

# СТУПЕНЧАТОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ В МОЛОТКОВОЙ И ВАЛЬЦОВОЙ ДРОБИЛКАХ

Т. ЛУХТ, компания «Амандус Каль ГмБХ и Ко.КГ», Германия

Исследования проблем кормления животных показывают, что **высокое содержание тонкой фракции (более 25%) в комбикорме для свиней неблагоприятно сказывается на их здоровье и продуктивности — у них может развиться язвенная болезнь.** С технической точки зрения уменьшение количества тонкой фракции ведет к тому, что гранулометрический состав становится более однородным (увеличивается доля частиц среднего размера), а комбикорм — более защищенным от расслоения при транспортировании, значит, более стабильного качества. Кроме того, благодаря уменьшению содержания тонкой фракции улучшается сыпучесть корма из силосов, бункеров и кормораздаточных автоматов.

Многим **хорошо известны преимущества измельчения зерновых смесей на основе кукурузы и пшеницы в вальцовых дробилках при производстве комбикормов для птицы.** Но если при выработке корма для свиней использовать лишь эти дробилки, то могут возникнуть проблемы с измельчением оболочек и остей ячменя или овса. В то же время **если применять только молотковую дробилку, количество тонкой фракции увеличивается.** В связи с этим требовалось найти компромиссное решение, которое объединило бы измельчение в вальцовой (для получения минимальной доли тонкой фракции) и молотковой (для измельчения остей и оболочек) дробилках. Для этого один из немецких комбикормовых заводов и машиностроительная компания «Амандус Каль ГмБХ и Ко.КГ» инициировали проектную работу, которую провели студенты Института комбикормовой промышленности в Брауншвейге (Германия). Цель работы — поиск оптимального способа измельчения зерновых смесей с высоким уровнем ячменя для получения продукта с низким содержанием тонкой фракции (не более 25% частиц размером менее 0,5 мм) и с достаточным измельчением оболочек и остей.

Для определения влияния различных способов измельчения в молотковых и вальцовых дробилках на качество продукта использовалась типичная смесь компонентов для производства

комбикормов для свиней следующего состава: ячмень (около 30%), рожь, пшеница, соевый и рапсовый шроты, побочные продукты мукомольного производства, премиксы. В зерновой смеси до измельчения содержалось около 5% тонкой фракции (размер частиц менее 0,5 мм). Количество тонкой фракции, приводимое далее, относится к готовой смеси после порционного смесителя.

В работе применялись молотковые и вальцовые дробилки. Принцип работы молотковых дробилок в отличие от вальцовых известен более широкому кругу специалистов, поэтому подробнее остановимся на последних. **В вальцовых дробилках, или вальцовых станках, зерновки разрушаются до крупки с низкой долей тонкой фракции.** Для этой цели на паре валцов нарезают рифли с расположением «острие по острию» (рис. 1). Валцы вращаются с различной окружной скоростью, создавая деформацию не сжатия, а среза. Обычно устанавливают постоянные значения частоты вращения и дифференциала (отношения окруж-

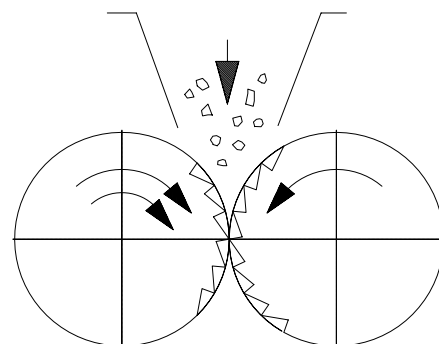


Рис. 1. Расположение рифлей «острие по острию» на вальцах вальцовой дробилки

ных скоростей) валцов, но идеальной является возможность изменения их значений непосредственно во время работы оборудования.

Требуемый размер частиц при измельчении в вальцовой дробилке зависит также от профиля рифлей, диаметра рабочих органов, величины межвальцового зазора и дифференциала валцов. При частой смене рецептов преимущество имеют дистан-

Таблица 1. Техническая характеристика дробилок

Вальцовая дробилка			
Параметры	Марка дробилки		
	BWS с одной парой вальцов	BWS с двумя парами вальцов	LMW 100* (лабораторная)
Диаметр валцов, мм	250	300	250
Длина валцов, мм	1000	1500	100
Плотность нарезки рифлей, R/см	5	2,9 — верхняя пара; 3,7 — нижняя	4**
Отношение окружных скоростей валцов	1:1,3	1:1,5	1:2,3**
Мощность электродвигателя, кВт	15	45	2x2,2
Молотковая дробилка НМ			
Параметры	Частота вращения ротора, об/мин		
	1000	1500	
Диаметр камеры измельчения, мм	1200		
Ширина камеры измельчения, мм	640		
Перфорация сит, мм	10/6 (первая ступень измельчения); 2x3,5 (вторая ступень измельчения)		
Окружная скорость молотков, м/с	60	90	
Мощность электродвигателя, кВт	155	210	

\* Лабораторная дробилка LMW 100 произведена фирмой Neuhaus Neotec (ГК «Каль»);

\*\* Возможно изменение значений параметров.



