

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО ПОДТАЛКИВАТЕЛЯ КОРМОВ

**И.А. Серебряков,**

*доцент каф. технологической эксплуатации автомобилей БНТУ, канд. техн. наук*

**Д.А. Григорьев,**

*зав. каф. технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**Ф.И. Назаров,**

*доцент каф. технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**Е.Л. Жилич,**

*зав. лабораторией РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*В статье обоснованы конструктивно-технологические параметры роботизированного подталкивателя кормов для обслуживания кормового стола молочно-товарной фермы. Описано устройство и принцип работы машины, выполнен расчет, определены рациональные геометрические, кинематические параметры и мощность привода основного рабочего органа. Разработан график работы подталкивателя, составленный с учетом технологических событий, формирующий условия для повышения поедаемости и сохранения питательных веществ кормового рациона.*

*Ключевые слова: молочное скотоводство, рациональное использование кормов, кормовой стол, автоматизация кормления, роботизированный подталкиватель, график работы, расчет рабочего органа, мощность привода.*

*The article substantiates the design and technological parameters of a robotic feed pusher intended for servicing the feeding table of a dairy farm. The structure and operating principle of the machine are described, calculations are performed, and the rational geometric and kinematic parameters as well as the drive power of the main working unit are determined. A work schedule for the feed pusher has been developed, taking into account technological events, which creates conditions for improving feed intake and preserving the nutritional value of the ration.*

*Keywords: dairy farming, rational use of feed, feeding table, feeding automation, robotic pusher, work schedule, working body calculation, drive power.*

### Введение

В соответствии с важнейшими документами по стратегии развития молочной и мясной отраслей (Директива о развитии села, Программа «Аграрный бизнес») предусмотрен комплекс мер по развитию кормопроизводства [1]. В этой связи организация полноценного кормления выступает как важнейшее условие повышения продуктивности и сохранения здоровья молочного стада. Для увеличения эффективности использования кормов в условиях современного промышленного животноводства необходимо внедрение в производство животноводческой продукции современных машин, способных заменить традиционные методы обслуживания кормового стола (ручное подталкивание или использование тракторной техники), которые имеют ряд существенных недостатков.

Одним из актуальных направлений развития кормопроизводства является создание отечественных специализированных подталкивателей кормов, в том

числе роботизированных. Их производством занимаются ведущие компании – Lely (Нидерланды), GEA Group (Германия), Pellon Group (Финляндия), DeLaval (Швеция), BouMatic (США), Imetec (Китай) и др.

В Республике Беларусь в настоящее время отсутствует собственное производство роботизированных подталкивателей кормов (РПК), соответствующих современным технологиям промышленного производства молока. Ряд отечественных предприятий выступают в качестве официальных представителей и дистрибьюторов зарубежных компаний, обеспечивающих поставку (сборку), монтаж и сервисное обслуживание. Научным и практическим исследованиям в области подталкивания кормов много внимания уделяли: А.С. Кормина [2, 3], П.А. Савиных [2, 3], С.Г. Чернова [4], А.В. Проскова [5], В.В. Кирсанова [6] и другие.

Цель работы – обоснование конструктивно-технологических параметров роботизированного подталкивателя кормов, обеспечивающих эффективное

перемещение кормовой массы, повышение поедаемости и снижение потерь питательных веществ рациона при обслуживании кормового стола современных молочно-товарных ферм и комплексов.

