

УДК 637.11

М. К. Бралиев, доцент, **Р. Д. Мукашев**, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», г. Уральск, РК

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ САМОКОРМУШКИ**Аннотация**

В статье предложена самокормушка с датчиками контроля верхнего и нижнего уровня. Также обоснованы параметры самокормушки с решением задач по автоматизации подачи корма, исключение зависания корма в бункере и постоянный доступ животных к корму по фронту.

Ключевые слова: кормушка, датчик контроля верхнего уровня, датчик контроля нижнего уровня, питающий транспортер, электропривод, корыто, масса резервирования, бункер.

Средства автоматизированной раздачи сухих кормов, используемые за рубежом, дороги и требуют обеспечения жестких условий эксплуатации по свойствам кормов и обслуживанию оборудования. Удешевление технологии возможно с использованием, в частности, упрощенной конструкции конечной системы и управления процессом с контролем подачи корма только в последнюю самокормушку ряда станков [1...6].

Задача автоматизированного кормления свиней сухими кормами решается при выполнении четырех условий:

- автоматизации подачи корма в бункер 1 (см. рисунки 1, 2) самокормушки;
- надежного контроля верхнего и нижнего уровня корма в бункере 1, по достижении которых обеспечивают соответственно отключение и включение подачи корма;
- исключение зависания корма в бункере 1;
- непрерывное сохранение доступа животных к корму.

Автоматизированная подача корма может осуществляться с подачей управляющих сигналов на электропривод от датчиков 4 и 5 контроля максимального (h_{max}) и минимального (h_{min}) уровней корма в бункере 1. При заполнении бункера 1 на высоту h_{max} питающий транспортер отключается, с понижением уровня корма в бункере 1 до h_{min} питающий транспортер включается.

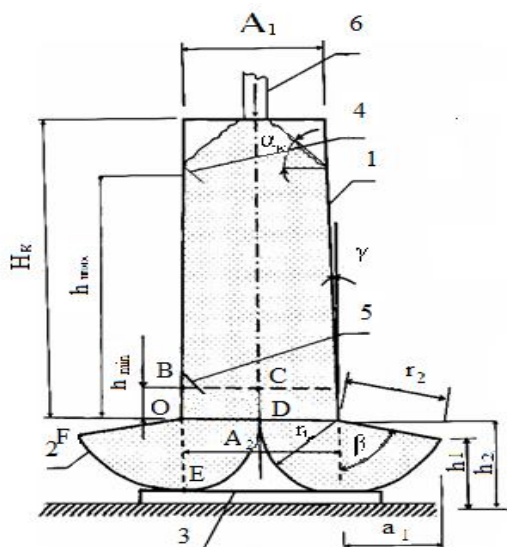


Рисунок 1 – Общий вид автоматизированной самокормушки

1 – бункер; 2 – корыто; 3 – салазки; 4 – датчик верхнего уровня; 5 – датчик нижнего уровня; 6 – питатель

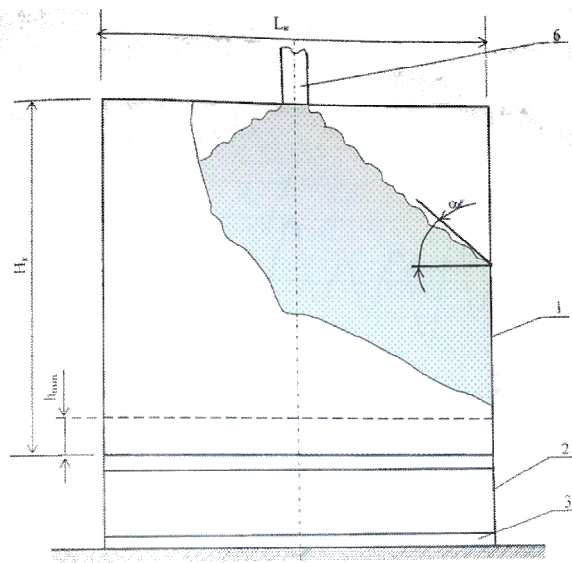


Рисунок 2 – Фронтальный вид автоматизированной самокормушки [3]
1 – бункер; 2 – корыто; 3 – салазки; 6 – питатель

