УДК 631.371:621.311.004.18

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СПОСОБА МЕХАНОАКТИВАЦИИ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ШОКОЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н.

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

В статье изложены результаты исследований процесса измельчения рецептурного компонента (сахарного песка) шоколадных масс электромагнитным способом механоактивации. В результате проведенных исследований установлена возможность производства сахарной пудры с заданным технологией гранулометрическим составом на электромагнитном механоактиваторе (ЭММА). Представлен анализ зависимости качества продуктов помола от режимов работы ЭММА. Результаты эксперимента подтверждают теоретические исследования физико-механических процессов, происходящих в магнитоожиженном слое механоактиваторов при формировании диспергирующих нагрузок. Показана возможность экономичного управления процессом.

Ключевые слова: механоактивация, процесс диспергирования, рецептурные компоненты, сахарный песок

TO RESEARCH QUESTIONS ELECTROMAGNETICALLY MECHANOACTIVATION PRESCRIPTION COMPONENTS CHOCOLATE PRODUCTS

Bezzubceva M.M., Volkov V.S., Kotov A.V., Obuhov K.N.

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

The article presents the results of research into the process of grinding one of the chocolate mass ingredients (sugar) with the help of electromagnetical mechanical activation. The studies established the possibility to produce powdered sugar with a technology-given particle size using electromagnetic mechanoactivators (EMMA). The article presents the dependence of products quality on the grinding modes of EMMA. The experimental results confirm the theoretical study of physical and mechanical processes in magnetically-liquefied layer of mechanoactivators in the formation of dispersing loads. The article also shows the cost-efficient process operation.

Keywords: mechanoactivation, dispergating process, the dispersion process, recipe ingredients, sugar

Особенность перехода к инновационному типу развития кондитерских предприятий состоит в том, чтобы в условиях глобальной конкуренции достичь уровня развитых стран по показателям качества продукции и энергоэффективности производства с обеспечением опережающего развития, позволяющего в максимальной степени реализовать российские конкурентные преимущества. Моральный и физический износ основных производственных фондов предприятий требует их обновления на базе реализации наукоемких подходов и принятии инновационных решений. Исследования последних лет [1, 2, 3] показали, что внедрение в классические схемы производства шоколадных изделий инновационного способа электромагнитной механоактивации позволяет интенсифицировать технологию путем сокращения стадий диспергирования рецептурных компонентов [4, 5].

Целью исследования является интенсификация процесса механоактивации рецептурного компонента шоколадных масс (сахарного песка) электромагнитным способом.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являются закономерности измельчения сахарного песка на электромагнитном механоактиваторе (ЭММА). Использованы аналитические и экспериментально-статистические методы исследований.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальные исследования процесса измельчения рецептурного компонента шоколадных масс (сахарного песка) проведены на электромагнитном механоактиваторе (ЭММА) [6, 7], предназначенном для обработки порошкообразных сыпучих продуктов различного целевого назначения. Конструкция ЭММА представлена на рис. 1.

Для оценки технологического эффекта измельчения сахарного песка до сахарной пудры электромагнитным способом в качестве показателя дисперсности использованы величины «остатка» или «прохода» фракций соответственно больше или меньше 30 мкм и гранулометрические характеристики продукта, изображенные в виде коммулятивных кривых [8].

Для обеспечения стабильной работы и эффективного управления физико-механическими процессами в магнитоожиженном слое размольных элементов величина электромагнитной индукции B в рабочем объеме устанавливалась в диапазоне от 0,1 до 0,4 Тл, что соответствует силе тока I в обмотке управления от 0,2 до 1,0 А [9].

