

В результате выполненных исследований установлено, что на количество высеваемых удобрений катушечным аппаратом с заслонкой основное влияние оказывает изменение частоты вращения катушки и в меньшей степени – величины открытия заслонки и поступательной скорости движения машины.

Рациональными значениями технологических режимов работы дозирующего устройства штанговых рабочих органов удовлетворяющими агротехническим требованиям во всем эксплуатационном диапазоне изменения скорости и доз внесения гранулированных минеральных удобрений, является диапазон поступательной скорости  $v=2,2...4,17$  м/с, при величине открытия заслонки  $h=0,01...0,06$  м и частоте вращения катушки  $\omega=5...60$  об/мин.

#### Список используемых источников

1. Степук, Л.Я. Плюсы и минусы центробежных разбрасывателей / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов // Наше сельское хозяйство. – 2009. – № 2.
2. Вейников, В.А. Теория подобия и моделирования / В.А. Вейников – М. : Высшая школа, 1976. – 479 с.
3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / В.Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1972. – 358 с.
4. Губин, В. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных / В. И. Губин, В. Н. Осташков : Учеб. пособие для студентов технических вузов.— Тюмень : Изд-во «ТюмГНГУ», 2007.— 202 с.

УДК 631.362. 2

Поступила в редакцию 12.09.2020

Received 12.09.2020

**А.Н. Антоненко, В.В. Голдыбан**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*e-mail: [labpotato@mail.ru](mailto:labpotato@mail.ru)*

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ

В статье проанализированы технологии измельчения фуражного зерна и предложена перспективная конструкция дискового измельчителя.

**Ключевые слова:** рабочие диски, разгрузочная щель, радиальные пазы, ножевая решетка, переизмельчение.

**A.N. Antonenko, V.V. Goldyban**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»*

*Minsk, Republic of Belarus*

*e-mail: [labpotato@mail.ru](mailto:labpotato@mail.ru)*

## UNIVERSAL CEREAL GRINDER

The article analyzes the technologies for grinding feed grain and proposes a promising design of a disk grinder.

**Keywords:** working disks, discharge gap, radial grooves, knife grate, regrinding.

### Введение

Одной из важнейших проблем измельчения является получение конечного продукта более однородного по гранулометрическому составу. Это обусловлено необходимостью стабилизации показателя качества продукции, а также требованием снижения удельной энергоёмкости при ее получения. В комбикормовом производстве однородность гранулометрического состава способствует лучшему усвоению питательных веществ, содержащихся в комбикормах. Наличие пылевидных частиц ухудшает кормление животных и может вызвать закупорку дыхательных путей, особенно у молодняка [1].

В измельчающих машинах одновременно действуют несколько принципов, способствующих разрушению зерна. Например, в ранее широко применявшихся жерновых и современных вальцовых станках действуют принципы сжатия и сдвига; в молотковых дробилках, энтолейторах одновременно действуют удар и истирание; в деташерах и бичевых вымольных машинах — истирание и удар.

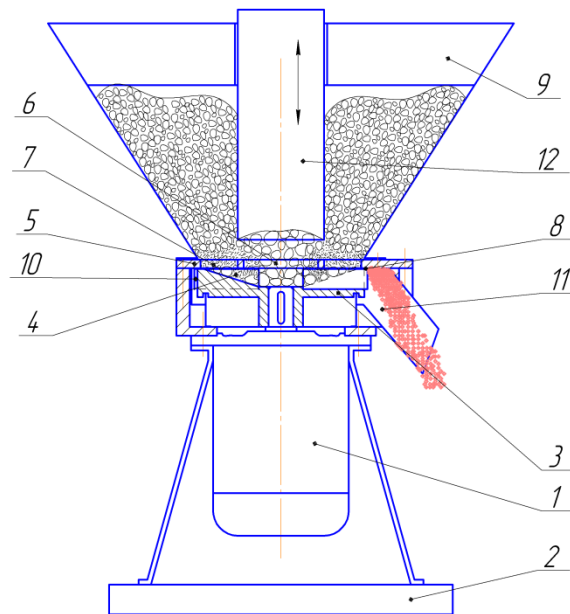
В настоящее время наиболее распространены дробилки молоткового типа. Технология известна давно и используется активно во многих странах. Машины молоткового типа удобны, просты в обращении и эксплуатации. Несмотря на все достоинства, у дробилок молоткового типа существует ряд существенных недостатков – не выровненный гранулометрический состав при различных модулях помола и разное количество пылевидной фракции: при тонком помоле – до 30 % пылевидной фракции, а при грубом в конечном продукте помола – до 20% неизмельченного зерна.

