

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНЫХ РАЗДАТЧИКОВ КОРМОВ

А.В. Китун, докт. техн. наук (БГАТУ)

### Аннотация

*В статье рассматриваются вопросы определения вместимости бункера кормораздатчика, расчета того, чтобы при одноразовой загрузке машина могла обслужить одно или несколько животноводческих помещений, а также производительности выгрузных устройств раздатчика с учетом количества корма, раздаваемого на 1 м длины кормушки и скорости передвижения раздатчика вдоль этих кормушек, площади выгрузного окна дозатора, обеспечивающего беспрепятственную, дозированную выдачу кормов.*

*The article deals with the determining of feed hopper capacity; the calculations that disposable machine loading could serve one or more of the livestock buildings; productivity of the discharge distributor units considering the amount of food per 1 m length of the feed-trough and the speed of movement along these distributors, the discharge box dispenser area providing free and dose foodstuff distribution.*

### Введение

Состояние здоровья и продуктивность животных зависят от качества и полноценности их питания и своевременности выдачи кормов.

Нарушение технологической дисциплины, распорядка дня и временных допусков приводит к нарушению стереотипа в обслуживании животных, а вместе с тем и к снижению их продуктивности. Поэтому правильная организация раздачи кормов животным имеет большое значение. Важным при решении указанной задачи является определение технологических параметров мобильных раздатчиков кормов.

### Основная часть

Вместимость бункера кормораздатчика выбирают с таким расчетом, чтобы при одноразовой загрузке машина могла обслужить одно или несколько животноводческих помещений. Кроме того, количество корма в бункере раздатчика должно быть равно или кратно количеству корма, потребляемого для разового кормления поголовья скота, размещенного в одном ряду помещения, т. е.

$$G = q_n n_{жс}, \quad (1)$$

где  $q_n$  – количество корма, требуемого на одну голову, кг;

$n_{жс}$  – число животных в помещении, шт.

Поскольку на животноводческих фермах, особенно для дойного стада, раздачу кормов осуществляют два или три раза в день, то разовую массу кормов, которую необходимо раздать животным, можно вычислить по формуле:

$$G_p = \frac{q_i n_{жс}}{k}, \quad (2)$$

где  $k$  – кратность кормления животных на ферме. Требуемое количество корма, размещаемое в бункере машины,

$$G_p = V_p \rho \psi, \quad (3)$$

где  $V_p$  – вместимость бункера, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность корма в бункере раздатчика, кг/м<sup>3</sup>;

$\psi$  – коэффициент заполнения бункера ( $\psi = 0,8-0,9$ ).

Определим размеры бункера кормораздатчика: ширину  $B$ , высоту  $H$  и длину  $L$ , исходя из условия, что  $V_p = BHL$ , и составных элементов животноводческого помещения (ширины и высоты ворот, расстояния между кормушками и др.), в котором будет работать машина.

Чтобы обеспечить разовую раздачу кормов, необходимо иметь вместимость бункера смесителя-раздатчика, равную

$$V_p = \frac{q_i n_{жс}}{k \rho}, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность кормов, кг/м<sup>3</sup>.

Вместимость бункеров смесителей-раздатчиков кормов, обеспечивающих за одну раздачу кормами всех животных, представленная на рисунке 1, показывает, что изготавливать бункеры таких больших размеров нецелесообразно, поскольку машины будут в этом случае работать не более 1-3 ч/сут., а затраты на их производство потребуются очень большие.

Для эффективного использования смесителя-раздатчика, особенно это важно для самоходных смеси-

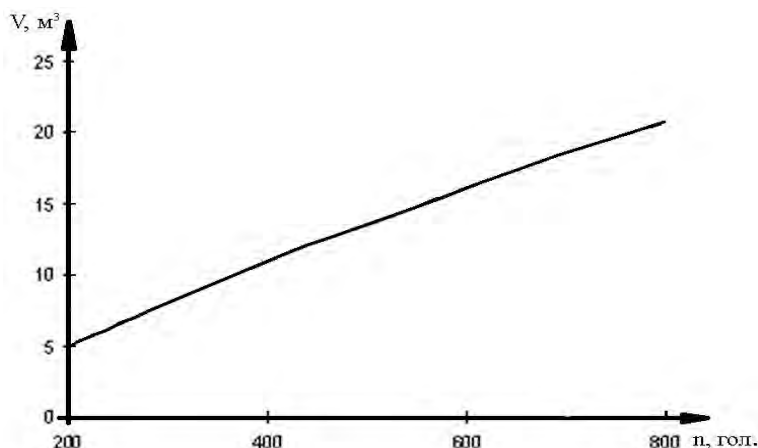


Рисунок 1. Зависимость вместимости бункера смесителя-раздатчика от количества обслуживаемого поголовья

