

4. Изучение хлебопекарных свойств модельных смесей соевого экструдата и пшеничной муки / В. Д. Пилякина [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. – № 4(81). – С. 3-7.

УДК 631.363.21

ЦЕНТРОБЕЖНО-РОТОРНЫЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Дружинин Р. А., Сухов Я. С.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация. В статье подробно исследована конструкция центробежно-роторных измельчителей фуражного зерна, приведена их техническая специфика и принципы работы. Проведено сравнительное обоснование их преимуществ по отношению к традиционным молотковым измельчителям, выделены характерные недостатки и ограничения эксплуатации. Дополнительно сформулированы рекомендации по выбору оптимального типа измельчителя в зависимости от условий применения и требований к качеству переработки зернового сырья.

Summary. The article provides a detailed examination of the design of centrifugal-rotor grain feed crushers, describing their technical features and operating principles. A comparative assessment of their advantages over conventional hammer crushers is presented, along with an analysis of typical drawbacks and operational limitations. In addition, recommendations are proposed for selecting the most suitable type of crusher based on operating conditions and the required quality of processed grain material.

Ключевые слова: кормопроизводство, фуражное зерно, дробилки молотковые, центробежно-роторный измельчитель, производительность, износ, скорость соударения, центробежная сила.

Key words: forage production, feed grain, hammer mills, centrifugal-rotor crusher, productivity, wear, impact speed, centrifugal force.

Главное назначение измельчения кормов для животных – увеличить их питательную ценность и способствовать росту продуктивности скота. Если животным дают недостаточно измельченный корм, они не могут полноценно переваривать и усваивать содержащиеся в нем питательные элементы, что негативно сказывается на эффективности кормления. В процессе измельчения площадь поверхности частиц корма значительно возрастает по отношению к исходному состоянию, при этом их размер уменьшается. Благодаря этому создаются более благоприятные условия

для переваривания корма и его последующего всасывания в пищеварительной системе.

Измельчение зерна возможно посредством перетирания, дробления, воздействия ударной силы или комбинации этих способов. Традиционными методами помола являлись раздавливание зерен на каменных поверхностях (например, в ступах) и растирание на жерновах.

Измельчение посредством ударов без опоры (использование молотковых дробилок) стало возможным лишь с развитием технологий и появлением машин, способных быстро вращать вал. Молотковые дробилки широко применяются в комбикормовой индустрии, ими обрабатывают более 95 % мирового объема фуражного зерна.

Основными недостатками молотковых зернодробилок являются высокий износ рабочих органов, повышенное пылеобразование (большая доля мучнистой фракции) и чувствительность к влажности измельчаемого зерна.

Даже при использовании для зерна, которое менее абразивно, чем, например, горные породы, износ молотков и решет является значительным, что требует регулярного обслуживания и замены.

Процесс ударного измельчения приводит к образованию большого количества мелкодисперсных частиц (пыли), что не всегда желательно для определенных видов кормов. Размер конечного продукта в основном зависит от размера отверстий сита. Изменение размера требует остановки дробилки и замены сита, а сам процесс измельчения имеет вероятностный характер, что затрудняет получение однородной фракции [3].

При измельчении влажного зерна (свыше 15 %) возможно замазывание или забивание колосниковых решеток и сит, что резко снижает производительность и эффективность работы [3].

Центробежно-роторные измельчители фуражного зерна – это тип сельскохозяйственного оборудования, предназначенный для подготовки зерна и семян масличных культур к скармливанию животным путем их измельчения. Они используют комбинированный метод воздействия для достижения необходимой фракции размола.

Измельчение в центробежно-роторных аппаратах основано на использовании центробежной силы и ударного воздействия. Фуражное зерно подается в рабочую камеру измельчителя. Внутри камеры находится быстро вращающийся ротор. Материал попадает на ротор и под действием центробежной силы разгоняется до высокой скорости, направляясь к периферии. Разогнанные зерна ударяются об элементы ротора (билы, молотки, ножи и т. д.) или внутреннюю поверхность корпуса, где происходит их разрушение за счет удара, резания и скалывания. Измельченный зерновой материал проходит через калибровочные решета (с отверстиями определенного диаметра, например, 4, 6 или 8 мм), которые

обеспечивают получение однородной фракции нужной крупности. Готовый измельченный корм (дёрть) выгружается из аппарата, фасуется и отправляется на хранение.

