

УДК 664.734.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ХРУПКИХ ПИЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Харкевич В.Г., к.т.н.

Могилевский государственный университет продовольствия

Тел.(0222) 45-35-78

Аннотация – в данной работе рассмотрены различные конструктивные решения дробилок ударного действия с вертикальным расположением вала, проведен их сравнительный анализ, выявлен наиболее предпочтительный тип измельчителей для переработки хрупких пищевых материалов средней твердости и мягких, имеющих небольшую влажность и вязкость. Показано, что одной из самых простых и наиболее удачных конструкций многозвенных дробилок ударного действия с вертикальным расположением ротора на сегодняшнее время является двухопорная одноприводная молотковая дробилка.

Ключевые слова – дробилка, измельчитель, механизм разрушения, удар, хрупкие пищевые материалы.

Постановка проблемы. Сегодня для измельчения хрупких и вязкопластичных материалов разработано и создано достаточное количество типов измельчителей различных конструкций, однако, как свидетельствуют многочисленные изобретения и авторские патенты, поиски более совершенных конструкций машин, область применения которых довольно широка, постоянно продолжают по причинам: громоздкости существующих измельчителей и низкого их коэффициента полезного действия; сложности конструкции и обеспечения удобства монтажа, безопасной эксплуатации, обслуживания и ремонта; соответствия санитарно-гигиеническим требованиям к процессу измельчения пищевых материалов; повышения требований к чистоте продуктов измельчения; стремления уменьшить расход энергии и металла на единицу измельченного материала.

Многообразие технологических задач, решаемых с помощью молотковых дробилок, породили различные конструктивные решения, связанные, например, с особенностями конструкции и крепления ротора, привода, ударных и отбойных элементов, загрузочных и разгрузочных устройств и т.п. Также конструктивная особенность современных дробильных установок зависит не только от

измельчаемого материала, который может обладать разнообразными свойствами и характеристиками, но и от различных технологических требований, предъявляемых к уже готовому продукту. Поэтому подбор того или иного оборудования является одним из важных этапов и представляет собой своеобразный компромисс между эффективностью дробления и эксплуатационными качествами машины.

Анализ последних достижений. Как правило, принцип и механизм работы измельчителей схож, поэтому нами ранее были рассмотрены только наиболее интересные с точки зрения конструкции решения и область их предпочтительного применения: дробилки [1; 3; 5-8] и измельчители [2; 4].

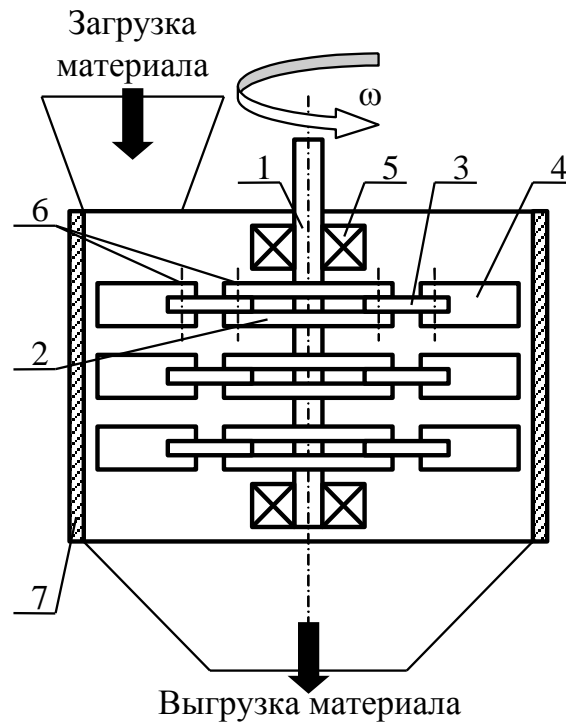
Проведенный обзор и анализ устройств, используемых для дробления материалов средней твердости и мягких, имеющих небольшую влажность и вязкость, показал, что наиболее широкую область применения получили измельчители с вертикальным расположением вала. Как правило, в сельском хозяйстве они используются для измельчения фуражного зерна, кукурузных початков, жмыха, соломы при приготовлении комбикормов. На таких материалах дробильные установки ударного действия позволяют достигать большой степени измельчения, а простота конструкции, низкая металлоемкость, возможность изготовления машин большой производительности и удобство обслуживания делают их применение эффективным.

