

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

Сапа В.Ю.^{1*}, кандидат технических наук
engineering_01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5119-1853>
Аханов С.М.², кандидат технических наук
serik.ahanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1422-2096>
Курманов А.К.¹, кандидат технических наук
kurmanov_ayap@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2047-3281>
Абуова Н.А.², кандидат педагогических наук
nabat_71@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5366-8800>
Нұржан Д.Ж.², PhD
mr.Danabek@korkyt.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8013-9763>

¹*Костанайский региональный университет А.Байтұрсынулы, г. Костанай, Казахстан*

²*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

Аннотация. В статье приведен анализ процесса дифференцированного дозирования концентрированных кормов животных. В статье приведены аналитические выражения, которые были получены в результате исследований, демонстрирующие взаимосвязь и закономерности изменения основных технологических и эксплуатационных характеристик дозаторов концентрированных кормов в зависимости от продуктивности животных и особенностей перемещения дозируемого материала. Результаты исследования показали, что эффективность работы дозатора и уровень его погрешности в значительной степени зависят от размеров, а также от размещения загрузочной горловины. Увеличение коэффициента заполнения межвиткового пространства шнека может способствовать снижению погрешности при дозировании кормов. Предложенные алгоритмы подачи кормов, основанные на текущей продуктивности животных, обеспечивают их рациональное использование. Ключевыми параметрами для оценки качества работы дозаторов являлось точность их выдачи заданных объемов. Комбинация площади сечения потока и его скорости в течение определённого периода времени поможет обеспечить необходимую дозу с требуемой степенью точности. Чтобы устранить влияющие факторы на работу дозатора, была разработана методика определения параметров дозирующего устройства, использующая шнековые рабочие элементы и функционирующая в режиме дискретного действия.

Ключевые слова: энергия, корм, шнек, энергоемкость, исследование.

Введение. Дифференцированное индивидуальное кормление концентрированными кормами животных, по сравнению с групповым, имеет свои особенности. Они предъявляют определенные требования к средствам механизации раздачи кормов. Если при групповом нормировании дозатор кормораздатчика настроен на выдачу определенной одинаковой для всех животных доз, то при индивидуальном дозировании дозатор кормораздатчика должен обеспечивать выдачу корма каждому животному согласно его потребности, продуктивности или других показателей. При этом величина доз, которые выдаются последовательно разным животным, может порой значительно изменяться. Таким образом, дозатор для индивидуальной выдачи корма, должен оперативно перестраиваться на выдачу корма разным животным, то есть, рабочий процесс дозатора должен быть управляем в зависимости от скорости и продолжительности молокоотдачи [1, 2].

Материалы и методы. Технологическая система «человек - машина - животное» (см. рисунок 1) может быть условно представлена в виде объекта, на который воздействуют входные, управляющие, возмущающие и выходные параметры.

Взаимодействие этих факторов определяет течение технологического процесса и характеризует его состояние в любой момент времени. Зависимость выходных параметров процесса (Y) от входных (x), управляющих (u) и возмущающих (ξ) параметров можно записать в виде:

$$Y = f(x, u, \xi) \quad (1)$$

Отсюда видно, что для оперативной перестройки дозатора на выдачу той или иной заданной дозы можно воздействовать управляющими параметрами с учетом возможного влияния входных и возмущающих параметров.

Относительно процесса выдачи кормов эти параметры отражают следующие показатели:

- входными параметрами (x_i) являются такие, значения, которые могут быть измерены, но возможность воздействия на них отсутствует. При этом допускается следующие ограничение - значения указанных параметров не зависят от режима процесса.

