

А.И. Пунько, М.В. Иванов
*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*
Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд
*(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ
ДВУХРОТОРНОГО
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ**

Введение

Развитие отраслей животноводства в ближайшие годы невозможно без внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий на основе достижения современной науки и передового опыта. Подъем животноводства будет обеспечиваться за счет повышения продуктивности скота и птицы, а основой развития и укрепления его отраслей послужит создание прочной кормовой базы, совершенствование технических средств механизации процессов производства и переработки кормов.

В технологии приготовления кормов самым распространенным и важным процессом является измельчение, обусловленное требованиями физиологии кормления животных и птиц. В результате измельчения корма образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ.

Результаты исследований

В сельскохозяйственном производстве основными машинами для измельчения зернового материала являются молотковые дробилки. Однако они обладают рядом недостатков: высокие удельные затраты энергии на измельчение ($10...15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$); значительная удельная металлоемкость конструкций ($300...650 \text{ кг}/\text{т}$); неравномерный фракционный состав измельченного продукта с большим содержанием пылевидной фракции – до 30 % при тонком измельчении и до 20 % недоизмельченной фракции при грубом измельчении, а содержание целых зерен в готовой дерти – более 1 % [1].

В связи с этим возникает необходимость обобщения имеющихся исследовательских и конструкторских работ по созданию энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования в кормоприготовлении. Одним из перспективных направлений является применение конструкции рабочих органов измельчителей, реализующих способ многоступенчатого измельчения со своевременным выводом конечного продукта из рабочей зоны.

Анализ конструкций молотковых дробилок, процессов измельчения и сепарации готового продукта, существующие преимущества и недостатки вынуждают искать новые направления в совершенствовании данных машин. Проведенный патентный поиск дал основание для изучения новых вариантов конструкции дробилок – многороторных центробежных измельчителей.

Работа двухроторного измельчителя основана на реализации принципа встречного удара с высокой скоростью потоков материала и рабочих органов между собой.

В процессе работы рабочие органы образуют мощнейшие встречные потоки материала с высокой разностью скоростей, что обеспечивает глубокое объемное воздействие на частицы. В результате интенсивного взаимодействия происходит измельчение материала на частицы и их вывод через решето рабочей камеры (рисунок 1) [2, 3, 4].

