

УДК631.363.7

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НА ПРИВОД ГОРИЗОНТАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ШНЕКОВЫХ СМЕШИВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Китун А.В. (БГАТУ)

*В статье приведено определение мощности на привод горизонтально расположенных шнековых смешивающих рабочих органов*

### Введение

Для приготовления и раздачи кормосмесей крупному рогатому скоту используют мобильные смесители-кормораздатчики. Большинство из них содержат на шасси горизонтально установленный бункер, в котором расположены шнеки. Эти рабочие органы смесителя-кормораздатчика, перемещая кормовые компоненты в бункере, обеспечивают за счет взаимного пересечения кормовых потоков получение кормосмеси. Шнеки, кроме того, должны обеспечивать не только смешивание кормов, но и транспортировку кормосмеси к выгрузному окну. Данное условие обуславливает обязательную установку этих рабочих органов у днища бункера смесителя-кормораздатчика.

Таким образом, шнеки, установленные у днища бункера, выполняют две технологические операции: подачу кормов к выгрузному окну и смешивание кормовых компонентов. На основании этого можно предположить, что наибольшее число энергии потребляется именно данными рабочими органами. С целью уменьшения громоздкости расчетов по определению потребной мощности на привод шнеков, установленных у днища смесителя-раздатчика, исследуем работу одного из них.

### Основная часть

Затраты энергии обусловлены перемещением кормов в бункере смесителя-раздатчика шнеком. При этом корм движется витками шнека с осевой и окружной скоростями. По методу академика Желиговского В.А., величина скорости определяется зависимостью:

$$V_{ш} = V_a \cdot \cos \alpha_{ш} = \frac{S_{ш} \cdot \omega_{ш}}{60} \cdot \cos \alpha_{ш} \quad (1)$$

где  $V_a$  – линейная скорость винтовой поверхности шнека, м/с;

$S_{ш}$  – шаг витков шнека, м;

$\omega_{ш}$  – частота вращения шнека, с<sup>-1</sup>;

$\alpha_{ш}$  – угол подъема винтовой линии шнека, град.

Вследствие возникновения трения корма о витки шнека направление скорости  $V_{ш}$  отклонится на угол трения  $\varphi_{тр}$ . С учетом этого угла осевую скорость движения частицы можно определить по формуле

$$V_a = \frac{S_{ш} \cdot \omega_{ш}}{60} (\cos^2 \alpha_{ш} - f \sin \alpha_{ш} \cdot \cos \alpha_{ш}) \quad (2)$$

Величину окружной скорости можно определить из выражения:

$$V_{ок} = V_a \cdot \operatorname{tg}(\alpha_{ш} + j_{тр}) = \frac{S_{ш} \cdot \omega_{ш}}{60} (\cos \alpha_{ш} \sin \alpha_{ш} + f \cos^2 \alpha_{ш}) \quad (3)$$

Характер перемещения кормов в бункере различен, поэтому затраты энергии на выполняемый процесс будут зависеть от отдельных рабочих зон шнека. Так как шнек расположен у днища бункера, то часть энергии будет затрачиваться на преодоления силы трения корма по этой поверхности (рис. 1).

В общем виде часть затрачиваемой энергии можно определить по формуле

$$N_{тр} = F_{тр} \cdot V_{см1} \quad (4)$$

где  $F_{тр}$  – сила трения корма о днище бункера смесителя-раздатчика, Н;

$V_{см1}$  – скорость перемещения корма вдоль оси днища бункера смесителя-раздатчика, м/с.