Формулирование целей статьи (постановка задачи). Целью данной работы является на основании анализа наиболее интересных с точки зрения конструкции решений и области предпочтительного применения дробилок ударного действия с вертикальным расположением ротора экспериментально подтвердить пригодность и экономическую эффективность разработанной новой конструкции измельчителя.

Основная часть. В основу рассмотренных конструкций данных дробилок положен принцип многоярусной дробилки ударного действия с вертикальной осью вращения рабочего органа. Как показывает опыт их эксплуатации, одним из наиболее совершенных способов ударного дробления является применение дробилок с многозвенными ударными элементами.

Это объясняется тем, что при случайном попадании в корпус дробилки посторонних предметов (недробимых или трудно дробимых), шарнирная подвеска ударных элементов позволяет избежать заклинивания ротора, а также больших деформаций, что, в свою очередь, повышает надежность работы. В дробилках же с жестко закрепленными ударными элементами это, наоборот, часто приводит к значительным деформациям и, как следствие, происходит поломка

измельчающего оборудования. Типовое конструктивное исполнение такой дробилки представлено на рис. 1 [9].



1 - вал; 2 - диск; 3 - серьга; 4 - ударный элемент; 5 - подшипниковая опора; 6 - подвижные шарниры; 7 - корпус.

Рис. 1. Принципиальная конструкция молотковой дробилки с вертикальным ротором.

Несмотря на конструктивную простоту в камере дробилки ударного действия протекают довольно сложные процессы. Одновременно осуществляется дробление материала и движение его вниз до места выгрузки, скорость и направление движения частиц материала в которой зависят от многих факторов:

- формы и размера частиц;
- физико-механических свойств материала;
- положения частицы относительно ударного элемента в момент удара и др.

На результаты дробления оказывают влияние влажность, условия подачи исходного материала и его крупность. Кроме этого, на характер движения частиц материала в камере дробилки оказывает существенное влияние износ рабочих ударных элементов.

Таким образом, спектр случайных воздействий при измельчении материала в камере дробилки весьма обширен. В связи с этим точный инженерный расчет такого аппарата затруднен.

Анализ механики разрушения хрупких пищевых продуктов показывает, что истирание, стесненный удар или чистое резание приводят к значительным тепловыделениям в результате перехода части механической энергии в тепловую. Это ведет к перегреву и

денатурации частиц готового продукта, поэтому разрушение таких материалов должно осуществляться в условиях свободного удара при интенсивном отводе теплоты в окружающую среду.

Опираясь на опыт и рекомендации других исследователей [10-12], в учреждении образования "Могилевский государственный университет продовольствия" был разработан и спроектирован измельчитель "ИХ-500" для переработки высушенных хлебобулочных изделий в панировочные сухари.

Механизм разрушения, создаваемый в камере данного измельчения, основан на соударении частиц с твердой поверхностью (за счет удара по материалу бил и от вторичных ударов кусков частиц о стенки корпуса) или с летящей навстречу частицей, то-есть – на свободном ударном разрушении.

Основополагающими параметрами при конструировании измельчителя явились его геометрические размеры и производительность, а также расчетная мощность электродвигателя.

В ходе проведенных предварительных испытаний были приняты рекомендации по настройке, регулировке и эксплуатации измельчителя. Кроме этого с точки зрения исключения пыления и выброса продукта из загрузочного лотка было определено направление вращения вала ротора с закрепленными на нем ударными элементами (билами), взаимное расположение ударных элементов и их количество на рядах. Также была оценена потребляемая мощность, расходуемая на процесс измельчения, производительность и предварительно определен фракционный состав готового продукта.

В процессе испытаний измельчению поэтапно подвергали частично высушенные хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего сорта различной влажности – 6,1%, 9,3% и 9,8%. Результаты данного процесса измельчения представлены в табл. 1.

Габаритные размеры и вес высушенных хлебобулочных изделий, подвергаемых измельчению:

1 булка "Стайковская":

250×110×65 мм – 240 грамм при влажности 9,3%;

250×110×65 мм – 235 грамм при влажности 6,1%;

2 багет:

425×80×50 мм – 305 грамм при влажности 9,8%.

Результаты фракционного анализа продуктов помола, полученные в период проведения испытаний, представлены на рис. 2.