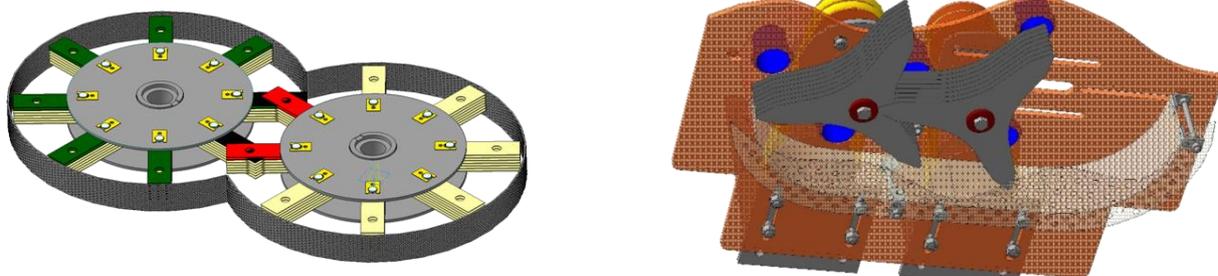
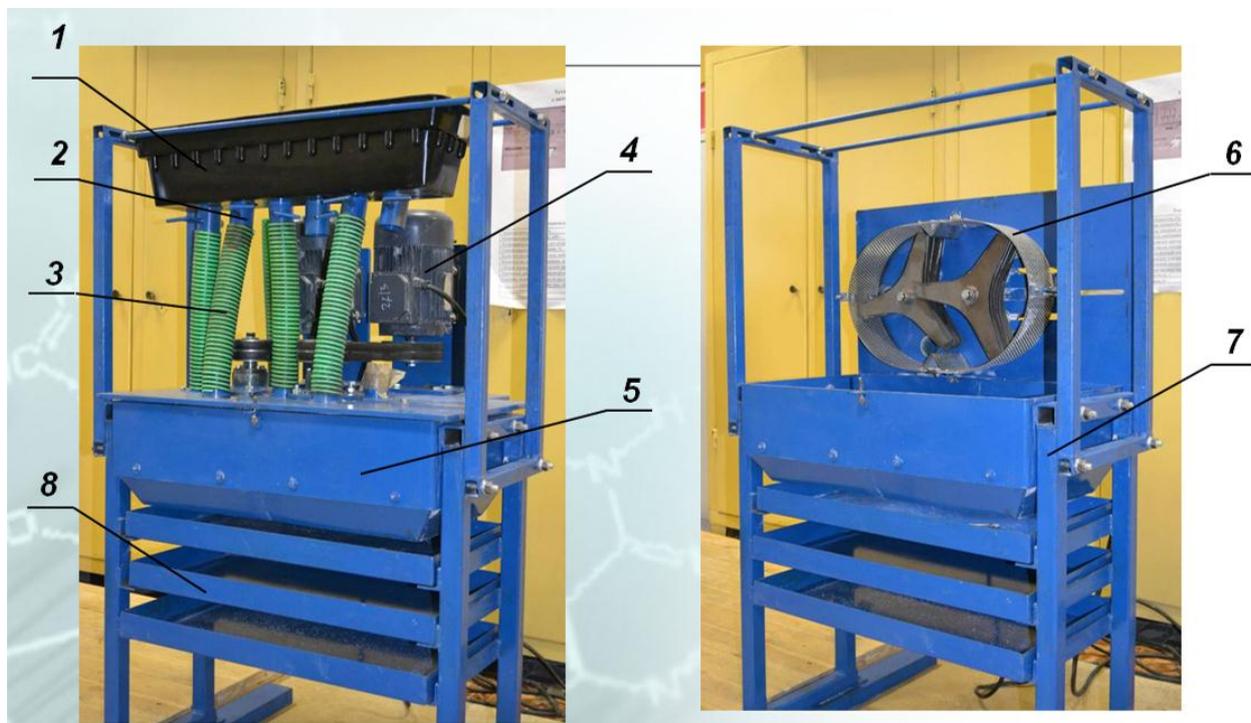


Рисунок 1. – Варианты конструкции рабочих органов двухроторного измельчителя

Для выполнения исследований влияния конструктивных и кинематических параметров рабочих органов двухроторного измельчителя на энергетические и качественные показатели работы в рамках ГПНИ «Инновационные технологии в АПК», 2011–2015 гг., «Исследование процесса измельчения фуражных зернобобовых культур с целью создания энергоэффективных машин для переработки кормов» была разработана с использованием средств параметрического трехмерного моделирования и изготовлена экспериментальная установка (рисунок 2).

Измельчитель зерна содержит корпус, внутри которого установлен сепаратор, выполненный в виде двух сообщающихся цилиндрических решет, измельчающие роторы с возможностью вращения от электродвигателей, камеру измельчения с загрузочными и выгрузными окнами, в корпусе установлены роторы с возможностью вращения в одном направлении или с возможностью встречного вращения, при этом пакеты ножей установлены таким образом, что ножи одного из роторов расположены между ножами другого ротора с образованием зазора между ними, размер которого меньше размера зерна.



1 – приемный бункер; 2 – клапан-дозатор; 3 – загрузочный патрубок; 4 – электродвигатель;
5 – выгрузная воронка; 6 – камера измельчения, 7 – рама; 8 – лоток для проб

Рисунок 2. – Экспериментальная установка двухроторного измельчителя

Благодаря увеличенной скорости соударений частиц зерна и ножей, при встречном движении ножей создается зона интенсивного измельчения, что повышает эффективность процесса, а следовательно, и производительность измельчителя.

