

15. Иванец, В. Н. Интенсификация процессов гомогенизации и диспергирования при получении сухих, увлажненных и жидких комбинированных продуктов / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, Г. Е. Иванец // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 3(26). – С. 34-45.

PROSPECTS AND EXAMPLES OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRICULTURE

Borodulin Dmitry Mikhailovich, Doctor of Engineering. Sciences, Professor, Director of the Technological Institute, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: borodulin@rgau-msha.ru

Prosin Maksim Valerievich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Processes and Processing Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: prosinmv@yandex.ru

Dudka Ksenia Mikhailovna, assistant of the department of mechatronics and automation of technological systems, Kemerovo State University, e-mail: dudkaiit@mail.ru

Donya Denis Viktorovich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Processes and Processing Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: doniadv@rambler.ru

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Russia, Moscow, e-mail: rector@rgau-msha.ru
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia, e-mail: rector@kemsu.ru

Abstract: *Examples of the use of artificial intelligence in agricultural enterprises are provided. The prospect of using artificial intelligence in agriculture is outlined.*

Key words: *agriculture, artificial intelligence, technical vision.*

УДК 519.233.5

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ СМЕСИТЕЛЕ

Бородулин Дмитрий Михайлович, д-р техн. наук, профессор, директор Технологического института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: borodulin@rgau-msha.ru

*Сухоруков Дмитрий Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры
Инженерного дизайна, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
университет», e-mail: pioner_dias@mail.ru*

*Суворова Юлия Павловна, аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет», e-mail: yulia-suvorova-1998@mail.ru*

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: Статья содержит математическое описание процесса смешивания, на основе корреляционного анализа, позволяющего прогнозировать качество получаемых смесей. Приведены расчёты по определению степени сглаживания флуктуаций питающих потоков со стороны объемных дозаторов, проходящих через центробежный смеситель, в зависимости от его конструктивных параметров. Было выявлено, что чем больше радиус шнека, тем больше коэффициент α и соответственно больше сглаживающая способность аппарата и тем качественнее получаемая смесь.

Ключевые слова: сглаживающая способность, центробежный смеситель, корреляционный анализ.

В связи с высоким ритмом жизни современного человека и ухудшающейся экологической обстановкой во многих регионах, мы сталкиваемся со стремительно меняющимися требованиями к качеству продуктов питания. Для определения эффективности конструкции выбранного смесителя необходимо построить теоретическую модель, которая покажет, будет ли он удовлетворять заданным параметрам смеси.

В различных отраслях промышленного производства наиболее распространенным типом оборудования являются механические смесители, процесс смешивания материалов в которых происходит за счет механического воздействия различных по конструкции и конфигурации рабочих органов.

Для построения теоретической модели центробежного смесителя можно применять различные методы математического моделирования [6].

Целью работы является анализ разработанных схем центробежных смесителей с целью выявления наиболее эффективного.

Методом исследования является математический метод моделирования, позволяющий рассчитать сглаживающую способность смесителя.

Для построения теоретической модели центробежного смесителя будем использовать корреляционный анализ. Параметром модели будет являться корреляционная функция, которая определяет меру стабильности процесса.

Существуют работы, которые показывают использование корреляционного анализа при создании модели работы смесителей вибрационного и центробежного типов [1, 2]. В данной работе аналогичный способ может применяться к смесителям непрерывного действия центробежного типа [3-8].

Схема движения материального потока в первом смесителе представлена на рис. 1:



Рисунок 1 – Схема движения материального потока в первом смесителе

Так как поведение материальных потоков описываются случайными стационарными эргодическими функциями, в данном случае составляется система уравнений материального баланса:

$$\begin{cases} X_1 = X_0 + \bar{X}_3 \\ X_2 = \bar{X}_1 \\ X_3 = \alpha \bar{X}_2 \\ X_B = (1 - \alpha) \bar{X}_2 \end{cases} \quad (1)$$

где: X_0 – количество материала, поступающего в смеситель;
 X_i – количество материала, поступающего на i -ый разделитель, $i=1 \dots 4$;
 \bar{X}_i – количество материала, выходящего с i -ого разделителя, $i=1 \dots 4$;
 α – коэффициент циркуляции;
 X_B – количество материала, выходящего из смесителя.

Выражение (1), можно переписать в систему уравнений, в которой количество материала определяется корреляционной функцией, при отсутствии процесса усреднения потоков, данное допущение является правомерным. То есть $K_{\bar{X}_i}(\tau) = K_{X_i}(\tau)$ и система примет вид:

$$\begin{cases} K_{X_1}(\tau) = K_{X_0}(\tau) + K_{X_3}(\tau) \\ K_{X_2}(\tau) = K_{X_1}(\tau) \\ K_{X_3}(\tau) = \alpha^2 K_{X_2}(\tau) \\ K_{X_B}(\tau) = (1 - \alpha)^2 K_{X_2}(\tau) \end{cases} \quad (2)$$

Для нахождения параметра α в смесителе нужно значение радиусов выходного отверстия и шнека, соответственно α будет равно отношению площади шнека к сумме площадей выходного отверстия и шнека. Результаты расчетов по определению сглаживающей способности смесителя представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сглаживающая способность смесителя

$r_{\text{шнека}}$	25 мм
$r_{\text{выход}}$	40 мм
α	0,281
S	1,712

В заключении можно отметить, что чем больше радиус шнека, тем больше коэффициент α и соответственно больше сглаживающая способность аппарата. Смена значений входящих параметров будет менять значение сглаживающей способности, что позволяет менять конструкции смесителей под определенные цели.

