

вещества и питательных элементов, перед каждой гидромеханической транспортировкой требуется гомогенизация [2]. На кафедре ТМЖ БГАТУ разработана энергосберегающая технология утилизации навоза, которая заключается в следующем. Перед удалением навоза из каналов навозную массу необходимо перемешать. Для этого разработаны гомогенизатор с приводом от ВОМ трактора. На рисунке 3 приведена схема гомогенизатора навозного. Гомогенизатор агрегируется с трактором кл.1.4...2. Для качественного перемешивания используется четырехлопастной винт.



Рисунок 3 – Общий вид гомогенизатора навозного:

1-навеска; 2-рама; 3-талреп; 4-вал; 5-винт; 6-упор; 7-карданный вал

Перед началом работы гомогенизатор с помощью талрепа 3 устанавливают предварительный угол уклона мешалки к горизонту дна канала или навозохранилища. Максимальный угол наклона устанавливается исходя из возможности карданного вала, с увеличением частоты вращения угол наклона уменьшается. Трактор с агрегатом подъезжает задним ходом к навозохранилищу или каналу. Глубина погружения винта ко дну гомогенизатора регулируется гидросистемой из кабины трактора. Чтобы винт не касался дна канала установлен упор 6. Частота вращения вала гомогенизатора определяется влажностью навоза. Наиболее рационально ее устанавливать по частоте вращения ВОМ трактора 500 и 1000 об/мин. Увеличение частоты вращения вала сказывается на энергоёмкости процесса перемешивания. Поскольку в нашей республике все продольные каналы в животноводческих помещениях имеют тупиковое устройство и составляют 40...50 м перемешивание от гомогенизатора распространяется на расстояние 15...20 м, из-за упора массы в противоположную стенку дальнейшее перемешивание не осуществляется. Поэтому необходимо гомогенизатор переставлять, что неусловно, так как трактором невозможно передвигаться боком. Чтобы перемешать навоз по всему объёму канала, необходимо закольцевать каналы, возможно два и более канала. При закольцованной системе жижка движется по кругу и перемешивается. При такой системе не только два канала, но и все каналы помещения можно закольцевать. В зависимости от размера помещения длина каналов может достигать от 100 до 500 м. Таким образом, применение технологии утилизации навоза с использованием гомогенизатора позволит: экономить энергоресурсы и сократить капитальные вложения при уборке навоза, а также улучшить условия труда и экологическую обстановку на животноводческом комплексе.

Литература

1. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения. Предисл. и пер. с нем. П.Я. Семенова М., «Колос», 1978
2. Лукашевич, Н.М. Механизация уборки, переработки и хранения навоза и помёта: Учебное пособие.-Мозырь:Издательский Дом «Белый Ветер», 2000.-248с.

УДК631.363.7

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ НА ФУРПАЖНЫЕ ЦЕЛИ ЗЕРНА ВЛАЖНОСТЬЮ ДО 40% И СРЕДСТВА ЕЁ МЕХАНИЗАЦИИ

Кигун А.В., к. т. н., Передня В.И., д. т. н., профессор

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
РУП «НПЦ НАН по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь*

Государственной Программой возрождения и развития села на 2005–2010 годы, принятой в Республике Беларусь, предусмотрено достичь годового производства молока 6500 тыс. тонн, мяса скота и птицы 1440 тыс. тонн, обеспечить повышение рентабельности сельскохозяйственного

производства до 18–20 % [1]. Одним из путей решения поставленной задачи в животноводстве является внедрение в производство новых технологий и технических средств, позволяющих рационально использовать материальные и особенно кормовые ресурсы, составляющие в себестоимости продукции 55–70 %. Кроме того, в республике ежегодно убирается свыше четырех миллионов зерна на корм животным [1]. Более половины выращиваемого урожая убирается влажным, что требует поиска простых и дешевых приемов для его хранения и эффективных способов приготовления и раздачи животным.