Цель проведенных исследований заключалась в получении экспериментальных результатов для обоснования взаимосвязи производительности, протекания процесса разрушения, равномерности гранулометрического состава готового продукта и определения влияния диаметра отверстия в решетке и окружной скорости роторов на эффективность работы двухроторной дробилки.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 3, 4. На рисунке 3 приведены графики зависимости производительности, удельного расхода энергии и модуля помола от диаметра отверстий решетки для ржи, ячменя и овса.

Проанализировав графические зависимости, представленные на рисунке 3 и 4, можно судить о том, что с увеличением диаметра отверстий производительность дробилки увеличивается для всех материалов, причем для ржи рост идет более интенсивно, чем для ячменя и овса, удельный расход энергии уменьшается, а модуль помола увеличивается.

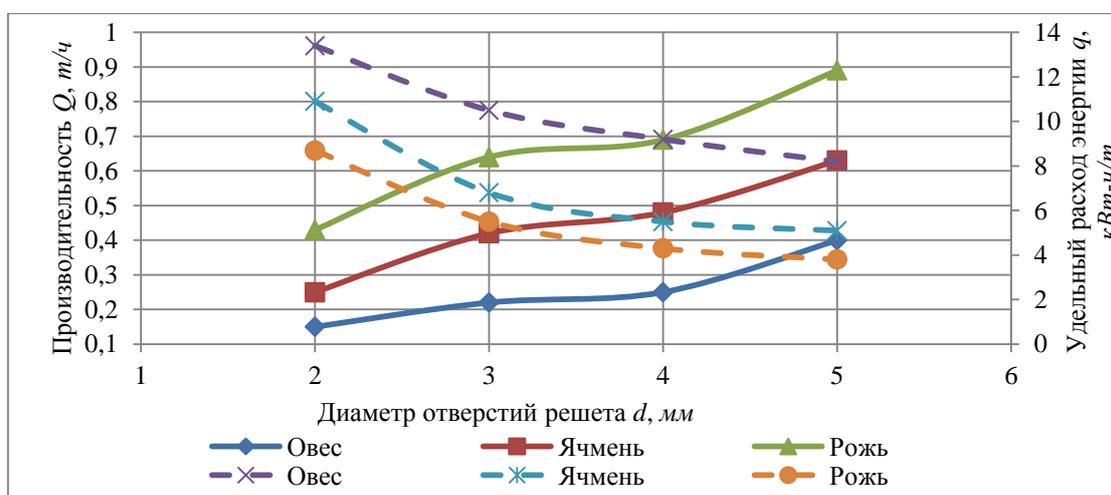


Рисунок 3. – Зависимость производительности, удельного расхода энергии от диаметра отверстий решетки

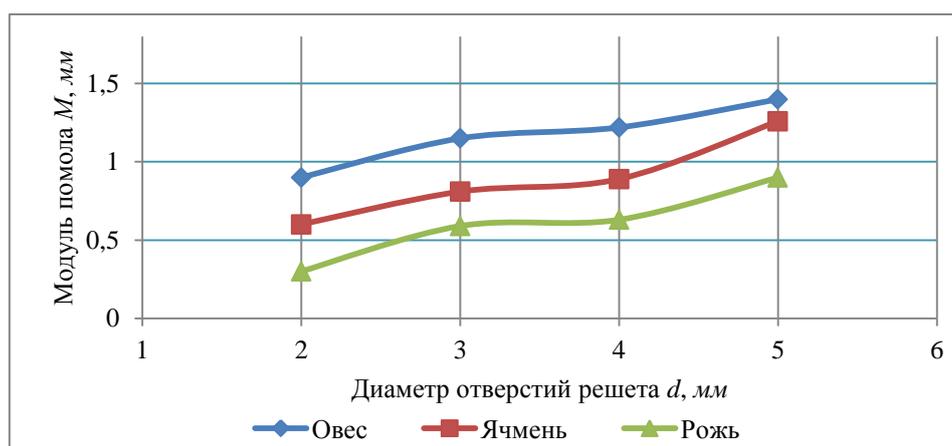


Рисунок 4. – Зависимость модуля помола от диаметра отверстий решетки

Важным фактом, влияющим на эффективность работы дробилки, является окружная скорость роторов. На рисунке 5, 6 приведены графики зависимости производительности, удельного расхода энергии и модуля помола от окружной скорости роторов для ржи, ячменя и овса.

