

лонами, меньшие потери кормовой массы при подборе и прессовании, обеспечивают заметное повышение темпов уборочных работ благодаря высокой производительности этих машин.

15.07.11

### Литература

1. Шелюто, А.А. Кормопроизводство / А.А. Шелюто, В.Н. Шлапунов, Б.В. Шелюто. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2006. – С. 355-363; 369-371.
2. Шпаар, Д. Кормовые культуры. Производство, уборка, консервирование и использование грубых кормов / Д. Шпаар. – М: ИД ООО «ДЛВ Агродело», 2009. – С. 45-52.
3. Шпилько, А.В. Техника для заготовки грубых кормов в крупногабаритных тюках / А.В. Шпилько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. – № 12.
4. Буклагин, Д.С. Тенденции развития кормоуборочной техники за рубежом / Д.С. Буклагин // Техника и оборудование для села. – 2000. – № 5. – С. 5-7.
5. Федоренко, В.Ф. Технологии и технические средства для заготовки кормов: каталог-справочник / В.Ф. Федоренко, Н.Ф. Соловьева. – М.: ФГНУ «Росинфорормагротех», 2005. – С. 184.

УДК 636.085:7:631.363.21

**А.И. Пунько, Д.И. Романчук**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»),  
г. Минск, Республика Беларусь)

**В.Н. Савиных, А.Н. Гуд**  
(УО «БГАТУ»),  
г. Минск, Республика Беларусь)

### **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВАЛЬЦОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНОФУРАЖА**

#### **Введение**

Важнейшим направлением развития сельского хозяйства Республики Беларусь является повышение эффективности производства и экономия всех видов ресурсов. Создание энергосберегающих технологий и оборудования при одновременном снижении их металлоемкости является одной из ключевых задач научно-технического прогресса.

При проектировании вальцовых дробилок рациональная организация процесса измельчения в них отодвигалась на второй план. В результате сложилось противоречие между наличием большого числа конструкторских решений для вальцовых дробилок как машины и отставанием моделирования и оптимизации в ней самого рабочего процесса.

В связи с этим исследование, моделирование и оптимизация рабочего процесса измельчения в вальцовых дробилках с целью энергосбережения является весьма актуальной задачей.

#### **Основная часть**

Измельчающие машины в зависимости от технологических задач и свойств продуктов измельчения классифицируются по видам воздействия ра-

бочих органов на материал. Схемы воздействия рабочих органов с зерном и схемы сил для различных машин представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Классификация измельчающих машин

Рабочий орган	Вид воздействия	Схемы рабочих органов	Схемы движения рабочих органов	Схемы сил
Вальцовый станок	Сжатие и сдвиг			
Жерновой постов	Сжатие и истирание			
Дисковый измельчитель	Удар			
Молотковая дробилка	Удар и истирание			
Бичевая машина	Истирание и удар			
Плющильный станок	Сжатие			

В сельском хозяйстве Республики Беларусь для измельчения фуражного зерна наибольшее применение нашли различные виды молотковых дробилок. В основу их работы положен принцип измельчения ударом с истиранием, что приводит к образованию переизмельченного продукта и значительно повышает энергоёмкость процесса дробления. Воздействие ударом не дает требуемой равномерности измельчения зерна. Одной из перспективных схем воздействия рабочих органов на продукт является сочетание сдвига и сжатия. Такая схема позволит значительно снизить энергоёмкость и переизмельчение фуражного зерна.

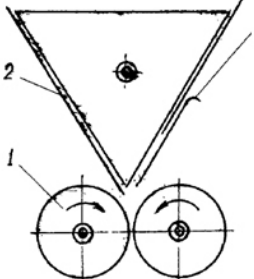
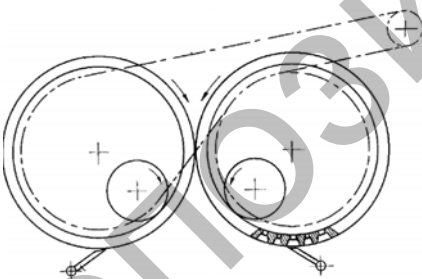
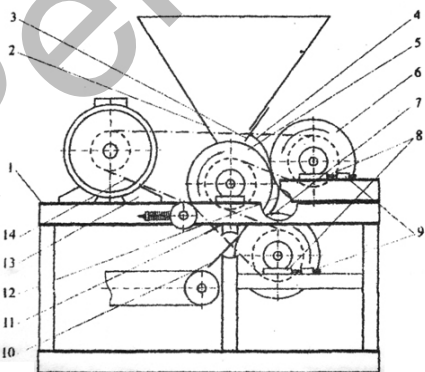
Рабочий процесс вальцовой дробилки основан на разрушении зерна за счет разных скоростей измельчающих валцов. В зоне измельчения разрушае-