### Основная часть

В результате анализа различных конструкций роботизированных подталкивателей кормов для обслуживания кормового стола ферм крупного рогатого скота были сформулированы основные требования к разрабатываемой машине [3; 7-12]. В соответствии с современными требованиями РПК должен иметь в своем составе следующие системы и компоненты:

*Система навигации и ориентации в пространстве.* Роботизированный подталкиватель должен быть оснащен системой, обеспечивающей точное позиционирование и безопасное перемещение в условиях животноводческого помещения. Для решения данной задачи могут быть использованы технологии LiDAR-сканирования, стерео- и видеокamеры, ультразвуковые датчики, а также транспондеры. При этом навигация на основе магнитных полос и магнитных датчиков, широко используемая у большинства производителей, демонстрирует высокую надежность и простоту внедрения, что подтверждается ее распространенностью в серийных моделях;

*Рабочий орган для подталкивания корма.* К рабочим органам относятся вращающиеся бамперы, шнековые механизмы и ленточные системы. Наиболее перспективным является применение шнековых рабочих органов, которые позволяют не только подталкивать, но и частично перемешивать кормовую смесь, предотвращая ее расслоение и улучшая доступность корма для животных;

*Система подачи кормовых добавок.* Современные роботизированные подталкиватели должны предусматривать возможность добавления на кормовой стол различных добавок и аттрактантов, повы-

шающих питательную ценность и привлекательность корма, особенно в периоды снижения кормовой активности животных. В настоящее время используют сухие концентраты, минеральные добавки мелассы и другие стимуляторы поедаемости;

*Система дистанционного управления.* РПК должны быть оснащены средствами мониторинга, включающими мобильные приложения, Wi-Fi или иные каналы связи. Это позволяет оператору контролировать работу оборудования, получать диагностическую информацию и оперативно корректировать параметры работы, повышая общую эффективность системы;

*Система автоматической подзарядки.* Наличие функции автоматической подзарядки предусматривает самостоятельное возвращение робота на зарядную станцию после завершения рабочего цикла или при снижении уровня заряда, без вмешательства обслуживающего персонала.

К роботизированному подталкивателю также предъявляются следующие технологические и технические требования:

- полная автономность работы, включая функционирование по заранее заданному расписанию без постоянного участия оператора;

- подталкиватель корма должен поддерживать заданную частоту циклов (обычно 3-4 раза в сутки на ферме средней продуктивности, на высокопродуктивных фермах – до 10 раз), обеспечивая равномерное распределение свежего корма;

- робот должен обеспечивать достаточную продолжительность работы от одного заряда аккумуляторных батарей, как правило, не менее 8-10 часов, что соответствует полному рабочему дню на ферме.

С учетом указанных требований разрабатываемый РПК представляет собой самоходную тележку с системой управления на базе одноплатного компьютера, предназначенную для движения вдоль кормового стола и подталкивания корма шнеком (рис. 1). Основу хо-