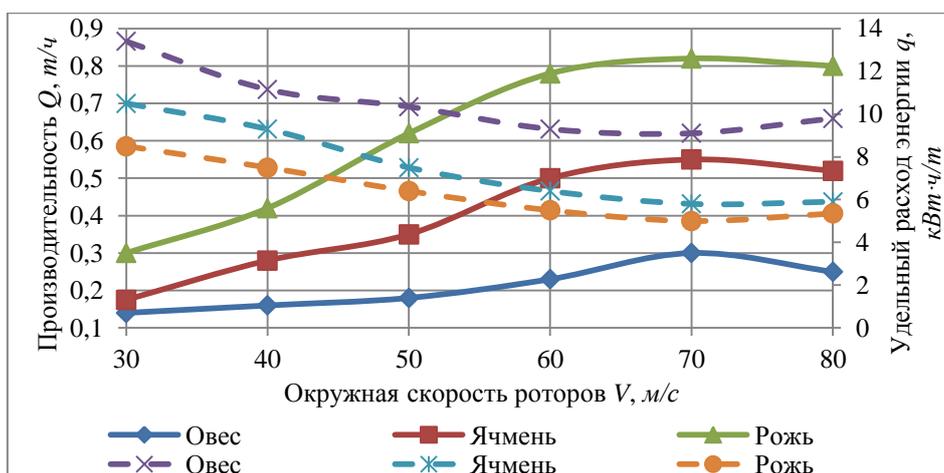


Рисунок 5. – Зависимость производительности, удельного расхода энергии от окружной скорости роторов

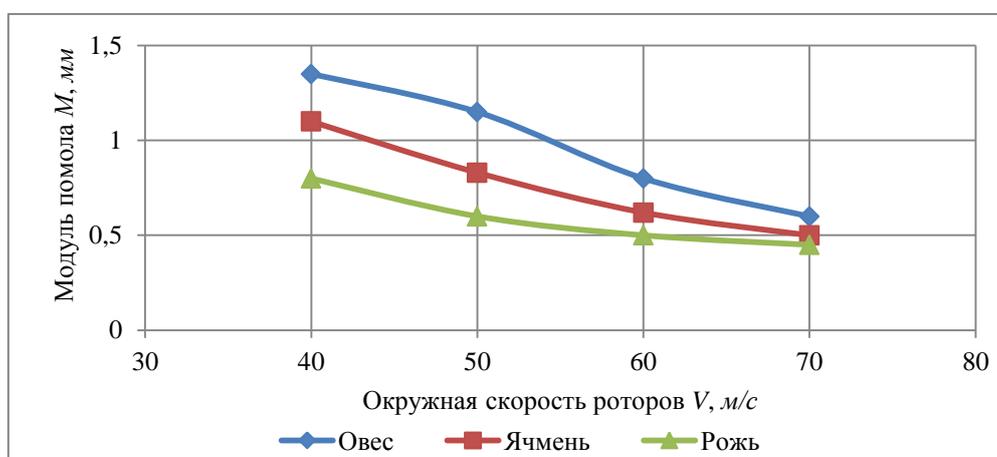


Рисунок 6. – Зависимость модуля помола от окружной скорости роторов.

Проанализировав графические зависимости, представленные на рисунке 5, можно сделать вывод, что с повышением окружной скорости роторов производительность дробилки возрастает до определенной величины для каждого материала, а затем начинает снижаться.

Так, при измельчении овса и ячменя максимальная производительность достигается при окружной скорости 70 м/с, а для ржи – 75 м/с. Удельный расход энергии для всех видов зерна при этом снижается и достигает своего наименьшего значения для овса и ячменя при скорости роторов, равной 70 м/с, а для ржи – 75 м/с, при этом модуль помола также уменьшается (рисунок 6).

