

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШНЕКОВОГО НАСОСА-ДОЗАТОРА ПАСТООБРАЗНЫХ КОРМОВ

Введение

В сельском хозяйстве Республики Беларусь явный приоритет принадлежит животноводству. Именно в этой отрасли формируется около 80 % выручки от реализации сельскохозяйственной продукции и на основе ее переработки – более 90 % аграрного экспортного потенциала.

В условиях рыночных отношений на первый план выходят проблемы организации рентабельного производства продукции животноводства, в котором определяющим фактором являются корма, составляющие в структуре себестоимости продукции 55–70 % от общих затрат [1].

Повышение продуктивности животных, снижение затрат кормов на единицу продукции немислимы без эффективного использования кормов.

Основная часть

Важным источником кормления животных являются кормовые отходы переработки сельскохозяйственного сырья. Значительное количество побочных продуктов образуется в свеклосахарном производстве, спиртовой, пивоваренной и дрожжевой отраслях. Эти продукты, в большинстве своем водянистые, малотранспортабельные, скоропортящиеся, не всегда используются рационально [2]. В таблице 17 приведена характеристика кормов, полученных при переработке пищевого сырья и наиболее широко используемых в животноводстве.

Таблица 17 – Состав и питательная ценность кормов, полученных при переработке пищевого сырья

Корм	Содержание воды, %	Содержание сухих веществ, %	В 100 кг содержится	
			к. ед.	переваримого протеина, кг
Барда	92,0–94,0	6,0–8,0	3,2–12,2	0,6–1,7
Пивная дробина	70,0–80,0	20,0–30,0	16–22	4,2
Свежий жом	92,5–94,0	6,0–7,5	10	0,5–0,6
Мезга картофельная	80,5	9,5	11	0,5
Меласса	30,1	83,7–69,9	75,0	–

Из данных таблицы 17 видно, что перечисленные корма содержат от 30 до 83,7 % воды и 0,5–1,7 кг (кроме мелассы) переваримого протеина. Однако важно правильно раздать их животным. Перспективным является скармливание кормов в виде кормосмесей, так как взаимодополняющее действие включенных в их состав кормов позволяет повысить продуктивность животных. При скармливании кормосмесей поедаемость кормов

возрастает на 5–15 %, потери последних снижаются на 10–15 %. В состав кормосмесей можно вводить белковые, минеральные и витаминные добавки, что повышает продуктивность животных до 26 % [2, 3].

В настоящее время для раздачи кормов животным широко используются разнообразные модели многофункциональных мобильных смесителей-кормораздатчиков, активно применяемых зарубежными и отечественными животноводами для механизации процессов приготовления и раздачи кормовых рационов. Представляя собой «кормоцех на колесах», эта техника обеспечивает комплексное решение проблем приготовления, транспортировки и раздачи кормов, позволяет обслуживать за смену сразу несколько небольших ферм крупного рогатого скота.

Переход на кормление КРС смесями, приготовленными в мобильных смесителях-кормораздатчиках, позволяет практически полностью исключить ручной труд. При наличии системы весового дозирования смесители-кормораздатчики могут обеспечивать быстрое приготовление и раздачу кормосмесей собственного производства.

Схемы смесителей-раздатчиков разнообразны [4]. Большинство из них состоит из одноосного шасси, на котором закреплены бункер со смешивающими рабочими органами, поперечный выгрузной транспортер и заслонка выгрузного люка. Привод рабочих органов у этих машин осуществляется от вала отбора мощности трактора.

Рабочими органами известных смесителей-раздатчиков, обеспечивающими образование кормосмеси, являются шнеки. Располагаться внутри бункера они могут, в зависимости от схемы машины, горизонтально и вертикально, число смешивающих рабочих органов может колебаться от одного до четырех [5].

Однако, независимо от конструкции машины, известные смесители-раздатчики не могут обеспечить раздачу жидких кормов, полученных от переработки растительного сырья, такого как барда, патока, пивная дробина, что вызывает острую необходимость в проведении исследований по обоснованию параметров устройств для дозированной выдачи жидких кормов в процессе раздачи стебельчатых и сыпучих концентрированных кормов КРС.

В связи с этим предлагается установить на серийно выпускаемый смеситель-раздатчик кормов дополнительный бункер для пастообразных кормов. Смешивание этих кормов и раздача животным должны производиться одновременно, при движении кормораздатчика вдоль кормушек.

Задача нормированной раздачи жидких или пастообразных кормов при использовании мобильного смесителя-раздатчика достаточно сложная, так как необходимо поддерживать их постоянный напор, иметь возможность регулировать расход и не допустить расслоения.