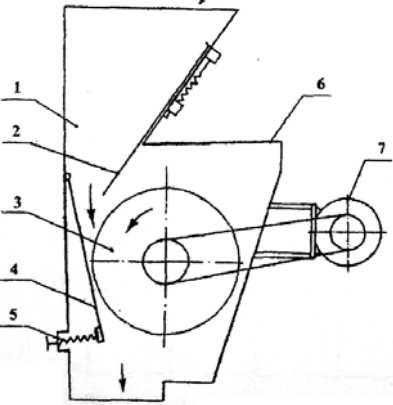
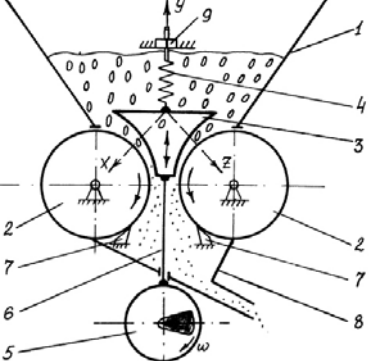
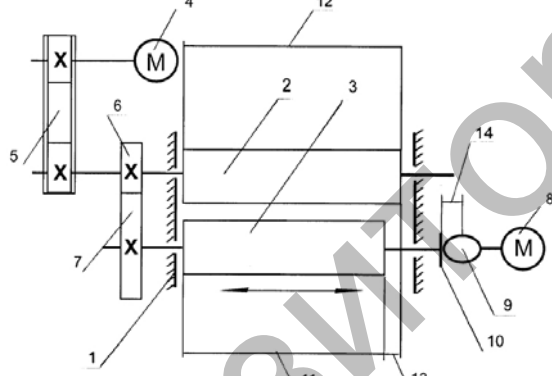
мая частица зерна отстает от быстровращающегося вальца и обгоняет медленно вращающийся, в результате чего скалывающее воздействие на него рифлей усиливается.

Существует два типа вальцовых измельчителей: первые выполняют технологический процесс за два прохода (зерно проходит одну пару вальцов, установленных с большим зазором, затем другую пару с меньшим зазором, что позволяет достичь более тонкого измельчения зерна). Ко второму типу относятся одно-, двух-, трех-, четырехвальцовые измельчители, которые измельчают зерно за один проход. Наибольшее распространение получили двух- и четырехвальцовые измельчители, обеспечивающие качественное дробление зерна с минимальной энергоемкостью при сохранении высокой производительности.

Производительность дробилки, степень измельчения и расход электроэнергии взаимосвязаны и определяются окружной скоростью вальцов, диаметром и параметрами рифленой поверхности [1]. Среди факторов, влияющих на эффективность измельчения зерновых продуктов, особое место занимает величина межвальцового зазора. Его изменение и установка является одной из оперативных регулировок вальцовой дробилки. Схемы вальцовых дробилок и особенности их конструкций приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Классификация измельчающих машин

Схемы вальцовых дробилок	Особенности конструкции
	С внешним расположением вальцов
	С внутренним расположением вальцов
	Двухступенчатая дробилка

Схемы валцовых дробилок	Особенности конструкции
	С одним валцом и декой
	С внешним расположением валцов с вибровозбудителем
	Дробилка с колебательным движением вальца.

Основные преимущества валцовых дробилок:

- энергетическая эффективность;
- равномерность распределения частиц;
- оперативность изменения степени помола зерна;
- относительно низкие уровни шума и запыленности.

При дроблении зерна валцовой дробилкой достигается более низкий расход электроэнергии, чем при использовании для этих целей молотковой дробилки: потребление электроэнергии уменьшается более чем на 40% [2]. В отличие от молотковых дробилок, размер частиц можно точно и быстро менять путем изменения зазора, а не заменой сит. Дробленое зерно из валцовых дробилок отличается однородностью гранулометрического состава, отношение мелких частиц к средним 1 : (5÷8), между тем как у молотковых дробилок

этот показатель составляет 2:3. Высокое содержание мучных и пылевых фракций способствует возникновению расстройств, легочных заболеваний и диетических проблем у животных.