Заключение

Как показали исследования, при подаче материала по рукавам в четыре загрузочных окна, расположенных по кругу в зоне вращения роторов, значительно улучшилась динамическая уравновешенность ротора, что привело к более высокой надежности дробилки.

Результаты исследования динамических и конструктивных параметров на работу дробилки показали, что при установленной мощности 5 кВт, использовании решета с диаметром отверстий 4 мм производительность экспериментального образца дробилки достигает 0,8 т/ч, при этом удельный расход электроэнергии на тонну зерновой массы составляет 6,5 кВт, однородность измельчения частиц находится в диапазоне 80–85 %.

22.06.2016

Литература

1. Дашков, В.Н. Совершенствование технических средств для измельчения фуражного зерна / В.Н. Дашков, Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд // Агропанорама . – 2013. – № 5. – С. 23–28.

2. Леонов, А.Н. Разработка конструкции двухроторного измельчителя зерна вертикального типа / А.Н. Леонов, А.И. Пунько, М.В. Иванов // Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч., Минск, 11–12 апреля 2013 г.; под общ. ред. В.Б. Ловкиса, В.Н. Дашкова, Т.А. Непарко. – Минск: БГАТУ, 2013. – Ч. 1. – С. 102–104.
3. Пунько, А.И. Обоснование конструкции мультироторного измельчителя зернофуража вертикального типа / А.И. Пунько, М.В. Иванов // Научно-технический прогресс в сельскохоз. производстве: докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 16–17 октября 2013 г.: в 3 т. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механиз. сельского хоз-ва»; редкол.: П.П. Казакевич [и др.]. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – Т. 2. – С. 190–193.
4. Пунько, А.И. К вопросу обоснования конструкции двухроторного измельчителя зернофуража / А.И. Пунько, М.В. Иванов // Молодежь в науке – 2013: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 19–22 ноября 2013 г. – Минск, 2013. – С. 86–87.

УДК 636.085:7:631.363.21

С.А. Дрозд
(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ЗЕРНА ПРИ СТАТИЧЕСКОМ СЖАТИИ

Введение

Энергетическим проблемам технологии переработки зерна уделяется большое внимание как в нашей стране, так и за рубежом. На технологическую операцию измельчения зерна при приготовлении комбикормов требуется 30–70 % энергии, потребляемой на весь процесс комбикормового производства [1].

Результаты исследований

Одним из эффективных способов снижения энергоемкости процесса измельчения является двухстадийное измельчение, позволяющее не только уменьшить энергоемкость процесса, но и повысить качество и однородность измельченного зерна.

На первой стадии двухстадийного измельчения осуществляется предварительное воздействие на зерно, что способствует нарушению целостности зерна и образованию в нем микротрещин, тем самым снижается его прочность. На второй стадии «ослабшее» зерно измельчается до надлежащего качества, соответствующего зоотехническим требованиям. Данный способ позволяет использовать наиболее энергоэффективные режимы оборудования на обеих стадиях измельчения, тем самым снизить его энергопотребление [2].

Для оптимизации работы оборудования при двухстадийном измельчении, которая позволит снизить энергоемкость процесса измельчения зерна, необходимо иметь достоверное представление о самом процессе разрушения зерна при статическом нагружении.

Подобные исследования проводились многими учеными, наиболее полными являются работы профессора С.В. Мельникова [3], на их основании были сделаны выводы о том, что разрушение зерна происходит в три этапа: на первом этапе преобладает упругая деформация; на втором – пластическая деформация; на третьем этапе происходит разрыв молекулярных связей в зерне, что приводит к образованию новых поверхностей, и так происходит циклично до полного разрушения зерна.

При этом не приводятся данные исследования нагружения зерна до полного разрушения, также в исследованиях приводятся графические зависимости, на которых отсутствуют числовые значения оказываемой нагрузки в процессе исследования разрушения зерна, необходимые для оптимизации двухстадийного измельчения.