

**М.В. Навныко**  
 (РУП «НПЦ НАН Беларуси  
 по механизации сельского хозяйства»,  
 г. Минск, Республика Беларусь)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ ВЛАЖНЫХ КОРМОВ

### Введение

Определение рациональных параметров смесителей влажных кормов, применяемых при приготовлении влажных кормовых смесей в свиноводстве, целесообразно начать с рассмотрения их технологической вместимости, так как энергетический и количественный показатели и другие конструктивно-технологические параметры таких смесителей напрямую от нее зависят.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлись технологии и средства механизации приготовления влажных кормовых смесей, которые изучали с позиций снижения затрат ресурсов на производство продукции свиноводческой отрасли. При исследовании применялись абстрактно-логический и расчетно-конструктивный методы.

### Результаты исследований

Согласно требованиям, предъявляемым к смесительному оборудованию, вместимость смесителя должна обеспечивать приготовление кормовой смеси в количестве, соответствующем максимальной разовой раздаче одному ряду обслуживаемых животных.

Исходя из вышесказанного, выразим технологическую вместимость смесителя как

$$V_c = \frac{m_k}{\rho_c}, \quad (1)$$

где  $m_k$  – масса кормовой смеси, необходимая для скармливания животным, кг;

$\rho_c$  – плотность кормовой смеси, кг/м<sup>3</sup>.

При приготовлении влажных кормовых смесей используются кормовые компоненты с различными физико-механическими свойствами, в частности плотностью. Тогда формула (1) может быть представлена в следующем виде:

$$V_{см} = \sum_{i=1}^n \frac{m_{k,i}}{\rho_{k,i}}, \quad (2)$$

где  $m_{k,i}$  – масса  $i$ -го компонента корма, кг;

$\rho_{k,i}$  – плотность  $i$ -го компонента корма, кг/м<sup>3</sup>;

$n$  – количество компонентов.

Обязательными и важными составляющими компонентами влажных кормовых смесей являются жидкие компоненты, которые в корме характеризуются влажностью  $w$  и определяются как [1]

$$w = \frac{m_{ж}}{m_o} 100\%, \quad (3)$$

где  $m_{ж}$  – масса жидких компонентов, содержащихся в корме, т;

$m_o$  – масса корма, т.

С учетом (3) общая влажность для кормовой смеси определится как

$$w_0 = \frac{\sum_{i=1}^n m_{ж,i}}{\sum_{i=1}^n m_{к,i}} 100\%, \quad (4)$$

где  $m_{ж,i}$  – масса жидкости, содержащейся в  $i$ -м компоненте корма;  
 $m_{к,i}$  – масса  $i$ -го компонента корма.

Из формулы (4) следует:

$$m_{ж,i} = \frac{w_i m_{к,i}}{100\%}, \quad (5)$$

где  $w_i$  – влажность  $i$ -го компонента корма.

Подставляя данное выражение в формулу (4), получим формулу общей влажности кормовой смеси:

$$w_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i m_{к,i}}{100\%}}{\sum_{i=1}^n m_{к,i}} 100\% = \frac{\sum_{i=1}^n w_i m_{к,i}}{\sum_{i=1}^n m_{к,i}}; \quad (6)$$

$$w_0 \sum_{i=1}^n m_{к,i} = \sum_{i=1}^n w_i m_{к,i}. \quad (7)$$

Обзор и анализ способов кормления свиней показал, что наиболее оптимальным из них с точки зрения продуктивности, сохранности здоровья животных и себестоимости произведенных кормов является кормление обслуживаемого поголовья кормовыми смесями влажностью 70–75 %.

Заданная влажность кормовой смеси ( $w_3$ ) определится как

$$w_3 = \frac{\sum_{i=1}^n m_{ж,i} + m_{вз}}{\sum_{i=1}^n m_{к,i} + m_{вз}} 100\%. \quad (8)$$

Проведя преобразования выражения (8) с целью определения количества жидких компонентов ( $m_{вз}$ ), необходимого для достижения заданной влажности кормовой смеси ( $w_3$ ), с помощью формул (5) и формул (7), получаем:

$$m_{вз} = \frac{(w_3 - w_0) m_{ко}}{100 - w_3}. \quad (9)$$

Формула (9) позволяет при откорме свиней определить необходимое количество жидких компонентов для достижения заданной влажности.

Одним из важных показателей при расчете вместимости смесителя влажных кормов является плотность кормовой смеси ( $\rho_c$ ).