телей-раздатчиков, вместимость бункера должна быть такой, чтобы животные обеспечивались кормами в течение установленного зоотехническими требованиями времени за несколько рейсов (циклов) раздачи [1].

В этом случае вместимость бункера смесителя-раздатчика будет равна

$$V_m = \frac{V_p}{n_{\text{ц}}}, \quad (5)$$

где  $n_{\text{ц}}$  – число циклов раздачи кормов животным, шт:

$$n_{\text{ц}} = \frac{t_c}{\sum_{i=1}^n t_i},$$

где  $t_c$  – сменное время работы смесителя-раздатчика;

$$\sum_{i=1}^n t_i - \text{время, необходимое для выполнения}$$

всех технологических операций за один цикл работы машины.

Приведенные рекомендации по выбору объема бункера смесителя-раздатчика применимы при эксплуатации однобункерных машин. При выдаче животным одновременно одной машиной двух различных по физико-механическим свойствам кормов – стебельчатых и высокоэнергетических, объем каждого бункера можно определить по формулам [2]:

– для кормов:

$$V_{p.k} = \frac{m_{об}}{K_3^{об} \rho_k k}, \quad (6)$$

– для многокомпонентной высокоэнергетической добавки:

$$V_{p.d} = \frac{m_d}{K_3^d \rho_d k}, \quad (7)$$

где  $m_{об}$  – масса стебельчатых кормов, кг;

$m_d$  – масса многокомпонентной высокоэнергетической добавки, кг;

$K_3^{об}$ ,  $K_3^d$  – коэффициенты заполнения бункера, соответственно, для стебельчатых кормов и многокомпонентной высокоэнергетической добавки;

$k$  – кратность кормления животных.

При выборе объема бункера необходимо учитывать наиболее многочисленную группу животных [3]. Недостатком в данном случае является неполная загруженность смесителя-раздатчика при раздаче кормосмесей малой по численности группе.

Установив в раздатчике-смесителе надставные борты, можно варьировать коэффициент использования машин.

Производительность (подача) выгрузных устройств раздатчика должна быть согласована с количеством корма, раздаваемого на 1 м длины кормушки (фронта кормления), и скоростью передвижения раздатчика вдоль этих кормушек.

Подающий конвейер (продольный транспортер) при определенной скорости перемещает к выгрузному окну за время  $t$  часть корма, приходящегося на 1 м кормушки. Тогда количество корма, раздаваемого на 1 м фронта кормления на одну сторону, определяют по формуле:

$$q = m / v_n t, \quad (8)$$

где  $m$  – масса корма на ленте транспортера, кг;

$v_n$  – скорость подающего конвейера, м/с;

$t$  – время заполнения кормом 1 м длины кормушки (время прохождения агрегатом 1 м пути) определяется по формуле:

$$t = l / v_a, \quad (9)$$

где  $v_a$  – скорость кормораздаточного агрегата (скорость передвижения раздатчика вдоль кормушек), м/с.

Тогда формула (8) имеет вид:

$$q = m v_a / v_n \quad (10)$$

Масса корма на ленте транспортера определяется по формуле:

$$m = l B h \rho_l K_n, \quad (11)$$

где  $B$  – внутренняя ширина желоба выгрузного транспортера, м;

$h$  – высота слоя транспортируемой массы, м;

$l$  – длина транспортера, м;

$\rho_l$  – плотность корма на ленте выгрузного транспортера, кг/м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий снижение производительности за счет движения корма на ленте с некоторым проскальзыванием ( $K_n = 0,94-0,98$ ).

