

УДК 621.926.9

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ МЕЛЬНИЦ ПО СПОСОБУ ФОРМИРОВАНИЯ ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО УСИЛИЯ

Беззубцева М.М.

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

Выявлено, что сложность при подборе помольных агрегатов, отвечающих требованиям производства, объясняется отсутствием общепринятой классификации, определяющей место измельчителей в различных областях диспергирования с учетом физико-механических свойств обрабатываемого продукта и комплекса технико-экономических показателей. В статье проанализированы принципы систематизации мельниц для тонкого и сверхтонкого измельчения материалов различного целевого назначения. Обоснован признак, положенный в основу создания классификации – это способ создания измельчающего усилия. Этот признак определяет механизм воздействия рабочих органов на обрабатываемый продукт, принцип действия мельниц и их конструкцию, способ измельчения материалов и позволяет установить виды и интенсивность воздействий, а также области применения мельниц и тип обрабатываемого в них продукта. Представлена классификация по технологическому назначению механоактиваторов с магнитооживленным слоем.

Ключевые слова: способ создания измельчающего усилия, классификация, электромагнитные механоактиваторы

ANALYSIS OF THE CLASSIFICATION OF MILLS ACCORDING TO THE METHOD OF FORMING THE DISPERSING EFFORTS

Bezzubceva M.M.

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

It is revealed that complexity in the selection of the grinding units, meet the requirements of production, due to the lack of generally accepted classification, defining the place of shredders in various areas of dispersion taking into account the physico-mechanical properties of the treated product and complex technical and economic indicators. The article analyzes the principles of systematization mills for fine and ultrafine grinding of materials for various purposes. Justified basis underlying the establishment of the classification – is a way to create chopping effort. This characteristic determines the mechanism of action of the working bodies on the processed product, the principle of operation of mills and their design, method of grinding of materials and allows you to set the types and intensity of impacts, and the scope of the mills and the type of the processed product in them. The classification according to technological purpose of mechanoactivation with magnetic liquefied layer.

Keywords: method create chopping effort, classification, electromagnetic mechanoactivation

Тонкий помол является неотъемлемой частью различных технологических процессов в широком диапазоне промышленных производств. Использование тонкого и сверхтонкого помола позволяет в значительной степени изменить и повысить качество различных добавок, присадок, красящих пигментов, огнеупоров, строительных и абразивных материалов, покрытий, лекарств, топлива, продуктов шоколадного и хлебопекарного производства, детского питания и др. [1, 2, 3]. Между тем, тонкий и сверхтонкий помол является наиболее энергоемким процессом промышленного производства. В большинстве случаев высокие энергозатраты на тонкое и сверхтонкое измельчение продуктов вызваны тем, что выбор мельниц и оптимальных режимов их работы до сих пор производится эмпирически и теория носит качественный характер. Сложность при подборе помольных агрегатов объясняется отсутствием общепринятой классификации, определяющей место измельчителей в различных областях диспергирования с учетом физико-механических свойств обрабатываемого продукта

и комплекса технико-экономических показателей. Несмотря на значительные расхождения существующих классификаций, можно наметить общие принципы систематизации и выявить несколько вполне определенных классов мельниц и направлений их развития.

Целью исследования является анализ принципа систематизации мельниц для тонкого и сверхтонкого измельчения материалов различного целевого назначения и обоснование наиболее объективного признака для формирования классификации, позволяющей установить с ее использованием виды и интенсивность воздействий, а также области применения мельниц и тип обрабатываемого в них продукта.

Материалы и методы исследования

Исследованы классификации мельниц и обоснован наиболее объективный признак ее формирования – способ создания измельчающего усилия.

Результаты исследования и их обсуждение

К самому распространенному классу измельчителей относятся мельницы, в ко-

торых материал разрушается воздействием на него мелющих тел или кусков того же материала. К таким устройствам относятся: вращающиеся, вибрационные, молотковые, струйные, шаровые, электромагнитные и другие мельницы. В этих мельницах разрушение осуществляется созданием в частицах предельных напряжений путем сдвливания, удара, истирания и раскола, причем главному способу измельчения всегда сопутствуют другие, второстепенные. Измельчители отличаются друг от друга скоростями нарастания напряжений, обусловленными соответствующими скоростями приложения нагрузок. Различия в процессах разрушения следует искать прежде всего в способе передачи энергии или в механизме воздействия рабочего органа на диспергируемый материал. В зависимости от способа измельчения к рабочим телам могут относиться мелющие тела (шары, цилиндры) различных размеров или измельчающие элементы (валки, лопасти, вращающиеся била, роторы, дезинтеграторные элементы). Способ создания диспергирующего усилия определяет механизм, стадии и степень преобразования подводимой к измельчителю-механоактиватору внешней энергии в энергию разрушения материалов, позволяет установить виды и интенсивность механических воздействий, а также области применения мельниц и тип обрабатываемого в них продукта. Этот признак использован при создании классификации механоактиваторов для тонкого диспергирования, оценке технико-экономических показателей, выявлении тенденций развития и направлений интенсификации. От этого признака зависит механизм воздействия рабочих органов на обрабатываемый продукт, что в свою очередь определяет принцип действия мельниц, их конструкцию и способ измельчения материалов [4].