К ним относятся плотность корма, его гранулометрический состав, коэффициенты внутреннего и внешнего трения, относительная влажность, соотношение компонентов, входящих в корм, начальное сопротивление сдвигу и другие, которые не поддаются оперативной регулировке в процессе раздачи, а для определения значений этих параметров требуются большие затраты средств и времени;

- управляющими параметрами (u_i) являются такие параметры, на которые можно оказывать прямое воздействие, в соответствии с текущими технологическими требованиями, то есть управлять процессом. К ним относятся: скорость движения дозируемого материала, сечение потока, продолжительность образования дозы корма, продуктивность животного и другие:

- возмущающими параметрами (ξ_i) являются такие параметры, значения которых изменяются случайным образом в течение времени и которые не доступны для измерения. К ним относятся: различные, случайные примеси в дозируемом материале, постепенный износ рабочего органа, изменение в окружающей среде;

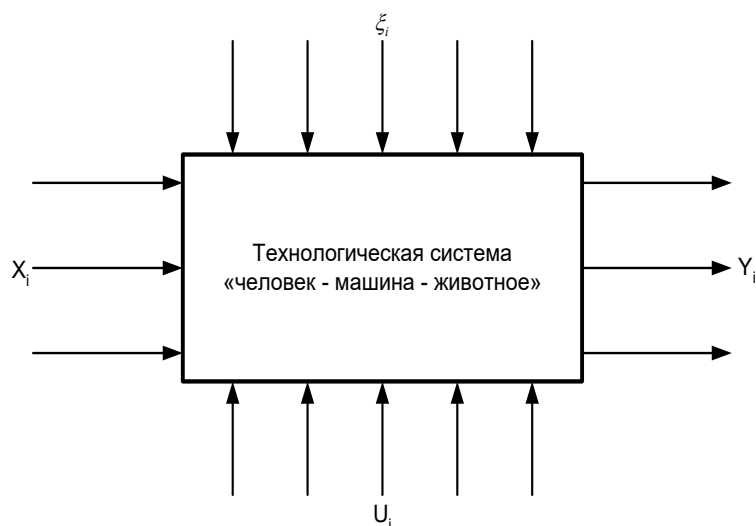


Рисунок 1 – Схема действия технологической системы «человек – машина - животное»

- выходными параметрами (Y_i) являются такие параметры, значения которых определяются режимом процесса и характеризуют его состояние, определяемое (возникающее) в результате взаимодействия входных управляющих и возмущающих

параметров. К выходным параметрам в процессе дозирования можно отнести производительность, энергоемкость, точность дозирования, продолжительность выдачи одной и так далее.

При формировании дозы объемными дозаторами масса (Q_k) выдаваемой дозы определяется выражением:

$$Q_k = \rho V, \quad (2)$$

где ρ - плотность дозируемого материала, кг/м³; V – объем материала в дозе, м³.

Так как плотность дозируемого материала (ρ) зависит от его свойства и может быть заранее учтена, то она отнесена к входным параметрам и является величиной постоянной для данного вида корма. Поэтому для обеспечения заданной массы корма достаточно сформировать дозу определенного объема, которая была бы равна:

$$V = \frac{Q_k}{\rho} \quad (3)$$

На объем формируемой дозатором дозы влияют множество факторов, такие как: толщина и ширина слоя, скорость перемещения для ленточных и скребковых дозаторов, диаметр и шаг спирали, частота вращения шнековых дозаторов, диаметр и расстояние между скребками у шайбовых дозаторов и т.д. При этом в общем виде можно записать:

$$V_i = f(V; S) \quad (4)$$

Основными критериями оценки качества работы дозаторов является точность выдачи заданных доз. Применяя методику, предложенную Коба В.Г. [3], для оценки погрешностей дозирования можно записать зависимость массы i - той дозы с учетом изменения объема этой дозы

$$Q_k = f(\rho, \varphi, V) \quad (5)$$

где φ - коэффициент заполнения.

Или в общем виде:

$$Q_k = f(\rho, \varphi, V) = f(\rho; \varphi; V; S) \quad (6)$$

Рассмотрим полный дифференциал этой функции:

$$dQ_k = \frac{df}{d\rho} d\rho + \frac{df}{d\varphi} d\varphi + \frac{df}{dv} dv + \frac{df}{ds} ds \quad (7)$$

Отсюда видно, что при выдаче корма постоянной плотности ($\rho = \text{const}$) погрешность дозирования (dQ_k) зависит от коэффициента заполнения (φ) и объема формируемой дозы (V_i), которые задаются сечением потока и его скоростью перемещения. Таким образом, сочетание сечения потока и его скорости перемещения в течение некоторого промежутка времени позволит обеспечить заданную дозу с требуемой точностью. Эти параметры мы принимаем в качестве управляющих.