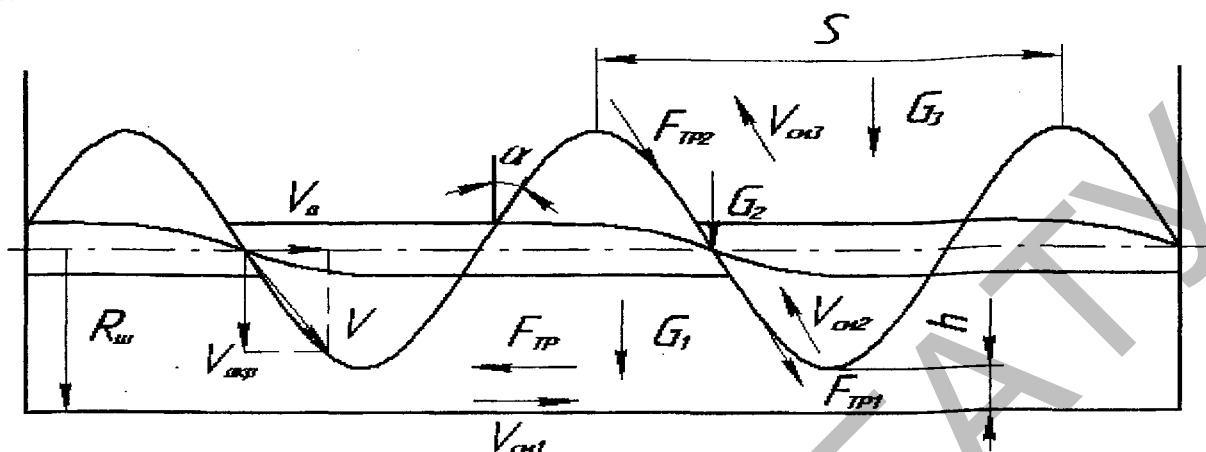


Рисунок 1 - Схема для определения мощности на привод смешивающих органов.

Сила трения  $F_{тр}$  возникает под действием силы тяжести корма, находящегося в рабочей части шнека. Тогда:

$$F_{тр} = G_1 \cdot f = m_k \cdot g \cdot f, \quad (5)$$

где  $m_k$  – масса корма, перемещаемая шнеками по днищу бункера, кг,  $m_k = W_k \cdot \rho$ ;  
 $W_k$  – объем корма, м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – плотность корма, кг/м<sup>3</sup>.

Так как шнек охвачен только нижней стенкой бункера на ограниченном участке, то объем перемещаемого корма можно определить по формуле

$$W_k = \frac{\rho R_{ш} h_{ш} \delta_{ш}^{\circ} L_{ш}}{360^{\circ}}, \quad (6)$$

где  $R_{ш}$  – радиус от оси вращения шнека до нижней стенки бункера, м;  
 $h_{ш}$  – зазор между витками шнека и нижней стенкой бункера, м;  
 $\delta_{ш}^{\circ}$  – угол охвата шнека нижней стенкой бункера, град;  
 $L_{ш}$  – длина шнека, м.

Скорость перемещения корма вдоль оси днища бункера  $V_{ш}$  ввиду малого зазора между витками шнека и стенкой будет равна осевой скорости, определяемой по формуле (2).

Тогда, подставив в формулу (4) значения (2), (5) и (6), определим  $N_{тр}$ :

$$N_{тр} = \frac{\rho R_{ш} h_{ш} \delta_{ш}^{\circ} L_{ш} c}{360^{\circ}} g f \frac{S_{ш} \pi_{ш}}{60} (\cos^2 \delta_{ш} - f \sin \delta_{ш} \cos \delta_{ш}) \quad (7)$$

При вращении шнека кормовая масса перемещается по плоскостям его витков. На такое перемещение затрачивается энергия, величина которой зависит от рабочей зоны шнека. Так, можно выделить часть винтовой поверхности, охваченной днищем бункера и перемещающей нижние слои кормов. Для этой части шнека величину затрат энергии на преодоление трения о витки можно в общем виде определить по формуле

$$N_{тр1} = F_{тр1} V_{см2}, \quad (8)$$

где  $F_{тр1}$  – сила трения корма о поверхность витков, охваченных днищем бункера, Н.

Силу трения  $F_{тр1}$  определим по формуле

$$F_{тр1} = G_2 \cdot f \cdot \cos \alpha_{ш} = m_{к1} \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha_{ш}, \quad (9)$$

где  $m_{к1}$  – масса корма в межвитковом пространстве, кг;

$$m_{к1} = W_1 \cdot \rho \cdot \frac{\alpha_{ш}^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$W_1$  – объем корма в межвитковом пространстве, м<sup>3</sup>.

Действительный объем корма в межвитковом пространстве на длине, равной одному шагу, определим по формуле

$$W_1 = 0,785 (D_{ш}^2 - d_b^2) S_{ш} K_v, \quad (10)$$

где  $D_{ш}$  – диаметр шнека, м;

$d_b$  – диаметр вала шнека, м;

$K_v$  – коэффициент, учитывающий использование межвиткового пространства.