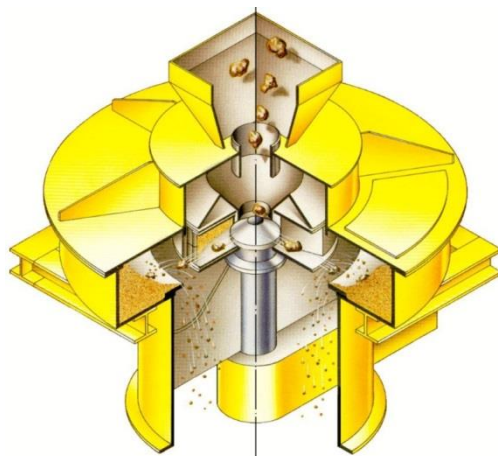


Рисунок 1 – Центробежно-ударная дробилка

По сравнению с традиционными молотковыми зернодробилками, центробежно-роторные измельчители имеют ряд преимуществ [4, 5]:

1) Сниженное энергопотребление: конструктивные особенности позволяют достигать необходимой степени измельчения при меньших затратах энергии на единицу продукции по сравнению с другими типами дробилок.

2) Высокое качество размола: принцип ударного действия под воздействием центробежной силы обеспечивает получение продукта с более выровненным (однородным) фракционным составом, что важно для лучшего усвоения корма животными. Это важно для приготовления качественных комбикормов. Правильно спроектированные центробежно-роторные системы могут способствовать уменьшению количества пыли в процессе измельчения.

3) Универсальность: эффективны для измельчения не только фуражного зерна, но и влажных семян масличных культур (например, рапса). В некоторых моделях степень измельчения можно регулировать, изменяя скорость вращения ротора или конструктивные параметры, без замены сит.

4) Простота и надежность конструкции: отсутствие сложных механизмов делает их менее подверженными поломкам и упрощает обслуживание.

Серьезным недостатком центробежно-роторных измельчителей является относительно низкий ресурс рабочих органов, что требует частой замены их или полного восстановления и повышает эксплуатационные расходы. Даже частично изношенные молотки могут нарушить баланс ротора, что не позволяет использовать их дальше, хотя сам материал еще не выработал свой ресурс полностью [2].

Износ рабочих поверхностей ударных элементов и разгонных лопаток центробежно-роторных измельчителей обусловлен воздействием измельчаемого материала, сталкивающегося с отбойниками и скользящего по лопаткам. Из-за этого расширяется радиальная щель между ротором и отбойными элементами, а износ разгонных лопаток изменяет траекторию и скорость выбрасываемых частиц. Это приводит к снижению производительности машины, ухудшению степени измельчения и увеличению расхода электроэнергии в 1,6-1,9 раза [1].

Увеличение срока службы рабочих элементов ударных измельчителей не должно сказываться на эффективности процесса измельчения. Так, недопустимо снижение угла атаки или уменьшение скорости удара с целью минимизации интенсивности износа. Для поддержания стабильности характеристик центробежно-ударных мельниц целесообразно использовать легко заменяемые била с возможностью регулировки угла их расположения.

Прогресс в области центробежно-ударного измельчения долгое время тормозился противоречием между необходимостью достижения скорости соударения зерна со статической преградой в диапазоне 70-100 м/с и высоким износом подшипников мельницы и ее рабочих частей. Подшипниковый узел вала мельницы должен был выдерживать значительные ударные нагрузки и постоянную разбалансировку ускорителя. Решение проблемы увеличения ресурса подшипникового узла центробежно-ударного измельчителя было найдено путем внедрения воздушной подушки в качестве опоры, что ознаменовало одно из последних достижений в конструкции современных агрегатов такого типа [4].

При выборе зернодробилки следует обратить внимание на несколько основных характеристик:

1. Производительность. Производительность зернодробилки определяет количество материала, которое она может размолоть за определенный период времени. Выбор модели зернодробилки зависит от объема и потребностей производства.

2. Мощность. Мощность зернодробилки указывает на ее приводную способность и способность справляться с выполнением задач. Чем выше

мощность, тем более эффективно будет проходить процесс дробления материала. Необходимо выбрать зернодробилку с достаточной мощностью для требуемой производительности.

3. Размер измельчаемого материала. Зернодробилки могут предлагать различные настройки для размера и степени измельчения материала. Важно выбрать такую модель зернодробилки, которая подходит для конкретных требований и целей использования. Некоторые модели оборудованы специальными решетками или сетками, которые позволяют настроить размер дробленого материала в зависимости от требований процесса.

