

УДК 664.032.1

ВЛИЯНИЕ ВИДА МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОЗДАНИЕ АППАРАТОВ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ХРУПКИХ ПИЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Харкевич В.Г., к.т.н.

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»

Тел.(0222) 45-35-78

Аннотация – в данной работе представлен обзор современных способов измельчения пищевых материалов, проведен их сравнительный анализ, выявлен наиболее предпочтительный способ переработки хрупких пищевых материалов, рассмотрены основные типы измельчителей ударного действия и установлено их преимущество перед другими типами установок такого класса для получения тонкодисперсных пищевых порошков.

Ключевые слова – виды нагружения, дробилка, измельчение, классификация измельчителей, механическое воздействие, способы измельчения, удар, хрупкие пищевые материалы.

Постановка проблемы. Многочисленные процессы, в результате которых изменяются форма, внешний вид продукта или изделия без изменения физико-химических характеристик, называются механическими. К одному из таких процессов относят измельчение, т.е. процесс последовательного уменьшения размеров твердых тел и увеличения их количества до получения продукта заданной крупности путем воздействия внешних сил.

Измельчение широко применяется в пищевой промышленности для получения готовых продуктов, сырья или полуфабриката с частицами различного размера.

Твердый материал можно разрушать и измельчать раздавливанием, раскалыванием, разламыванием, резанием, распиливанием, истиранием, ударом и различными комбинациями этих способов [1; 2].

На практике же продукт обычно измельчают под действием комбинации тех или иных способов, например, раздавливание и истирание, истирание и удар. Из перечисленных способов измельчения пригодными для пищевой промышленности оказались

раздавливание, резание, истирание и удар [3]. Кроме этого, в зависимости от структурно-механических свойств продукта выбирают и соответствующие виды измельчения: для растительного сырья – истирание, удар, резку; для хрупких продуктов – раздавливание, удар.

Анализ последних достижений. В связи с этим измельчители классифицируют по двум принципам: 1) по крупности получаемого продукта; 2) по способу измельчения [2].

По крупности получаемого продукта измельчители подразделяются на дробилки (машины, осуществляющие дробление) и мельницы (машины, осуществляющие помол). На рис. 1 приведена схема классификации измельчителей с учетом крупности получаемого продукта.

По способу измельчения. В зависимости от преобладания того или иного способа измельчения оборудование может быть истирающего и раздавливающего действия (вальцовые, дисковые, шаровые мельницы), ударного (молотковые, штифтовые, ножевые дробилки), истирающего (гомогенизаторы, гидродинамические преобразователи) и режального (резальные машины) действия.

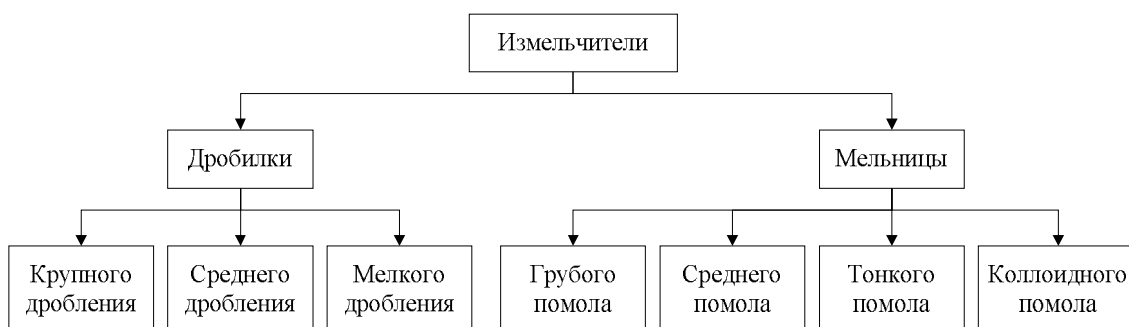


Рис. 1. Схема классификации измельчителей.

Наиболее предпочтительным способом классификации измельчителей является классификация по второму принципу [1], так как в его основу положен преобладающий механизм разрушения, с помощью которого измельчается материал. При необходимости измельчать тот или иной материал до частиц определенного размера, предварительно решают, каким вообще способом измельчения можно достигнуть такого результата, а затем уже подбирают тип и размер измельчающей машины. С этой точки зрения указанная классификация измельчителей является наиболее удобной. Недостатками первого принципа классификации измельчителей является то, что в нем отсутствуют указания на способ измельчения, лежащий в основе работы измельчителя, а также то, что измельчитель

одного и того же типа в зависимости от его размера можно отнести к машинам различного класса.

