

A.V. KITUN

Białoruski Państwowy Uniwersytet Agrotechniczny, Mińsk

V.I. PEREDNIA

Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Nauk Białorusi, Mińsk

W. TANAS

Akademia Rolnicza, Lublin

MOBILE MEANS FOR GIVING FODDERS TO CATTLE AND THE METHOD OF DEFINING THE AREA OF THEIR EFFICIENT APPLICATION

Summary

In the article the method of definition of the optimum variant of the mixer-feeder providing distribution of forages depending on the size of a cattle-breeding farm and the distance of transportation of forages is presented.

МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ КРУПНОМУ РОГАТОМУ СКОТУ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОБЛАСТИ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Summary

В статье приведена методика для определения оптимального варианта смесителя-раздатчика кормов в зависимости от размера животноводческой фермы и расстояния транспортировки кормов.

Организация процесса раздачи кормов является одним из источников снижения себестоимости животноводческой продукции /1/. По данным исследования /2/ на эту операцию расходуется горюче – смазочных материалов 2,5...2,8 ГДж на голову в год. Поиск путей снижения энергоемкости данного процесса неразрывно связан с технологией подготовки кормов к скармливанию, размером животноводческой фермы, выбором технологических средств для раздачи. Возможны три варианта раздачи кормов: стационарный, мобильный и комбинированный (мобильный + стационарный). Для реализации этих вариантов используются стационарные и мобильные кормораздатчики.

Раздачу кормов с использованием стационарных кормораздатчиков можно организовать, заблокировав их с выгрузными транспортерами измельчителя – смесителя и питателя силоса (сенажа). Грубые корма в этом случае включаются в состав многокомпонентной добавки. Преимуществом данного варианта приготовления и раздачи кормов является сокращение числа и номенклатуры транспортных средств. Однако, заблокировав кормоприготовительное оборудование со стационарным кормораздатчиком, до минимума уменьшается коэффициент использования машин. Данная схема, ввиду низкой эффективности, практического применения не нашла.

Транспортирование и раздача кормосмесей могут выполняться мобильными кормораздатчиками. Преимуществом данной схемы является более низкая удельная стоимость этих машин по сравнению со стационарными [3]. В течение рабочего времени мобильные кормораздатчики, как правило, работают более продолжительное время и могут раздавать корма в нескольких помещениях.

К недостаткам организации процесса раздачи кормов данными машинами относят необходимость наличия кормовых проездов внутри зданий. Ширина их должна быть от 1,4 до 2,2 м. Кроме того, мобильные

кормораздатчики создают шум и загрязняют воздух выхлопными газами.

При комбинированном способе организации раздачи кормосмесей, мобильными кормораздатчиками на транспортерную ленту выгружаются объемные корма и наверх многокомпонентная добавка.

Такой способ позволяет использовать ранее установленные на фермах стационарные раздатчики, однако увеличивает число перевалочных операций. Вместе с тем, следует отметить что стационарные кормораздатчики типа КРС- 15 и ТВК-80Б в полной мере не отвечают зоотехническим требованиям. Главной, негативной причиной является частичное поедание кормов животными в процессе распределения их по фронту кормления. При стационарной раздаче, неравномерность выдачи корма на 1 м. фронта кормления коров достигает 9...11%. Из них, около 3% затаскиваются обратной ветвью под транспортер (ТВК-80Б) и 6...8% сбрасываются в виде несъедобных остатков перед каждой раздачей.

Существенным недостатком стационарных кормораздатчиков является недостаточное резервирование необходимой безотказности оборудования. Процесс раздачи кормов по всему фронту кормления прекращается при выходе из строя любого из технических элементов данного кормораздатчика. Процесс же раздачи кормов мобильными кормораздатчиками менее чувствителен к техническим неисправностям. Так, при выходе из строя кормораздатчика на любой стадии работы процесс раздачи кормов только увеличится по времени. Раздача кормов в этом случае производится другими машинами, участвующими в данном процессе.

Кроме того, несмотря на ряд отмеченных недостатков, только мобильными кормораздатчиками можно организовать механизированную выдачу кормов на выгульных площадках и в летних лагерях, а повысить их эффективность можно за счет сокращения холостого хода и расширения функций.

Конструктивные схемы смесителей – раздатчиков разнообразны. По способу агрегатирования они подразделяются на самоходные и прицепные. Наибольшее распространение нашли прицепные смесители–раздатчики /4/. Большинство из них состоит из одноосного шасси, на котором закреплен бункер со смешивающими рабочими органами, поперечный выгрузной транспортер и заслонка выгрузного люка. Привод рабочих органов у этих машин осуществляется от ВОМ трактора.

Смешивающими рабочими органами известных смесителей–раздатчиков являются шнеки. Располагаться внутри бункера они могут в зависимости от схемы машины – горизонтально и вертикально. Число смешивающих рабочих органов может колебаться от одного до четырех.