Тогда количество корма, раздаваемое на 1 м фронта кормления на одну сторону, определяют по формуле:

$$q = Bh l \rho_1 K_n v_a / v_n. \quad (12)$$

Важным элементом технологического процесса раздачи кормов животным является соблюдение заданной нормы выдачи их животным. Обеспечить беспрепятственную, дозированную выдачу кормов можно только определив площадь выгрузного окна дозатора.

В общем виде площадь выгрузного окна можно определить по формуле:

$$S_{ок} = \frac{Q_k}{v_k \rho}, \quad (13)$$

где  $Q_k$  – заданная максимальная норма выдачи кормов животным в единицу времени, кг/с;

$v_k$  – скорость движения корма в рабочей зоне выгрузного окна, м/с;

$\rho$  – плотность корма, кг/м<sup>3</sup>.

Заданную максимальную норму выдачи кормов животным в единицу времени можно определить по формуле:

$$Q = \frac{v_{раз} m_k}{l_{раз}}, \quad (14)$$

где  $v_{раз}$  – скорость движения агрегата при раздаче кормов, м/с;

$m_k$  – масса скармливаемых кормов, кг;

$l_{разд}$  – длина фронта кормления одного животного, м.

Скорость движения корма в рабочей зоне выгрузного окна можно определить по формуле:

$$v_k = l_q \omega_{mp}, \quad (15)$$

где  $l_q$  – расстояние от частицы корма до края выгрузного транспортера в рабочей зоне выгрузного окна, м;

$\omega_{mp}$  – угловая скорость ведущего вала выгрузного транспортера, с<sup>-1</sup>.

В формуле (15) неизвестной величиной является расстояние  $l_q$ . Для его определения рассмотрим силы (рис. 2), действующие на частицу корма в момент схода с выгрузного транспортера:

– сила тяжести

$$F_m = m_k g, \quad (16)$$

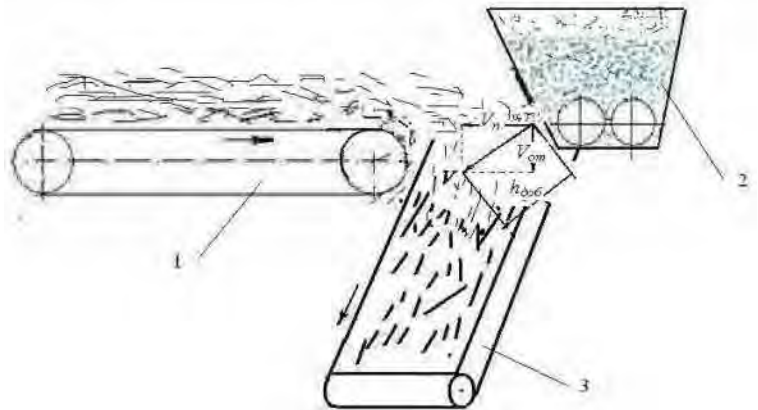


Рисунок 2. Схема к расчету дальности полета взаимопересекающихся во взвешенном состоянии потоков кормов:

1 – транспортер стебельчатых кормов; 2 – смеситель-дозатор многокомпонентной высокоэнергетической добавки; 3 – выгрузной транспортер кормосмеси

где  $m_k$  – масса частицы корма, кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

– сила трения корма о выгрузной транспортер

$$F_{mp} = f m_k g, \quad (17)$$

где  $f$  – коэффициент трения частицы корма;

– центробежная сила

$$F_c = m_k \omega_{mp}^2 l_q, \quad (18)$$

– кориолисова сила

$$F_{кор} = 2 m_k \omega_{ш} \frac{dl_q}{dt_q}, \quad (19)$$

где  $dl_q / dt_q$  – скорость перемещения частицы в радиальном направлении, м/с;

$t_q$  – время перемещения частицы корма в радиальном направлении, с.