На данном этапе развития техники в области измельчения кормовых культур проблема создания энергоресурсосберегающих машин, работающих по принципу мясорубки и позволяющих получить продукт помола, соответствующий зоотехническим требованиям, является весьма актуальной.

### **Основная часть**

Нами спроектирован и изготовлен энергоэффективный универсальный измельчитель зерна различных культур с возможностью получения помола с заданным гранулометрическим составом и соответствующего зоотехническим требованиям. Рабочие органы измельчителя расположены горизонтально и представляют два соосных диска. Нижний вращающийся диск смонтирован непосредственно на валу электродвигателя. Научная и техническая новизна подтверждены патентом на изобретение [2], результатами лабораторных и производственных испытаний, показавшими снижение удельной энергоемкости процесса измельчения при качестве готового продукта, соответствующего зоотехническим требованиям.

На рис. 1 представлена схема универсального измельчителя зерновых кормов. Измельчитель содержит фланцевый электродвигатель 1, вертикально установленный на рамке 2. Рабочие органы измельчителя расположены горизонтально и представляют два соосных диска, образующих между собой разгрузочную щель. Нижний диск 3 смонтирован на валу электродвигателя 1 с возможностью вращения. На его рабочей поверхности выполнен ряд концентрических, радиально направленных пазов 4 переменного сечения. Глубина паза уменьшается в направлении периферии до нуля. В верхнем неподвижном диске 5, жестко установленном на фланце электродвигателя 1 есть центральное загрузочное отверстие 6 и выполнен кольцевой ряд пазов 7, образующих с пазами 4 нижнего диска 3 многочисленные режущие пары (ножницы). Каждый паз 7 неподвижного диска 5 расположен по касательной к загрузочному отверстию 6, что снижает усилие резания материала и энергоемкость процесса измельчения. Главная деталь измельчающего аппарата – вращающийся диск – изготавливается из инструментальной стали, а поверхность пазов имеет очень высокую твердость и износостойкость. Неподвижный диск 5 (ножевая решетка, как в мясорубке) изготовлен из быстрорежущей стали М6Р5 и имеет две рабочие поверхности, которые по мере износа режущих граней вновь затачиваются. Установленный между двумя дисками зазор определяет максимальный размер частиц, присутствующих в конечном продукте после измельчения и может быть увеличен в зависимости от назначения получаемого корма конструктивно, путем занижения сплошного кольца на периферии нижнего диска 3 относительно высоты ножей этого диска, увеличив, таким образом, высоту разгрузочной щели 8.






-  - *измельчаемый материал*
-  - *частично измельченный материал*
-  - *готовый продукт*

Рис. 1. Схема универсального измельчителя зерновых кормов

### Алгоритм работы измельчающего аппарата

Исходный продукт (зерно или другие измельчаемые материалы) подаются в загрузочный бункер 9, установленный сверху неподвижного диска 5.

Далее, под действием силы тяжести, через загрузочное отверстие 6 обрабатываемый материал поступает в радиальные пазы 4 вращающегося диска 3. При его вращении материал под действием центробежной силы продвигается по радиальным пазам 4 и за счет уменьшения их глубины в направлении периферии прижимается к кольцевому ряду отверстий (ножей) 7, неподвижной решетки 5 с последующим столкновением с кромками перемычек кольцевого ряда отверстий 7, где по принципу действия мясорубки измельчается на многочисленных режущих парах, образованных перемычками между пазами 4 нижнего диска 3 и перемычками (ножами) кольцевого ряда отверстий 7. Все частицы материала размером меньше, чем вертикальный зазор между рабочими дисками 3 и 5, через кольцевую щель 8 на периферии дисков выносятся к лопаткам 10, размещенным на внешней поверхности диска 3 и сбрасываются в разгрузочный лоток 11. В результате чего исключается возможность переизмельчения корма и способствует снижению потребления электроэнергии. Переизмельчение ведет к неоправданным затратам электроэнергии при измельчении зерна дробилками молоткового типа с высокой долей (до 35 %) пылевидной фракции в получаемом продукте. Остальная частично измельченная масса материала через пазы 7 продвигается вверх неподвижного диска 5 для повторного измельчения, предотвращая тем самым заклинивание рабочих дисков. Следовательно, наличие в верхнем неподвижном диске 5 кольцевого ряда отверстий 7 позволяет обеспечить измельчение обрабатываемого материала путем последовательного среза его слоев на многочисленных режущих парах, образованных радиальными пазами 4 и отверстиями (ножами) кольцевого ряда 7, и одновременно предохраняет измельчающий аппарат от заклинивания, перепуская частично измельченный материал в загрузочную воронку 12, установленную в бункере 9, с возможностью перемещения в вертикальном направлении. Затем частично измельченный материал вместе с основной массой, обрабатываемого материала, поступающего из бункера 9, повторно поступает в радиальные пазы 4 вращающегося диска 3. Процесс повторяется – измельчающий аппарат работает. При этом ни одна частица измельчаемого материала крупнее, чем установленный зазор между рабочими дисками 3 и 5 не пройдет через разгрузочную щель и не попадет в

измельченный материал. Следует отметить, изменяя высоту расположения загрузочной воронки 12, можно изменить производительность и потребляемую мощность измельчителя в зависимости от обрабатываемого материала и тонины помола.