Для сокращения числа машин, участвующих в технологическом процессе кормления животных, западно–европейские машиностроительные фирмы дооборудуют смесители – раздатчики дополнительными конструктивными элементами. Так, для самозагрузки кормов устанавливаются погрузчики грейферного и фрезерного типов. Наибольшее распространение получили фрезерные погрузчики. Их преимуществом является сохранения целостности монолита загружаемых кормов, что исключает порчу за счет вторичной ферментации /5/.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что смесители – раздатчики с системой самозагрузки позволяют упростить технологический процесс приготовления и раздачи кормов. Установленное на машинах весоизмерительное оборудование обеспечивает заданное соотношение кормов при погрузке.

Одним из важных элементов процесса кормления животных является организация технологической операции транспортировки и раздачи кормосмеси. В соответствии с принципом поточности, число смесителей–раздатчиков, обслуживающих эти технологические операции должно обеспечивать бесперебойный ритм всего процесса. Выполнение данного условия возможно при правильном расчете машин для транспортировки и раздачи кормосмеси.

В общем виде число мобильных смесителей–раздатчиков можно определить по формуле:

$$n_{см} = \frac{(m_k + m_d) T_{ц}}{T_{300} V_p \rho K_3 d}, \quad (1)$$

где:

m_k, m_d - соответственно, масса кормосмеси и обогатительной добавки выдаваемых животным, т.

$T_{ц}$ – время полного цикла работы машины, ч;

T_{300} – время, обусловленное зоотехническими требованиями на раздачу кормов, ч;

V_p - объем бункера смесителя-раздатчика, м³;

K_3 - коэффициент заполнения бункера;

d - кратность кормления.

Из формулы (1) видно, что число смесителей раздатчиков зависит от многих показателей требующих анализа каждого из них.

При выполнении этой работы можно выделить показатели, являющимися постоянными для ферм различной величины. К таким можно отнести физико-механические свойства кормов, коэффициент заполнения бункера $K_3=0,8$ и кратность кормления, $d=1; 2; 3$. Постоянным показателем является и время, обусловленное зоотехническими требованиями на раздачу кормов. Его задают из условия выработанного у животного условного рефлекса на начало работы смесителя-раздатчика и продолжительности хранения готовых к скармливанию кормов, $T_{300} \leq 2 \text{ часа}$.

Другие показатели формулы (1) являются величинами переменными. Так, масса скармливаемой кормосмеси определяется по суточной норме и числу животных. Эти показатели зависят от размера животноводческой фермы и в значительной мере определяют величину транспортного цикла и выбора объема бункера смесителя-раздатчика.

Важным показателем, определяющим число смесителей-кормораздатчиков является время полного цикла работы машины. Определить его можно в соответствии с представленной на рис. 1 – принципиальной схемой доставки и раздачи кормов.

В соответствии со схемой, представленной на рисунке 1 время полного технологического цикла работы смесителя-кормораздатчика можно определить по формуле:

$$T_{ц} = T_1^k + T_1^d + T_2^k + T_2^d + T_1^{\phi} + T_{разд} + T_1 \quad (2)$$

где:

T_2^k, T_2^d – соответственно, время затрачиваемое при погрузке кормов, ч.;

$T_1^k, T_1^d, T_1^{\phi}, T_1$ – соответственно время, затрачиваемое на перемещение агрегата между местами хранения кормов не требующих предварительной подготовки, от последнего места хранения кормов и кормоцеху, от кормоцеха к ферме, и от фермы к месту хранения кормов не требующих подготовки перед скармливанием, ч;

$T_{разд}$ – время, затрачиваемое на раздачу кормов, ч.

При определении времени транспортного цикла, предполагается, что приготовление кормосмеси из объемных кормов производится во время движения агрегата от места их хранения к месту приготовления многокомпонентной добавки. С учетом принятого условия определим составляющие уравнения (2):

$$T_2^k = \frac{\sum_{i=1}^n g_k}{Q_{загр}^1}; T_1^k = \frac{\sum_{i=1}^n L_k}{v_{тр}}; T_1^d = \frac{\sum_{i=1}^n L_d}{v_{тр}} \quad (3)$$

$$T_1^d = \frac{g_d}{Q_{об}}; T_1^{\phi} = \frac{L_k^{\phi}}{v_{тр}}; T_{разд} = \frac{n_{ж} L_{разд}}{v_{разд}}; T_1 = \frac{L'}{v_{xx}}$$

где:

g_k – масса объемных кормов в бункере смесителя-кормораздатчика, т;

n – число кормовых компонентов объемных кормов;

$Q_{загр}^1$ – производительность устройства самозагрузки смесителя-раздатчика, т/ч;