Определение плотности влажной кормовой смеси, включающей в себя комбикорм и воду, основано [2] на определении влажности готовой смеси по величине образующегося осадка в мерном стакане. В данной работе отсутствует аналитическая зависимость плотности корма от его влажности.

Для вывода зависимости плотности кормовой смеси от ее влажности представим формулу (1) в следующем виде:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c} = \frac{m_k + m_e}{V_c} = \frac{\rho_k V_k + \rho_e V_e}{V_c}; \quad (10)$$

$$\rho_c = \rho_{\text{в}} \frac{(\rho_k V_k + V_{\text{в}})}{V_c}, \quad (11)$$

где  $m_c$  – масса смеси, кг;

$m_{\text{в}}$  – масса жидких компонентов, кг;

$\rho_k$  – плотность сухих компонентов, кг/л;

$V_k$  – объем сухих кормовых компонентов, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{в}}$  – объем влажных кормовых компонентов, м<sup>3</sup>.

Так как  $V_c = V_k + V_{\text{в}}$ , получим:

$$\rho_c = \rho_{\text{в}} \frac{(\rho_k V_k + V_{\text{в}})}{V_k + V_{\text{в}}}. \quad (12)$$

Для практических расчетов принимаем  $\rho_{\text{в}} = 1,00$  кг/л, соответственно, и объем выразится в литрах, тогда выражение (12) упростится:

$$\rho_c = \frac{\rho_k V_k + V_{\text{в}}}{V_k + V_{\text{в}}}. \quad (13)$$

Исходя из принятого значения плотности воды и равенства  $m_k = \rho_k V_k$  и  $m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}}$ , представим выражение (13) в следующем виде:

$$\rho_c = \frac{m_k + m_{\text{в}}}{\frac{m_k}{\rho_k} + m_{\text{в}}}. \quad (14)$$

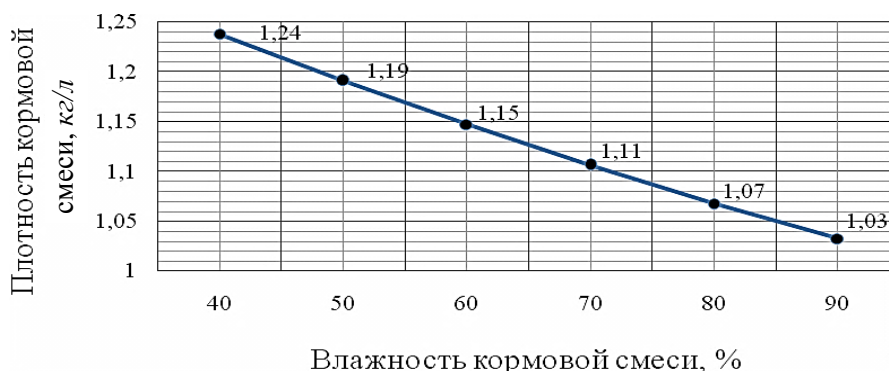
Для достижения заданной влажности кормовой смеси необходимо соблюдение равенства  $m_{\text{в}} = m_{\text{в}_3}$ . Учитывая ранее полученное выражение (9), представим формулу (14) в следующем виде:

$$\rho_c = \frac{\frac{m_{k0} + m_{\text{в}_3}}{\rho_k}}{\frac{m_{k0}}{\rho_k} + \frac{(w_3 - w_0)m_{k0}}{100 - w_3}} = \frac{1 + \frac{w_3 - w_0}{100 - w_3}}{\frac{1}{\rho_k} + \frac{w_3 - w_0}{100 - w_3}}. \quad (15)$$

Так как, согласно нормативным документам, для комбикорма  $W_0 = 14\%$ , а  $\rho_k = 1,38$  кг/л [3], полученное выражение примет вид:

$$\rho_c = \frac{1 + \frac{w_3 - 14}{100 - w_3}}{\frac{1}{1,38} + \frac{w_3 - 14}{100 - w_3}}. \quad (16)$$

График данной зависимости представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Зависимость плотности корма от влажности**

При технологическом обосновании вместимости смесителя необходимо также учитывать технологию содержания свиней, так как технологическая группа откорма состоит из свиней разного возраста и, следовательно, веса, поэтому каждой возрастной группе необходима своя норма кормления. С учетом вышесказанного числитель из формулы (2) представим следующим образом:

$$m_k = \sum_{i=1}^N a_i \frac{b_i}{c} + m_{\text{вз}}, \quad (17)$$

где  $a_i$  – количество свиней в отдельной возрастной группе, гол.;  
 $b_i$  – суточная норма кормления, т;  
 $c$  – количество кормлений в сутки;  
 $N$  – количество возрастных групп.