Была выработана партия панировочных сухарей, полученная путем измельчения черствых хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта на измельчителе хлеба "ИХ-500". В результате чего был получен продукт, который по органолептическим и физико-химическим показателям полностью отвечает требованиям и нормам ГОСТ 28402-89 "Сухари панировочные". В процессе проведения

испытаний налипания продукта внутри измельчителя и на его рабочих элементах не обнаружено. Полученные результаты свидетельствуют о принципиальной возможности применения измельчителя хлеба для вторичной переработки высушенных хлебобулочных изделий с целью получения панировочных сухарей.

Таблица 1 – Характеристики процесса измельчения

Наименование показателя	Влажность измельчаемого продукта		
	Булка "Стайковская"	Булка "Стайковская"	Багет
	9,3%	6,1%	9,8%
Производительность по готовому порошку, кг/ч	418	409	531
Фактическая потребляемая мощность всех приводов устройств и механизмов в рабочем режиме, задействованных в процессе измельчения, кВт	7,0...7,1	6,5...6,6	7,3...7,4
Сила тока оборудования в холостом режиме, А	8,4...8,6	8,4...8,6	8,4...8,6
Сила тока оборудования в рабочем режиме, А	12,1...12,3	11,3...11,5	12,6...12,8

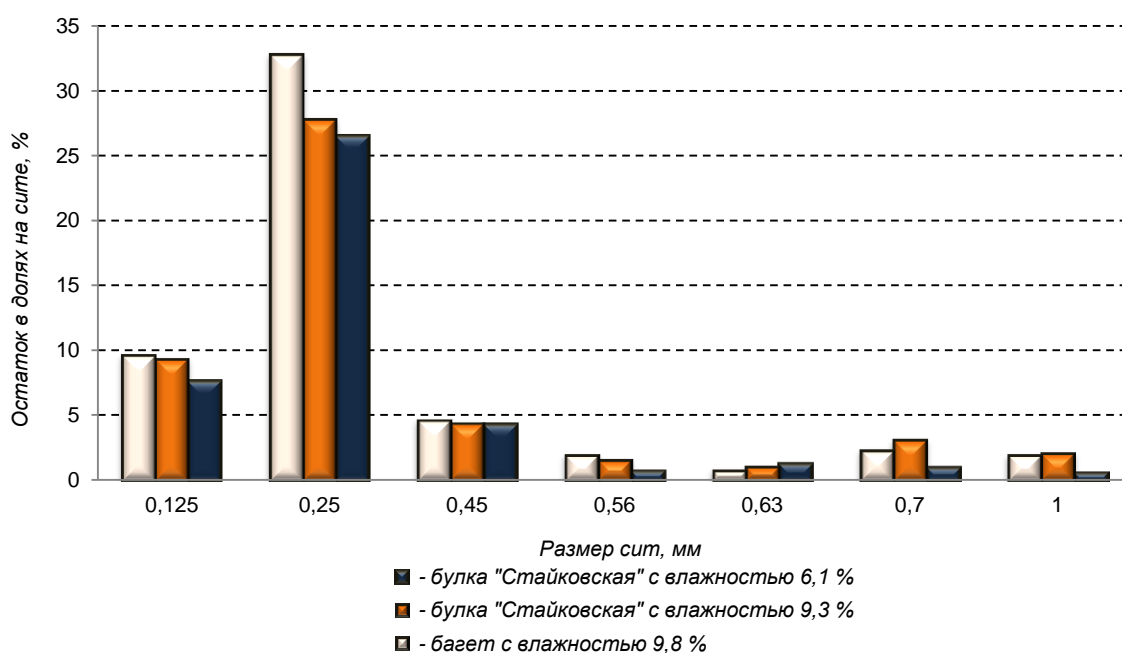


Рис. 2. Результаты фракционного анализа продуктов помола.

Выводы. Показано, что дробилки ударного действия с вертикальным расположением вала являются перспективным видом технологического оборудования для переработки материалов. Выявлено, что конструкции ударных элементов с шарнирным креплением являются элементами самонастраивающейся системы, то

есть обладают адаптивным действием, что означает их невосприимчивость к случайным негативным внешним воздействиям. Экспериментально была подтверждена пригодность и экономическая эффективность разработанной конструкции измельчителя для переработки высушенных хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта при производстве панировочных сухарей.