Что касается вида деформации, то современные представления по этому вопросу не позволяют, к сожалению, выделить преобладающий вид деформации при каждом конкретном случае (способе) разрушения. Для каждого конкретного способа разрушения до настоящего времени по существу не изучено влияние скорости разрушения на эффективность процесса [4].

При этом хорошо известно, что тело легче деформировать или разрушать путем удара, а не статического нагружения, и чем короче время передачи энергии, тем заметнее результаты удара, хотя при этом изменение прочностных характеристик материала носит сложный характер.

Представляет интерес влияние вида нагружения на изменение микроструктуры разрушаемых образцов. Для различных видов ударного измельчения это хорошо иллюстрируется на рис. 2 [5]. Отмечается, что ударное воздействие обладает большей эффективностью, чем разрушение, происходящее между двумя сближающимися поверхностями, причем в этом случае изменения происходят больше в поверхностных слоях.

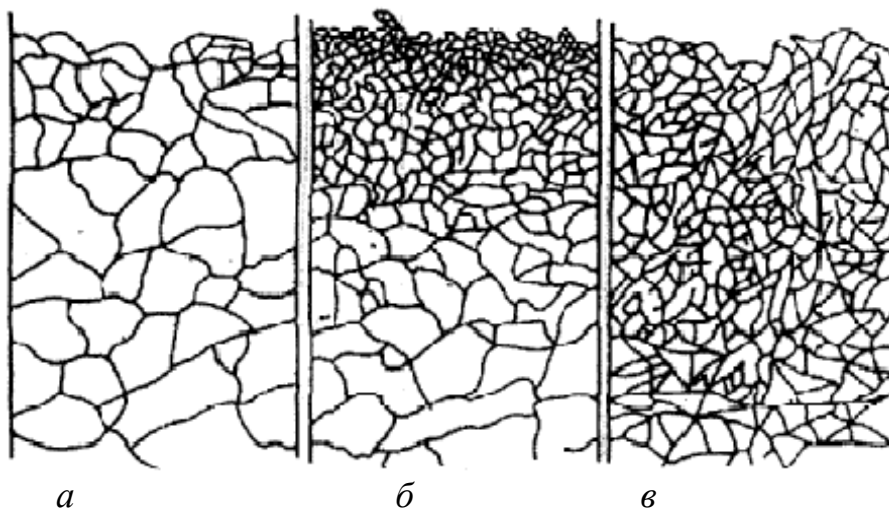


Рис. 2. Изменения в микроструктуре частиц твердого тела при различных типах механических воздействий:

а – исходный образец; *б* – после стесненного удара; *в* – после свободного удара.

Постановка задания. Выбор механического воздействия зависит от физико-механических свойств (прочности, упругости, пластичности, вязкости, липкости и т. д.) и размеров измельчаемого продукта [6]. Из всех перечисленных способов измельчения и видов

деформации, исходя из структурно-механических свойств продукта наиболее предпочтительным для получения тонкодисперсных порошков из высушенных пищевых материалов является измельчение свободным ударом.

Известные классификации способы измельчения не дают полного представления о реально протекающих процессах, т.к. построены на систематизации существующих конструкций аппаратов для измельчения по конструктивному, технологическому или иному элементарному признаку. Также ограничена и классификация аппаратов по свойствам и дисперсности измельчаемого материала.

Разработка нового оборудования для измельчения полностью определяется исторически сложившимися традициями данной отрасли и может идти по трем направлениям:

1) совершенствование существующих способов измельчения и аппаратов, их реализующих, с целью повышения их производительности, эксплуатационной надежности и экономичности;

2) разработка принципиально новых способов разрушения материалов и на их основе создание целой гаммы новых конструктивных решений измельчителей;

3) на базе глубокого изучения структуры разрушаемого материала обеспечивается совершенствование способов предварительной его обработки с целью понижения первичной прочности структуры материала и величины физико-химической связи, а также снижения энергетических затрат на процесс измельчения.

Основная часть. Остановимся на первом направлении и рассмотрим основные типы измельчителей ударного действия. Приведем их конструктивные схемы, которые кратко охарактеризуем.

