

УДК 631.371:621.311.004.18

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИСКОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ В АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Волков В.С., Беззубцева М.М., Загаевски Н.Н.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
Санкт-Петербург, e-mail: mysnegana@mail.ru

В статье представлены основы проектирования инновационных электромагнитных аппаратов – механоактиваторов дисковой конструктивной формы (ЭДМА). Приведены результаты поиска конструктивного решения типовых рядов дисковых электромагнитных механоактиваторов, предназначенных для производства кормовых добавок. Теоретические изыскания подтверждены исследованием ЭДМА в среде современного программного комплекса ANSYS. В результате всестороннего анализа определены параметры работы электромагнитного механоактиватора, в полной мере отвечающего требованиям производства кормовой продукции.

Ключевые слова: электромагнитные механоактиваторы, кормопроизводство, технологические системы

THE ISSUE OF DESIGNING ELECTROMAGNETIC DISK MECHANOACTIVATION IN THE APPARATUS-TECHNOLOGICAL PRODUCTION SYSTEMS, FEED ADDITIVES

Volkov V.S., Bezzubceva M.M., Zagajevski N.N.

St.-Peterburg agrarian university, St.-Peterburg, e-mail: mysnegana@mail.ru

The article presents a framework for the design of innovative electromagnetic devices – disk mechanoactivation structural forms (EDMA). Results of search for constructive solutions typical series disc electromagnetic mechanoactivation designed for the production of feed additives. Theoretical findings are confirmed by study of EDMA in the environment of modern software ANSYS. As a result of comprehensive analysis defined the parameters of electromagnetic mechanoactivation fully meet the production requirements of feed products.

Keywords: electromagnetic mehanoktivators, fodder production, technological schemes

Электромагнитный механоактиватор дисковой конструктивной формы (ЭДМА) предназначен для производства кормовой продукции с использованием нетрадиционного сельскохозяйственного сырья. В основу работы ЭДМА положено использование энергии постоянного по знаку и регулируемого по величине электромагнитного поля [5, 9, 11, 13, 14, 16, 17]. Данный вид энергии позволяет формировать легкоуправляемые энергонапряженные многоточечные механические воздействия, являющиеся наиболее экономичным способом, обеспечивающим равномерную передачу механической энергии в обрабатываемую среду.

Анализ технологических схем кормопроизводства выявил возможность использования в качестве кормовых компонентов отходы производственного потребления пищевой промышленности – вторичные ресурсы. Среди них наиболее ценными качествами обладает побочный продукт шоколадного производства – какао-велла. Использование какао-веллы в настоящее время сдерживается невозможностью получения на традиционном измельчающем оборудовании качественный продукт помола из нее с ровным гранулометрическим составом.

Проблема нерационального использования вторичных ресурсов может быть решена способом применения механоактивации и нетрадиционного измельчения с исполь-

зованием электромагнитного поля, возбуждаемого постоянным по знаку и регулируемым по величине электрическим током.

Энергоэффективный способ механоактивации положен в основу технологии производства биологически активной добавки БАД-К для сельскохозяйственных животных, обеспечивающей пролонгированное высвобождение небелковых азотсодержащих соединений в пищеварительном тракте животных, что благотворно влияет на их привес. Выявлено, что необходимая степень измельчения компонентов БАД-К составляет от 10 до 30 мкм [19]. Схема получения БАД-К включает следующие стадии: 1 – смешивание какао-веллы и арахисовой шелухи в равных количествах; 2 – добавление в смесь 10 массовых процентов карбамида; 3 – механическая активация смешанных компонентов.

При формировании структуры магнитоожигенного слоя из ферромагнитных элементов в рабочем объеме ЭДМА, необходимым условием, обеспечивающим качество обработки продукции, является равномерность распределения магнитной индукции во всем объеме обработки продукта [1, 2, 3, 6, 7, 8, 15]. От качества промагничивания рабочего объема зависит силовое взаимодействие между размольными органами, воздействующими на обрабатываемый продукт.