Литература:

1. Вертикальная бесситовая дробилка для зерна: пат. 2021854 РФ, МПК7 В 02 С 13/16 / А.А. Хитов, Н.В. Хитова; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № а 4939275/13; заявл. 24.05.91; опубл. 30.10.94.
2. Измельчитель: пат. 2052291 РФ, МПК7 В 02 С 13/16 / Л.А. Сиваченко, Н.Г. Селезнев, В.А. Шуляк, М.В. Лещева, В.Н. Башаримова; заявитель Научно-технический кооператив "Млын". – № а 5047857/33; заявл. 15.06.92; опубл. 20.01.96 // Бюл. изобретений – 1996. – № 6.
3. Дробилка: пат. 2057584 РФ, МПК7 В 02 С 13/02 / Н.Г. Селезнев, В.А. Шуляк, Л.А. Сиваченко, В.Н. Башаримова; заявитель Научно-технический кооператив "Млын". – № а 5014181/33; заявл. 02.12.91; опубл. 10.04.96.
4. Измельчитель: пат. 2072262 РФ, МПК7 В 02 С 13/14 / Л.А. Сиваченко, Н.Г. Селезнев, В.А. Шуляк, М.В. Лещева, В.Н. Башаримова; заявитель Научно-технический кооператив "Млын". – № а 92013763/33; заявл. 23.12.92; опубл. 27.01.97.
5. Центробежная многоступенчатая дробилка: пат. 2053021 РФ, МПК7 В 02 С 13/14 / О.Л. Черных, С.В. Суханов, В.В. Давыдов; заявитель Малая инновационная фирма "Реал-ВОИР". – № а 93041405/33; заявл. 18.08.93; опубл. 27.01.96.
6. Многоступенчатая дробилка: пат. 2166368 РФ, МПК7 В 02 С 13/14 / В.Р. Алешкин, Н.Ф. Баранов, М.С. Поярков, В.Н. Шулятьев; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – № а 99109165/13; заявл. 26.04.99; опубл. 20.03.01.
7. Дробилка для фуражного зерна: пат. 2209119 РФ, МПК7 В 02 С 13/14 / В.И. Сыроватка, А.С. Комарчук; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации животноводства. – № а 2001112717/13; заявл. 08.05.01; опубл. 27.07.03.
8. Молотковая дробилка вертикальная: пат. 53688 Украины, МПК7 В 02 С 13/16 / В.Я. Рубан; заявитель Рубан Владимир Яковлевич. – № а 99084689; заявл. 17.08.99; опубл. 15.02.03 // Официальный бюллетень "Промислова власність" / Книга 1 – 2003. – № 2.
9. Сиваченко, Л.А. Технологические аппараты адаптивного действия /Л.А. Сиваченко [и др.]– Минск: Изд. центр БГУ, 2008. –375 с.

10. *Абушкевич, А.А.* Энергосберегающий помольный комплекс для цементного клинкера на основе роторно-цепного предизмельчителя и трубной мельницы: дис. канд. техн. наук: 05.02.13 / А.А. Абушкевич. – Белгород, 2000. – 145 л.

11. *Береснев, В.В.* Обоснование основных параметров роторно-цепной дробилки: дис. канд. техн. наук: 05.05.04 / В.В. Береснев. – Могилев, 2000. – 141 л.

12. *Михальков, Д.В.* Обоснование параметров дробилки ударного действия для получения материалов узкофракционного гранулометрического состава: дис. канд. техн. наук: 05.05.04 / Д.В. Михальков. – Могилев, 2003. – 186 л.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА УДАРНОЇ ДІЇ ПРИ РУЙНУВАННІ КРИХКИХ ХАРЧОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Харкевич В.Г.

Анотація – у даній роботі розглянуті різні конструктивні рішення дробарок ударної дії з вертикальним розташуванням вала, проведено їх порівняльний аналіз, виявлено найкращий тип подрібнювачів для переробки крихких харчових матеріалів середньої твердості і м'яких, що мають невелику вологість і в'язкість. Показано, що однією з найпростіших і найбільш вдалих конструкцій багатоланкових дробарок ударної дії з вертикальним розташуванням ротора на сьогоднішній час є двоопорна одноприводна молоткова дробарка.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE NEWLY-DESIGNED OF THE CRUSHERS OF IMPACT ACTION AT DESTRUCTION OF BRITTLE FOOD MATERIALS

V. Kharkevich

Summary

Various constructive decisions of crushers of shock action with a vertical shaft are considered, their comparative analysis is carried out, the most preferable type of grinders for processing of fragile food materials of average hardness and soft, having small humidity and viscosity is revealed. It is shown that one of the most simple and most successful designs of multilink crushers of impact action with the vertical arrangement of the rotor for today's time is double-seat single-drive молотковая the hammer crusher.