Рис. 2. Вальцовая дробилка BWS с одной парой валцов



Рис. 3. Вальцовая дробилка BWS с двумя парами валцов



Рис. 4. Лабораторная дробилка LMW 100



Рис. 5. Молотковая дробилка НМ

Таблица. 2. Варианты компоновки измельчающего оборудования и результаты измельчения

Способ измельчения	Схема установки оборудования	Диаграмма результатов измельчения										
<p>BWS</p> <p>с двумя парами валцов</p>	<p>Порционный смеситель</p>	<table border="1"> <caption>Диаграмма результатов измельчения (BWS)</caption> <thead> <tr> <th>Фракция</th> <th>Процент (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>тонкая</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>средняя</td> <td>~35</td> </tr> <tr> <td>грубая</td> <td>~20</td> </tr> <tr> <td>очень грубая</td> <td>~15</td> </tr> </tbody> </table>	Фракция	Процент (%)	тонкая	~25	средняя	~35	грубая	~20	очень грубая	~15
Фракция	Процент (%)											
тонкая	~25											
средняя	~35											
грубая	~20											
очень грубая	~15											
<p>НМ и НМ</p> <p>с промежуточным просеиванием</p>	<p>Порционный смеситель</p>	<table border="1"> <caption>Диаграмма результатов измельчения (НМ и НМ)</caption> <thead> <tr> <th>Фракция</th> <th>Процент (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>тонкая</td> <td>~45</td> </tr> <tr> <td>средняя</td> <td>~35</td> </tr> <tr> <td>грубая</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>очень грубая</td> <td>~5</td> </tr> </tbody> </table>	Фракция	Процент (%)	тонкая	~45	средняя	~35	грубая	~10	очень грубая	~5
Фракция	Процент (%)											
тонкая	~45											
средняя	~35											
грубая	~10											
очень грубая	~5											
<p>НМ и BWS</p> <p>с промежуточным просеиванием</p>	<p>Порционный смеситель</p>	<table border="1"> <caption>Диаграмма результатов измельчения (НМ и BWS)</caption> <thead> <tr> <th>Фракция</th> <th>Процент (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>тонкая</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>средняя</td> <td>~60</td> </tr> <tr> <td>грубая</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>очень грубая</td> <td>~5</td> </tr> </tbody> </table>	Фракция	Процент (%)	тонкая	~25	средняя	~60	грубая	~10	очень грубая	~5
Фракция	Процент (%)											
тонкая	~25											
средняя	~60											
грубая	~10											
очень грубая	~5											
<p>НМ и LMW</p> <p>с промежуточным просеиванием</p>	<p>Порционный смеситель</p>	<table border="1"> <caption>Диаграмма результатов измельчения (НМ и LMW)</caption> <thead> <tr> <th>Фракция</th> <th>Процент (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>тонкая</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>средняя</td> <td>~60</td> </tr> <tr> <td>грубая</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>очень грубая</td> <td>~5</td> </tr> </tbody> </table>	Фракция	Процент (%)	тонкая	~25	средняя	~60	грубая	~10	очень грубая	~5
Фракция	Процент (%)											
тонкая	~25											
средняя	~60											
грубая	~10											
очень грубая	~5											

ционное управление и автоматическое регулирование расстояния между вальцами. Также большое значение имеет загрузка. Важно, чтобы она осуществлялась через соответствующий питатель по всей ширине дробилки для достижения равномерной нагрузки на вальцы и обеспечения максимальной производительности оборудования.

В исследовательской работе использовались дробилки «Амандус Каль»: вальцовые — BWS с одной (рис. 2) и с двумя парами вальцов (рис. 3); LMW 100 (рис. 4) и молотковая — HM (рис. 5). В таблице 1 для сравнения приведена техническая характеристика этих дробилок.

Во время исследований были рассмотрены четыре варианта различной компоновки измельчающего оборудования (табл. 2). Все испытания проводились в практических условиях при высокой его производительности, за исключением последнего варианта, где на второй стадии продукт измельчался в лабораторной дробилке с невысокой производительностью.