Минимальное количество (Q_{min}) корма в крайней кормушке должно удовлетворять условию [2]:

$$Q_{min} \geq 3 \sigma_q t_{ц} + Q_p, \quad (1)$$

где σ_q – среднее квадратическое отклонение интенсивности поедания ($q_{жс}$) корма группами животных, расположенных в одном станке, кг/с·h;

$t_{ц}$ – время цикла использования самокормушек от h_{max} до h_{min} (время между включениями транспортера), с;

Q_p – резервное количество корма в кормушке (рисунок 3), кг.

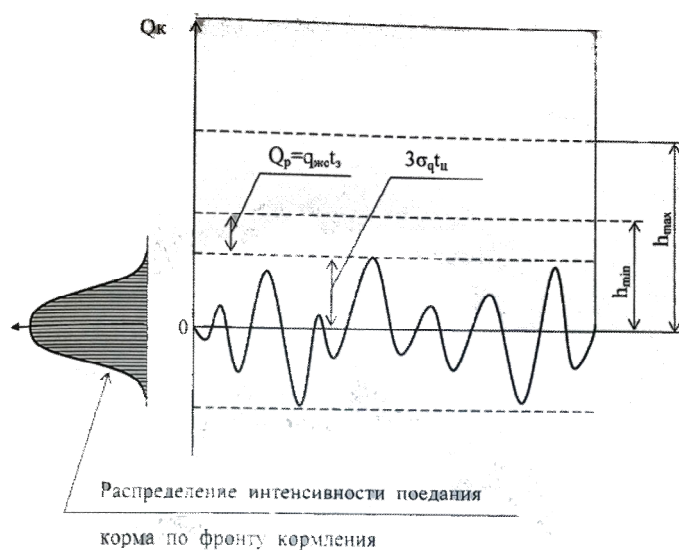


Рисунок 3 – Схема анализа структуры резервного корма в крайней кормушке

Величина Q_p должна быть достаточной для обеспечения животных кормами в течение времени заполнения (t_z) кормушек полуветвью транспортера (рисунок 3) [2, 4]:

$$Q_p = q_{жс} t_z, \quad (2)$$

где $q_{жс}$ - интенсивность поедания корма животными, содержащимися в одном станке и пользующимися одной кормушкой, кг/с;

t_z – время заполнения транспортером полурыда кормушек без учета последней ($n_{ст}/4 - 1$), с;

$n_{ст}$ - общее количество станков в двухрядном помещении, шт.

Величина t_z соответствует критической ситуации распределения остатка корма, когда Q_{min} приходится на крайнюю кормушку.

При соблюдении условия (1) все животные по фронту кормления будут иметь постоянный доступ к корму, что исключит их стрессовое состояние.

Величина $q_{жс} = 9q_{жс}$ может быть определена из условий: в двухрядном ($n_p = 2$) помещении содержится $n = 1000$ голов; максимальная суточная норма кормления $H_c = 3$ кг/гол; время активного поедания суточного рациона кормления $t_c = 0,75 T_c$ ($T_c = 24$ часа); животные размещены в 36 станках ($n_{ст}$) по 28 голов в каждом ($H_c = 28$); в каждом станке размещена 1 автоматизированная двухсторонняя самокормушка длиной $L_k = 1$ м (то есть, фронт кормления в одном станке составляет 2 п.м., он достаточен для одновременного кормления 6-и свиней и обслуживания до 30-и поросят в режиме самокормления).

При обслуживании транспортером полуветви (9 станков, 250 голов) интенсивность поедания корма животными составит:

$$q_{жс} = H_c \frac{n}{4} / 0,75 T_c 3600 = 3 \times 250 / 0,75 \times 24 \times 3600 \approx 0,0116 \text{ кг/с}. \quad (3)$$

Производительность полуветви питающего транспортера, эквивалентная интенсивности поедания корма животными, будет:

$$W_z = q_{жс} \times 3600 \approx 42 \text{ кг/ч}. \quad (4)$$

С увеличением производительности транспортер (W) будет работать в режиме частичного включения в расчете на активный период содержания животных. Например, при $W = 252$ кг/ч продолжительность его включенного состояния $t_{вк} = 0,75 T_c W_z / W = 3$ ч.

