

## Заключение

1. Эффективным рабочим органом для измельчения фуражного зерна являются вальцы с рифленой поверхностью. Рациональными значениями параметров вальца для измельчения фуражного зерна являются: количество рифлей на 1 см длины окружности вальца – 4–8 шт.; угол острия –  $20 \div 40^\circ$ ; угол спинки –  $50 \div 70^\circ$ ; длина полочки на острие рифли – 0,1–0,15 мм; продольный уклон рифли – до  $15^\circ$ .

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.

## Литература

1. 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.
2. Валковые дробилки Romill. – 2007. – 8 с. (Рекламный материал, Чешская Республика.)
3. Мянд, А.Э. Кормоприготовительные машины и агрегаты / А.Э. Мянд. – М.: Машиностроение, 1970. – 26 с.

УДК 636.085:7:631.363.21

## РАЗРАБОТКА ВАЛЬЦОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ЗЕРНОФУРАЖА

**А.И. Пунько**, к.т.н., доц., **Д.И. Романчук**, мл. н. сотр.

*Республиканское унитарное предприятие*

*«НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время в республике значительное число производителей комбикормовой продукции 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 физико-механические характеристики, что приводит к повышению вязкости зерно-

вых частиц, которая значительно влияет на процесс измельчения. Энергетические характеристики рабочих органов молотковых дробилок увеличиваются на 20–25%, а удельные затраты энергии достигают 16–18  $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$ .

В связи с этим очень актуален вопрос создания и серийного освоения вальцовой дробилки зерна производительностью не менее 3  $\text{т}/\text{ч}$  с низкой энергоемкостью, адаптированной для работы в существующих и вновь разрабатываемых комплексах комбикормового оборудования, в т.ч. работающих в условиях хозяйств.

В сельском хозяйстве Республики Беларусь для измельчения фуражного зерна наиболее широко применяются различные виды молотковых дробилок. Основными недостатками молотковых дробилок являются высокий удельный расход электроэнергии на измельчение, неоднородность конечного продукта, переизмельчение материала, образование пыли при измельчении.

В последние годы в сельском хозяйстве Республики Беларусь и за рубежом находят применение дробилки с вальцовыми рабочими органами. Рабочий процесс вальцовой дробилки основан на разрушении зерна за счет разных скоростей измельчающих вальцов. В зоне измельчения разрушаемая частица зерна отстает от быстровращающегося вальца и обгоняет медленновращающийся, в результате чего скалывающее воздействие рифлей на него усиливается. Производительность дробилки, степень измельчения и расход электроэнергии взаимосвязаны и определяются окружной скоростью вальцов, диаметром и параметрами рифленой поверхности. Дробленое зерно из вальцовых дробилок отличается однородностью гранулометрического состава, отношение мелких частиц к средним 1:(5÷8), между тем как у молотковых дробилок этот показатель составляет 2:3. При дроблении зерна вальцовой дробилкой достигается более низкий расход электроэнергии, чем при использовании для этих целей молотковой дробилки, потребление электроэнергии уменьшается более чем на 40% [2].

В настоящее время в республике для измельчения зернофуража, в т.ч. повышенной влажности (до 35%), используются вальцовые измельчители «Murska» (Финляндия), «Renn roller mill» (Канада), «Romill» (Чехия), ПВЗ-10 (30), УПЗ-20, КОРМ (Республика Беларусь), «БВ» (РФ), применяемые как для плющения, так и для дробления. Техническая характеристика данных машин представлена в таблице 36.

На вальцовых дробилках можно измельчать зернофураж практически для всего ассортимента комбикормов. Однако широкое применение в хозяйствах Республики Беларусь дробилок с вальцовыми рабочими органами сдерживается отсутствием отечественных вальцовых измельчителей необходимой производительности и высокой стоимостью зарубежных аналогов.

Для реализации поставленной задачи сотрудниками РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в рамках ГНТП «Механизация производства основных сельскохозяйственных культур» ведется разработка

вальцовой дробилки производительностью 3...5 т/ч для оснащения реконструируемых и вновь разрабатываемых установок для производства комбикормов (кормосмесей) в условиях хозяйств.