### Конструктивные параметры рабочих органов вальцовой дробилки

Рабочим органом дробилок является валец. Основные его параметры – длина, диаметр, тип рабочей поверхности. Диаметр вальцов машин, используемых в настоящее время, находится в интервале 200–450 мм, длина вальцов – в диапазоне от 100 до 1200 мм, причем с увеличением длины вальца производительность растет прямо пропорционально, а энергоемкость уменьшается (таблица 25).

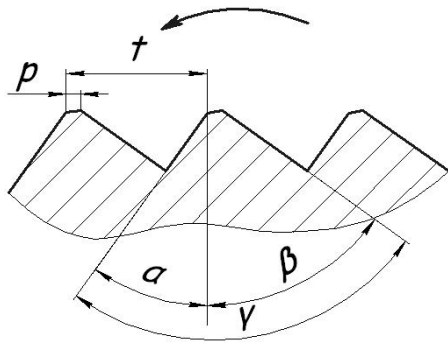
Таблица 25 – Основные технические характеристики вальцовых дробилок фирмы Romill [3]

Марка машины	Масса машины, кг	Установленная мощность, кВт	Длина вальца, мм	Производительность, т/ч		Энергоемкость дробления, кВтч/т	
				тонкий продукт	грубый продукт	тонкий продукт	грубый продукт
S100	163	2,2	100	0,4–0,5	0,6–0,9	5,50–4,40	3,67–2,44
S300	478	7,5	300	1,2–1,5	1,8–2,6	6,25–5,00	4,17–2,88
S600	993	18,5	600	3–5	6–9	6,17–3,70	3,08–2,06
S900	1387	37	900	7–9	14–20	5,29–4,11	2,64–1,85
S1200	1712	45	1200	10–12	17–25	4,50–3,75	2,65–1,80

Тип рабочей поверхности вальца оказывает существенное влияние на весь процесс измельчения в целом:

- вальцы с гладкой поверхностью характеризуются слабым захватом и низкой производительностью. Применяются в основном для плющения зерна;
- вальцы с микрошероховатой поверхностью характеризуются удовлетворительным захватом, средней производительностью и высокой степенью переизмельчения, что недопустимо при использовании их в фуражных целях. Применяются в основном в шлифовальных машинах;
- вальцы с рифленой поверхностью характеризуются хорошим захватом, высокой производительностью. Наиболее пригодны для измельчения фуражного зерна.

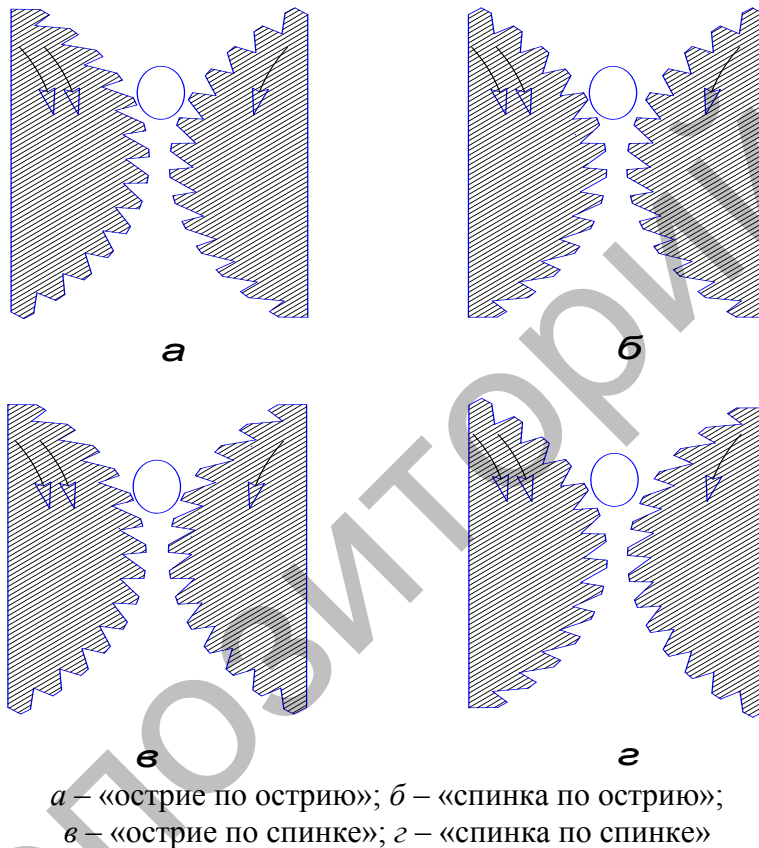
Эффективность измельчения фуражного зерна вальцами с рифленой поверхностью зависит от профиля рифлей, их числа на 1 см длины окружности вальцов, уклона рифлей, а также их взаимного расположения на парно работающих вальцах. Профиль рифлей (рисунок 93) характеризуется следующими параметрами: уклоном ( $^{\circ}$ ), шагом  $t$ , т.е. расстоянием между одинаковыми точками соседних рифлей; углом заострения ( $\gamma = \alpha + \beta$ ); углами острия ( $\alpha$ ) и спинки ( $\beta$ ); размером полочки  $p$ , мм.