Очевидно, что при $W = 750$ кг/ч (расчетное значение 756 кг/ч обусловлено округлением величины $q_{жс}$) время включенного состояния полуветви составит 1 ч.

В оценку неравномерности поедания корма животными одного станка принимается значение:

$$q_{жс} = H_c n_{ст} / 0,75 T_c 3600 = 3 \times 28 / 0,75 \times 24 \times 3600 \approx 0,013 \text{ кг/с}. \quad (5)$$

Величина резервного количества корма (Q_p) определяется из условия потребности животных в корме за время заполнения (t_z) полуветвью транспортера ($n_{ст}/4 - 1$) станков. По истечении времени t_z восемь кормушек уже заполнены, начинается 9-й (крайней – с контролем уровня) – отсчет минимального количества корма (Q_{min}) заканчивается [1...6].

Поэтому:

$$t_z = 8V_0 \rho / W, \quad (6)$$

где V_0 - объем корма в кормушке – сверх уровня h_{min} , m^3 ;

ρ - плотность корма насыпная, kg/m^3 .

Если принять во внимание, что высота H_k совпадает с вершиной насыпного конуса корма, то величину V_0 можно определить по формуле:

$$V_0 \approx L_k (c) * [(A_1 + A_2)/2] - A_1 (\frac{L_k}{2}) \text{tg} \alpha. \quad (7)$$

Тогда:

$$t_z = 8 \rho \{c(H_k - h_{min}) * [\frac{A_1 + A_2}{2}] - A_1(\frac{L_k}{2})\text{tg}\alpha\} / W. \quad (8)$$

Необходимо отметить, что ряд размерных характеристик корыта 2 самокормушки определяется зоотехническими требованиями, установленными на основе практического применения технологии самокормления: $a_1 = 0,3$ м; $h_1 = 0,165$ м. С учетом указанных определяющих размеров корыта 2 производные его размеры будут: $r_1 = 0,15$ м; $h_2 = 0,2$ м, $r_2 = 0,31$ м; $\beta = 75^\circ$.

Из конструктивных соображений профиль корыта 2 по дуге DE выполнен с кривизной r_1 , а по дуге EF – с переменной кривизной $r_1 \dots r_2$.

Если принять высоту бункера 1 самокормушки, равную 1 м, то необходимость размещения датчиков контроля верхнего 4 и нижнего 5 уровней корма будет определять размеры: $h_{min} = 0,1$ м; $h_{max} = 0,8$ м. Ширина бункера 1 у основания $A_2 = 2r_1 = 0,3$ м.

Для предотвращения зависания корма в бункере 1 его стенки должны быть расположены под отрицательным углом наклона ($\gamma >$) относительно центральной оси. Поэтому $A_2 > A_1 =$, м.

С учетом принятых и обоснованных параметров самокормушки необходимо проверить:

- достаточность Q_{min} по условию (1);
- кратность заполнения бункера самокормушки по суточной потребности животных в корме.

Остаточное количество корма в кормушке (Q_{min}) после срабатывания датчика контроля нижнего уровня будет:

$$Q_{min} = 2\rho(V_1 + V_2 + V_3), \quad (9)$$

где V_1 – объем корма в профиле OBCD кормушки, м^3 ;

V_2 – объем корма в профиле ODE, м^3 ;

V_3 – объем корма в профиле OEF, м^3 .