Результаты и обсуждение. Дозатор для индивидуальной дифференцированной раздачи концентрированных кормов и смесей должен удовлетворять, как было сказано выше, следующим основным требованиям:

- точность дозирования должна соответствовать зоотехническим требованиям;
- обеспечивать оперативное управление для выдачи различных доз корма в зависимости от текущей продуктивности коров;
- быть универсальным по отношению к дозируемому материалу;
- иметь возможность адаптации к различным видам доильных установок.

Дозаторы со шнековыми рабочими органами удовлетворяют указанным выше условиям. Они могут устойчиво работать в различных режимах, имеют высокую надежность и универсальны, т.е. могут перемещать различные виды кормов. Они также

характеризуются меньшей металлоемкостью, отсутствием возвратно-поступательных инерционных масс, легко могут быть автоматизированы и т.д.

При работе шнекового рабочего органа исследователи выделяют три основных процесса, протекающих одновременно: забор груза, транспортирование и разгрузка. Каждый из этих процессов выполняется определенным участком винтовой поверхности и в соответствии с этим можно выделить три основных рабочих участка: зону забора – 1, зону транспортирования – 2 и зону разгрузки – 3 (см. рисунок 2, I) на рисунке 3 показан поперечный разрез зоны загрузки.

Производительность, точность дозирования и энергоемкость шнека во многом будут зависеть от того, насколько полно заполняется межвитковое пространство в заборной зоне. Среди факторов, влияющих на забор груза винтом транспортера наибольшее значение имеют форма заборной камеры и длина винта в зоне забора.

Рассмотрим действие сил на порцию корма, находящегося перед элементом винта при его вращении (см. рисунок 2, II). При этом примем следующие допущения:

- частицы корма имеют одинаковые размеры и форму;
- перемещение корма не вызывает изменений их физико-технических характеристик и питательности.

Вследствие воздействия винтовой поверхности на корм осевая (V_o) и окружная (V_T) составляющие скорости материальной точки в винтовом транспортере определяются выражениями:

$$V_o = \frac{Sn}{60} \quad (8)$$

$$V_T = \frac{\pi r_o}{30} \quad (9)$$

где S - шаг шнека; n - число оборотов шнека; r_o - расстояние от оси шнека до материальной точки.

Из этих выражений следует, что перемещаемый шнеком материал совершает сложное движение, под действием которого происходит снижение наполняемости межвиткового пространства шнека. Рассмотрим это явление в двух плоскостях, одна из которых перпендикулярна оси шнека (см. рисунок 2, II), другая расположена вертикально вдоль оси шнека (см. рисунок 2, III).

Из рисунка 2, II видно, что под действием сил, касательных к винтовой плоскости в первом квадранте частицы корма перемещаются вверх, в квадранте 2 – влево, в 3- вниз и в 4 – вправо.

Следовательно, в первом квадранте происходит разрыхление перемещаемой массы, а в зоне загрузки вытеснение массы в бункер и поэтому для увеличения коэффициента наполнения межвиткового пространства шнека в зоне загрузки необходимо применять такое расположение загрузочного окна относительно вертикальной оси шнека, которое предотвращает вытеснение поступающей массы в бункер.

Следовательно, в первом квадранте происходит разрыхление перемещаемой массы, а в зоне загрузки вытеснение массы в бункер и поэтому для увеличения коэффициента наполнения межвиткового пространства шнека в зоне загрузки необходимо применять такое расположение загрузочного окна относительно вертикальной оси шнека, которое предотвращает вытеснение поступающей массы в бункер.