Молотковая дробилка (рис. 3). Обладает хорошей технологической эффективностью, высокой степенью дробления, но подвержена интенсивному износу при работе на сырье твердостью более 4 единиц по шкале Мооса. Материал разрушается ударом молотков, подвешенных к вращающемуся ротору. Получила наиболее широкое распространение в пищевой промышленности при измельчении крупяных, бобовых, зерновых и др. культур продовольственного назначения. Молотковые дробилки интенсивно развиваются и совершенствуются [7].

Роторная дробилка (рис. 4). Содержит ротор с жестко закрепленными на нем ударными элементами и отбойные плиты. Дробление осуществляется жестко закрепленными на роторе билами. К недостаткам можно отнести заклинивание или защемление материала между корпусом или отражающими плитами и ротором,

что приводит к возникновению значительных динамических нагрузок как на опорные элементы ротора, так и на электродвигатель.

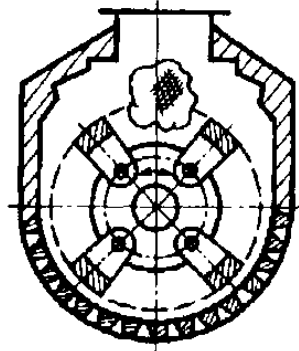


Рис. 3. Молотковая дробилка.

В кондитерской промышленности, например, используется для дробления орехов, в мясной – для твердых конфискатов и сырой кости. Роторные дробилки широко применяются и достаточно интенсивно развиваются [8].

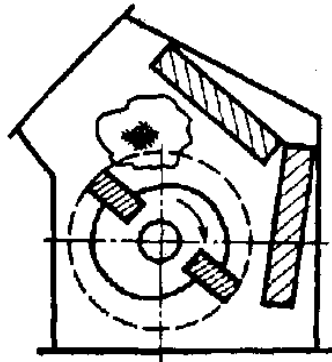


Рис. 4. Роторная дробилка.

Дезинтегратор (рис. 5). Традиционное исполнение – два соосных ротора с дисками и ударными элементами, образующими сопряженные зоны разрушений. Конструктивное исполнение только с одним подвижным барабаном называется дисмембратором. Интенсивность воздействия очень высокая, но конструкция чувствительна к недробимым включениям и влажности и непригодна для переработки абразивных материалов, что вызывает быстрый выход из строя пальцев, замена которых является трудоемкой и дорогостоящей процедурой [9]. Применяется, например, для получения сахарной пудры путем измельчения кускового сахара, тонкодисперсного порошка из какаоеллы.

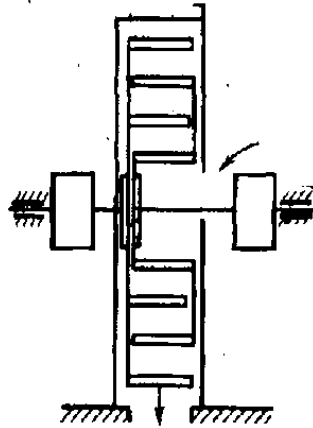


Рис.5. Дезинтегратор.

Центробежная дробилка (рис. 6). В конструктивном плане состоит из разгонного ротора и отбойных плит. По технологической эффективности сопоставима с молотковой дробилкой. Применяется для стерилизации зерновых культур от вредителей, также может использоваться для обработки верхнего покрова зерна, для обрушивания рапса, кукурузных початков. Развивается и совершенствуется [10].



Рис. 6. Центробежная дробилка.

Ударно-центробежная дробилка (рис. 7). Содержит вертикальный ротор с многоярусными органами, выполненными в виде звеньев с параллельными осями шарниров. Оптимальная циркуляция загрузки решается отражателями, смонтированными на стенках корпуса. Достаточно универсальная дробилка, в которой реализованы достоинства молотковой и центробежной дробилки [11]. В зависимости от конструктивных особенностей ударных элементов может применяться для измельчения широкого круга хрупких и вязкопластичных пищевых материалов, таких как зерно, специи, сухарная крошка.

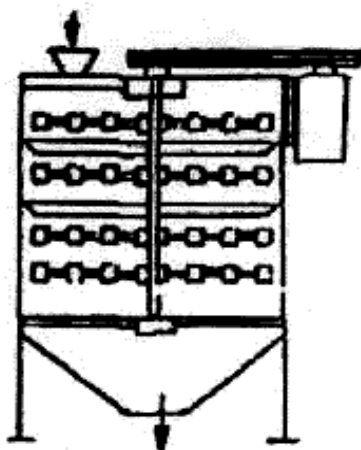


Рис. 7. Ударно-центробежная дробилка.