Библиографический список

1. Бакин М.Н., Капанова А.Б., Верлока И.И. Современные методы математического описания процесса смешивания сыпучих материалов. *Фундаментальные исследования*. – № 5 (ч. 5), 2014. – С. 923-927.
2. Бородулин Д. М., Андрюшков А. А. Прогнозирование сглаживающей способности центробежного смесителя на основе корреляционного анализа. *Журнал Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – Вып. 4. – С. 39а-42.
3. Ivanec V.N., Borodulin D.M., Sukhorukov D.V., Popov A.M., Tikhonov V.V. Design of drum type apparatus for processing of bulk materials. *Procedia Chemistry*. 2014. Т. 10. – С. 391-399.
4. Иванец В.Н., Бакин И.А., Бородулин Д.М. Новые конструкции центробежных смесителей непрерывного действия для переработки дисперсных материалов. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2003. № 4 (275). С. 94-97.
5. Патент РФ № 2013146116/05 15.10.2013. Центробежный смеситель с направляющим диффузором // Патент России № 2545298. 2015. Бюл. № 9. / Бородулин Д.М., Ратников С.А., Сухоруков Д.В.
6. Патент РФ № 2001130371/12 09.11.2001. Центробежный смеситель // Патент России № 2207186. 2003. / Иванец В.Н., Бакин И.А., Бородулин Д.М., Зверев В.П.

7. Патент РФ № 2002113777/15 15.10.2002. Центробежный смеситель // Патент России № 2220765. 2004. / Иванец В.Н., Бакин И.А., Бородулин Д.М., Виниченко М.М., Белоусов Г.Н., Аверкин С.В.

8. Патент РФ № 2008115038/15 16.04.2008. Центробежный смеситель // Патент России № 2361653. 2009. Бюл. № 20. / Ратников С.А., Бородулин Д.М., Селюнин А.Н., Сибиль А.В.

9. Патент № 2425708 С1 Российская Федерация, МПК В01D 1/22. Конический ротационно-пленочный аппарат : № 2010103078/05 : заявл. 29.01.2010 : опубл. 10.08.2011 / С. Алтайулы, С. Т. Антипов, С. В. Шахов ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежская государственная технологическая академия (ГОУ ВПО ВГТА)

10. Патент № 2545298 С1 Российская Федерация, МПК В01F 7/26. Центробежный смеситель с направляющим диффузором : № 2013146116/05 : заявл. 15.10.2013 : опубл. 27.03.2015 / Д. М. Бородулин, С. А. Ратников, Д. В. Сухоруков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.

11. Совершенствование процесса затираания при производстве пива / В. А. Помозова, А. Н. Потапов, У. С. Потитина, М. В. Просин // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 12(75). – С. 191-196

12. Ушакова, А. С. Разработка комплексной технологии переработки сушеного плодово-ягодного сырья : специальность 05.18.15 "Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушакова Анастасия Сергеевна. – Кемерово, 2017. – 22 с

13. Патент № 2574681 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/212, А23L 2/385. Способ получения экстрактов из сушеного плодово-ягодного сырья : № 2014141857/13 : заявл. 16.10.2014 : опубл. 10.02.2016 / П. П. Иванов, Т. Ф. Киселева, А. С. Ушакова, В. Г. Ляховский ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности"

APPLICATION OF CORRELATION ANALYSIS FOR MODELING THE MIXING PROCESS IN A CENTRIFUGAL MIXER

***Borodulin Dmitry Mikhailovich**, Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Director of the Technological Institute, Russian State Agrarian University - Moscow
Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,
e-mail: borodulin@rgau-msha.ru*

***Sukhorukov Dmitry Viktorovich**, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of
the Department of Engineering Design, Kemerovo State University,
e-mail: pioner_dias@mail.ru*

*Yulia Pavlovna Suvorova, graduate student, Kemerovo State University,
e-mail: yulia-suvorova-1998@mail.ru*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Russia, Moscow, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Abstract: The article contains a mathematical description of the mixing process, based on correlation analysis, which makes it possible to predict the quality of the resulting mixtures. Calculations are presented to determine the degree of smoothing of fluctuations in supply flows from volumetric dispensers passing through a centrifugal mixer, depending on its design parameters. It was found that the larger the radius of the screw, the greater the coefficient α and, accordingly, the greater the smoothing ability of the apparatus and the better the quality of the resulting mixture.

Key words: smoothing ability, centrifugal mixer, correlation analysis.

УДК 641.664.8.037.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБЛИМИРУЮЩЕГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*Бредихин Сергей Алексеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,
e-mail: sbredihin_kpia@rgau-msha.ru*

Алдаматов Нурсултан Эсенбекович, аспирант Технологического института кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: Status_Diamond@bk.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: в данной статье представлен углекислый газ в качестве холодильного агента для охлаждения пищевых продуктов при непосредственном контакте газо-воздушной смеси сублимирующего диоксида углерода.

Ключевые слова: сублимация, CO₂, охлаждение, диоксид углерода, пищевые продукты, холодильная техника

В последние годы наш мир столкнулся с двумя ключевыми проблемами, связанными с хладагентами. Факторами, требующими внимания, являются потенциал разрушения озонового слоя (ОРС) и глобального потепления (ППП). Замена хлорфторуглеродов (ХФУ) и гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) на