В результате теоретических исследований применяемых дозирующих устройств была выдвинута гипотеза о целесообразности установки

внутри бункера для пастообразных кормов шнекового насоса-дозатора в виде горизонтального шнека, проходящего вдоль бункера. На конце шнека должен быть установлен насос, образованный шнеком и крышкой. Такой комбинированный рабочий орган исключит сегрегацию пастообразной смеси, а также обеспечит гомогенность и необходимый постоянный напор, даже при регулировании расхода корма [6].

Основным рабочим элементом шнекового насоса-дозатора является шнек, объемную производительность которого можно определить по формуле [7]:

$$Q_v = \frac{\pi(D_{\text{ш}}^2 - d_{\text{ш}}^2)}{4} S_{\text{ш}} \omega_{\text{ш}} k_v,$$

где $\pi(D_{\text{ш}}^2 - d_{\text{ш}}^2)/4$ – площадь, занимаемая кормосмесью, m^2 ;

$S_{\text{ш}}$ – шаг витков шнека, m ;

$\omega_{\text{ш}}$ – частота вращения шнека, c^{-1} ;

k_v – коэффициент заполнения шнека.

Так как раздате подвергается жидкий корм, то при работе шнекового насоса-дозатора кормосмесь, находящаяся в пространстве между витками и кожухом шнека, частично движется в обратном поступательному вращению шнека направлению. Поэтому его производительность будет равна:

$$Q_v = \left(\frac{\pi D_{\text{ш}}^2}{4} - \frac{\pi d_{\text{ш}}^2}{4} + S_{\text{кол}} x_{\text{ш}} \right) S_{\text{ш}} \omega_{\text{ш}} k_v, \quad (1)$$

где $S_{\text{кол}}$ – площадь кольца между шнеком и кожухом шнека:

$$S_{\text{кол}} = \frac{\pi(D_{\text{ш}} + 2\delta)^2}{4} - \frac{\pi D_{\text{ш}}^2}{4} = \pi\delta(D_{\text{ш}} + \delta);$$

δ – зазор между кожухом шнека и шнеком, m ;

$x_{\text{ш}}$ – коэффициент, равный отношению сил, спроецированных на ось X , направленных по ходу движения основной массы кормосмеси к силам, направленным против движения корма [7].

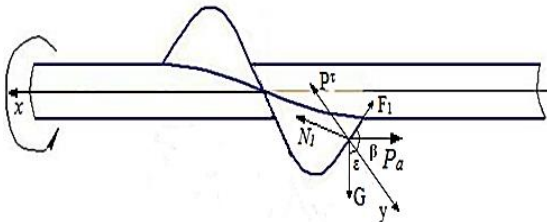


Рисунок 68 – Схема сил, действующих на частицу пастообразного корма

Для определения коэффициента рассмотрим силы, действующие на частицу кормосмеси в горизонтально расположенном шнеке (рисунок 68).

На частицу жидкого корма, движущуюся по витку

шнека, действуют следующие силы:

- касательная сила:

$$P^{\tau} = mR \frac{d^2\varphi}{dt^2},$$

где m – масса частицы, кг;

R – радиус шнека, м;

$d\varphi/dt$ – угловая скорость шнека, c^{-1} ;

- аксиальная сила инерции:

$$P_a = ma \frac{d^2\varphi}{dt^2},$$

где a – ширина витка шнека, м;

- сила трения частицы корма о винтовую поверхность шнека:

$$F_1 = f_1 N_1,$$

где f_1 – коэффициент трения корма о винтовую поверхность шнека;

N_1 – нормальная реакция поверхности шнека, Н;

- сила тяжести:

$$G_T = mg,$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

Начало координат поместим в точку приложения сил и спроецируем действующие силы на эти оси. В результате получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} P_a = -F_1 \sin \beta + N_1 \cos \beta; \\ P^{\tau} = -F_1 \cos \beta - N_1 \sin \beta + G_T \sin \varepsilon, \end{cases} \quad (2)$$

где β – угол наклона витка шнека, град.;

ε – угол наклона шнека, град.

Подставим выражения для определения сил, входящих в систему дифференциальных уравнений (2):

$$\begin{cases} ma \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -f_1 N_1 \sin \beta + N_1 \cos \beta; \\ mR \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -f_1 N_1 \cos \beta - N_1 \sin \beta + mg \sin \varepsilon. \end{cases} \quad (3)$$

Из второго уравнения системы дифференциальных уравнений, выразив $d^2\varphi/dt^2$, получим:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{-f_1 N_1 \cos \beta - N_1 \sin \beta + mg \sin \varepsilon}{mR}. \quad (4)$$

Полученное выражение (4) подставим в первое уравнение системы дифференциальных уравнений (3), упростив которое и выразив N_1 , получим следующее отношение:

$$N_1 = \frac{m g a \sin \varepsilon}{-f_1 a - a \sin \beta + f_1 R \sin \beta - R \cos \beta}.$$