По способу создания измельчающего усилия мельницы подразделены на три группы: с механическим, струйным и электромагнитным подводом энергии. Схема классификации представлена на рис. 1 [5].

В первом случае энергия двигателя подводится или непосредственно к рабочим органам (молотковые, валковые, ударно-центробежные, дезинтеграторы) или к корпусу мельницы, от которого она передается свободным мелющим телам или кускам материала посредством трения, центробежного эффекта и с использованием сил тяжести (вращающиеся шаровые, стержневые, мельницы самоизмельчения, отражательные), инерционных сил (вибрационные и планетарные). Мельницы этой группы нашли широкое применение практически во всех отраслях народного

хозяйства и являются классическим вислом измельчающего оборудования в пищевой промышленности. Отличительной их особенностью является высокая энерго- и металлоемкость, небольшая производительность, сложность конструкции.

Традиционные механические способы организации измельчающего усилия практически исключают возможность тонкого управления силовыми нагрузками по частицам обрабатываемого материала и затрудняют создание автоматической системы управления селективностью измельченных материалов. Переработанный продукт обладает широким диапазоном дисперсностей, что в некоторых случаях ухудшает его качественные и экономические показатели.

В струйных мельницах процессы разрушения осуществляются при ударе и истирании частиц, разогнанных струей газа, друг о друга либо об отбойную плиту из твердого материала (отражательные). Достоинства струйных мельниц – высокая эффективность измельчения, отсутствие вращающихся деталей, возможность сочетания процесса измельчения с другими одновременно протекающими процессами: сушкой, экстракцией и др. Однако струйное измельчение требует значительных затрат энергии и создания устойчивого аэродинамического режима работы. В пищевой промышленности предложено использовать их при обработке эфиромасличного сырья с одновременным извлечением из него летучих компонентов.

В электромагнитных аппаратах (мельницах) электрическая энергия непосредственно превращается в энергию движения размоленных ферромагнитных элементов без передаточного устройства и специального рабочего механизма [6]. Размоленные элементы в силу своей магнитотактивности, преобразуют энергию магнитного поля в кинетическую энергию своего движения и в столкновении с частицами обрабатываемого материала обмениваются с ними энергией, производя и этом механическую работу и измельчая продукт. Электромагнитные мельницы представляют собой новый перспективный тип оборудования, выгодно отличающийся меньшим количеством ступеней преобразования энергии, высокой энергонапряженностью и частотой силовых воздействий по частицам обрабатываемого продукта, что значительно интенсифицирует процесс измельчения и сокращает время обработки [7, 8, 9, 10]. Технологическое назначение электромагнитных механоактиваторов (ЭММА) представлено в табл. 2.

Таблица 1

Классификация мельниц

Показатели	1 группа			
Способ формиро- вания диспергиру- ющего усилия	Механический			
Тип мельниц	С закрепленными рабочими органами			Со свободными мелющими телами
	Валковые	Дисковые, бегу- ны, катково- тарельчатые, шаро-кольце- вые, ролико- кольцевые	Молотковые дезинтегра- торы, дис- мембраторы, бильные	Шаровые, стерж- невые, вибрацион- ные, планетарные, самоизмельчения, (центробежные)
Способы измель- чения материалов: основной вспомогательный	Раздавливание Истирание	Раздавливание, истирание Размалывание	Прямой удар Скалывание	Прямой и отражен- ный удары, исти- рание Разламывание, скалывание
Стадия дисперги- рования	Тонкая		Тонкая, сверхтонкая	
Тип материала	Выбирается по способу измельчения			
Сопутствующие процессы	Пластификация	—	Перемешивание	

Показатели	2 группа			3 группа
Способ формиро- вания дисперги- рующего усилия	Аэродинамический			Электромагнитный
Тип мельниц	Струйные			С переменным электро- магнитным полем
	Прямоточные	Противоточные	Отража- тельные	Вихревые аппараты (ВЭА), электромагнит- ные мельницы (ЭМИ)
Способы измель- чения материалов: основной вспомогательный	Прямой удар Скалывание, истирание		Отражен- ный удар Истира- ние	Прямой и отраженный удар Истирание, скалывание
Стадия дисперги- рования	Тонкая, сверхтонкая		Тонкая и сверхтонкая (совмещенные)	
Тип материала	Выбирается по способу измельчения			
Сопутствующие процессы	Сушка, аэрация, перемешивание, экстракция			Акустическая и электро- магнитная обработка, электродиализ, переме- шивание

