles from the gas flows / V. E. Zinurov, O. S. Popkova, Vu. L. Nguyen // E3S Web of Conferences. - EDP Sciences. – 2019. – V. 126. – P. 00043.
4. Дмитриев, А. В. Оптимизация конструкционных параметров дозатора в системе пневмотранспорта мелкодисперсных материалов / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, С. Ф. Лорай // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 17. – С. 39-42.
5. Зинуров, В. Э. Влияние загрязнения пылеочистительного сепаратора мелкодисперсной пылью на энергетические затраты в ходе его эксплуатации / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. В. Соловьева, Д. Н. Латыпов // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22. – № 8. – С. 33-37.
6. Зинуров, В. Э. Исследование изменения эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц прямоугольным сепаратором при разной степени забивки дугообразных элементов пылью / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. В. Соловьева, Д. Н. Латыпов // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22. – № 8. – С. 42-46.
7. Зинуров, В. Э. Исследование очистки газового потока от различных фракций пылевидных частиц сепаратором трапециевидной формы / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева, М. О. Уткин // Вестник технологического университета. - 2019. – Т. 22. – № 10. – С. 68-71.
8. Зинуров, В. Э. Улавливание мелкодисперсных капель из газового потока в сепарационном устройстве с двутавровыми элементами / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева // Промышленная энергетика. - 2020. - № 12. – С. 47-53.