Исследования работы дозаторов винтовыми рабочими органами посвящена работа многих ученых [4-16]. Однако в своих работах они обосновывали параметры дозатора исходя из условия, что дозатор выдает корм животным, в течение определенного времени, при котором его производительность не меняется. В нашем случае, размер выдаваемой дозы зависит от интенсивности молоко выведения, которая имеет вероятный характер

изменения. Поэтому возможны в течение доения коровы резкие изменения в производительности доения, от минимальной до максимальной. При этом будет происходить выброс (выдавливание, выпирание) части корма, витком шнека в заборную камеру. Вследствие этого снизится общая производительность дозатора, увеличится погрешность выдачи порций корма.

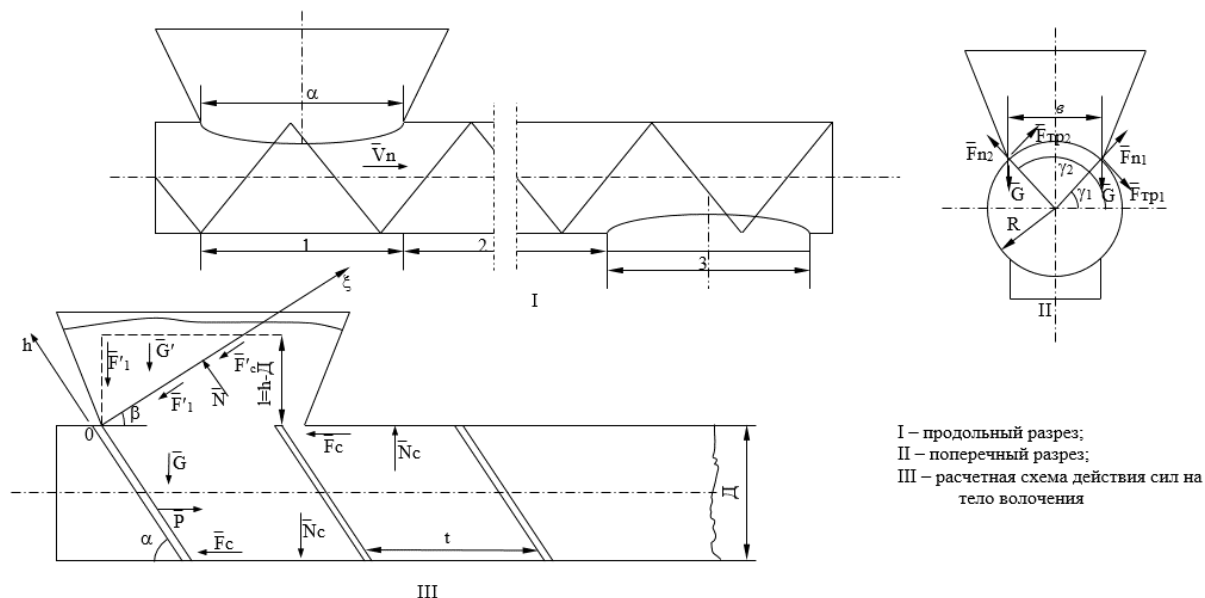


Рисунок 2 – Расчет шнека в зоне нагрузки

Расчет шнека в зоне нагрузки.

V_1 - площадь поперечного сечения шнека; V_2 - площадь ограниченная образующей витков шнека и боковой поверхностью кожуха шнека в зоне загрузки корма; V_3 - площадь корма, находящегося в загрузочной горловине, b - ширина загрузочной горловины, e - высота корма находящегося над шнеком