Коэффициент $x_{ш}$, учитывающий, какое количество кормосмеси будет возвращаться обратно, равен отношению спроецированных на ось X сил, направленных по ходу движения основной массы кормосмеси к силам, направленным против движения корма. Проекция сил на ось X позволяет получить уравнение:

$$x_{ш} = \frac{P_a + F_1 \sin \beta}{N_1 \cos \beta}. \quad (5)$$

Подставив значение сил в уравнение (5) и преобразовав его, получим искомое выражение для нахождения коэффициента:

$$x_{ш} = -2f_1 \frac{a}{R} - 2 \frac{a}{R} \operatorname{tg} \beta + f_1 \operatorname{tg} \beta - 1. \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, что количество корма, движущегося в обратном поступательному вращению шнека направлении, будет зависеть от геометрических особенностей шнека и физико-механических свойств кормосмеси.

Тогда выражение (1) для определения производительности шнекового насоса-дозатора будет иметь вид:

$$Q_v = \left[\frac{\pi D_{ш}^2}{4} - \frac{\pi d_{ш}^2}{4} + \pi \delta (D_{ш} + \delta) \left(-2f_1 \frac{a}{R} - 2 \frac{a}{R} \operatorname{tg} \beta + f_1 \operatorname{tg} \beta - 1 \right) \right] S_{ш} \omega_{ш} k_v.$$

Заключение

Как показали исследования, шнековый насос-дозатор при установке его на мобильный раздатчик кормов позволяет дозированно выдавать жидкие корма животным в процессе их подачи непосредственно на стельчатые корма.

Представленная методика позволяет произвести расчет геометрических и силовых параметров шнекового насоса-дозатора.

09.09.2014

Литература

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 23 марта 2005 г., № 150. – Минск: Беларусь. – 2005. – С. 9–10.
2. Трофимов, А.Ф. К выбору энергосберегающих технологий скармливания кормов / А.Ф. Трофимов [и др.] // Научные основы развития животноводства в Республике Беларусь: междунар. сб. – Минск, 1992. – Вып. 23. – 326 с.
3. Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агрпромпиздат, 1990. – С. 136–214.
4. Милев, А.Д. «Agritechnica 99»: современные средства для подготовки и раздачи кормов / А.Д. Милев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 5. – С. 48–52.

5. Рыжов, С.В. Зарубежная техника для животноводства и кормопроизводства / С.В. Рыжов, В.С. Рыжов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1990. – № 12. – С. 51–54.
6. Смеситель-раздатчик кормов: пат. № 15995 Респ. Беларусь, МПК А 01 К 5/02 / В.И. Передня, А.А. Романович, В.И. Хруцкий, А.М. Тарасевич; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № а20091541; заявл. 28.10.2009; опубл. 14.03.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 48.
7. Омельченко, А.А. Кормораздающие устройства / А.А. Омельченко, Л.М. Куцин. – М.: Машиностроение, 1971. – 240 с.

УДК 697.7:621.384.3

**А.П. Ахрамович, Л.С. Герасимович,
В.Н. Дашков, В.П. Колос**

*(РНПУП «Институт энергетики
НАН Беларуси»),*

г. Минск, Республика Беларусь)

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ИК-СИСТЕМА ДЛЯ
ПОРΟΣЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ**

Введение

После ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС и резкого увеличения генерации электрической энергии рациональное ее потребление станет актуальной проблемой, к решению которой надо готовиться уже сейчас, разрабатывая и внедряя энергоэффективные электротехнологии. В противном случае при нынешнем уровне использования электроэнергии суммарная мощность нашей энергосистемы может превысить спрос на нее, что отрицательно скажется на экономичности всего электроэнергетического комплекса.

Для белорусской энергосистемы характерны существенные колебания суточных и сезонных графиков потребления электроэнергии, связанные с работой предприятий в одну, две или три смены с неодинаковой загрузкой, изменением режима работы в летнее время, праздничные дни, а также с различными в течение года продолжительностью светлой части суток и температурой воздуха. Потребляемая мощность может меняться более чем в 1,5 раза – от максимальной при пиковых нагрузках в дневное время до минимальной в ночной период. Зимой потребность в тепле возрастает больше, чем в электроэнергии. Этот дисбаланс отрицательно сказывается на экономичности ТЭЦ.

Таким образом, при решении вопроса о целесообразности конкретной электротехнологии или оборудования одним из критериев должно быть преобладающее потребление электроэнергии в ночное время и в холодный период года. К таким перспективным электротехнологическим установкам относится автоматизированная инфракрасная (ИК)