

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Шило И.Н.¹, д.т.н., профессор, Савиных В.Н.², к.т.н.,
Воробьев Н.А.¹, к.т.н., доцент, Гуд А.В.¹

¹Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

²НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск

Эффективное использование зернового корма является одним из условий получения низкой себестоимости продукции животноводства. В Республике Беларусь на фуражные цели идет около 50% от валового сбора зерна по стране. На протяжении последних лет сохраняется последовательная динамика к росту производства зерна, за 2007-2009 годы валовой сбор составил 7-8 млн. тонн.

Зерно, предназначенное на фуражные цели, убирают в стадиях молочно-восковой и полной спелости. Зерно, убранное в стадии молочно-восковой спелости, как правило, хранят в герметичных условиях с добавлением химических консервантов до или после плющения. Зерно полной спелости доводят до необходимой влажности путем высокотемпературной или низкотемпературной сушки, после чего его можно поджаривать, вспучивать, прессовать, плющить и измельчать, измельчение осуществляют при помощи дисковых мельниц, вальцовых станков, зубчатых дробилок, жерновых поставов, разрыхлителей, вальцедековых станков и дисковых дробилок [1].

Машины для переработки фуражного корма, в зависимости от технологических задач и механических свойств зерна, классифицируются по видам воздействия рабочих органов на: вальцовые станки, воздействие на материал происходит путем сжатия и сдвига; жерновые постовы, воздействие – сжатие и истирание; дисковые измельчители – удар; молотковые дробилки и бичевые машины – удар с истиранием; плющильные станки – сжатие.

Одним из способов послеуборочной обработки влажного фуражного зерна может быть его плющение с последующим консервированием. Уборка зерновых начинается при влажности 35-40% [2]. В этот период зерно содержит максимальное количество питательных веществ, поэтому сбор питательных веществ с 1 га площади увеличивается примерно на 10%. Уборка урожая начинается на 2...3 недели раньше обычных сроков, что важно для регионов с неустойчивым климатом. Ранняя уборка зерновых: дает возможность выращивания более поздних и урожайных сортов; позволяет успешно расти подпокровным травам, а также получить дополнительный урожай пожнивных культур; высевать последующие культуры в лучшие агротехнические сроки; исключаются полевые потери от осыпания зерна и от повреждения птицами. Погодные условия не оказывают решающего значения при комбайнировании. Зерно, предназначенное для плющения, не требует предварительной очистки. Отпадает необходимость дробить зерно после сушки, т.е. исключается одна из энергоёмких стадий приготовления корма. Неравномерное созревание зерна не затрудняет его обработку, используются и зеленые, и мелкие, и поврежденные зерна. Не требуется сушка зерна на фуражные цели, что значительно экономит расход энергоресурсов. Переваримость питательных веществ плющеного зерна восковой спелости выше, чем у зерна полной спелости. При сушке зерна с влагой теряется часть питательных веществ, и чем она интенсивнее, тем меньше его питательная ценность. Плющенное зерно полнее усваивается животными. Использование консервированного плющеного зерна позволяет увеличить приросты и надои, улучшить вкусовые качества молока, повысить жирность и содержание белка в молоке.

Плющение осуществляется вальцовыми машинами. Имеются плющилки, выполняющие 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 плющения. К недостаткам машин данного типа относятся: высокая металлоемкость и невысокая производительность. Ко второму типу относятся одно-, двух-, четырёх- вальцовые плющилки, которые обрабатывают зерно за один проход. В основном, для плющения влажного зерна применяют двух-, четырёх- вальцовые плющилки, которые обеспечивают качественное плющение зерна, с минимальными энергозатратами, при сохранении высокой производительности.

В настоящее время в Республике Беларусь используются плющилки финского производства “Murska”, канадского - “Penn roller mill”, “Romill”, белорусского - “ПВЗ”, российского “ВМ” и др.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» за последние годы разработали и внедрили плющилки влажного зерна ПВЗ-10 и ПВЗ-30. Результаты государственных испытаний этих машин показали, что по производительности и потребляемой мощности эти плющилки не уступают лучшим зарубежным аналогам [3].