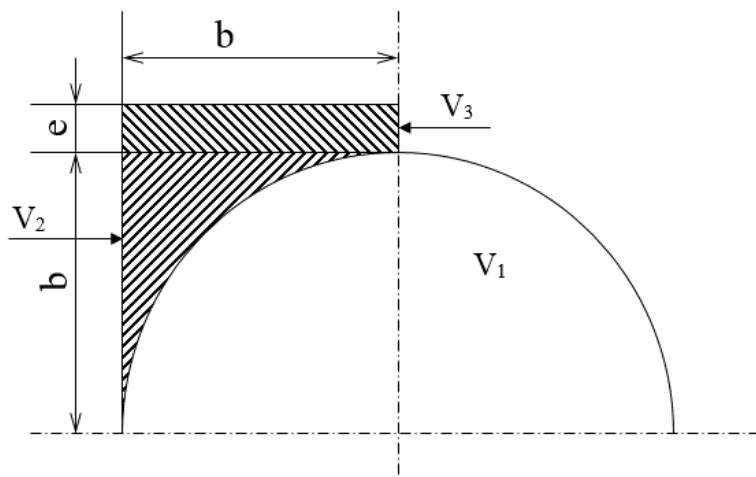


Рисунок 3 – Расчет шнека в зоне загрузки корма

Для устранения вышеизложенных факторов нами предложена методика расчета параметров дозатора со шнековыми рабочими органами работающая в дискретном режиме. Сумма сил, действующих на материальную точку при угле φ_i , будет иметь вид (рисунок 2, II).

$$\sum (P_i) = P_n + F_{mp.} + G = 0, \quad (10)$$

где P_n - сила инерции, $P_n = mVr$; $F_{mp.}$ - сила трения корма о материал шнека, $F_{mp.} = P_n f = fm\omega^2 r$; G - сила тяжести, $G = mq$; m - масса; ω - угловая скорость шнека; r - радиус, f - коэффициент трения, $q = 9,81$ ускорение свободного падения.

Проекция этих сил на оси ОХ и ОУ будут иметь вид для точки 1 (входа витка шнека в загрузочный бункер):

$$\sum X_1 (P_i) = P_n \cos \varphi_1 + F_{mp.} \sin \varphi_1 = 0 \quad (11)$$

$$\sum Y_1 (P_i) = -G - F_{mp.} \cos \varphi_1 + P_n \sin \varphi_1 = 0 \quad (12)$$

Для точки 2 (выхода витка шнека из загрузочного бункера):

$$\sum X_2 (P_i) = P_n \cos \varphi_2 + F_{mp.} \sin \varphi_2 = 0 \quad (13)$$

$$\sum Y_2 (P_i) = G + P_n \sin \varphi_2 + F_{mp.} \cos \varphi_2 = 0 \quad (14)$$

Подставляя значения сил в уравнении 11 - 14 и проводя преобразования, получим: для положения 1:

$$\cos \varphi_1 = \frac{gf}{\omega^2 r(f+1)} \quad (15)$$

или
$$\varphi_1 = \arccos \frac{gf}{\omega^2 r(f+1)} \quad (16)$$

для положения 2:

$$\cos \varphi_2 = \frac{gf}{\omega^2 r(f-1)} \quad (17)$$

или
$$\varphi_2 = \arccos \frac{gf}{\omega^2 r(f-1)} \quad (18)$$

Сопоставляя уравнения 16 и 18 можно сделать вывод, что для предотвращения выброса материала в загрузочный бункер загрузочная горловина бункера должна иметь асимметричное расположение, ее ширина при этом должна быть равна или больше радиуса шнека. Из рисунка 2, III видно, что при продольном перемещении корма перед винтом образуется тело волочения, форма и размеры которого определяются многими факторами. Определяющими их являются физико-математические свойства кормов, шаг и угол наклона винта, размеры винта и кожуха, состояние их поверхностей. Под воздействием винта шнека корм, находящийся в состоянии покоя, начнет смещаться.

Перемещение корма по плоскостям скольжения будет происходить до тех пор, пока составляющие сил, действующие вертикально вверх, не уравновесятся с результирующей силы тяжести и сопротивления сдвигу. Так как объем и сила тяжести призмы выпирания будут увеличиваться до тех пор, пока не превысит предельной высоты вертикального откоса $h_{\max}$. При превышении $h_{\max}$ внутреннего диаметра D кожуха шнека в зоне загрузки произойдет срезание выступившей части корма, за счет чего образуется неполное заполнение межвиткового пространства шнека, что приводит к снижению его производительности и увеличению погрешности выдаваемых доз.