Сила трения частицы

$$F_{мп.л} = f (F_{кор} + F_{mp}). \quad (20)$$

Тогда с учетом перечисленных сил получим дифференциальное уравнение относительного движения частицы корма [4]

$$- m_k \frac{d^2 l_q}{dt_q^2} + m_k \omega_{ш}^2 l_q - f m_k g - f (2 m_k \omega_{ш} \frac{dl_q}{dt_q} + f m_k g) = 0. \quad (21)$$

После преобразования уравнение (21) имеет вид

$$l_q = \frac{fg}{\omega_{ш}^2} \left[ \left( 1 - \frac{f + \sqrt{f^2 + 1}}{2\sqrt{f^2 + 1}} \right) e^{t_q \omega_{ш} (f + \sqrt{f^2 + 1})} + \left( \frac{f + \sqrt{f^2 + 1}}{2\sqrt{f^2 + 1}} \right) e^{t_q (f - \sqrt{f^2 + 1})} - 1 \right]. \quad (22)$$

Подставив значения (22) в уравнение (13), определим уточненную площадь выгрузного окна:

$$S_{ок} = \frac{v_{раз} m_k}{\omega_{ш} \rho l_{раз} \left[ R_{ш} - (C_1 e^{(f \omega_{ш} + \omega_{ш} \sqrt{f^2 + 1}) t_c} + C_2 e^{(f \omega_{ш} - \omega_{ш} \sqrt{f^2 + 1}) t_c} - \frac{fg}{\omega_{ш}^2}) \right]} \cdot (23)$$

Из формулы (23) видно, что размеры окна, предназначенного для выгрузки кормов с бункера, зависят от физико-механических свойств корма, параметров выгрузного устройства, нормы выдачи корма животным и времени перемещения частицы корма по выгрузному транспортеру в момент ее поступления в выгрузное окно смесителя-дозатора. Для изменения нормы скармливания кормов выгрузное окно перекрывается подвижной заслонкой.

#### Выводы

Для эффективного использования смесителя-раздатчика (особенно самоходных смесителей-раздатчиков), вместимость бункера должна обеспечивать животных кормами в течение установленного зоотехническими требованиями времени за несколько рейсов (циклов) раздачи.

Производительность выгрузных устройств раздатчика должна быть согласована с количеством корма, раздаваемого на 1 м длины кормушки (фронта кормления) и скоростью передвижения раздатчика

вдоль этих кормушек.

Размеры окна для выгрузки кормов с бункера зависят от физико-механических свойств корма, параметров выгрузного устройства, нормы выдачи корма животным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Передня, В. И. Малозатратные технологические процессы – основа получения конкурентоспособной продукции / В. И. Передня. – Минск, 2013. – 133 с.
2. Китун, А. В. Определение рациональной вместимости бункера-питателя кормов / А. В. Китун, В. И. Передня // Вестник Белорусской Государственной Сельскохозяйственной Академии, 2006. – № 3. – С. 132-135.
3. Китун, А. В. Методика расчета числа транспортных средств для транспортировки кормов / А. В. Китун, Г. А. Радишевский, В. И. Передня, Н. Г. Радишевская // Инженерный вестник, 2006. – № 2. – С. 31-34.
4. Передня, В.И. Технические средства для приготовления и раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: монография / В.И. Передня, А.В. Китун // Беларуская навука. – Минск, 2014. – С. 91.

УДК 621.43.001.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.02.2015

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРЕГАТОВ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ПО ЗНАЧЕНИЮ ОБЪЕМНОГО КПД

Д.А. Жданко, канд. техн. наук, доцент, Д.И. Сушко, аспирант, И.В. Загородских, студент (БГАТУ)

#### Аннотация

*Приведен метод оценки технического состояния аксиально-плунжерных гидравлических насосов и моторов гидростатической трансмиссии по утечкам рабочей жидкости и ее аналитическая связь с объемным коэффициентом полезного действия.*

*The article deals with the essence of the method of diagnosing axial plunger hydraulic pumps and motors hydrostatic transmission speed of pressure drop and its relationship with analytical coefficient volumetric efficiency.*

#### Введение

Применение гидростатических трансмиссий в самоходных машинах позволяет получать более широкий диапазон скоростных режимов, что улучшает их маневрирование и тяговые характеристики. Она обеспечивает бесступенчатое изменение скорости, большую конструктивную гибкость, возможность осу-

ществлять автоматическое управление, высокую защиту во время перегрузок, легкий отбор мощности на навесное оборудование и максимальное использование мощности двигателя даже на малых скоростях [1].

Вместе с тем они не лишены недостатков, к которым следует отнести требовательность их к высокой культуре обслуживания и повышенную сложность отдельных узлов. Наиболее уязвимыми агрега-