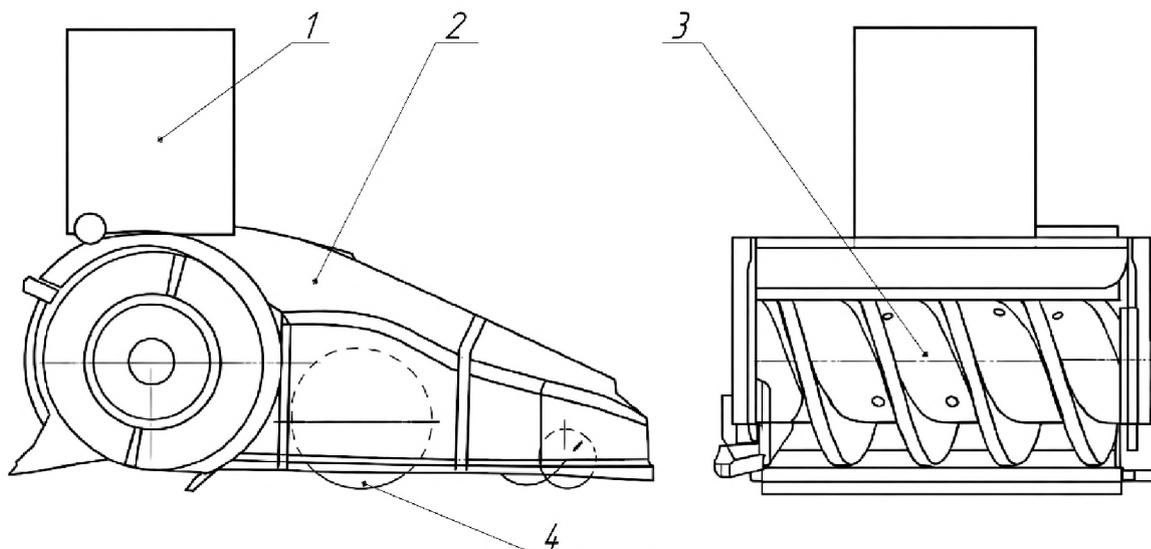


Рисунок 1. Общий вид роботизированных подталкивателей кормов для обслуживания кормового стола:  
1 – бункер-накопитель с дозирующим шнеком; 2 – корпус; 3 – рабочий орган; 4 – ведущие колеса

вой части составляют два тяговых электродвигателя с редукторами, размещенные в передней части корпуса. Движение осуществляется по принципу танкового хода при независимом управлении левым и правым колесами. Задняя часть машины служит опорой.

Ориентация и навигация выполняются с помощью магнитной полосы, уложенной в полу вдоль кормового прохода, и датчиков Холла в днище машины. Сигналы от датчиков позволяют системе управления точно удерживать заданную траекторию и корректировать ходовые двигатели при отклонениях. Управление питанием и безопасностью обеспечивают – аккумулятор (72 В), контроллер заряда и понижающие DC/DC-преобразователи для логики управления. Машина оборудована базовой станцией для автоматической зарядки (при стыковке с ней система автоматически заряжает батареи и переходит в режим ожидания до следующего цикла).

В рабочем режиме робот движется со скоростью 0,2-0,4 м/с вдоль кормового стола [12]. Шнек подталкиватель вращается постоянно на небольшой скорости и синхронизирован с движением тележки, равномерно проталкивая корм к ограждению, без резких толчков и разбрасывания. Дозирующий шнек в бункеро-накопителе позволит осуществлять посыпание комбикормом кормовой смеси. Производительность устройства для внесения добавок регулируется изменением частоты вращения двигателя привода дозатора, а режим подачи задается оператором через Wi-Fi-интерфейс или локальный пульт. Управление движением и режимом кормления возможно как дистанционно (через веб-интерфейс), так и локально (с помощью встроенного пульта). Локальный режим имеет приоритет для быстрого реагирования на непредвиденные ситуации (препятствия, сбой навигации) и аварийные остановки.

Выбор конструктивных параметров основного рабочего органа зависит от совокупности технологических, конструктивных и эксплуатационных факторов. Применение шнекового рабочего органа в роботизированном подталкивателе обеспечивает контролируемое рыхление и частичное перемешивание кормовой массы, что способствует кратковременной аэрации корма. В результате механического воздействия разрушается подсохшая корка, обнажается более влажный и свежий слой, усиливаются органолептические свойства за счет высвобождения летучих органических кислот, формирующих характерный аромат качественного силоса. Это стимулирует подход животных к кормовому столу.

Совмещение процесса подталкивания корма с внесением (посыпанием) концентратов или других аттрактантов позволяет обеспечить пролонгированный стимулирующий эффект – корова вынуждена потреблять больше основного корма, чтобы «найти» включения комбикорма. При правильно организованной работе оборудования поверхностная аэрация также выполняет функцию управляемого удаления

аэробной биопленки, ограничивая развитие вторичной ферментации в глубине кормовой массы и снижая риск локальной порчи.

Однако при выборе параметров и режимов работы шнекового рабочего органа необходимо учитывать ряд потенциальных отрицательных эффектов. Активация аэробной микрофлоры и вторичная ферментация могут повлечь за собой микробиологический сдвиг, когда при доступе кислорода активируются дрожжи, плесени и уксуснокислые бактерии. Они используют в качестве субстрата наиболее ценные компоненты (молочную кислоту, остаточные водорастворимые углеводы (сахара и пектины)) с образованием тепла, CO<sub>2</sub>, спиртов и уксусной кислоты. Такие явления могут повлечь за собой потери питательной ценности и саморазогрев корма. Потери сухого вещества могут достигать 3-10 % в сутки на разогретом участке [12]. Продукты аэробной порчи (уксусная кислота, спирты) ухудшают вкусовые качества, делают корм кислым, прогорклым, что сводит на нет эффект от посыпки комбикормом.