Выводы. Полученные аналитические выражения отображают взаимосвязь и закономерности изменения основных технологических и эксплуатационных показателей дозаторов концентрированных кормов в зависимости от продуктивности животных, характера перемещения дозируемого материала.

Исследования показывают, что производительность дозатора, его погрешность во многом зависят от размеров характера и места установки загрузочной горловины. Увеличение коэффициента заполнения межвиткового пространства шнека позволит

снизить погрешность на дозировании кормов. Алгоритмы выдачи кормов в зависимости от текущей продуктивности способствует их рациональному использованию.

Литература:

- [1] **Завражнов, А.И.** Современнные проблемы науки и производства в агроинженерии: учебник. / А.И. Завражнов. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с.
- [2] **Гаврилов, Т.А.** Техническое обслуживание машин и оборудования для приготовления кормов: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.06 – Агроинженерия / Т.А. Гаврилов, Г.И. Малинов, В.Ю. Карпин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования Петрозавод. гос. ун-т. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2015. – 78 с.
- [3] **Коба, Р.Г.** Технология обоснования повышения эффективности работы машин для раздачи кормов животным. Автореферат. дисс. док. техн. наук. / Р.Г. Коба. – Челябинск, 1982. – 45с.
- [4] **Кирюшин, В.И.** Агротехнологии: учебник / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – СПб.: Лань, 2015. – 480 с.
- [5] **Дегтярев, Г.П.** Технологии и средства механизации животноводства: учеб. пособие; доп. УМО вузов РФ / Г.П. Дегтярев. – М.: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
- [6] **Кирсанов, В.В.** Механизация и технология животноводства: учебник; доп. М-вом с.-х. РФ / В.В. Кирсанов [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2013. – 583 с.
- [7] **Вагин, Ю.Т.** Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства: учеб, пособие /Ю.Т. Вагин, А.С.Добышев, А.П.Курдеко: под ред А.С. Добышева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012.
- [8] **Дегтерев, Г.П.** Инновационные технологии и машины для заготовки и раздачи кормов в животноводстве: учебное пособие / Г.П. Дегтерев. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 180 с.
- [9] **Мишуров, Н.П.** Техника для животноводства в малых формах хозяйствования [Текст] / Н.П.Мишуров. Т.Н.Кузьмина. – М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2013.
- [10] **Кирсанов, В.В.** Механизация и технология животноводства /Кирсанов В.В., Мурусидзе Д.Н., Некрашевич В.Ф.– М.: Колос, 2007. – 584 с;
- [11] **Федоренко, И.Я.** Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: учебное пособие / И.Я. Федоренко; Алтайский государственный аграрный университет. – 1. – Москва: Издательство "ФОРУМ", 2020. – 176 с.
- [12] **Коломейченко, В.В.** Кормопроизводство. Учебник /В.В. Коломейченко. – М.: Лань, 2015. – 660 с.
- [13] **Токарев, В.С.** Кормление животных с основами кормопроизводства. Учебное пособие / В.С. Токарев. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 592 с.
- [14] **Хохрин, С.Н.** Кормление животных с основами кормопроизводства. Учебник. Гриф УМО по классическому университетскому образованию /Хохрин Савва Николаевич. – М.: Проспект Науки, 2016. – 605 с.
- [15] **Михалев, С.С.** Кормопроизводство. Учебное пособие / С.С.Михалев, Н.Н. Лазарев. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
- [16] **Мельников, С.В.** Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С.В.Мельников – Л.: Агропромиздат, 1986. – 625 с.