Для приведения зернофуража в стойкое для хранения состояние в хозяйствах используются две технологии. Одна из них предусматривает сушку влажного зерна и закладку его на хранение в специализированные помещения, где необходимо поддерживать режим влажности воздуха. Скармливают такие корма в измельченном виде используя для этой цели дробилки. Сушка влажного зерна и последующая подготовка его к скармливанию характеризуется высокими капитальными вложениями, значительными энерго- и трудозатратами. В последние годы получает распространение технология консервирования плющеного зерна на ранних стадиях спелости. Данная технология позволяет проводить уборку зерновых культур в начале восковой спелости зерна при влажности до 40%. Зерно в этом случае не высушивается, а закладывается на хранение сразу после плющения. Использование данного метода позволяет начать уборку зерновых культур на 2–3 недели раньше обычных сроков и исключить затраты энергии на высушивание зерна. Для плющения зерна используются плющилки, где в качестве рабочих органов используются вращающиеся навстречу друг другу вальцы. В процессе работы зерна поступают в зазор между смежными вальцами. Действием рабочих поверхностей вальцов происходит раздавливание зерна. Перед закладкой зерна на хранение с целью лучшей консервации в массу вводится консервант. Для сохранности зерна в период хранения консервант необходимо распределять как можно равномернее, с соблюдением дозировки и тщательного перемешивания. Необходимость высокой равномерности распределения консерванта обусловлена тем, что необработанное зерно не только плесневет само, но и становится причиной порчи обработанного соседнего. Смешивание зерна и консерванта производится дополнительно устанавливаемым за плющилкой смесителем. При закладке плющеного зерна на хранение его прессуют. Данная технологическая операция выполняется с целью удаления воздуха с корма. Наличие воздуха в монолите корма вызывает окислительные процессы, значительно снижающие качество продукта кормления животных. Энергоемкость процесса прессования зависит от размеров плющеного зерна. С увеличением размеров зерна затраты энергии на его уплотнение возрастают. При явных преимуществах рассмотренной технологии заготовки зерна на корм животным на ранних стадиях его спелости технология плющения имеет недостатки. Как было указано, рабочие органы плющилки предназначены только для выполнения одной технологической операции - раздавливания зерна. Узкая специализация машины ограничивает продолжительность её эксплуатации в хозяйстве. Практически, значительный промежуток времени плющилка простаивает ввиду отсутствия области применения. В данном случае окупаемость машины возрастает, что увеличивает себестоимость животноводческой продукции. Присутствие зерна с консервантом дополнительно увеличивает энергоёмкость и металлоёмкость процесса.

Процесс плющения предусматривает разрушение влажного зерна методом раздавливания (для злаковых культур толщина плющеного зерна должна быть не более 1,1–1,8 мм). Так как воздействие вальцов подвергается влажное зерно, то при наличии влаги происходит его частичное восстановление. В данном случае, при закладке массы на хранение возникает необходимость в длительном воздействии на монолит уплотняющей машины, что увеличивает затраты энергии на выполняемый технологический процесс. Чтобы исключить указанные недостатки при заготовке на хранение фуражного зерна влажностью до 40% предлагается принципиально новая технология, в соответствии с которой влажное зерно необходимо измельчать. В данном случае нарушается не только целостность зерна, но и уменьшаются его геометрические размеры. При измельчении зерна исключены потери питательных веществ. Разделение зерна на части исключает восстановление прежне формы, а, следовательно, при закладке на хранение снижается энергоёмкость процесса уплотнения корма. Значительно снизить энергоёмкость процесса заготовки влажного зерна на фуражные цели можно, объединив в одной машине две технологические операции – измельчение

корма и смешивание его с консервантом. Для механизации предлагаемой технологии измельчения влажного зерна наиболее эффективно использовать измельчитель-смеситель кормов. С точки зрения снижения затрат энергии и металлоемкости оборудования для измельчения зерна влажностью до 40% представляет интерес применение измельчителя кормов способного выполнять и функции измельчителя-смесителя. Такая машина позволит упростить технологическую схему подготовки кормов к скармливанию. В этом случае в одной машине будут выполняться несколько технологических операций: по измельчению зерна влажностью до 40%, корнеклубнеплодов и грубых кормов (при необходимости); смешиванию кормовых компонентов и консервантов. При изучении вопроса о сокращении числа машин в технологических линиях путем использования измельчителя-смесителя кормов была выдвинута гипотеза о создании данного измельчителя зерна влажностью до 40% на базе ИСК-3.

В измельчителе-смесителе ИСК-3 на роторе поярусно установлены плоские рабочие органы. По конструктивному исполнению они способны измельчать и зерновые корма. Для измельчения же зерна в рабочей камере достаточно установить решето и деку. При выполнении этой технической операции необходимо удалить за пределы рабочей камеры противоречащие элементы. Так как они закреплены шарнирно, то данная работа выполняется за короткий промежуток времени практически несложно. Закрепить деку и решето внутри рабочей камеры можно болтовыми соединениями. При переходе от зерновых кормов к грубым или сочным достаточно извлечь решето и деку, вернуть в рабочую камеру противоречащие элементы. Пропускная способность решета в установившемся режиме работы измельчителя зависит от ряда факторов. Так, с положительным увеличением отношения геометрических размеров рабочей камеры и ротора измельчителя производительность будет возрастать. Данный вывод подтверждается и рядом исследований [2,3]. Следовательно, в измельчителе с вертикально установленной рабочей камерой ее периметр должен быть максимально перекрыт решетом. При максимально возможной площади решета площадь его живого сечения зависит от диаметра отверстий и их числа, приходящегося на единицу поверхности. С целью увеличения пропускной способности следует выбирать наибольший диаметр отверстия. Увеличение диаметра отверстий снижает и затраты энергии на выполняемый процесс. Однако увеличение этого параметра решета влетает за собой рост крупности измельчаемого материала, что при определенных условиях лишает смысла эксплуатацию измельчителя. Диаметр отверстий в решете следует выбирать в зависимости от требований к конечному продукту. Результаты исследований позволили определить оптимальную конструкцию модуля для измельчения зерна влажностью более 14 % к измельчителю вертикального типа ИСК-3. В качестве пассивных рабочих органов используются рифленные деки установленные по внутреннему периметру рабочей камеры, рифы которых имеют треугольную форму. Рациональный угол заострения рифа должен находиться в пределах $80^{\circ} - 100^{\circ}$, значение угла наклона грани выступа должно быть в пределах $65^{\circ} - 75^{\circ} \geq \tau \geq 40^{\circ} - 58^{\circ}$. Для сепарации измельченного влажного зерна под нижним ярусом ножей установлено решето, диаметр цилиндрических отверстий в котором равен 15 мм. В двух верхних ярусах установлено по 4 ножа в каждом, в двух нижних, соответственно, по 8 ножей, при этом зазор между решетом и ножами нижнего решета равен 5 мм. Новизна предложенного технического решения защищена патентом Республики Беларусь. Таким образом, проведенный анализ позволил выбрать оптимальный вариант для создаваемого модуля к измельчителю-смесителю ИСК-3. Установлено, что для вывода измельченного продукта из рабочей зоны ножей применяют решета с круглыми отверстиями.