Однако, несмотря на ряд преимуществ технологии плющения и консервирования зернофуража, нельзя недооценивать важность технологии приготовления фуражного корма путем дробления зерна. Фуражное зерно влажностью 12-14% храниться несколько лет и может быть измельченным в любое время в течение всего года, так как зерно, идущее на плющение, необходимо перерабатывать сразу после уборки в сжатые сроки (2-3 недели), а также требуется внесение консерванта, а остальное время года плющилки простаивают.

Применение вальцовых машин для плющения фуражного зерна и их успешная реализация в производстве дает предпосылки к созданию дробилок с вальцовыми рабочими органами, так как традиционные молотковые дробилки, применяемые в хозяйствах Республики Беларусь, обладают высокой энергоемкостью и не обеспечивают равномерность гранулометрического состава дробленого зерна. Разработка и изготовление таких вальцовых машин может повысить энергоэффективность процесса дробления и качество зернофуража по сравнению с используемыми в хозяйствах Республики Беларусь дробилками. В основу работы молотковых дробилок положен принцип измельчения ударом с истиранием. Наибольшее распространение получили дробилки ДБ-5, ДКР-2 и ДЗВ-5. Из зарубежных дробилок наибольшее распространение получили машины таких марок как А1-ДМ2-55 и ММ-70 (Россия), дробилка фирмы «ВАН-ААРСЕН» НМ-500-2Д, фирмы «МАТАДОР» OPTMIL, фирмы ТЕСТМЕР RB-P45 (Польша), МК 30S (Польша) [4].

По результатам анализа определены основные недостатки молотковых дробилок, к которым относятся: высокий удельный расход электроэнергии на дробление; неоднородность гранулометрического состава дробленого фуражного зерна; переизмельчение фуражного корма; образования пыли при измельчении; уровень шума превышающий 80 дБл.

Преимуществами вальцовых дробилок являются: энергетическая эффективность; равномерность гранулометрического состава дробленого зерна; оперативность изменения модуля помола зерна; относительно низкие уровни шума и запыленности. На ряду с преимуществами вальцовые дробилки обладают также недостатками, к которым относятся быстрая залипаемость рифлей при дроблении влажных (более 18%) фуражных кормов и нагревание продукта [6].

На графиках рисунка 1 представлены зависимости энергоемкости процесса дробления фуражного зерна и производительность от длины вальцов.

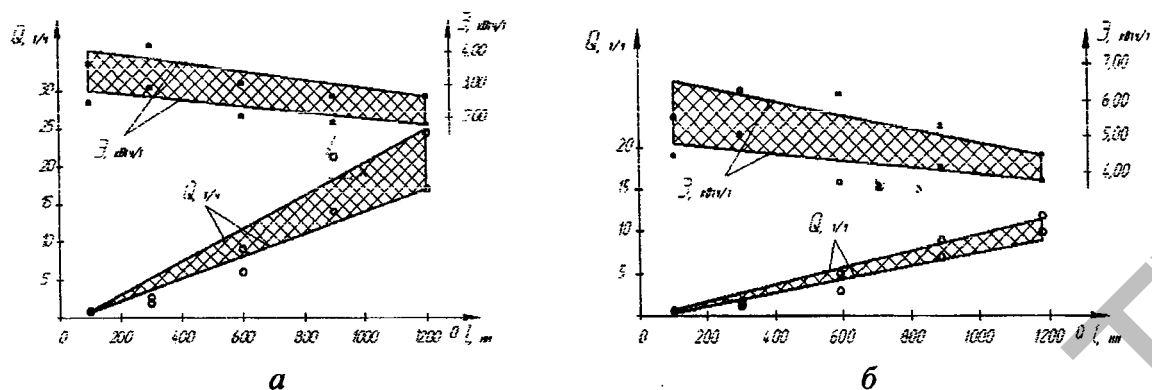


Рисунок 1 – Зависимости производительности (Q , Т/ч) и энергоёмкости (\mathcal{E} , кВт ч/Т) дробления от длины валцов: a – при грубом помоле; b – при тонком помоле

Применение валцовых машин с избирательным дроблением фуражного зерна позволит устранить указанные недостатки молотковых дробилок.

Рабочий процесс валцовой дробилки основан на разрушении зерна за счет сжатия и разных скоростей валцов. Среди факторов, влияющих на эффективность дробления зерновых кормов, особое место занимает величина межвалцового зазора. Его изменение и установка является одной из оперативных регулировок валцовой дробилки, значительно влияющих на качество дробления.