Выводы. Более полный анализ различных конструкций показал, что дробилки ударного действия, при небольших своих эксплуатационных затратах, значительно превосходят дробилки других конструкций по производительности, обладая при этом большой степенью измельчения. Однако из всего разнообразия особенно следует отметить молотковые дробилки с вертикальным расположением вала. Разработка таких дробилок ведется уже достаточно давно, конструкция их зарекомендовала себя с хорошей стороны в различных областях техники, при этом во многом превосходя дробилки с горизонтальным ротором за счет следующих факторов:

- материал движется в процессе дробления под силой тяжести сверху вниз, что значительно уменьшает энергозатраты на его повторный подъем для доизмельчения;
- в вертикальных машинах происходит так называемое шадящее дробление без истирания, т.е. дробление свободным ударом;
- возможность совмещения смежных технологических операций, будь-то смешивание, механоактивация или сушка [12].

Литература:

1. *Сиденко П.М.* Измельчение в химической промышленности: монография / П.М. Сиденко. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1977. – 368 с.
2. *Шаповалов Ю.Н.* Машины и аппараты общехимического назначения: учебное пособие / Ю.Н. Шаповалов, В.С. Шеин. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1981. – 303 с.

3. *Драгилев А.И.* Технологические машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов / А.И. Драгилев, В.С. Дроздов. – М.: Колос, 1999. – 376 с.

4. *Ревнивцев Р.И.* Селективное разрушение минералов / Ревнивцев В.И., Гапонов Г.В., Зарогатский Л.П. и др.; под ред. Ревнивцева В.И. – М.: Недра, 1988. – 286 с.

5. *Ходаков Г.С.* Физика измельчения / Г.С. Ходаков – М.: Наука, 1972. – 307 с.

6. *Стабников В.Н.* Процессы и аппараты пищевых производств: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 510 с.

7. Рациональные режимы и оценка эффективности работы дробилок ударного действия: обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1991. – 39 с.

8. *Сиваченко Л.А.* Анализ работы роторных дробилок ударного действия с вертикальным ротором / Л.А. Сиваченко, Е.И. Кутынко, А.Н. Хустенко // Сборник материалов V межрегиональной научно-технической конференции с международным участием. Механики – XXI веку. – 2006. – С. 115-120.

9. Машиностроение: энциклопедия в 40 т. / Редсовет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. – Т. IV-12: Машины и аппараты химических и нефтехимических производств / сост. М.Б. Генералов, ред. А.С. Тимонин. – 2004. – 830 с.

10. *Левданский А.Э.* Высокоэффективные проточные процессы и аппараты: монография / А.Э. Левданский, Э.И. Левданский – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2001. – 234 с.

11. *Сиваченко Л.А.* К расчету основных параметров вертикальных дробилок ударного действия / Л.А. Сиваченко, Е.И. Кутынко // Научно-теоретический журнал. Вестник БГТУ, 2005. – № 11. – С. 217-222.

12. *Шуляк В.А.* Сушка и механотермическая обработка дисперсных материалов и сред / В.А. Шуляк – Минск: Издательский центр БГУ, 2003. – 240 с.

ВПЛИВ ВИДУ МЕХАНІЧНОЇ ДІЇ НА СТВОРЕННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КРИХКИХ ХАРЧОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Харкевич В. Г.

Анотація - в цій роботі представлений огляд сучасних способів подрібнення харчових матеріалів, проведений їх порівняльний аналіз, виявлений найбільш прийнятний спосіб переробки крихких харчових матеріалів, розглянуті основні типи подрібнювачів ударної дії і встановлена їх перевага перед іншими типами установок такого класу для отримання тонкодисперсних харчових порошків.

INFLUENCE OF THE TYPE OF MECHANICAL IMPACT ON CREATION OF APPARATUS FOR CRUSHING OF BRITTLE FOOD MATERIALS

V. Kharkevich

Summary

In this work the review of modern ways of crushing of food materials is presented, the comparative analysis is carried out them, the most preferable way of the reprocessing of brittle food materials is revealed, the basic types of grinders of shock action are considered and their advantage before other types of installations of such class for receiving finely dispersed food powders is established.