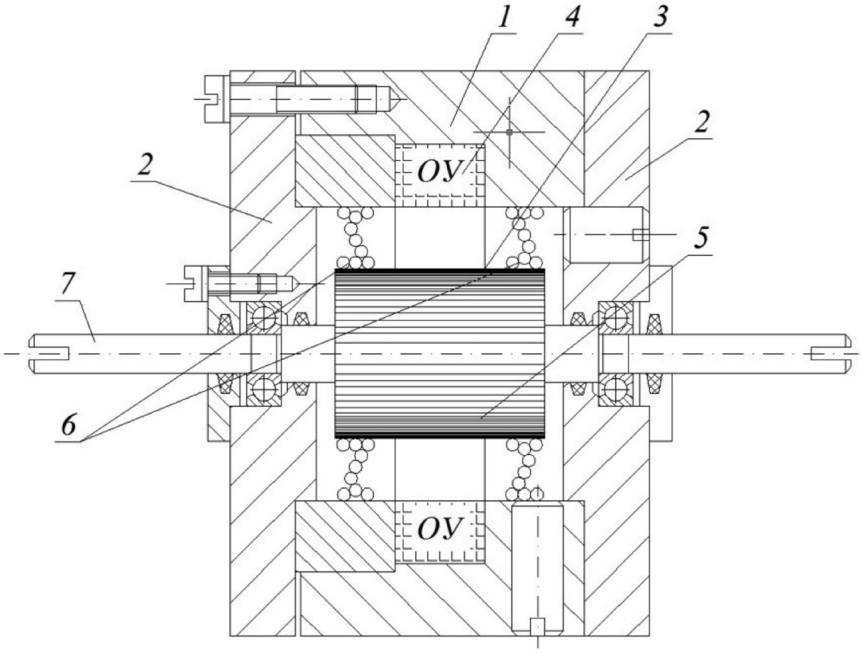

Рис. 1. Конструкция ЭММА для диспергирования порошкообразных сыпучих продуктов: 1 – неподвижный цилиндрический корпус; 2 – торцевые щиты; 3 – внутренний цилиндр; 4 – обмотка управления (ОУ); 5 – рифления; 6 – основания структурных построений из ферромагнитных размольных элементов

В области малых значений силы тока управления (Iy = 0,2 А) размер частиц сахарной пудры лежит в достаточно широком диапазоне от 140 до 10 мкм и менее. При этом доля частиц размером более 30 мкм, которые ухудшают вкусовые достоинства шоколадных изделий [5], очень велика и составляет 32 %. Неоднородность продукта помола, полученного при низком значении тока управления, вызвана ослаблением суммарных нагрузок со стороны размольных элементов в результате нарушения их четкой переориентации в структурных группах [10].

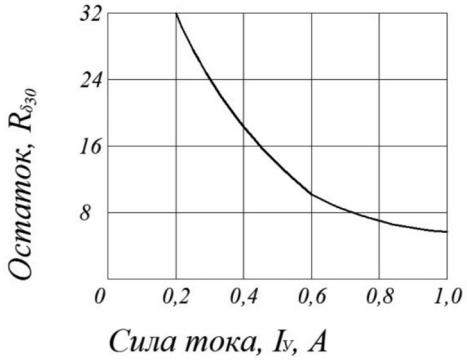

Рис. 2. Зависимость «остатка» неизмельченного сахарного песка от силы тока в обмотке управления ЭММА

В этом случае сказывается влияние центробежной силы, под действием которой часть размольных шаров может оказаться неохваченной при образовании структурных построений [11].

При силе тока управление Iy = 0,8 А значительная доля частиц (60 %) находится в оптимальном для полуфабрикатов шоколадного производства диапазоне дисперсности (от 10 мкм до 30 мкм), что свидетельствует о высокой степени монодисперсности частиц измельченной сахарной пудры. В этом случае имеет место преобладание сил магнитного характера, которые способствуют четкой переориентации феррошаров в структурных группах и созданию слоя скольжения в средней части рабочего объема ЭММА [9, 11]. В результате частицы сахарной пудры испытывают непрерывные нагрузки удара и истирания со стороны размольных элементов в слое скольжения, что и вызывает повышение однородности их гранулометрического состава.

В области тонкоизмельченного материала процесс измельчения протекает менее интенсивно, что согласуется с энергетической теорией тонкого помола. В этом случае сказывается упрочнение частиц, вызванное уменьшением их размера и требующее значительного увеличения энергетических затрат для раскрытия новых поверхностей по дефектам более низкого порядка.