Тогда силу трения  $F_{тр1}$  можно определить по формуле

$$F_{тр1} = 0,785 (D_{ш}^2 - d_b^2) S_{ш} K_v c \frac{\alpha_{ш}^{\circ}}{360^{\circ}} g f \cos \alpha_{ш} \quad (11)$$

Так как витки шнека ограничены днищем бункера, то корма перемещаются преимущественно в осевом направлении. Тогда можно принять, что  $V_{см2} = V_a$ . Подставив в формулу (8) значения (2) и (11), определим затраты энергии на перемещение кормов по виткам шнека:

$$N_{тр2} = 0,785 (D_{ш}^2 - d_b^2) S_{ш}^2 K_v c \frac{\alpha_{ш}^{\circ}}{360^{\circ}} g f \cos \alpha_{ш} \frac{H_{ш}}{60} (\cos^2 \alpha_{ш} - f \sin \alpha_{ш} \cos \alpha_{ш}) \quad (12)$$

Для части шнека, не ограниченной днищем бункера, затраты энергии на перемещение кормов по виткам, в общем виде, можно определить по формуле

$$N_{тр3} = F_{тр2} V_{см3}, \quad (13)$$

где  $F_{тр2}$  – сила трения, возникающая при перемещении корма по виткам шнека, не ограниченного днищем бункера, Н.

Силу трения, вызванную силой тяжести, можно определить по формуле

$$F_{тр2} = G_3 f = (W_d - W_{ш}) c g f, \quad (14)$$

где  $W_d$  – объем бункера, м<sup>3</sup>;

$W_{ш}$  – объем шнека, м<sup>3</sup>.

Так как верхняя часть шнека не ограничена вспомогательными плоскостями, то скорость перемещения корма по виткам будет равна сумме осевой и окружной скоростей. В общем виде ее можно определить по формуле

$$V_{см3} = \sqrt{V_a^2 + V_{ок}^2} \quad (15)$$

Подставим в формулу (15) значения скоростей из формул (2) и (3). Тогда результирующая скорость перемещения кормов:

$$V_{см3} = \sqrt{\left(\frac{S_{ш} \omega_{ш}}{60}\right)^2 (1+f) [\cos^2 \alpha_{ш} (\sin \alpha_{ш} \cos \alpha_{ш})^2]} \quad (16)$$

Подставив в уравнение (13) значения (14) и (16), получим:

$$N_{тр3} = (W_d - W_{ш}) \rho \cdot g \cdot f \sqrt{\left(\frac{S_{ш} \omega_{ш}}{60}\right)^2 (1+f) [\cos^2 \alpha_{ш} (\sin \alpha_{ш} \cos \alpha_{ш})^2]} \quad (17)$$

Суммировав затраты энергии на преодоление сил трения, возникающих при транспортировке кормов шнековыми рабочими органами, определим результирующую мощность на их привод:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{тр}} + N_{\text{тр1}} + N_{\text{тр2}} + N_{\text{тр3}},$$

или, подставив соответствующие значения, получим:

$$N = \frac{\alpha_w^0}{360^\circ} \cdot \rho \cdot g \cdot f \cdot \frac{S_w \cdot \omega_w}{30} (\cos^2 \alpha_w - f \sin \alpha_w \cos \alpha_w) [\pi R_w h_w L_w + 0,785 (D_w - d_b) S_w K_v] + \\ + (W_s - W_w) \cdot \rho \cdot g \cdot f \cdot \sqrt{\left(\frac{S_w \omega_w}{60}\right)^2 (1+f) [\cos^2 \alpha_w^2 + (\sin \alpha_w - \cos \alpha_w)^2]}. \quad (18)$$

Анализ формулы (18) показывает, что мощность на привод шнековых рабочих органов зависит от физико-механических свойств кормов и геометрических параметров бункера, установленных в шнеков, а также от их расположения в бункере.

УДК631.363.7

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

*Китун А.В. (БГАТУ)*

*В статье приведено обоснование выбора технологии измельчения на фуражные цели влажного зерна и средства её механизации.*

#### **Введение**

В республике ежегодно на фуражные цели убирается свыше 4 миллионов тонн зерна. Работы по сбору урожая начинаются при влажности зерна 25–40% [1]. Для приведения его 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 плесневеет 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.