Поиск конструктивных решений типовых рядов электромагнитных дисковых

механоактиваторов (ЭДМА) (рис. 1) проводился с использованием метода конечных элементов в среде программного комплекса ANSYS [4,12,18]. По результатам анализа полученных данных определены размеры лабораторного ЭДМА: диаметр диска – 90 мм, расстояние между дисками 12 мм, количество витков в обмотке управления – 1000, ток обмотки управления – 0,7 А, количество обмоток управления – 2. Выявлено, что в данном случае наблюдается наиболее равномерное распределение магнитного поля в рабочем объеме устройства, что обеспечит качественное промагничивание фер-

ромагнитной составляющей и однородность силовых нагрузок между ферромагнитными размольтными элементами через прослойку перерабатываемой смеси. Среднее значение магнитной индукции составляет 0,29 Тл. Полученные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями на лабораторном образце (рис. 2).

На рис. 1 представлена трехмерная модель электромагнитной системы ЭДМА.

Полученные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями на лабораторном образце ЭДМА с использованием портативного миллесламетра (рис. 3).

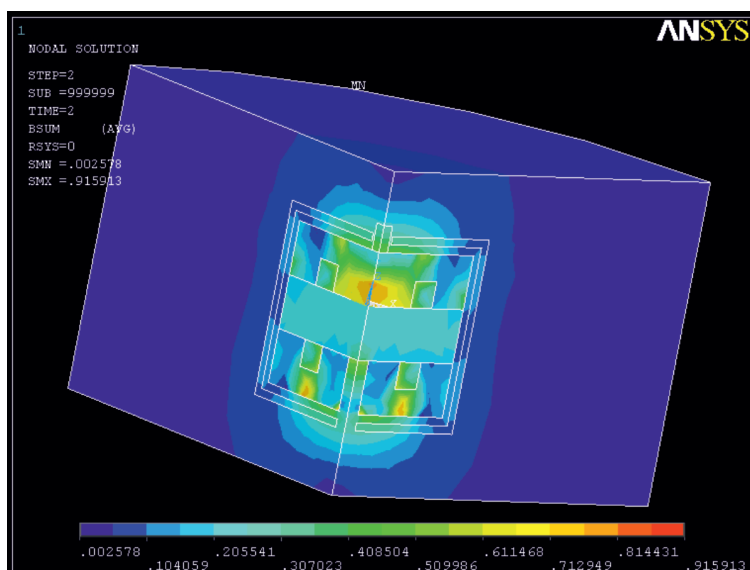


Рис. 1. Градиентная картина электромагнитного поля исследуемой модели ЭДМА при $I = 0,7 \text{ A}$



Рис. 2. Лабораторный стенд ЭДМА, укомплектованный контрольно-измерительными приборами

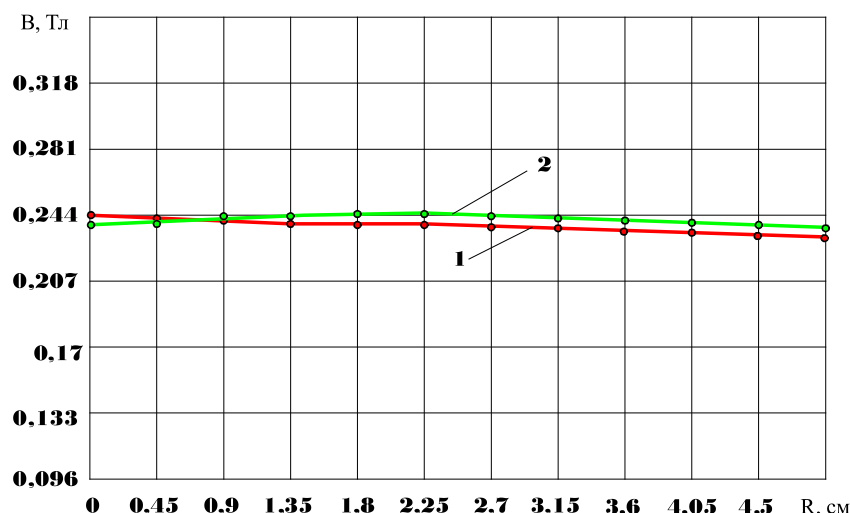


Рис. 3. Зависимость $B = \varphi(R)$ по высоте рабочей камеры: 1 – данные расчета в программном комплексе ANSYS; 2 – экспериментальные данные