References:

- [1] **Zavrazhnov, A.I.** Sovremenennye problem nauki i proizvodstva v agroinzhenerii: uchebnik. / A. I. Zavrazhnov. – SPb.: Lan', 2013. – 496 s. [in Russian]
- [2] **Gavrilov, T.A.** Tehnicheskoe obsluzhivanie mashin i oborudovaniya dlja prigotovlenija kormov: uchebnoe posobie dlja studentov, obuchajushhihsja po napravleniju 35.03.06 – Agroinzhenerija [Tekst] / T.A. Gavrilov, G.I. Malinov, V.Ju. Karpin; M-voobrazovaniya i naukiRos. Federacii, Feder. gos. bjudzhet. obrazovat. uchrezhdenievyssh. prof. obrazovaniya Petrozavod. gos. un-t. – Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2015. – 78 s. [in Russian]
- [3] **Koba, R.G.** Tehnologija obosnovaniya povyshenijaj effektivnosti rabotym ashindlja-razdachikormovzhivotnym. Avtoreferat. diss. dok. tehn. nauk. / R.G. Koba. – Cheljabinsk, 1982. – 45 s. [in

Russian]

[4] **Kirjushin, V.I.** Agrotehnologii: uchebnik [Tekst] / V.I. Kirjushin, S.V. Kirjushin. – SPb.: Lan', 2015. – 480 s. [in Russian]

[5] **Degtjarev, G.P.** Tehnologii i sredstva mehanizacii zhivotnovodstva: ucheb. posobie; dop. UMO vuzov RF / G.P. Degtjarev. – M.: Stolichnaja marka, 2010. – 384 s. [in Russian]

[6] **Kirsanov, V.V.** Mehanizacija i tehnologija zhivotnovodstva: uchebnik; dop. M-vom s.-h. RF [Tekst] / V.V. Kirsanov [i dr.]. – Moskva: INFRA-M, 2013. – 583 s. [in Russian]

[7] **Vagin, Ju.T.** Tehnologii i tehničeskoe obespečenie proizvodstva produkcii zhivotnovodstva: ucheb. posobie / Ju.T. Vagin, A.S. Dobyshev, A.P. Kurdeko: pod red A.S. Dobysheva. – Minsk: IVC Minfina, 2012. [in Russian]

[8] **Degterev, G.P.** Innovacionnyetehnologii i mashinydljazagotovki i razdachi kormov v zhivotnovodstve: uchebnoe posobie / G.P. Degterev. – M.: RGAU-MSHA, 2016. – 180 s. [in Russian]

[9] **Mishurov, N.P.** Tehnika dlja zhivotnovodstva v malyh formah hozjajstvovanija [Tekst] / N.P. Mishurov. T.N. Kuz'mina. – M.: FGBNU «Rosinform-agroteh», 2013. [in Russian]

[10] **Kirsanov, V.V.** Mehanizacija i tehnologija zhivotnovodstva [Tekst] / Kirsanov V.V., Murusidze D.N., Nekrashevich V.F. – M.: Kolos, 2007. – 584 s; [in Russian]

[11] **Fedorenko, I.Ja.** Tehnologičeskie processy i oborudovanie dlja prigotovlenija kormov: uchebnoe posobie / I.Ja. Fedorenko; Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – 1. – Moskva: Izdatel'stvo "FORUM", 2020. – 176 s. [in Russian]

[12] **Kolomejchenko, V.V.** Kormoproizvodstvo. Uchebnik / V.V. Kolomejchenko. – M.: Lan', 2015. – 660 c. [in Russian]

[13] **Tokarev, V.S.** Kormleniezhiivotnyh s osnovami kormoproizvodstva. Uchebnoe posobie / V.S. Tokarev. – M.: INFRA-M, 2016. – 592 c. [in Russian]

[14] **Hohrin, S. N.** Kormlenie zhiivotnyh s osnovami kormoproizvodstva. Uchebnik. Grif UMO po klassičeskomu universitetskemu obrazovaniju / Hohrin Savva Nikolaevich. – M.: Prospekt Nauki, 2016. – 605 c. [in Russian]

[15] **Mihalev, S.S.** Kormoproizvodstvo. Uchebnoeposobie / S.S. Mihalev, N.N. Lazarev. – M.: INFRA-M, 2015. – 288 c. [in Russian]