Указанные объемы можно определить по формулам:

$$\begin{aligned} V_1 &= h_{min} A_2 L_k / 2; \\ V_2 &= \pi r_1^2 L_k / 4; \\ V_3 &= \pi [(r_1 + r_2) / 2]^2 \beta / 360. \end{aligned} \quad (10)$$

Для принятых и обоснованных параметров кормушки, указанных выше, объемы V_1 будут:

$$\begin{aligned} V_1 &= 0,1 * 0,3 * 1 / 2 = 0,015 \text{ м}^3; \\ V_2 &= 3,14 * 0,15^2 * 1 / 4 = 0,0175 \text{ м}^3; \\ V_3 &= 3,14 [(0,15 + 0,31) / 2]^2 * 75 / 360 = 0,0345 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Принимая $\rho = 600$ кг/м³ и подставляя значения V_1 –х объемов в уравнении (8), получим:

$$Q_{min} = 2 * 600 (0,015 + 0,0175 + 0,0345) = 80,4 \text{ кг}$$

Чтобы оценить величину $t_{\text{ц}}$ (время между включениями транспортера) и затем – правую часть соотношения (1), определим количество корма в бункере ($Q_{\text{б}}$), находящееся выше уровня h_{min} :

$$Q_{\text{б}} \approx \rho [H_k - 1,5 h_{min} - \text{tg}\alpha (A_1 + L_k) / 4] (A_1 + A_2) L_k / 2. \quad (11)$$

Подставляя значения параметров самокормушки в уравнение (9), получим для $\alpha = 45^\circ$:

$$Q_{\text{б}} \approx 600 [1 - 1,5 * 0,1 - 1 * (0,26 + 1) / 4] * (0,26 + 0,3) / 2 \approx 90 \text{ кг}$$

Из выполненных расчетов видно, что величина $Q_{\text{б}}$ на 7 % превышает суточную потребность животных (28 гол.), содержащихся в одном станке и обслуживаемых одной кормушкой при норме кормления 3 кг/гол.

Очевидно, что для оценки $t_{ц}$ необходимо брать одноразовое заполнение кормушек в сутки с учетом доли времени активного кормления животных.

Поэтому для $W = 750$ кг/ч:

$$t_{ц} = (0,75T_c - t_{БК}) * 3600 = (0,75 * 24 - 1) * 3600 = 61200 \text{ с.} \quad (12)$$

Принимая во внимание, что $t_{БК} = t_{Б} = 3600$ с при $W = 750$ кг/ч, правая часть соотношения (1) будет справедлива для $\sigma_q = 5\%$:

$$3\sigma_q q_{жс} t_{ц} + Q_p = q_{жс} (3\sigma_q t_{ц} + t_{Б}) = 0,0013(3 * 0,05 * 61200 + 3600) = 0,0013(9180 + 3600) \approx 16,6 \text{ кг.} \quad (13)$$

Из проведенных расчетов следует, что:

- для технологически обоснованных параметров корыта и h_{min} величина Q_{min} почти в 5 раз превышает уровень необходимого резервирования корма на неравномерность его поедания животными в различных станках (кормушках) при $\sigma_q = 5\%$;

- доля резерва, приходящаяся на скармливание корма в процессе заполнения (1 час), составляет 28% при $\sigma_q = 5\%$;

- для $\sigma_q = 5\%$ максимальная разница интенсивности поедания корма животными, содержащимися в разных станках составляет 15%.

Из вышеизложенного видно, что масса необходимого резервирования ($Q_{РЗ}$) корма в кормушке существенно зависит от σ_q , кратности заполнения бункера и W . Взаимосвязи этих величин представлены в таблице 1. Они определены с учетом соотношения:

$$Q_{РЗ} = 3\sigma_q q_{жс} t_{ц} + Q_p = q_{жс} (3\sigma_q t_{ц} + t_{Б}). \quad (14)$$

Из таблицы 1 видно, что масса резервного корма возрастает с увеличением σ_q и уменьшением кратности заполнения кормушек питающим транспортером [2, 3]. При максимальном значении $\sigma_q = 15\%$ и одноразовом заполнении величины $Q_{РЗ}$ составила 40,5 кг. То есть при реальных габаритах корыта и величине $h_{min} = 0,1$ м резервирование корма из условия разноинтенсивного его поедания в различных станках гарантировано обеспечивается с двухкратным запасом даже при $\sigma_q = 15\%$. При $\sigma_q = 15\%$ допустима почти двухкратная разница $q_{жс}$. Это подтверждает возможность автоматизации процесса раздачи сухих кормов на основе контроля уровня корма в одной (крайней) кормушке полуветви транспортера.