Рис.1. Принципиальная схема доставки и раздачи кормов смесителем-раздатчиком, оборудованным системой самозагрузки и взвешивания

Fig. 1. Scheme of delivery and giving fodders with the use of mixer-feeder equipped with loading and weighing systems

L_k – расстояние между складами хранения объемных кормов, км;

L_o – расстояние от последнего склада хранения объемных кормов до кормоцеха, км;

$v_{тр}$ – транспортная скорость агрегата, км/ч;

g_o – масса многокомпонентной добавки, загружаемая в бункер смесителя-кормораздатчика, т;

$Q_{об}$ – производительность кормоцеха, т/ч;

L_k^{ϕ} – расстояние от кормоцеха до фермы, км;

$L_{разд}$ – длина фронта раздачи кормов, км;

$v_{разд}$ – скорость движения агрегата при раздаче кормов, км/ч;

L' – расстояние от животноводческой фермы до склада объемных кормов, км.;

$v_{хх}$ – скорость агрегата при движении без груза, км/ч.

$n_{ж}$ – количество животных, обслуживаемых за один цикл.

Анализ составляющих уравнения (2) показывает, что некоторые из них содержат одинаковые значения. С целью упрощения расчета их можно объединить. Так, время нахождения агрегата в пути можно определить по формуле, представленной в следующем виде.

$$T_{двиг} = T_1^k + T_2^d + T_1^{\phi} + T_1 \quad (4)$$

$$\text{или } T_{двиг} = \frac{\sum_{i=1}^n L_k}{v_{ср}} \quad (5)$$

где:

$\sum L_k$ – суммарная длина пути агрегата за один цикл, км

$v_{ср}$ – средняя скорость агрегата с грузом и без него, км/ч

Тогда время полного технологического цикла работы смесителя-кормораздатчика можно определить по формуле:

$$T_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n g_k}{Q_{загр}^1} + \frac{g_d}{Q_{об}} + \frac{n_{ж} L_{разд}}{v_{разд}} + \frac{\sum L}{v_{ср}} \quad (6)$$

При определении полного времени технологического цикла не учтено время на переезд агрегата от стоянки к рабочему месту. Этот промежуток времени не оказывает влияние на точность технологического процесса, поэтому с целью уменьшения расчетов его можно не учитывать. Уравнение (6) позволяет проанализировать основные технологические параметры раздатчиков-смесителей кормов и выбрать их оптимальные значения. Для этой

цели необходимо определить параметры отдельных производственных операций.

Как показал анализ конструкции машин данного класса, некоторые их технические параметры являются постоянными. Например, средние значения скорости движения агрегата при транспортировке кормов в среднем равно 14 км/ч. Тищенко М.А. скорость движения агрегата рекомендуют выбирать в зависимости от расстояния транспортировки кормов. Так, при $l_k < 200$ м, скорость движения агрегата должна быть не более $v_{cp} < 7,2$ км/ч. С увеличением расстояния транспортировки кормов, $l_k > 1000$ м этот показатель целесообразно увеличить до 22 км/ч. При выборе скорости движения необходимо учитывать характер дорожного покрытия. На дорогах с твердым покрытием среднее значение скорости агрегата увеличивается.

В ходе исследований [6] было выявлено и значения рациональной скорости движения агрегата при раздаче кормов. Так установлено, что интенсивность движения времени раздачи кормов $T_{разд}$ ограничено скоростью движения агрегата до $v_{разд} < 5$ км/ч.

При известной скорости движения агрегата на раздаче кормов можно определить требуемую производительность выгрузного устройства:

$$Q_{выгр} = \frac{v_{разд} m_k}{L_{разд} n_{ж}} \quad (7)$$

где:

$v_{разд}$ – средняя скорость агрегата на раздаче корма, км/ч

m – суточная норма выдачи кормов животным, т;

$L_{разд}$ – длина линии кормления одного животного, км;

$n_{ж}$ – число обслуживаемых животных за один цикл работы агрегата.

Время, затрачиваемое на погрузку многокомпонентной добавки зависит от производительности измельчителя смесителя кормов и объема бункера раздатчика. Параметры измельчителя-смесителя кормов определены на основании исследований или технической характеристики машины. Производительность погрузчика объемных кормов смонтированного на смесителе-раздатчике рекомендуется выбирать в пределах 6-8 кг/с. Большее значение приемлемо при обслуживании ферм с поголовьем более 500 животных.