Таким образом, использование аэрации для усиления эффекта от посыпки комбикормом представляет собой оправданный прием, применение которого допустимо только при условии жесткого контроля, когда выгода от увеличения общего потребления сухого вещества (за счет улучшения поедаемости) превышает потери от потенциального снижения жирности молока и порчи корма. Решающим фактором становится точная синхронизация работы оборудования с поведенческими ритмами животных, чтобы аэрированный корм съедался в короткое время. Оптимальная стратегия использования аэрации предполагает максимально использовать органолептический эффект и минимизировать аэробную порчу. На основании принципов организации технологии производства молока с учетом основных технологических событий был разработан почасовой график работы роботизированного подталкивателя кормов на примере двухразового доения и раздачи основного корма (табл. 1).

Применение данного графика позволит привязать работу РПК к расписанию доения и раздачи основного корма. В результате рекомендованное количество проходов составит 11, два из которых будут с посыпанием кормового стола аттрактантом (комбикормом). Разработанный график обеспечивает: синхронизацию с биоритмами коров при двухразовом доении; безопасное дозирование аттрактанта; постоянную доступность свежего, привлекательного корма за счет работы РПК; рациональную загрузку оборудования (10 % от времени суток).

В качестве основного рабочего органа предлагается применять шнек с изменяемым шагом витков по его длине (рис. 2). Данная конструкция позволит нивелировать неравномерность распределения кормов по кормовому столу и избежать забивания шнека.

**Таблица 1. Почасовой график работы роботизированного подталкивателя кормов для двухразового доения/раздачи**

Цикл	Время начала цикла	Событие / Обоснование	Операция (режим)
1	05:00	Синхронно (с началом утреннего доения, пробуждения коров)	Подталкивание или очистка кормового стола
	6:00	Раздача основного корма	Зарядка
2	06:15	Через 15 мин. после утренней раздачи; коровы активно едят	Подталкивание (интенсивный)
3	07:30	Через 1,5 часа после раздачи; в период активного доения	Подталкивание (интенсивный)
4	09:30	После завершения утреннего доения закрепление эффекта	Подталкивание (интенсивный) и внесение аттрактанта (комбикорм)
5	12:00	Проход между пиками потребления корма	Подталкивание (поддерживающий)
6	15:00	Проход между пиками потребления корма	Подталкивание (поддерживающий)
7	17:00	Синхронно (с началом вечернего доения, подготовка стола)	Подталкивание (интенсивный)
		Раздача основного корма	Зарядка
8	18:15	Через 15 мин. после вечерней раздачи	Подталкивание (интенсивный)
9	19:30	Через 1,5 часа после раздачи; в период активного доения	Подталкивание (интенсивный)
10	21:30	После завершения вечернего доения; ночной пик	Подталкивание (интенсивный) и внесение аттрактанта (комбикорм)
11	00:00	Ночной проход	Подталкивание (поддерживающий)

Коэффициент заполнения шнека по его длине в процессе работы является неравномерным и изменяется по мере приближения к ограждению кормового стола. Оптимальная загрузка шнека достигается при условии, что перемещаемая кормовая масса не достигает поверхности вала.