4. Система питания. Дробилки могут иметь различные системы питания, такие как шнековая подача или гравитационная подача. Шнековая подача позволяет более равномерно распределить материал по ротору и повысить эффективность работы.

5. Безопасность. Дробилки обычно имеют системы безопасности, такие как защитные кожухи, предотвращающие доступ к режущим элементам оборудования. При работе с зернодробилкой необходимо соблюдать все правила безопасности и инструкции производителя, чтобы избежать возможных травм и повреждений оборудования.

6. Мобильность. Некоторые модели зернодробилок имеют колеса или подвижные шасси, обеспечивая удобство транспортировки и перемещения оборудования на месте работы.

В заключение можно сказать, что измельчение фуража играет важнейшую роль в обеспечении высокой питательной ценности кормов для животных, стимулировании их здорового роста и оптимизации использования ресурсов. При правильных методах измельчения корм для животных может стать ценным ресурсом для выращивания здорового и крепкого скота, что приведет к повышению производительности фермы и увеличению прибыли. В целом, центробежно-роторные измельчители являются универсальным и эффективным инструментом для получения фуражного зерна, но при выборе стоит учитывать их энергоемкость и возможные недостатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов, С. Ю. Исследование взаимодействия зерна с лопастями ротора дробилки закрытого типа / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, К. Е. Миронов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 8(75). – С. 26-34.
2. Завражнов, А. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А. И. Завражнов, Д. И. Николаев. – Москва: Издательство «Агропромиздат», 1990. – 336 с.
3. Искендеров, Р. Р. Молотковые дробилки: достоинства и недостатки / Р. Р. Искендеров, А. Т. Лебедев // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 1(17). – С. 27-30.
4. Машины и оборудование в животноводстве: Лабораторный практикум / В.Г. Мохнаткин [и др.]. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – 88 с.
5. Машины и оборудование в животноводстве: учебное пособие для учащихся направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / Ю. В. Саенко [и др.]. – Белгород: Белгородский ГАУ, 2021. – 171 с.

6. Сергеев, Н. С. Центробежно-роторные измельчители «ИЛС» для переработки фуражного зерна и семян рапса / Н. С. Сергеев // Зоотехния. – 2007. – № 5. – С. 27-29.
7. Сергеев, Н. С. Центробежно-роторные измельчители фуражного зерна: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Сергеев Николай Степанович. – Челябинск, 2008. – 236 с.
8. Труфанов, В. В. Исследование влияния конструктивных и технологических параметров на процесс измельчения в измельчителе ударно-центробежного типа / В. В. Труфанов, В. М. Опришко, Р. А. Дружинин // Вестник Мичуринского филиала Российского университета кооперации. – 2011. – № 2. – С. 62-67.
9. Труфанов, В. В. Совершенствование устройства для измельчения сыпучих материалов ударно-центробежного типа / В. В. Труфанов, В. М. Опришко, Р. А. Дружинин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1(28). – С. 39-41.

УДК 664.931.3:577.15

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАПАИНА И БРОМЕЛАЙНА ДЛЯ КОНТРОЛЯ НЕЖНОСТИ ТУШЕНОГО МЯСА: ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ

Захарова И. А.

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республики Беларусь

***Аннотация.** В настоящее время нежность мяса остается одним из ключевых показателей качества тушеных мясных продуктов. Энзиматическое воздействие протеазных ферментов, таких как папаин и бромелайн, представляет собой перспективный путь управления структурой мышечной ткани. В работе рассмотрены механизмы действия ферментов, их влияние на физико-химические свойства белка, а также представлены результаты исследований по оптимизации времени ферментативной обработки мяса.*

***Summary.** At present, meat tenderness remains one of the key quality indicators of stewed meat products. The enzymatic action of proteolytic enzymes such as papain and bromelain represents a promising approach to controlling the structure of muscle tissue. This paper examines the mechanisms of enzyme action, their influence on the physicochemical properties of proteins, and presents the results of studies aimed at optimizing the duration of enzymatic treatment of meat.*

***Ключевые слова:** папаин, бромелайн, ферментативная обработка, нежность мяса, тушеное мясо, протеолитические ферменты, миофибриллярные белки, коллаген, влагоудерживающая способность, оптимизация времени обработки, текстурные характеристики, мясные технологии.*

***Key words:** papain, bromelain, enzymatic treatment, meat tenderness, stewed meat, proteolytic enzymes, myofibrillar proteins, collagen, water-holding capacity, optimization of treatment time, textural characteristics, meat processing technology.*