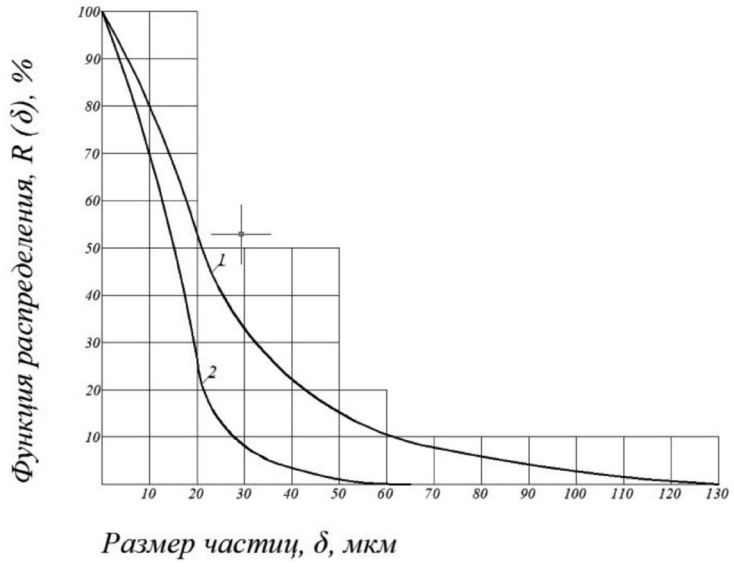

Рис. 3. Функции распределения частиц сахарной пудры, полученной на ЭММА, при силе тока в обмотке управления I_y, А: 1 – I_y = 0,2 А; 2 – I_y = 0,8 А

Исследования микроструктуры обработанной на ЭММА сахарной пудры, проведенные на микроскопе МБИ-16, показали, что частицы продукта помола имеют ровную округлую форму. Использование сахарной пудры с такой формой и поверхностью в производстве шоколадных масс способствует экономии какао-масла. Полученные данные также свидетельствуют о том, что доминирующим способом в процессе измельчения продуктов на ЭММА является истирание. Этот вывод полностью согласуется с результатами исследований механизма формирования измельчающего усилия с использованием постоянного электромагнитного поля и подтверждает его правомерность [12].

Заключение

Полученные результаты имеют практическое значение для производства шоколадных полуфабрикатов, так как качество готового шоколада и экономичность его приготовления определяются размерами частиц твердой фазы рецептурных компонентов шоколадных масс, в том числе и размерами частиц сахарной пудры, которая составляет значительную долю (60–70 %) от твердой фазы шоколадных масс. Поэтому степень измельчения шоколада тем выше, чем больше дисперсность сахарной пудры, то есть чем меньше неизмельченный «остаток» фракций размером более 30 мкм.

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Исследование процесса измельчения какао-бобов в электромагнитных механоактиваторах // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 171.

2. Беззубцева М.М. Исследование процесса диспергирования продуктов шоколадного производства с использованием электромагнитного способа механоактивации // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5–2. – С. 78–79.

3. Беззубцева М.М., Волков В.С., Обухов К.Н. Электромагнитная механоактивация полуфабрикатов шоколадного производства // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3–1. – С. 73–74.

4. Беззубцева М.М. Интенсификация классических технологических схем переработки сырья на стадии измельчения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2–2. – С. 132–133.

5. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. К вопросу исследования процесса электромагнитной механоактивации пищевого сельскохозяйственного сырья // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1–2. – С. 232–234.

6. Беззубцева М.М., Волков В.С., Обухов К.Н., Котов А.В. Прикладная теория электромагнитной механоактивации (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–1. – С. 101–102.

7. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н. Компьютерные технологии в научных исследованиях энергоэффективности потребительских энергосистем АПК // Современные наукоемкие технологии. – 2014. –№ 10. – С. 71–72.

8. Беззубцева М.М., Волков В.С. Рекомендации по проектированию электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5–2. – С. 128–129.

9. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические исследования электромагнитного способа измельчения материалов (монография) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–1. – С. 68–69.

10. Беззубцева М.М., Ружьев В.А., Загаевски Н.Н. Формирование диспергирующих нагрузок в магнитоожиженном слое электромагнитных механоактиваторов // Современные наукоёмкие технологии. – 2014. – № 10. – С. 78–80.

11. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование режимов работы элекромагнитных механоактиваторов // Успехи современного естествознания. – 2012. –№ 8. – С. 109–110.

12. Беззубцева М.М., Волков В.С. Исследование физико-механических процессов в магнитоожиженном слое феррочастиц // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 1–1. – С. 13–17.