При несоблюдении данного условия кормовая масса дополнительно уплотняется за счет поступательного движения шнека, в результате чего возрастает сопротивление перемещению, увеличивается нагрузка на привод и снижается энергетическая эффективность работы подталкивателя. Допустимую величину коэффициента заполнения с учетом данного условия (из схемы, представленной на рисунке 2) можно найти по формуле:

$$\psi = \frac{V_{\text{реком}}}{V_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{реком}}$  – объем рекомендованный,  $\text{м}^3$ ,

$$V_{\text{реком}} = \left( \frac{\pi D^2}{16} + \frac{D^2}{4} - \frac{d \cdot D}{2} \right) L, \quad (2)$$

$V_{\text{общ}}$  – объем общий,  $\text{м}^3$ ,

$$V_{\text{общ}} = \left( \frac{\pi D^2}{8} + \frac{D^2}{2} \right) \cdot L. \quad (3)$$

Подставив в формулу 1 формулы 2 и 3, после преобразований получим

$$\psi = 0,5 - \frac{4 \cdot d}{D \cdot (\pi + 4)}. \quad (4)$$

Из формулы 4 можно найти диаметр витков при условии, что диаметр вала известен

$$D = \frac{8d}{\pi(1 - 2\psi) + (4 - 8 \cdot \psi)}. \quad (5)$$

Диаметр вала шнека принимается из прочностных, эксплуатационных и конструктивных условий, одним из которых является недопущение наматывания корма на вал шнека. Для этого его диаметр должен удовлетворять условию:

$$d_{\text{min}} \geq \frac{l_{\text{рез}}}{\pi}, \quad (6)$$

где  $l_{\text{рез}}$  – максимальная длина резки компонентов кормовой смеси.

Максимальная длина резки компонентов кормовой смеси для крупного рогатого скота не должна превышать 40-50 мм [13], что обеспечивает однородность TMR (Total Mixed Ration), предотвращает сортировку корма животными и способствует нормальному протеканию жвачного процесса.

$$d_{\text{min}} \geq \frac{0,05}{3,14} = 0,016 \text{ м.}$$

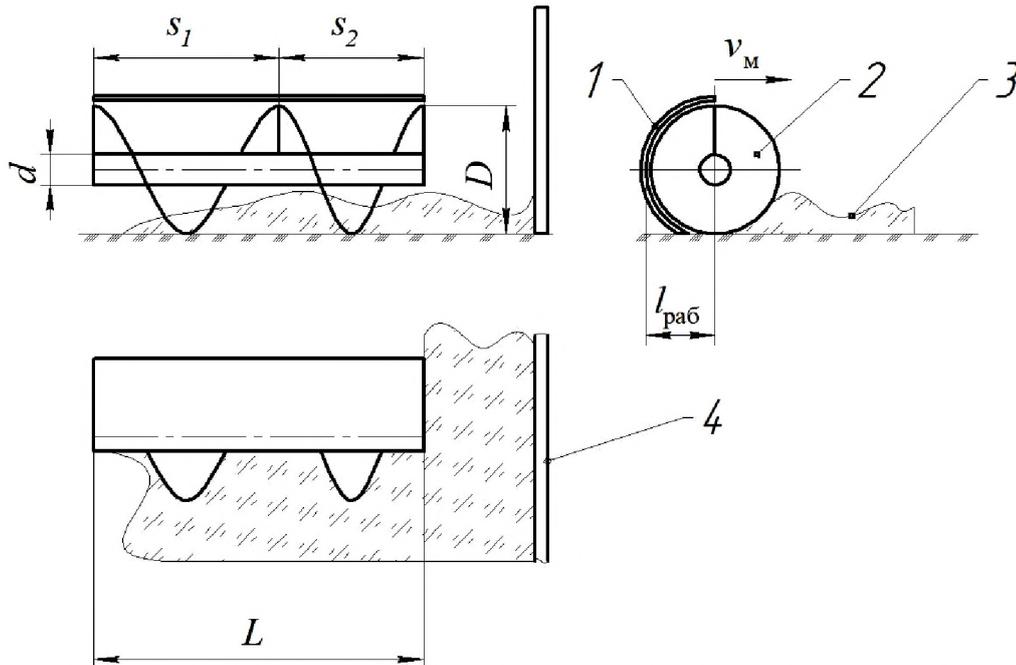


Рисунок 2. Схема шнекового рабочего органа: 1 – кожух шнека; 2 – шнек; 3 – кормовая смесь; 4 – ограждение кормового стола;  $s_1, s_2$  – шаги витков шнека (могут быть переменными для регулирования подачи или усилия);  $d$  – диаметр вала шнека;  $D$  – наружный диаметр шнека;  $L$  – длина зоны подталкивания (рабочая длина шнека);  $l_{раб}$  – рабочий зазор или расстояние до зоны контакта материала;  $v_M$  – скорость перемещения материала

В рассматриваемых аналогах диаметр витка шнека колеблется в пределах 0,25-0,5 м. Принимаем диаметр вала шнека – 40 мм.