Таблица 1 – Количество резервного корма в кормушке ($Q_{РЗ}$) в зависимости от σ_q , $t_{ц}$, $t_{Б}$, кг

Условия заполнения кормушек → Среднеквадратическое отклонение интенсивности поедания корма, σ_q, % ↓	Кратность заполнения 6 раз/сут.		
	1	2	3
	$t_{ц} = 17$ ч $t_{Б} = 1$ ч	$t_{ц} = 8$ ч $t_{Б} = 1$ ч	$t_{ц} = 5,0$ ч $t_{Б} = 1$ ч
5	16,6	10,3	8,2
7	21,4	12,5	9,6
9	26,2	14,8	11,0
11	30,9	17,0	12,4
13	35,7	19,3	13,8
15	40,5	21,5	15,2

При суточной величине времени активного кормления ($0,75 T_c = 18$ часов) расчетные циклы времени между заполнениями кормушек составляют 17,8 и 5 ч, которые соответствуют 1-но, 2-х и 3-х разовому заполнению в сутки. Сохраняя продолжительность разового заполнения кормушек ($t_z = 1$ ч) во всех случаях изменения кратности, возможно использовать питающие транспортеры с производительностью соответственно 750, 500 и 250 кг/ч.

При двух и трехразовом заполнении кормушек создаются предпосылки уменьшения объема бункера (V_B) – сократить объем соответственно в 2 и 3 раза, сохраняя гарантии резервирования разноинтенсивного поедания. Уменьшение V_B позволит снизить H_K и увеличить γ , что будет способствовать снижению слеживаемости корма в бункере и улучшению процесса его истечения в корыто. Изучение процессов слеживаемости и истечения корма в зависимости от H_K , γ и t_z представляет собой последующую задачу экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мельников С. В. Технологическое оборудование свиноводческих комплексов / С. В. Мельников, В. В. Калюга, В. Н. Афанасьев. – М.: Россельхозиздат. – 1979. – 173 с.
- 2 Малько В.В. Обоснование технологических и технических параметров самокормушек и результаты использования их при откорме свиней: дис. канд.с.-х.наук. – Краснодар, 2006. – 155 с.
- 3 Станкевич В. Л., Лапотко А. М., Сидоров В. Т. и др. Самодозирующая кормушка // Патент SU 2070386 A 01 K 5/500. 20.12.1996. Бюл. № 3.
- 4 Комплацкий В. И., Васильев В. А., Лабетиков В. М. Устройство для кормления свиней // Патент SU 2277774 C1 A01 K 5/02. 20.06.2004. Бюл. № 37.
- 5 Вагане В.Э. Сигнализатор уровня комбикорма / В.Э.Вагане, И.И.Лякк, А.Р. Реммель и др. // Приборы и системы управления. – 1976. – 187 с.
- 6 Дмитренко Л. П. Приборы с электромеханическими датчиками для контроля и регулирования уровня сыпучих сред / Л. П. Дмитренко // Приборы и системы управления. – 1976. – 195 с.

ТҮЙІН

Мақалада жоғарғы және төменгі деңгейді бақылау датчигі бар өзіндік азықтандыратын астау ұсынылған. Сондай-ақ азықты жеткізуді автоматизациялау, бункерде азықтың тұрып қалуын болдырмау және жануарлардың фронт бойынша азыққа үнемі қол жетімді күйде болу мәселелерінің шешімі белгіленген өзіндік азықтандыратын астаудың параметрлері негізделген.

Түйін сөздер: азықтандыру астауы, жоғарғы деңгейді бақылау датчигі, төменгі деңгейді бақылау датчигі, қуаттандыру тасымалдағышы, электроқозғалтқыш, астауша, резервілеу массасы, бункер.

RESUME

The self-feeding trough with sensors of control of the top and lower level is offered in the article. Self-feeding trough parameters with the solution of tasks of automation of giving of a forage, an exception of lag of a forage in the bunker and continuous access of animals to a forage on the front are also proved.

Keywords: feeding trough, the sensor of control of the top level, the sensor of control of the lower level, the feeding conveyor, the electric drive, a trough, a lot of reservation, the bunker.