

УДК 637.11

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ САМОКОРМУШКИ*Р.Д. Мукашев, магистрант,**М.К. Бралиев, доцент ВАК, тел. 8(776)914-19-91, mukashev_zko@mail.ru**Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана*

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

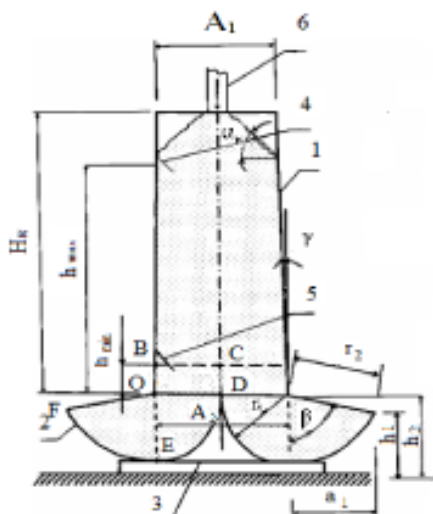
В статье предложена самокормушка с датчиками контроля верхнего и нижнего уровня. Также обоснованы параметры самокормушки с решением задач по автоматизации подачи корма, исключение зависания корма в бункере и постоянный доступ животных к корму по фронту.

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:

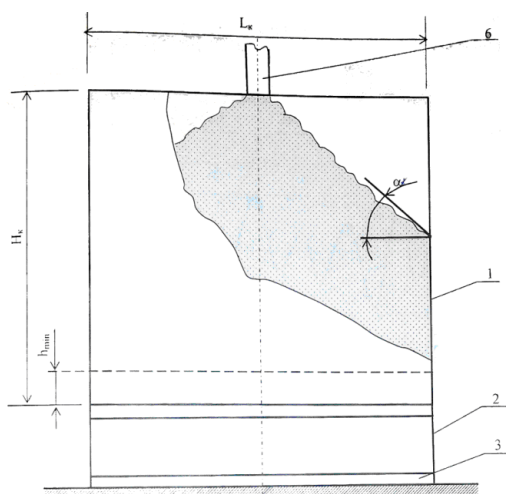
- автоматизации подачи корма в бункер 1 (см. рисунки 1, 2) самокормушки;
- надежного контроля верхнего и нижнего уровня корма в бункере 1, по достижении которых обеспечивают соответственно отключение и включение подачи корма;
- исключение зависания корма в бункере 1;
- непрерывное сохранение доступа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



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

Рисунок 1 – Общий вид автоматизированной самокормушки



1 – бункер; 2 – корыто; 3 – салазки; 6 – питатель

Рисунок 2 – Фронтальный вид автоматизированной самокормушки [3]

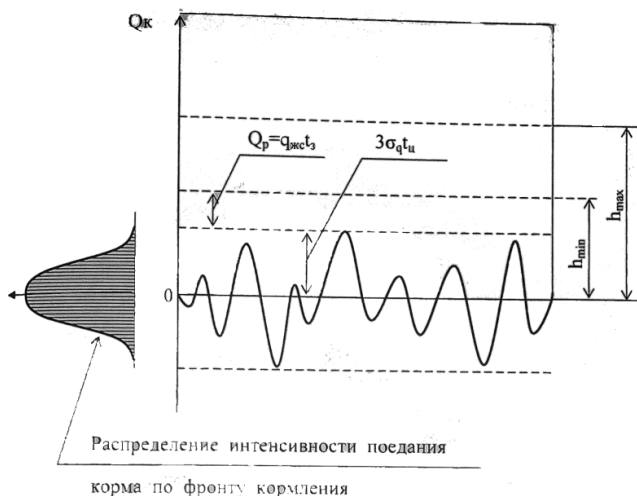


Рисунок 3 – Схема анализа структуры резервного корма в крайней кормушке

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 – среднеквадратическое 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.

Величина Q_p должна быть достаточной для обеспечения животных кормами в течение времени заполнения (t_3) кормушек полуветвью транспортера (рисунок 3) [2, 4]:

$$Q_p = q_{жс} t_3, \quad (2)$$

где Q_p – интенсивность поедания корма животным, содержащимися в одном станке и пользующимися одной кормушкой, кг/с; t_3 – время заполнения транспортером полуряда кормушек без учета последней ($n_{cm}/4 - 1$), с; n_{cm} – общее количество станков в двухрядном помещении, шт.

Величина t_3 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 состо-

яние.

Величина $q_{жк} = 9q_{жк}$ 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 ($n_{см}$) 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) интенсивности поедания корма животными составит:

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

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

$$W_{\text{э}} = q_{жк} \times 3600 \approx 42 \text{ кг/ч.} \quad (4)$$

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 $t_{вк} = 0,75 T_c W_{\text{э}} / W = 3$ ч.

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

В оценку неравномерности поедания корма животными одного станка принимается значение:

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

Величина резервного количества корма (Q_p) определяется из условия потребности животных в корме за время заполнения (t_3) полуветвью транспортера ($n_{см} / 4 - 1$) станков. По истечении времени t_3 восемь кормушек уже заполнены, начинается 9-й (крайней – с контролем уровня) – отсчет минимального количества корма (Q_{min}) заканчивается [1...6].

Поэтому:

$$t_3 = 8 v_0 \rho / W, \quad (6)$$

где v_0 - объем корма в кормушке – сверх уровня h_{min} , м³; ρ - плотность корма насыпная, кг/м³.