В полученную формулу подставим формулу (9), тогда:

$$m_k = m_{\text{ко}} + m_{\text{вз}} = \sum_{i=1}^N a_i \frac{b_i}{c} + \frac{(w_3 - w_0)}{100 - w_3} \sum_{i=1}^N a_i \frac{b_i}{c} = \sum_{i=1}^N a_i \frac{b_i}{c} \left(1 + \frac{(w_3 - w_0)}{100 - w_3}\right). \quad (18)$$

С учетом (18) формула (2) приобретет вид:

$$V_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n \frac{\frac{1}{c} \sum_{i=1}^N a_i b_i \left(1 + \frac{(w_3 - w_0)}{100 - w_3}\right)}{\rho_{k,i}}. \quad (19)$$

Подставим в данное выражение формулу (17) и, сделав ряд преобразований, получим:

$$V_{\text{см}} = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^N a_i b_i \left(\frac{1}{\rho_k} + \frac{(w_3 - w_0)}{100 - w_3}\right). \quad (20)$$

Теоретическая зависимость (20) позволяет с учетом технологии содержания и кормления свиней, а также физико-механических параметров компонентов влажных кормовых смесей определить технологическую вместимость смесителя.

### Заключение

Рассмотрены вопросы определения рациональных параметров, ключевым из которых является вместимость корпуса смесителя.

17.06.2016

### Литература

1. Степук, Л.Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении / Л.Я. Степук. – Минск: Урожай, 1986 – 152 с.

2. Гируцкий, И.И. Поточно-механизированные линии с микропроцессорным управлением для откорма свиней: дис...докт. техн. наук: 05.20.01 / И.И. Гируцкий. – Москва, 2007.
3. Кабанов, В.Д. Свиноводство / В.Д. Кабанов. – М.: Колос, 2001. – 431 с.

УДК 631.361

**М.Р. Панькив**  
(Тернопольский национальный  
технический университет  
имени Ивана Пулюя,  
г. Тернополь, Украина,  
e-mail: pankivmr@bigmir.net)

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ  
КОМБИНИРОВАННЫМ  
ОЧИСТИТЕЛЕМ  
ВОРОХА КОРНЕПЛОДОВ**

### Введение

Критериями оценки качества работы устройств для очистки вороха корнеплодов от примесей являются эксплуатационно-технологические показатели – качество выполнения технологического процесса, производительность работы и энергетические показатели.

Разработка и внедрение в производство новых высокоэффективных и ресурсосберегающих технологических процессов уборки корнеплодов путем минимизации затрат потребляемой мощности на выполнение технологического процесса отделения примесей от корнеплодов требуют интегрированного научного подхода для решения задач дальнейшего совершенствования рабочих органов корнеуборочных машин [1].

Наряду с выкапывающими рабочими органами, на которые приходится около 50 % потребляемой мощности корнеуборочной машины в целом, исследования энергетических показателей очистительных рабочих органов являются актуальным вопросом в контексте построения конструктивно-компоновочных схем машин и расчета параметров очистителей. Нами для интенсификации технологического процесса очистки вороха корнеплодов предложен комбинированный очиститель (рисунок 1), в котором реализован эффект осциллирующего движения компонентов вороха на его рабочих поверхностях, что позволяет повысить показатели качества отделения почвенных и растительных примесей от корнеплодов [2, 3].

Комбинированный очиститель вороха корнеплодов состоит из транспортера 1, установленной под углом  $\alpha$  к горизонту горки 2 и размещенных в ее нижней части правой 3 и левой 4 систем эллиптических продольных шнеков 5. Оси 6 центров вращения шнеков каждой пары расположены на линии ветви 7 в противофазе. Системы 3 и 4 эллиптических шнеков образуют транспортное русло в виде желоба. Каждая пара эллиптических шнеков имеет одностороннее вращение с угловой скоростью  $\omega$ .

Ворох (корнеплоды, почвенные и растительные примеси) транспортером 1 подается на пальчиковую горку 2, где происходит частичное отделение примесей. В последующем ворох скатывается с полотна горки и попадает на правую 3 и левую 4 системы продольных эллиптических шнеков 5. Перемещаясь вдоль русла, корнеплоды интенсивно очищаются от примесей, которые просеиваются в зазор между валами, при этом шнеки эллиптической формы значительно увеличивают динамичность процесса очистки в силу получения корнеплодами некоторого осциллирующего движения.