Таблица 2

Технологическое назначение ЭММА

Показатели	Группа 1 (цилиндрические)	Группа 2 (дисковые)	Группа 3 (унифицированные)
Стадии диспергирования	Средняя, тонкая, средне-тонкая	Тонкая, коллоидная, тонкая, сверхтонкая	Средняя, тонкая, сверхтонкая, средне-тонкая, тонкая-коллоидная
Тип материала	Средней твердости, мягкие, вязкие, жидкие, сухие порошкообразные	Высокопрочные, твердые скалывающиеся, твердые хрупкие, сухие порошкообразные	Частицы дисперсной фазы в дисперсионной среде: твердые скалывающиеся, хрупкие, средней твердости, упругие мягкие
Тип материала	Средней твердости, мягкие, вязкие, жидкие, сухие порошкообразные	Высокопрочные, твердые скалывающиеся, твердые хрупкие, сухие порошкообразные	Частицы дисперсной фазы в дисперсионной среде: твердые скалывающиеся, хрупкие, средней твердости, упругие мягкие
Сопутствующие процессы	Перемешивание, пластификация, тепловая обработка, возможна аэрация	Перемешивание	Обработка продукта в тонком слое, перемешивание, гомогенизация
Области применения	поточно-механизированные линии на предприятиях перерабатывающей промышленности. Малые предприятия (микропекарни, аптеки и т.д.), специализирующиеся на выпуске небольших партий изделий широкого ассортимента	Линии производства средней и малой производительности. В сельском хозяйстве рекомендуются для измельчения костей, виноградных косточек, специй и т.д. Перспективны для порошковой металлургии	Переработка сельскохозяйственного сырья на предприятиях, специализирующихся на выпуске продуктов детского и диетического питания, лекарственных препаратов и косметических средств
Технологические особенности	Обеспечивают научно-обоснованную технологию указанных типов продуктов	Обеспечивают научно-обоснованную технологию указанных типов продуктов	Обеспечивают научно-обоснованную технологию указанных типов продуктов
	Обработка многокомпонентных смесей. Получение продукта со стандартизованным фракционным составом	Обработка высокопрочных материалов без процесса намолла. Получение продукта в оптимальном диапазоне дисперсности	Разрушение микробных и растительных клеток с извлечением ферментов, белков и т.д. Улучшение сенсорных показателей пищевых продуктов и увеличение стойкости масел

Заключение

В статье проанализированы принципы систематизации мельниц для тонкого и сверхтонкого измельчения материалов различного целевого назначения. Обоснован признак, положенный в основу создания классификации – это способ создания измельчающего усилия. Этот признак определяет механизм воздействия рабочих органов на обрабатываемый продукт, принцип действия мельниц, способ измельчения ма-

териалов и позволяет установить виды и интенсивность воздействий, а также области применения мельниц и тип обрабатываемого в них продукта.

Получение механоактивированных тонких и сверхтонких порошков с минимальной энергоемкостью открывают новые возможности в области создания новых материалов и технологий, принципиально новых приборов и устройств в различных отраслях промышленности.

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Электромагнитные измельчители для пищевого сельскохозяйственного сырья (теория и технолог. возможности): Дис. ... д-ра техн. наук – СПб., 1997.
2. Беззубцева М.М. Энергосберегающие технологии диспергирования сырья растительного происхождения // Инновации – основа развития агропромышленного комплекса материалы для обсуждения Международного агропромышленного конгресса / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Комитет по аграрным вопросам ГосДумы РФ, Правительство Санкт-Петербурга, Правительство Ленинградской области, С.-Петербургский государственный аграрный университет, ОАО «Ленэкспо». – 2010. – С. 65–66.
3. Беззубцева М.М. Научное обоснование внедрения импортозамещающего способа электромагнитной механоактивации в аппаратурно-технологические системы шоколадного производства // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5–3. – С. 351–352.
4. Беззубцева М.М., Волков В.С. Механоактиваторы агропромышленного комплекса. анализ, инновации, изобретения (монография) // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 5–1. – С. 182–182.
5. Беззубцева М.М. Прикладные исследования энергоэффективности электромагнитных механоактиваторов // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–1. – С. 83.
6. Беззубцева М.М., Волков В.С. Классификация электромагнитных механоактиваторов по технологическому назначению // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8–1. – С. 25–27.
7. 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.
8. Беззубцева М.М., Волков В.С., Ружьев В.А. Классификация электромагнитных мельниц // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 9. – С. 103–104.
9. Беззубцева М.М. Энергоэффективный способ электромагнитной активации // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 5. – С. 92–93.
10. Беззубцева М.М. Способ измельчения шоколадных масс // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1993. – № 5–6. – С. 65–67.