Таблица 36 – Основные технические характеристики вальцовых дробилок

Марка	Q, т/ч	N, кВт	Вальцы			N	ВОМ
			n	d	l		
<b>Murska</b>							
220S	1	4	2	200	220	540	-
350S2	5	15	2	300	350	540	+
700S2	10	30	2	300	700	540	+
1000S2	20	50	2	300	1000	540	+
1000hd	20	65	2	300	1000	540	+
1400 S2x2	30	75	4	300	700	540	+
2000S2x2	40	95	4	300	1000	540	+
<b>Renn</b>							
RMC10	2,2	5	2	216	254	540	-
RMC12	6,5	10	2	406	305	540	+
RMC18	9,8	15	2	406	457	540	+
RMC24	13	20	2	406	610	540	+
RMC30	17,4	30	2	406	762	540	+
RMC36	19,5	40	2	406	914	540	+
RMC48	26	50	2	406	1219	540	+
<b>New Concept</b>							
NC 1210	10	30	2	273	305	540	+
NC 1610	15	40	2	273	406	540	+
NC 2210	20	50	2	273	559	540	+
NC 3010	25	65	2	273	762	540	+
<b>BM</b>							
BM-1	1	4	2	200	200	500	-
BM-2	4	7,5	2	200	300	500	-
BM-3	10	32,2	2	310	700	500	-
<b>Romill</b>							
M100	0,7	2,2	2	300	100	500	-
M300	1,8	5,5	2	300	300	500	-
M600	4	11	2	220	600	1000	-
M900	6	18,5	2	220	900	1000	-
M1	15-20	44	2	220	900	1000	+
M2	30-40	88	4	220	900	1000	+
<b>ПВЗ</b>							
ПВЗ-10	10	22	2	292	700	540	+
ПВЗ-30	30	60	4	292	700	540	+
<b>КОРМ</b>							
КОРМ-10	10	39,2	2	300	420	1480	-
КОРМ-20	20	47,2	2	300	560	1480	-

В настоящее время создан экспериментальный образец для проведения исследований и испытаний по обоснованию рациональных параметров и режимов работы вальцовых рабочих органов, результаты которых будут положены в разработку опытного образца вальцовой дробилки.

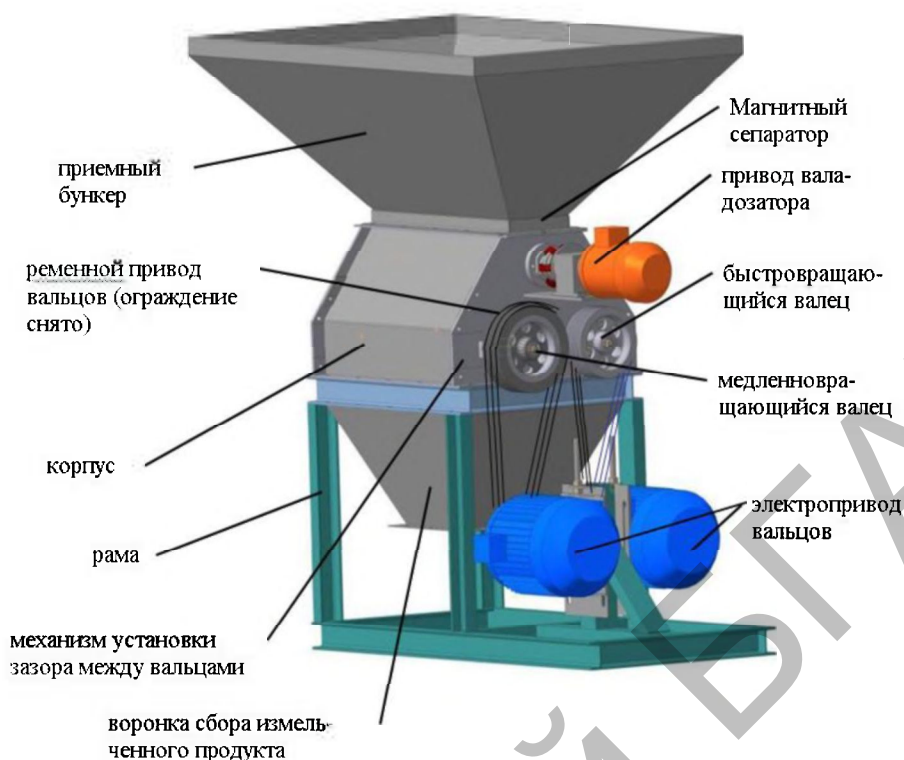
Технико-эксплуатационная характеристика экспериментального образца вальцовой дробилки приведена в таблице 37.