Поверхность валцов может быть рифленой, микрошероховатой и гладкой. Применение рифленых валцов оказывает существенное влияние на процесс дробления зернофуража. Эффективность их работы зависит от профиля рифлей, их количества, угла наклона рифлей, а также их взаимного расположения на парно работающих валцах.

Производительность дробилки, модуль помола и расход электроэнергии взаимосвязаны и зависят от окружной скорости валцов, диаметра и параметров рифленой поверхности [5].

С целью установления параметров и режимов работы валцовой дробилки, была проведена серия опытов на экспериментальном образце. Для получения требуемой информации об объекте исследования были выбраны параметры оценки показателей процесса дробления: производительность Q , т/ч; мощность, затрачиваемую на осуществление процесса N , кВт; модуль помола m_m , мм; распорное усилие P , кН; энергоёмкость \mathcal{E} , кВт/т.

Производительность дробилки определяли как отношение массы готового продукта к времени опыта и вычисляли по формуле:

$$Q = \frac{m_a}{t_o}$$

где m_a – масса дробленого зерна, т;
 t_o – время опыта, ч.

Модуль помола определяли ситовым анализом, для чего из разных мест навески отобрали пробу массой 0,5 кг дробленого зерна, затем при помощи классификатора производили рассев проб на ситах с ячейками диаметрами 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мм. Сход с сит взвешивали на весах ВЛКТ-500-М с точностью 0,01 г. Модуль помола определяли по формуле:

$$m_r = \frac{0,5m_{0,5} + 1m_1 + 1,5m_{1,5} + 2m_2 + 2,5m_{2,5} + 3m_3}{100}$$

где m_i – сход с соответствующего сита, г.

Для определения энергоёмкости процесса дробления во время опытов измеряли потребляемую дробилкой мощность на холостом ходе и при установившемся режиме работы экспериментальной установки. Мощность контролировали при помощи самопишущего ваттметра НЗ95 с классом точности 1,5. Энергоёмкость определяли по формуле:

$$\dot{Y} = \frac{N_p - N_x}{Q}$$

где N_p – мощность потребляемая дробилкой в процессе работы, кВт;

N_x – мощность потребляемая дробилкой на холостом ходе, кВт.

Для регистрации распорного усилия между вальцами использовали датчик силы, который предавал сигнал на измерительный комплекс “Spider 8” с последующей записью значений распорного усилия на персональный компьютер.

Полученные в результате проведения эксперимента данные позволят изучить процесс дробления фуражного зерна дробилкой с вальцовыми рабочими органами рифленой рабочей поверхностью, построить регрессионные модели и определить оптимальные параметры и режим работы с целью создания опытного образца вальцовой машины и последующим внедрением ее в хозяйства Республики Беларусь.

Литература

1. Рекомендации по заготовке и использованию высоковлажного фуражного зерна: Рекомендации / Институт аграрной экономики НАН Беларуси; Ю.Ф. Лачуга [и др]. – Москва: РАСХН, ГНУ ВНИИМЖ, ГПУ ВИЭСХ, ГНУ СЗ НИИМЭСХ, ГУ НИИСХ СВ им. Н.В. Рудницкого, 2006. – 131 с.
2. Отраслевой регламент «Заготовка плющеного зерна повышенной влажности».- Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2004.
3. Савиных, В.Н. Результаты испытаний плющилки влажного зерна ПВЗ-10 / В.Н. Савиных, Д.И. Романчук, Н.А. Воробьев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – 2008. – Вып. 42. – С. 6.
4. Тарасевич, А.М. Анализ конструкций и перспективы развития отечественного измельчающего оборудования / А.М. Тарасевич // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-практической конференции, 17-19 октября 2007 г. - Минск, 2007. – Т. 2. – С. 148-154.
5. Шабурова, Г.В., Зимняков, В.М., Курочкин, А.А., Поликанов, А.В. Практикум по оборудованию и автоматизации перерабатывающих производств. – М.: КолосС, 2007. – 183с.
6. Воробьев, Н.А. Вальцовые рабочие органы машин для переработки зерна / Н.А. Воробьев// Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-практической конференции, 17-19 октября 2007 г. - Минск, 2007. – Т. 2. – С. 71-75.