[16] **Mel'nikov, S.V.** Tehnologičeskoe oborudovanie zhivotnovodčeskih ferm i kompleksov / S.V. Mel'nikov – L.: Agropromizdat, 1986. – 625 s. [in Russian]

ҚҰНАРЛАНДЫРЫЛҒАН ЖЕМ-ШӨПТІ САРАЛАП МӨЛШЕРЛЕУДІҢ ҮДЕРІСТЕРІН ТАЛДАУ

Сапа В.Ю.^{1*}, техника ғылымдарының кандидаты
Аханов С.М.², техника ғылымдарының кандидаты
Курманов А.К.¹, техника ғылымдарының кандидаты
Абуова Н.А.², педагогика ғылымдарының кандидаты
Нұржан Д.Ж.², PhD

¹*Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай, Қазақстан*

²*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан*

Аңдатпа. Мақалада жануарлардың құнарлы жем-шөптерін саралап мөлшерлеу процесіне талдау келтірілген. Мақалада жануарлардың өнімділігіне және мөлшерленетін материалдың орнын ауыстыру ерекшеліктеріне байланысты құнарландырылған жем-шөп мөлшерлегіштерінің негізгі технологиялық және пайдалану сипаттамаларының өзгеруінің өзара байланысы мен заңдылығын көрсететін зерттеулер нәтижесінде алынған аналитикалық өрнектер келтірілген. Зерттеу нәтижелері диспенсердің тиімділігі мен оның қателік деңгейі көбінесе өлшемдерге, сондай-ақ жүктеу мойынының орналасуына байланысты екенін көрсетті. Бұrandаның айналу аралық кеңістігін толтыру коэффициентін жоғарылату жемді мөлшерлеу қателігін азайтуға көмектеседі. Малдың қазіргі өнімділігіне негізделген жеммен қамтамасыз етудің ұсынылып отырған алгоритмдері оларды ұтымды пайдалануды қамтамасыз етеді. Диспенсерлердің жұмыс сапасын бағалаудың негізгі параметрлері олардың белгіленген көлемдерді беру дәлдігі болды. Ағынның көлденең қимасының

ауданы мен оның жылдамдығының белгілі бір уақыт ішінде қажетті дәлдік дәрежесімен қажетті мөлшерді қамтамасыз етуге көмектеседі. Мөлшерлегіштің жұмысына әсер ететін факторларды жою үшін бұрандалы жұмыс элементтерін пайдаланатын және дискретті әрекет режимінде жұмыс істейтін мөлшерлегіш құрылғының параметрлерін айқындау әдістемесі әзірленді.

Тірек сөздер: энергия, жем, шнек, энергия сыйымдылығы, зерттеу.

ANALYSIS OF THE PROCESS OF DIFFERENTIATED DOSING OF CONCENTRATED FEEDS

Sapa V.Y.^{1*}, candidate of technical sciences

Akhanov S.M.², candidate of technical sciences

Kurmanov A.K.¹, candidate of technical sciences

Abuova N.A.², candidate of pedagogical sciences

Nurzhana D.Zh.², PhD

¹*Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan*

²*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

Annotation. The article provides an analysis of the process of differentiated dosing of concentrated animal feed. The article presents analytical expressions that were obtained as a result of research demonstrating the relationship and patterns of changes in the main technological and operational characteristics of concentrated feed dispensers depending on the productivity of animals and the characteristics of the movement of the dosed material. The results of the study showed that the efficiency of the dispenser and its level of error largely depend on the size, as well as on the placement of the loading neck. Increasing the filling coefficient of the interturn space of the auger can help reduce the error when dosing feed. The proposed feed supply algorithms, based on the current productivity of animals, ensure their rational use. The key parameters for assessing the quality of operation of dispensers were the accuracy of their delivery of specified volumes. The combination of the cross-sectional area of the flow and its velocity over a certain period of time will help provide the required dose with the required degree of accuracy. To eliminate influencing factors on the operation of the dispenser, a methodology for determining the parameters of the dosing device was developed, using screw working elements and operating in discrete action mode.

Keywords: energy, feed, auger, energy intensity, research.