После измельчения пробы продукта массой по 100 г просеивали в течение 10 мин на лабораторном сееве фирмы Retsch с амплитудой колебания просеивающей поверхности 1,6 мм. Фракции разделяли по размеру частиц: тонкая (размер частиц до 0,5 мм); средняя (размер частиц от 0,5 до 1,6 мм); грубая (размер частиц от 1,6 до 2 мм); очень грубая (размер частиц от 2 мм). При измельчении зерновой смеси в вальцовой дробилке BWS с двумя парами вальцов доля тонкой фракции составляет менее 25%, но при этом доля очень грубой фракции (преимущественно частицы оболочки и ости) достигает 20%, что, впрочем, не оказывает негативного влияния на качество корма. Гранулометрический состав измельченного продукта при таком способе измельчения относительно широкого диапазона,

поскольку в данном варианте отсутствует промежуточное просеивание и дополнительно измельчение.

При измельчении зерновой смеси в двух молотковых дробилках (HM и HM) с промежуточным просеиванием, даже при установке на предварительном измельчении сита более грубой перфорации и небольшой окружной скорости молотков, получается большой выход тонкой фракции.

Измельчение в молотковой и вальцовой дробилках (HM и BWS) с промежуточным просеиванием дает хорошие результаты: доля тонкой фракции составляет менее 25%, доля очень грубой — менее 5%, больше всего получено частиц среднего размера. Таким образом, этот продукт однородного гранулометрического состава.

Использование молотковой и лабораторной дробилок (HM и LMW) с промежуточным просеиванием показало лучший результат по сравнению с предыдущим вариантом. Оптимизации гранулометрического состава измельчаемого продукта можно достичь за счет изменения значений окружных скоростей вальцов и их отношения, что невозможно в вальцовых дробилках BWS из-за отсутствия в них такой опции.

**Анализ результатов показал: доля тонкой фракции в готовом продукте при измельчении зерновой смеси в вальцовой дробилке существенно ниже, чем при измельчении в молотковой.** Для уменьшения доли тонких частиц с одновременным увеличением средних наиболее подходит измельчение в вальцовой дробилке с двумя парами вальцов. При этом лучше измельчается грубая фракция, состоящая преимущественно из ости.

При измельчении продукта в порядке «вначале в молотковой дробилке, а затем в вальцовой» выход тонких частиц меньше, чем в обратном порядке установки дробилок.

Следует отметить, что существенно снизить долю грубой фракции возможно путем обработки ячменя до измельчения в пресс-грануляторе с плоской матрицей. Более того, испытания на опытной установке показали, что ости и оболочки при измельчении на модифицированном в бегунковой измельчителе прессе с плоской матрицей расщепляются не в продольном, как в молотковых и, прежде всего, в вальцовых дробилках, а в поперечном направлении. Также частично избавиться от ости и оболочки возможно при обработке цельного зерна ячменя на шлифовальных машинах VPC фирмы Schule.

**При учете расхода электроэнергии во время исследований установлено, что при измельчении в вальцовой дробилке с двумя парами вальцов электроэнергия экономится примерно в половину по сравнению с двумя молотковыми дробилками, а молотковая и вальцовая дробилки вместе потребляют примерно на треть меньше, чем две молотковые.** В отличие от молотковых дробилок вальцовые не нуждаются в аспирации, она может понадобиться только в случае установки перед дробилкой камнеотборника. В связи с этим затраты на оснащение оборудования в соответствии со стандартом по взрывобезопасности АTEX существенно снижаются.

**Итоги данной работы показали, что путем встраивания вальцовых дробилок в новые или существующие линии можно существенно улучшить структуру комбикорма при значительном снижении затрат на электроэнергию.** При частой смене рецептур рекомендуется оснащать вальцовые дробилки устройством изменения частоты вращения вальцов и отношения их окружных скоростей, а также автоматическим измерением и дистанционной регулировкой межвальцового зазора. ■

## ЦИФРЫ И ФАКТЫ

**Между правительством Республики Калмыкия и ООО «Калмыцкий бройлер»** в конце декабря прошлого года было подписано соглашение о реализации инвестиционного проекта по строительству комплекса с замкнутым циклом производства мяса бройлеров в Городовиковском районе республики. Проектная мощность птицефабрики — 10 тыс. т мяса птицы в убойном весе в год. В рамках реализации этого проекта будут построены еще 14 корпусов для выращивания бройлеров при клеточном содержании, 8 корпусов для напольного содержания родительского стада и 4 корпуса — для ремонтного молодняка. Ввод комплекса в эксплуатацию намечен на четвертый квартал этого года.

*По материалам ИА Regnum*

**Губернатор Курской области Александр Михайлов** на встрече с руководством ООО «Агропромкомплектация» и ООО «Агропромкомплектация-Курск» подчеркнул, что сотрудничество с ООО «Агропромкомплектация» является примером реального партнерства в конкретных делах. Завершено строительство второй очереди свинокомплекса, рассчитанного на 52 тыс. голов и элеватора в Коньшевском районе. А комбикормовый завод, возводимый ООО «Агропромкомплектация-Курск», мощностью 600 т в сутки, планируется ввести в эксплуатацию в апреле этого года.

*По материалам Зернового портала Центрального Черноземья*