Рекомендованный максимальный коэффициент заполнения шнека для типовых условий эксплуатации машины составляет 0,45, поэтому диаметр витков шнека принимаем – 448 мм [14].

Частоту вращения шнека необходимо согласовать со скоростью движения подталкивателя кормов  $v_{подт}$ . Максимальная эффективность будет обеспечена при условии, что масса не накапливается в рабочем пространстве, так как это приводит к возрастанию нагрузки на приводные колеса и переуплотнению кормовой смеси. Расстояние от момента подхвата витком шнека до кожуха шнека  $l_{раб}$  (рис. 2) может быть определено из выражения

$$l_{раб} = \frac{D}{2} + \lambda, \quad (7)$$

где  $\lambda$  – зазор между кожухом и витком шнека, 0,008 м [14].

Кормовая смесь относительно подталкивателя кормов перемещается в двух направлениях: вдоль оси шнека (за счет его вращения) и перпендикулярно оси шнека (за счет поступательного движения подталкивателя).

Время, необходимое для перемещения подталкивателя на расстояние  $l_{раб}$ , найдем по формуле

$$t_1 = \frac{l_{раб}}{v_{подт}}. \quad (8)$$

Время, необходимое для перемещения кормовой смеси вдоль оси шнека, составит:

$$t_2 = \frac{L}{s \cdot n}. \quad (9)$$

Чтобы избежать переполнения шнека необходимо соблюдение условия:

$$t_1 = t_2$$

Тогда из формул 8 и 9 найдем частоту оборотов

$$n = \frac{L \cdot v_{подт}}{s \cdot l_{раб}}. \quad (10)$$

В соответствии с разработанными требованиями примем: скорость движения – 0,3 м/с; длину шнека – 1 м; шаг шнека – равным диаметру его витков (0,448 м). Тогда частота вращения шнека составит 173 об/мин. С учетом условий реальной эксплуатации основная масса корма располагается ближе к ограждению кормового стола и коэффициент заполнения рабочей зоны по длине шнека фактически ниже расчетного максимального. Данное обстоятельство (в совокупности с необходимостью минимизации энергозатрат) позволяет снизить частоту вращения на 40-60 %. Следовательно, с учетом фактического распределения кормовой массы вдоль кормового стола рациональная частота вращения шнека составляет 70-105 об/мин, что соответствует диапазону, применяемому в серийных аналогах (60 об/мин и более в зависимости от скорости движения подталкивателя [3]), и обеспечивает устойчивую работу без переуплотнения кормовой смеси.

Для принятых на современных молочно-товарных фермах рационов и норм выдачи кормов максимальная производительность РПК должна составлять 25 кг/с [12]. Данное значение характерно для второго и восьмого цикла согласно таблице 1. В реальных условиях эксплуатации фактическая нагрузка на шнек значительно ниже расчетной предельной и определяется толщиной кормового слоя и частотой проходов.

Для обеспечения постоянной производительности и нагрузки на шнек разобьем его на участки с разным шагом, который будет зависеть от коэффициента заполнения. Коэффициент заполнения шнека по длине будет непостоянным и изменяться в пределах от 0,25 до 0,45. Шаг участков шнека можно определить по формуле [14]

$$s = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)n\psi c\rho}, \quad (11)$$

где  $n$  – частота вращения шнека, об/мин;

$c$  – коэффициент снижения производительности за счет наклона шнека. Для горизонтального расположения  $c=1$ ;

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

Плотность кормовых смесей, в состав которых входят силос, сенаж, концентраты, в зависимости от принятого для группы животных рациона, как правило, составляет 600-700 кг/м<sup>3</sup> [13].