Литература

1. Рекомендации по заготовке и использованию плющеного зерна повышенной влажности – Национальная академия наук Беларуси, – РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по животноводству». – РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Жодино, 2007. – 15 с.

2. Тарасенко, А.М. Влияние площади сита на работу молотковой дробилки при центральном и радиальном способах загрузки / А.М. Тарасенко, В.В. Спорохин //Улучшение эксплуатации машинно-тракторного парка, совершенствование конструкции и ремонт сельскохозяйственной техники: Сб. науч. тр. Воронежского СХИ. Т. 62. – 1974. – С. 127-130.

3. Гришин, М.Е. П.М. Влияние параметров решет дробилки на показатели процесса измельчения / М.Е. Гришин, П.М. Рошин // Механизация сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. Т. 149. – 1970. – С. 131–134.

УДК 637.116:621.65 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ ВОДОКОЛЬЦЕВЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ

Колончук М.В.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь

Ряд водокольцевых насосов имеет ротора сходной конструкции и одинаковые схемы подвода и отвода воздуха. Это позволяет для расчета потерь мощности в роторе использовать подход, в основе которого лежат условия подобия и принципы моделирования, базирующиеся на теории подобия гидромеханических процессов в потоке жидкости в лопаточном пространстве. Поэтому используется физическое моделирование, при котором свойства реального объекта изучаются на его уменьшенной модели – проверяется и устанавливается форма лопаток ротора, определяются потребляемая мощность и быстрота действия в зависимости от различных факторов (числа оборотов, вакуумметрического давления). Между моделью и объектом должны быть сохранены соотношения подобия, вытекающие из закономерностей физической природы процессов, а также конструктивных размеров насосов. Гидродинамическая теория подобия водокольцевых вакуумных насосов использует основные зависимости, полученные для лопаточных центробежных насосов. Однако принципы работы и закономерности изменения основных технических характеристик водокольцевых вакуумных насосов и центробежных лопаточных насосов различны.

Лопаточные центробежные насосы характеризуются тремя параметрами – производительностью Q , напором h , и потребляемой мощностью N [1]. Производительность центробежного насоса изменяется прямо пропорционально изменению числа оборотов ротора n , а напор, развиваемый насосом, – прямо пропорционально квадрату изменения числа оборотов, если предполагать, что коэффициент полезного действия остается постоянным при всех режимах работы насоса. Мощность, потребляемая центробежным насосом, изменяется пропорционально третьей степени изменения числа оборотов ротора

$$\frac{Q_1}{Q} = \sqrt{\frac{H_1}{H}} = \sqrt[3]{\frac{N_1}{N}} = \frac{n_1}{n} = \frac{\omega_1}{\omega},$$

где Q , H , N – производительность, напор и мощность лопаточного насоса, $\text{м}^3/\text{с}$, м , кВт .

Вакуумные насосы также характеризуют три параметра – быстрота действия S_n , предельное давление p_{np} и потребляемая мощность N_n . Производительность вакуумного насоса и его быстрота действия зависят от давления и связаны соотношением $Q = pS_n$,

где Q – производительность насоса, Вт ; p – давление, Па ; S_n – быстрота действия, $\text{м}^3/\text{с}$.

Предельное вакуумметрическое давление всех механических вакуумных насосов практически одинаково при их различной производительности. Создаваемый насосами вакуум не может превышать 100% или, другими словами, вакуумметрическое давление, обеспечиваемое насосами, не может превысить 100 kPa . Причем глубина вакуума не зависит от частоты вращения ротора. Частота вращения ротора определяет лишь время, в течение которого достигается требуемый вакуум. Время t , необходимое для достижения заданного вакуума в объеме V при выбранной скорости действия вакуумного насоса, определяется по

$$\text{уравнению } t = \frac{V}{S_n} \ln \frac{p_n}{p_p},$$

где p_n – давление нагнетания Па ; p_p – предельное давление всасывания, Па ;

Поэтому можно записать $t_n = \left(\frac{V}{S_n} \ln \frac{p_n}{p_p} \right) \rightarrow t_n = \frac{S_n}{S_n}$.