Таблица 37 – Технико-эксплуатационная характеристика экспериментального образца вальцовой дробилки

Наименование параметра	Значение
Тип	стационарный
Источник электропитания	Сеть приемочного тока 380/220 В, 50 Гц
Производительность за час основного времени, <i>т</i> : при получении средневзвешенного размера частиц в диапазоне 0,6–0,9 мм при получении средневзвешенного размера частиц 0,9–1,7 мм	от 1,5 до 2,5 от 2 до 4
Удельные затраты энергии, <i>кВт-ч/т</i> : при получении средневзвешенного размера частиц 0,6–0,9 мм при получении средневзвешенного размера частиц 0,9–1,7 мм	от 4 до 6 от 3 до 5
Номинальная мощность, <i>кВт</i>	18,5
Размер вальцов (диаметр, длина), <i>мм</i>	276 x 700
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), <i>мм</i>	1800 × 1000 × 1800
Масса, <i>кг</i> , не более	750
Объем приемного бункера, <i>л</i> , не менее	70
Окружная скорость быстровращающегося вальца, <i>м/с</i>	8; 12; 16
Отношение окружных скоростей быстровращающегося вальца к медленновращающемуся, <i>i</i>	1,5; 2,0; 2,5
Параметры рифлей: угол острия, <i>град.</i> угол спинки, <i>град.</i> угол рифлей от продольной образующей, <i>град.</i>	20; 30; 40 70; 60; 50 15
Количество нарезки рифлей по окружности диаметра вальца на 1 см длины	4; 6; 8

Конструкция вальцовой дробилки включает в себя следующие основные узлы: приемный бункер; решетка; магнитный сепаратор; питатель; корпус; быстровращающийся валец; медленновращающийся валец; ременной привод вальцов; механизм установки зазора между вальцами; воронка сбора измельченного продукта; электрошкаф управления (рисунки 83, 84).

Бункер предназначен для приема зерна, решетка – для задержания кусковых включений, магнитный сепаратор – для задержания ферромагнитных примесей.



**Рисунок 83 – Схема конструкции экспериментального образца вальцовой дробилки**



**Рисунок 84 – Комплект вальцов с винтовой нарезкой рифлей**

Питатель (вал-дозатор) обеспечивает равномерную подачу зерна к вальцам в зависимости от загрузки электропривода вальцов. Привод измельчающих вальцов служит для придания вальцам разных окружных скоростей. Механизм установки зазора обеспечивает регулировку зазора с точностью до 0,1 мм и имеет устройство быстрого отката вальцов при попадании между вальцами твердого предмета, чтобы предотвратить разрушение рифлей. Воронка предназначена для сбора измельченного зерна и его выгрузки. Электрошкаф управления обеспечивает безопасность работы и содержит аппаратуру управления, защиты и сигнализации.

### **Заключение**

1. На основании имеющийся информации проанализированы конструкция существующих вальцовых измельчителей зернофуража, выявлены особенности и диапазон изменения основных параметров рабочих органов.

2. Для проведения исследований по обоснованию оптимальных параметров и режимов работы вальцовой дробилки зерна разработан экспериментальный образец, в конструкции которого заложены необходимые варьируемые факторы: шаг, продольный уклон, угол острия (спинки) рифли вальцов, окружная скорость и дифференциал вальцов, межвальцовый зазор, усилие сжатия.

### 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., 17–19 окт. 2007 г.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 71-75.

УДК 631.363.7

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАСТЕЙ БЫСТРОХОДНЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ СУХИХ КОРМОВ

**В.П. Терюшков**, к.т.н., доц., **А.В. Чупшев**, к.т.н., ст. преподаватель,  
**М.В. Коновалова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования*

*«Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»*

*г. Пенза, Российская Федерация*

Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных невозможно без обеспечения в достаточном количестве качественными кормами [1, 2]. Только 50% фуражного зерна перерабатывается в полноценные комбикорма, а остальная часть скармливается просто в измельченном виде. Это ведет к перерасходу кормов и неэффективному использованию фуража [3]. Качество смеси зависит от отклонения содержания массы ее компонентов от рецепта, а также от равномерности распределения компонентов в смеси [1, 3].

В качестве показателя неравномерности смешивания используют коэффициент вариации содержания контрольного компонента в пробах  $v$ , %. Чем меньше  $v$ , тем качественнее распределены компоненты в смеси.

В работах [4, 5] обоснованы параметры мешалок с круглыми лопастями (количество лопастей – 6 шт., диаметр прутка – 6,5 мм). В результате проведения наших исследований [6] осуществлялось сравнение показателей работы смесителя с круглыми и плоскими лопастями с целью обоснования более перспективной конструкции лопастей и дальнейшего их совершенствования.

Проведенные нами исследования по совершенствованию мешалок с плоскими лопастями (рисунок 85) смесителя периодического действия осуществлялись для обоснования рациональных значений угла установки радиальных лопастей  $\alpha$  (град.) и частоты вращения мешалки  $n$  (мин<sup>-1</sup>). При изменении указанных параметров рабочих органов исследовалось их влияние на