На основании расчетов и анализа существующих конструкций предлагается применить шнек, состоящий из двух участков. Шаг первого участка составляет 0,58 м, а второго – 0,33 м. Расчетная длина шнека составит 0,91 м, что соответствует условию размеров кормового стола не менее 0,9-1,0 м [15] и дает 10 %-й запас по условию, исключающему переполнение рабочей зоны подталкивателя.

Мощность, необходимая на привод шнека, находится по формуле

$$N_{\text{шнек}} = Q \cdot g \cdot L \cdot w_0, \quad (12)$$

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

$w_0$  – опытный коэффициент сопротивления движению материала вдоль кожуха шнека (для кормовых смесей, применяемых на современных фермах, прием равным 2,5) [14, с. 392].

С учетом коэффициента запаса мощности (1,6), учитывающего неравномерную загрузку и возможные пуски под нагрузкой, необходимая мощность двигателя на привод шнека будет составлять 1,6 кВт.

### Заключение

В результате выполненного исследования обоснованы конструктивно-технологические параметры роботизированного подталкивателя кормов для обслуживания кормового стола молочно-товарных ферм и комплексов.

На основании анализа существующих конструкций и технологических требований к процессу обслуживания кормового стола обоснована схема роботизированного подталкивателя, включающая само-

ходную тележку с независимым приводом ведущих колес, систему навигации на основе магнитной полосы и датчиков Холла, шнековый рабочий орган перемного шага и систему автоматической подзарядки.

Предложенное техническое решение обеспечивает автономность работы, адаптацию к условиям современных молочно-товарных ферм и комплексов и возможность дистанционного мониторинга.

На основании принципов организации технологии производства молока с учетом основных технологических событий разработан почасовой график работы роботизированного подталкивателя кормов на примере двухразового доения и раздачи основного корма. Предложенная схема эксплуатации предусматривает 11 циклов в сутки, включая два цикла с дозированным внесением аттрактанта (комбикорма). Данный подход обеспечивает повышение поедаемости кормов, снижение риска вторичной аэробной порчи и рациональную загрузку оборудования.

Обоснованы основные параметры шнекового рабочего органа. При принятом диаметре вала 40 мм и допустимом коэффициенте заполнения 0,45 наружный диаметр витков шнека составил 0,448 м. Установлено, что рациональная частота вращения шнека при скорости движения подталкивателя 0,3 м/с находится в диапазоне 70-105 об/мин, что обеспечивает равномерное перемещение кормовой массы, без ее переуплотнения и избыточной нагрузки на привод. Определена требуемая мощность электродвигателя привода шнека с учетом коэффициента запаса, которая составила 1,6 кВт.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Республиканский семинар-совещание о развитии животноводства // Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь. – URL: <https://president.gov.by/ru/events/respublikanskiy-seminar-soveshchanie-o-razvitiizhivotnovodstva> (дата обращения: 13.02.2026).
2. Комкин, А.С. Исследование согласования числа оборотов активного рабочего органа робота-подталкивателя корма с его поступательной скоростью / А.С. Комкин, П.А. Савиных // Пермский аграрный вестник. – 2025. – № 3 (51). – С. 15-21.
3. Комкин, А.С. Исследование конструкционно-технологических параметров роботов-подталкивателей корма / А.С. Комкин, П.А. Савиных, Д.А. Токарев // Техника и технологии в животноводстве. – 2023. – № 4 (52). – С. 12-21.
4. Методика определения эффективности использования робота-подталкивателя кормов на молочных фермах / С.Г. Чернова, С.М. Баскаков, А.Г. Христенко, М.Н. Бабкин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2024. – № 4 (46). – С. 147-158.
5. Проскоков, А.В. Роботизированный подталкиватель кормов повышенной мобильности с активным

шнекоротором / А.В. Просококов, А.В. Алексин, В.Р. Рашитов // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов XIV Междунар. науч.-практ. конф., Юрга, 25-27 мая 2023 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Юргинский технологический институт. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2023. – С. 139-142.