Важным показателем, влияющим на эффективность работы смесителя-раздатчика кормов является правильный выбор грузоподъемности бункера. Этот параметр кормораздатчика тесно увязан с обслуживаемым поголовьем животных, затратами времени на выполнение рассмотренных производственных операций и расстоянием транспортирования кормов. В общем виде объем бункера смесителя-раздатчика кормов можно определить по формуле:

$$V_{см} = \frac{m_k + m_d}{K_3 \rho d} \quad (8)$$

Из формулы [7] видно, что грузоподъемность кормораздатчика зависит от массы скормливаемых кормов. С увеличением последнего показателя возрастает и объем бункера, который увеличивает, соответственно, и производительность раздатчика. Это вытекает из формулы определения часовой производительности агрегата, которая в общем виде имеет вид:

$$Q_{агр} = \frac{m_k}{T_{ц}^1} \quad (9)$$

где:

m_k – масса перевозимого корма, т;

$T_{ц}^1$ – время технологического цикла, час.

Таким образом, при поверхностном рассмотрении поставленного вопроса, объем бункера необходимо выбирать наибольшим для обслуживаемого числа животных. Однако, с увеличением объема бункера возрастает время необходимое на его загрузку, смешивание и раздачу кормов, а следовательно и затраты энергии. Возрастает при этом и масса раздатчика-смесителя кормов, что предъявляет дополнительные требования к транспортным путям. Следовательно, при выборе вместимости бункера смесителя-раздатчика необходимо учитывать как объемы скормливаемых кормов, так и эксплуатационные и трудовые затраты.

Рассчитать объем бункера смесителя-раздатчика кормов можно по формуле:

$$V_{см} = \frac{L + L_{разд}}{C_{пр}} \left(\frac{Q_{з-в}}{v_{ср}} + \frac{Q_{разд}}{v_{разд}} \right) \quad (10)$$

где:

$L_{разд}$ – длина фронта выдачи кормов животным, км;

$Q_{разд}$ – производительность раздатчика кормов, км/ч;

$v_{разд}$ – средняя скорость агрегата при раздаче кормов, км/ч;

$C_{пр}$ – коэффициент приведенных затрат: (11)

$$C_{пр} = \left\{ \frac{\left[a_T + C_{гем} \left(\frac{\Phi_n}{W_n} + \frac{\Phi_{разд}}{W_{разд}} \right) + c_t (1 + \kappa_{1-2}) \right]}{\left[a_T + C_{гем} \left(\frac{\Phi_r}{v_r} + \frac{\Phi_x}{v_x} + \frac{\Phi_{разд}}{v_{разд}} \right) + c_t (1 + \kappa_n) \right]} \right\}^{1/2}$$

где:

$\Phi_{разд}$ – расход топлива при раздаче кормов, кг.

Формула (10) позволяет расчетным путем определить оптимальный объем бункера мобильного смесителя-раздатчика кормов.

Если первоначально принять, что $m_k + m_d = m_c$ – суточная норма кормосмеси, то при выборе оптимальной емкости смесителя-раздатчика можно воспользоваться результатом работы [8]. Авторы приводят графические зависимости эксплуатационных затрат и затрат труда для смесителей раздатчиков

кормов с различных объемов бункеров. Расчеты приведены для животноводческих ферм размером от 100 до 2000 голов и расстояния транспортирования кормов 1 км и 5 км. В результате проведенной работы авторы рекомендуют на животноводческих фермах с поголовьем 200 голов применять смесители-раздатчики с объемом бункера 4 м^3 , на фермах до 500 голов – 6 м^3 , свыше 500 голов – 10 м^3 .

Приведенные рекомендации по выбору объема бункера смесителя-раздатчика применимы при эксплуатации машин в зависимости от числа животных на ферме.

Таким образом, предложенная методика может быть применима для решения как проектных, так и эксплуатационных задач при организации процесса обеспечивающих раздачу кормов.

Литература

- [1] Резник Е.И. Техника для малогабаритных кормоцехов // Тракторы и сельхозмашины. – 1989. - №10. – С.5-10.
[2] Стома Л.А., Резник Е.И. О технологических схемах и надежности кормоцехов // Животноводство. – 1984. - № 3. – С.57-60.

- [3] Грошев В.Н., Муромцев Ю.Л. Выбор системы раздачи кормов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1979. - №8. – 19с.
[4] Астахов А.С., Еленев А.В. Краткий справочник по машинам и оборудованию для животноводческих ферм. М.: Колос. – 1977. – 256с.
[5] Палкин Г.Г. Современные мобильные кормораздатчики-смесители для кормления скота кормосмесями // Международный аграрный журнал. – 2000. - №1. – С.47-51
[6] Савин Д.К. Параметры мобильных кормораздатчиков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1973. - №12. – С.20-21.
[7] Кормановский Л.П., Тищенко М.А. Механико-технологические основы точных технологий приготовления и раздачи кормосмесей крупному рогатому скоту многофункциональными агрегатами. – Черноград. ВНИИПТИМЭСХ. – М. – 2002. – С.75-79.
[8] Тищенко М.А., Токарев А.Н. Обоснование параметров многофункционального агрегата на раздаче зеленых кормов и смесей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. - №7. – С.24-27.