**Рисунок 93 – Профиль рифленой поверхности валцов**

В зависимости от крупности поступающего на измельчение продукта на вальцовой машине нарезается от 4 до 16 рифлей на 1 см, так что шаг в этом случае составляет от 2,5 до 0,6 мм. Размер полочки  $p = 0,1-0,15$  мм.

Угол заострения рифли выбирают для разных систем измельчения от 85 до 115°. Чаще всего он равен 90, 100 или 110°. Углы острия и спинки в каждом из этих случаев могут иметь разные значения: чем меньше угол острия, тем сильнее проявляется режущий эффект и тем интенсивнее измельчается продукт. Рифли нарезают с уклоном от 4 до 15°; при этом чем больше уклон, тем лучше измельчается продукт.



**Рисунок 94 – Взаимное расположение профилей валцов**

В зависимости от взаиморасположения граней острия и спинки рифлей парно работающих валцов в зоне измельчения различают четыре положения рифлей. На рисунке 94 показаны четыре возможных варианта взаимного положения рифлей быстровращающегося и медленно вращающегося валцов.

В процессе эксплуатации вальцовой дробилки может снижаться производительность, увеличиваться энергоёмкость процесса, ухудшаться качество дробления зерна. Причиной является изменение геометрических характеристик, забивание рабочей поверхности (залипание рифлей), неверные параметры и режимы работы, техническое состояние дробилки [4].

### Заключение

1. Эффективным рабочим органом для измельчения фуражного зерна являются валцы с рифленой поверхностью. Рациональными значениями пара-

метров вальца для измельчения фуражного зерна являются: количество рифлей на 1 см длины окружности вальца – 4–8 шт.; угол острия – 20÷40°; угол спинки – 50÷70°; длина полочки на острие рифли – 0,1–0,15 мм; продольный уклон рифли – до 15°.

2. Окружная скорость быстровращающегося вальца должна находиться в пределах 8–16 м/с, отношение скоростей вращения между вальцами (дифференциал)  $i = 2,0–2,5$ .

3. Данные параметры заложены в конструкции разрабатываемого в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» экспериментального образца вальцовой дробилки для проведения исследований и испытаний по обоснованию рациональных параметров и режимов работы вальцовых рабочих органов.

15.07.11

### Литература

1. Практикум по оборудованию и автоматизации перерабатывающих производств / В.Г. Шабурова [и др.]. – М.: Колос, 2007. – 183 с.
2. Воробьев, Н.А. Вальцовые рабочие органы машин для переработки зерна / Н.А. Воробьев / Научно-технический процесс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–19 окт. 2007 г.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Минск, 2007. – Т. 2. – С. 71–75.
3. Валковые дробилки Romill. – 2007. – 8 с. – (Рекламный материал, Чешская Республика.).
4. Мянд, А.Э. Кормоприготовительные машины и агрегаты / А.Э. Мянд. – М.: Машиностроение, 1970. – 26 с.

УДК 636.085:7:631.363.21

**А.И. Пунько, Д.И. Романчук**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

**К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ  
ВАЛЬЦОВОГО  
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ  
ЗЕРНОФУРАЖА**

### Введение

В настоящее время в республике имеется значительное число производителей комбикормовой продукции, которые заинтересованы в высокопроизводительных дробилках с минимальным удельным расходом электроэнергии и высоким качеством измельченной массы. Таким требованиям наиболее соответствуют вальцовые дробилки, которые могут использоваться на существующих комбикормовых предприятиях без нарушения технологических процессов и без значительных трудозатрат на монтаж и эксплуатацию.

Промышленностью выпускаются молотковые дробилки ДБ-5, ДЗВ-5, которые обеспечивают производительность 3–5 т/ч при удельном расходе энергии 7,2–10,5 кВт·ч/т и удельной материалоемкости 242–388 кг·ч/т. Однако из-за нарушений условий хранения и использования зерна в хозяйствах, перепада температур воздуха зерно увлажняется до 18–20%, изменяются его физи-