На рис. 2 представлен экспериментальный образец универсального измельчителя зерновых кормов мощностью 1кВт (а) и верхний диск измельчителя со сменными ножами (б).



а



б

Рис. 2. Общий вид универсального измельчителя зерновых кормов мощностью 1кВт (а) и верхний диск измельчителя со сменными ножами (б).

#### *Техническая характеристика измельчителя:*

Производительность, т/ч до 0,2  
Мощность на валу двигателя 1,0 кВт  
Частота вращения ротора, мин-1 1000  
Диаметр роторного диска, мм 150  
Напряжение питания, В 220, ток - постоянный  
Габаритные размеры, мм: 400 х 500 х 1300  
Масса, кг 60

Таким образом, предлагаемый измельчающий аппарат способен обрабатывать зерновой материал с различным модулем измельчения и позволяет получить продукт помола с заданной степенью измельчения и однородным гранулометрическим составом, соответствующим зоотехническим требованиям.

#### **Заключение**

Применение в измельчителе зерновых культур одного вращающегося горизонтального диска, с выполненными на его рабочей поверхности ряда концентрических, радиально направленных пазов переменного сечения и с уменьшением глубины пазов в направлении периферии, одного соосного с ним неподвижного диска, имеющего в районе радиально направленных пазов вращающегося диска, а также ряд пазов, образующих с пазами нижнего диска многочисленные режущие пары и

разгрузочную щель на их периферии, снижает удельную энергоёмкость процесса измельчения при высоком качестве получаемого корма.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 9267 – 68. Комбикорма-концентраты. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 6 с.
2. патент РБ на изобретение № 4810 В 02С 7/08 2002г.

УДК: 631.331

Поступила в редакцию 16.07.2020  
Received 16.07.2020

**Э.В. Дыба, В.В. Микульский**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [dibua-18@mail.ru](mailto:dibua-18@mail.ru)*

## ПРЕДПОСЫЛКИ К ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА СДВОЕННОГО ТИПА К КОЛЕСНО-ПАЛЬЦЕВЫМ ГРАБЛЯМ НА КАЧЕСТВО ВАЛКОВАНИЯ СКОШЕННЫХ ТРАВ

В статье рассмотрены предпосылки к изучению влияния конструктивных и кинематических параметров рабочего органа сдвоенного типа к колесно-пальцевым граблям-валкователям на качество валкования скошенных трав.

**Ключевые слова:** корма, травы, кормопроизводство, влажность, технология, скашивание, ворошение, сушка, грабли-валкователи.

**E. V. Dyba, V.V. Mikulski**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: [dibua-18@mail.ru](mailto:dibua-18@mail.ru)*

## PREREQUISITES FOR IMPACT STUDY PARAMETERS OF THE DOUBLE WORKING BODY TYPE TO WHEEL-FINGER RAKES ON QUALITY OF ROLLING OF BEVELED GRASSES

The article considers the prerequisites for studying the effect of structural and kinematic parameters of the double-type working member on wheel-finger rake-rollers on the quality of rolling of beveled grasses.

**Keywords:** feed, herbs, fodder production, humidity, technology, mowing, pickling, drying, rake-rolls.

### Введение

Мировым опытом доказано, что эффективность животноводческой отрасли на 60 % зависит от уровня кормления и качества основных видов кормов, заготавливаемые из трав и силосных культур – сено, сенаж, силос [1]. Согласно стратегии развития кормопроизводства в Республике Беларусь на период до 2020 года именно за счет повышения качества основных видов кормов намечено снизить их расход на производство 1 кг молока до 0,95 кормовой единицы и до 8,0 кормовых единиц на 1 кг привеса говядины [2].

Как известно, качество корма, получаемого из скошенной травы, зависит от множества факторов, основным из которых является продолжительность их сушки (проявливания) до кондиционной влажности. Дело в том, что при заготовке сена или сенажа скорость сушки является основным условием получения высококачественного корма. Однако неустойчивые погодные условия, характерные для нашей республики в период сенокоса, значительно усложняют эту задачу. Так наукой доказано, что при нормальной скорости сушки в хорошую погоду общие потери сухого