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

$$v_0 \approx L_x(c) \times \frac{(A_1 + A_2)}{2} - A_1 \left(\frac{L_x}{2} \right) \operatorname{tg} \alpha \quad (7)$$

Тогда:

$$t_3 = \frac{8\rho \left\{ c(H_x - h_{\min}) \times \left[\frac{A_1 + A_2}{2} \right] - A_1 \left(\frac{L_x}{2} \right) \operatorname{tg} \alpha \right\}}{W} \quad (8)$$

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 $A_2 = 2 r_1 = 0,3$ 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, м³; v_2 – объем корма в профиле ODE , м³; v_3 – объем корма в профиле OEF , м³.

Указанные объемы можно определить по формулам:

$$v_1 = \frac{h_{\min} A_2 L_K}{2}$$

$$v_2 = \frac{\pi r_1^2 L_K}{4} ; \quad (10)$$

$$v_3 = \frac{\pi \left[\frac{r_1 + r_2}{2} \right]^2 \beta}{360}$$

Для принятых и обоснованных параметров кормушки, указанных выше, объемы v_1 будут:

$$v_1 = 0,1 \times 0,3 \times 1/2 = 0,015 \text{ м}^3;$$

$$v_2 = 3,14 \times 0,15^2 \times 1/4 = 0,0175 \text{ м}^3;$$

$$v_3 = 3,14 \left[\frac{(0,15 + 0,31)}{2} \right]^2 \times 75/360 = 0,0345 \text{ м}^3.$$

Принимая $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ и подставляя значения v_i –х объемов в уравнении (8), получим:

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

Чтобы оценить величину t_u (время между включениями транспортера) и затем – правую часть соотношения (1), определим количество корма в бункере (Q_B), находящуюся выше уровня h_{min} :

$$Q_B \approx \rho [H_x - 1,5h_{min} - \text{tg}\alpha(A_1 + L_x)/4] (A_1 + A_2) L_x/2 \quad (11)$$

Подставляя значения параметров самокормушки в уравнение (9),

получим для $\alpha=45^\circ$:

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

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

Очевидно, что для оценки t_u необходимо брать одноразовое заполнение кормушек в сутки с учетом доли времени активного кормления животных.

Поэтому для $W = 750 \text{ кг/ч}$:

$$t_u = (0,75 T_c - t_{вк}) \times 3600 = (0,75 \times 24 - 1) \times 3600 = 61200 \text{ с.} \quad (12)$$

Принимая во внимание, что $t_{вк} = t_3 = 3600 \text{ с}$ при $W = 750 \text{ кг/ч}$, правая часть соотношения (1) будет справедлива для $\sigma_q = 5\%$:

$$3 \sigma_q q_{жс} t_u + Q_p = q_{жс} (3 \sigma_q t_u + t_3) = 0,0013(3 \times 0,05 \times 61200 + 3600) = 0,0013(9180 + 3600) \approx 16,6 \text{ кг.} \quad (13)$$

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 $\sigma_q = 5\%$;

Таблица 1 – Количество резервного корма в кормушке ($Q_{p\Sigma}$) в зависимости от σ_q, t_u, t_3 кг

Условия заполнения кормушек → Среднеквадратическое отклонение интенсивности поедания корма, $\sigma_q, \%$ ↓	Кратность заполнения 6 раз/сут.		
	1	2	3
	$t_u = 17$ ч $t_3 = 1$ ч	$t_u = 8$ ч $t_3 = 1$ ч	$t_u = 5,0$ ч $t_3 = 1$ 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

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 ($Q_{p\Sigma}$) 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:

$$Q_{p\Sigma} = 3 \sigma_q q_{жс} t_u + Q_p = q_{жс} (3 \sigma_q t_u + t_3). \quad (14)$$

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 $Q_{p\Sigma}$ 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.

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 ($t_3 = 1$

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_o) – сократить объем соответственно в 2 и 3 раза, сохраняя гарантии резервирования разноинтенсивного поедания. Уменьшение V_o позволит снизить H_k и увеличить u , 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 , u и t_c представляет собой последующую задачу экспериментальных исследований.

Библиографический список

1. Мельников С. В., Калюга В. В., Афанасьев В. Н., Технологическое оборудование свиноводческих комплексов. – М.: Россельхозиздат. – 1979 г. 173 с.
2. Малько В. В. Обоснование технологических и технических параметров самокормушек и результаты использования их при откорме свиней. // Диссертация КСХН/ Краснодар 2006 г., 155 с.
3. Станкевич В. Л., Лапотко А. М., Сидоров В. Т. и др. SU 2070386 А 01 К 5/500; Самодозирующая кормушка. – Бюль. № 3 от 20.12.1996 г.
4. Комплацкий В. И., Васильев В. А., Лабетиков В. М. SU 2277774 С1 А01 К 5/02 Устройство для кормления всиней. Бюль. № 37 от 20.06.2004 г.
5. Вагане В. Э., Лякк И. И., Реммель А. Р. и др. Сигнализатор уровня комбикорма. Приборы и системы управления, 1976 г. 187 с.
6. Дмитренко Л. П. Приборы с электромеханическими датчиками для контроля и регулирования уровня сыпучих сред. // Приборы и системы управления, 1976 г. 195 с.

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF A SELF-FEEDING TROUGH

Mukashev R.D., Braliev M.K.

Key words: *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.*

In article the self-feeding trough with sensors of control of the top and lower level is offered. 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.