Заключение

Результаты исследования дискового электромагнитного механоактиватора, выполненное, в том числе с использованием современного программного комплекса, подтверждают перспективность его использования в технологических схемах производства кормовой продукции. При этом повышается качество обрабатываемого продукта, а энергетические затраты на процесс механоактивации значительно снижаются по сравнению с обработкой материалов в традиционном оборудовании.

Список литературы

1. Беззубцева М.М., Волков В.С. Рекомендации по проектированию электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5–2. – С. 128–129.
2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Обеспечение условий управления процессом измельчения продуктов в электромагнитных механоактиваторах (ЭММА) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 7. – С. 93–94.
3. Беззубцева М.М., Волков В.С. Практикум по технологическим расчетам процессов переработки сельскохозяйственного сырья (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 – С. 67–68.
4. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование энергоэффективности дискового электромагнитного механоактиватора путем анализа кинетических и энергетических закономерностей // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (часть 9). – С. 1899–1903.
5. Беззубцева М.М., Волков В.С. Классификация электромагнитных механоактиваторов по технологическому назначению // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8 – С. 25–27.
6. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические исследования электромагнитного способа измельчения материалов (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 – С. 68–69.
7. Беззубцева М.М., Волков В.С., Дзюба А.А. Разработка электромагнитного механоактиватора с технологией криогенного диспергирования // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 7 – С. 143–144.

8. Беззубцева М.М., Волков В.С., Зубков В.В. Исследование аппаратов с магнитооживленным слоем // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6 (часть 2). – С. 258–262.

9. Беззубцева М.М., Волков В.С., Зубков В.В. Прикладная теория тепловых и массообменных процессов в системном анализе энергоёмкости продукции (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – Т. 2013, № 5. – С. 59–60.

10. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н. К вопросу исследования электромагнитного способа механоактивации рецептурных компонентов шоколадных изделий // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 4. – С. 12–14.

11. Беззубцева М.М., Волков В.С., Платашенков И.С. Интенсификация технологических процессов переработки сельскохозяйственной продукции с использованием электромагнитных механоактиваторов постоянного тока // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008. – №9. – С. 190–192.

12. Беззубцева М.М., Волков В.С., Прибытков П.С. Расчет электромагнитного механоактиватора с применением программного комплекса ANSYS // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 15. – С. 150–153.

13. Беззубцева М.М., Волков В.С., Прибытков П.С. Энергетика электромеханических процессов переработки сельскохозяйственной продукции // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2007. – № 5. – С. 183–184.

14. Беззубцева М.М., Волков В.С., Ружьев В.А. Классификация электромагнитных мельниц // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 9 – С. 103–104.

15. Беззубцева М.М., Григорьев И.Ю. Интенсификация процесса переработки цеолитов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8 – С. 393–394.

16. Беззубцева М.М., Ковалев М.Э. Электротехнологии переработки и хранения сельскохозяйственной продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 6. – С. 50–51.

17. Беззубцева М.М., Платашенков И.С., Волков В.С. Классификация электромагнитных измельчителей для пищевого сельскохозяйственного сырья // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10. – С. 150–153.

18. Волков В.С. Электромагнитный измельчитель // Патент России № 84263, 2009.

19. Волков В.С., Беззубцева М.М. Способ механоактивации биологически активной добавки для кормопроизводства // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2015. – № 1. – С. 36–40.