6. Методика оптимизации параметров машинного кормления крупного рогатого скота / В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, Е.А. Никитин, И.М. Довлатов // Агроинженерия. – 2021. – № 1 (101). – С. 10-14.

7. Lely Juno: Automated feeding solution. – URL: <https://www.lely.com/solutions/feeding/juno/> (date of access: 21.12.2025).

8. Автоматический пододвигатель кормов GEA Frone. – URL: [https://westagro.by/catalog/kormlenie\\_zhivotnykh/gea\\_frone\\_avtomaticheskij\\_pododvigatel\\_kormov/](https://westagro.by/catalog/kormlenie_zhivotnykh/gea_frone_avtomaticheskij_pododvigatel_kormov/) (date of access: 21.12.2025).

9. BouMatic Robotic Feed Pusher FP-2. – URL: [https://boumatic.com/eu\\_nl/producten/robotic-feed-pusher-fp-2/](https://boumatic.com/eu_nl/producten/robotic-feed-pusher-fp-2/) (date of access: 21.12.2025).

10. Роботизированный пододвигатель кормов. – URL: <https://agro-ferm.ru/article/robotizirovannyj-pododvigatel-kormov/> (дата обращения: 21.12.2025).

11. Butler Gold Pro Feed Pusher. – URL: [https://boumatic.com/eu\\_en/products/butler-gold-pro-feed-pusher/](https://boumatic.com/eu_en/products/butler-gold-pro-feed-pusher/) – (date of access: 21.12.2025).

12. Обосновать принципиальную схему и параметры на опытный образец роботизированного подталкивателя кормов для обслуживания кормового стола КРС: отчет о НИР (заключ.) / Белор. гос. аграр. техн. ун-т; рук. М.А. Прищепов; исполн.: Д.А. Григорьев, Ф.И. Назаров, И.А. Серебряков [и др.]. – Минск, 2025. – 70 с. – № ГР 20251629.

13. Соколова, Е.Г. Кормление животных: курс лекций / Е.Г. Соколова. – Смоленск: Смоленская ГСХА, 2022. – Ч. 1. – 177 с.

14. Красниченко, А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин: в 2 т. / Под ред. А.В. Красниченко. – М.: Машиностроение, 1961. – Т. 1-2. – 830 с.

15. Feedpads and Contained Housing Guidelines: Guidelines for design and management of feedpads and contained housing for cattle / SADA (South Australian Dairyfarmers' Association). – Adelaide, 2015. – URL: <https://sada.asn.au/assets/sada/documents/Feedpads-and-Contained-Housing-Guidelines.pdf> – (date of access: 12.01.2026).

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.02.2026

### **Независимая навеска и система стабилизации штанги опрыскивателя «Мекосан-2500-18»**

*Предназначена* для снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Применение разработки позволяет эффективно гасить колебания штанги, возникающие вследствие движения колес опрыскивателя по неровности поверхности поля, что обеспечивает высокую равномерность распределения пестицидов по обрабатываемому объекту, а также повышение надежности несущей конструкции штанги.



#### **Основные технические данные**

Марка машины	Мекосан-2500-18
Производительность за 1 час времени, га:	
- сменного	10,9
- эксплуатационного	10,7
Система навески штанги на остов опрыскивателя	Независимая
Способ крепления рамки штанги к остову опрыскивателя	Параллелограммная навеска
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Габаритные размеры опрыскивателя в транспортном положении, мм, не более	6045x2425x2215
Габаритные размеры опрыскивателя в рабочем положении (при высоте установки штанги 600 мм), мм, не более	6045x18250x2215
Дорожный просвет, мм	350
Увеличение массы опрыскивателя, кг	на 120