

Научная статья

УДК 631.3

DOI: 10.66783/2782-3172.2026.27.1.014

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВВОДА МИКРОКОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМА

Алексей Иосифович Орлов

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижегородская область, Княгинино, Россия

Orel-ov@mail.ru

Аннотация

В статье освещены основные параметры, которые оказывают влияние на рабочий процесс дозирования комбикорма. На основании этого предложена схема, описывающая взаимосвязь параметров и показателей работы систем дозирования, и разработана схема системы параллельного ввода микрокомпонентов комбикорма. Рассмотрены предложения и технические решения, направленные на повышение показателей работы систем микродозирования компонентов комбикорма. Выделены нерешенные проблемы, требующие дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: параметры, пропускная способность, система дозирования, схема, точность дозирования, физико-механические свойства

Финансирование: исследование, на основе результатов которого написана данная статья, финансировалось за счет собственных средств автора

JUSTIFICATION OF THE NECESSITY TO IMPROVE THE SYSTEM OF INTRODUCING THE COMPOUND FEED MICROCOMPONENTS

Alexey I. Orlov

Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, Russia

Orel-ov@mail.ru

Abstract

The article highlights the main parameters that affect the process of compound feed dosing. Based on this, the authors propose a scheme that describes the relationship between the parameters and performance indicators of dosing systems. They have also developed a scheme for the parallel input of micro-components of compound feed. The article considers proposals and technical solutions to improve the performance of micro-dosage systems for compound feed components. Unresolved issues that require further scientific research are highlighted in the article.

Keywords: parameters, throughput, dosing system, scheme, dosing accuracy, physical and mechanical properties

Funding: the study on which this article is based was funded by the authors' own funds

Дозированная подача микрокомпонентов комбикорма является важной составляющей технологии приготовления комбикормов. Данный процесс осуществляется с помощью специальных дозирующих систем [1–5].

Главным критерием систем дозирования является точность взвешивания заданной массы навески. В работах [6–9] показано, что основными факторами, влияющими на работу шнековых дозаторов, являются их конструктивно-технологические параметры и физико-механические свойства материалов. Влияние этих факторов можно обобщить одним показателем работы систем дозирования – их пропускной способностью (Q) и выразить общей функцией (f):

$$Q = f(x_{к-т.п}, x_{см}), \quad (1)$$

где $x_{к-т.п}$ – конструктивно-технологические параметры системы дозирования;
 $x_{см}$ – параметры дозируемых компонентов

Известно, что пропускная способность шнековых дозаторов связана с вышеупомянутыми факторами прямо пропорциональной зависимостью [10, 11]. Теоретическими и экспериментальными исследованиями также установлено, что пропускная способность Q влияет на минимальную массу навески m_{min} : с увеличением Q возрастает и m_{min} [6, 12]. В то же время, как показали эксперименты, с увеличением минимальной массы навески m_{min} погрешность дозирования δ снижается [6, 12]. То есть получаем систему с большим количеством входных параметров и двумя выходными (рисунок 1). Все эти параметры взаимосвязаны обобщающим – пропускной способностью Q . Таким образом, определяющим критерием работы дозирующих устройств является погрешность дозирования δ , которая зависит от пропускной способности Q систем дозирования и минимальной массы навески m_{min} .

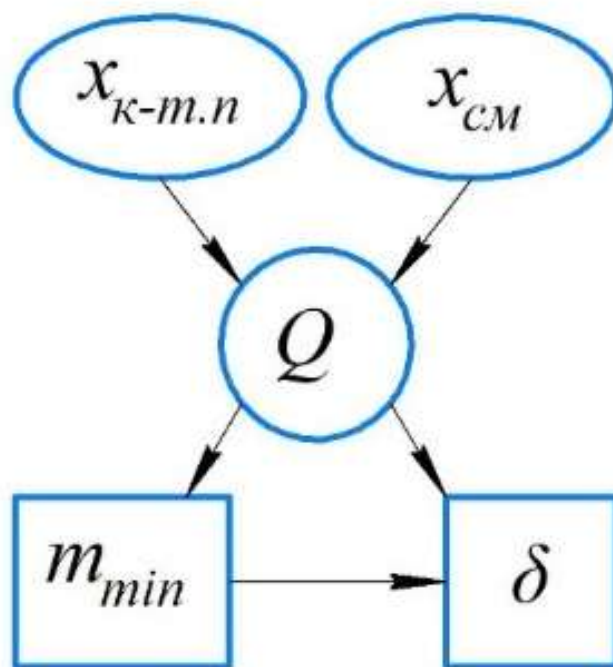


Рисунок 1. Взаимосвязь параметров и показателей работы систем дозирования:

$x_{к-т.п}$ – конструктивно-технологические параметры системы дозирования;

$x_{см}$ – параметры дозируемых компонентов; δ – погрешность дозирования;

Q – пропускная способность системы дозирования; m_{min} – минимальная масса навески

Примечание: составлено автором на основании исследования рабочего процесса систем дозирования.

Схема, представленная на рисунке 1, характерна для одного шнекового дозатора. Известно, что комбикорма состоят из нескольких компонентов. В существующих системах дозирования, как правило, установлено несколько дозаторов, которые поочередно производят подачу каждого компонента в одну приемную емкость, установленную на взвешивающем устройстве [13]. При таком последовательном многокомпонентном дозировании пропускная способность системы резко снижается. Повышение пропускной способности в данном случае невозможно добиться за счет увеличения, например, частоты вращения шнека, так как это приведет к росту погрешности дозирования. Одним из решений может быть увеличение количества дозирующих устройств в системе ввода микрокомпонентов либо увеличение количества непосредственно систем ввода. Однако такое решение не всегда приемлемо с технологической точки зрения, так как может быть наложено ограничение по занимаемому пространству. То есть системы ввода микрокомпонентов должны быть компактны. Вторым ограничивающим важным фактором в таком подходе выступает их себестоимость. ООО «Технекс» решило данные проблемы за счет установки дозирующих устройств относительно одного приемного лотка [14]. Одним из решений повышения пропускной способности систем дозирования является осуществление параллельного дозирования всех компонентов. Этого можно добиться за счет установки под каждым дозирующим устройством собственной системы взвешивания [15]. Благодаря такому решению осуществляется одновременное дозирование микрокомпонентов, что ускоряет весь процесс. Схема системы параллельного ввода микрокомпонентов комбикорма представлена на рисунке 2.

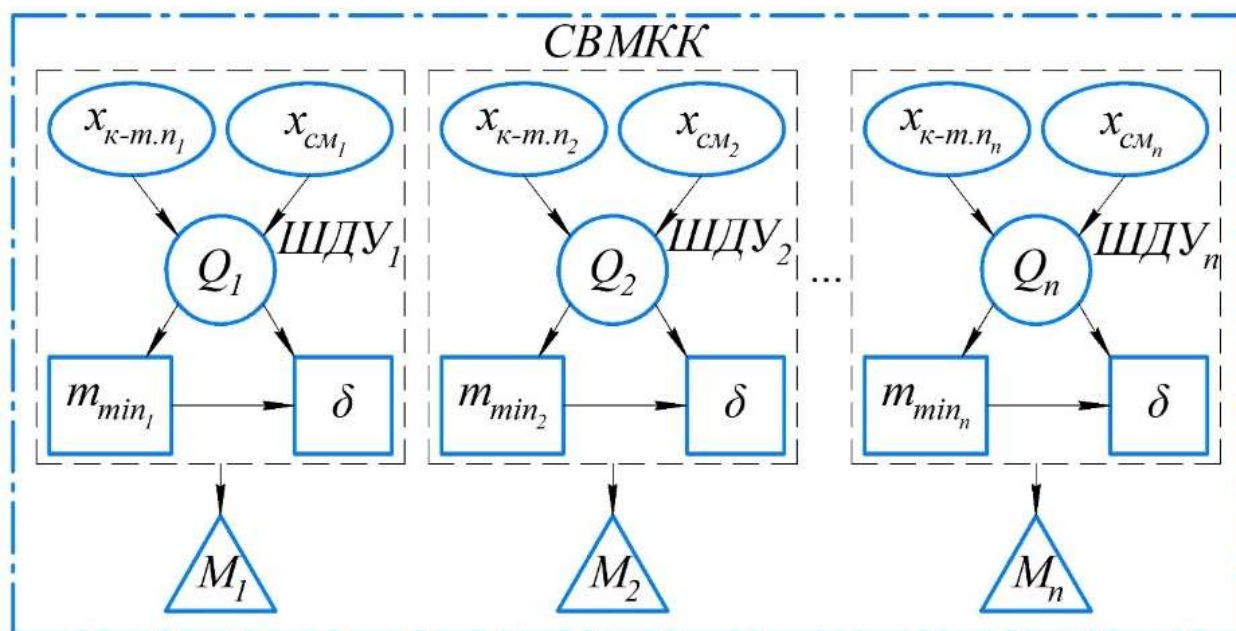


Рисунок 2. Схема системы параллельного ввода микрокомпонентов комбикорма:

$x_{к-т.n}$ – конструктивно-технологические параметры системы дозирования;

$x_{см}$ – параметры дозируемых компонентов; δ – погрешность дозирования;

Q – пропускная способность системы дозирования; m_{min} – минимальная масса навески;

M – масса навески; СВМКК – система ввода микрокомпонентов комбикорма;

ШДУ – шнековое дозирующее устройство

Примечание: составлено автором на основании исследования рабочего процесса систем дозирования.

Необходимо отметить следующее. С увеличением пропускной способности систем дозирования увеличиваются их стоимость и габариты. С другой стороны, для достижения допустимой погрешности при взвешивании малых навесок приходится снижать пропускную способность дозаторов и их размеры. Как показал опыт эксплуатации подобных систем дозирования, это ведет к появлению другой проблемы – налипанию и зависанию дозируемых компонентов к рабочим органам и стенкам, что является причиной снижения пропускной способности, точности и нарушения всего цикла дозирования. На сегодняшний день исследований в данном направлении не выявлено и решений сформировавшейся проблемы не предложено. Следовательно дальнейшие исследования подобных систем дозирования должны быть направлены на решение проблемы налипания и зависания дозируемых компонентов.

Таким образом, на основании анализа результатов исследований систем дозирования, полученных ранее, выявлено, что на главный критерий оценки работоспособности дозаторов – погрешность дозирования – влияет его пропускная способность, которая в свою очередь зависит от конструктивно-технологических параметров системы дозирования и параметров дозируемых компонентов. В то же время опыт эксплуатации подобных систем выявил проблему (налипание и зависание дозируемых компонентов), оказывающую существенное влияние на погрешность дозирования и требующую ее решения путем разработки специальных технических решений.

Список источников

1. Лялин Е. А., Трутнев М. А., Трутнев Н. В. Оценка дозирования комбикорма устройством спирально-винтового типа // Пермский аграрный вестник. 2020. № 4 (32). С. 13–20.
2. Мохнаткин В. Г., Солонщиков П. Н. Исследование дозирующего устройства в установке для приготовления смесей // Энергосберегающие агротехнологии и техника для северного земледелия и животноводства. Киров, 2018. С. 234–240.
3. Сараев И. Ф., Коняев Н. В. Тарельчатый многокомпонентный дозатор // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 119–122.
4. Солонщиков П. Н. Исследование дозирующего устройства и оптимизация работы установки для приготовления жидких кормовых смесей // Вестник НГИЭИ. 2023. № 8 (147). С. 18–32.
5. Федоров О. С., Широбоков В. И. Совершенствование технологического процесса дозирования ингредиентов комбинированных кормов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (69). С. 55–64.
6. Булатов С. Ю., Пронин А. Н. Результаты исследований шнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. Т. 25, № 1. С. 123–133.
7. Влияние параметров шнекового дозатора на его точность дозирования / С. Ю. Булатов, А. Ю. Исупов, В. Н. Нечаев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. 2023. Т. 90, № 5. С. 477–486.
8. Иноземцева Л. В., Коновалов В. В. Теоретические исследования производительности барабанного питателя-дозатора // Аграрная наука. 2000. № 4. С. 17–18.
9. Результаты исследований весового дозирования ингредиентов комбикорма / С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев, А. Г. Сергеев, П. А. Савиных // Техника и оборудование для села. 2021. № 1 (283). С. 20–24.
10. К обоснованию направления совершенствования конструкции ленточного дозатора сыпучих материалов / А. А. Попков, В. В. Коновалов, В. Ю. Зайцев, М. В. Донцова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 60–69.

11. Определение количества перемещаемого материала шнековым дозатором в режиме торможения / С. Ю. Булатов, А. Ю. Исупов, В. Н. Нечаев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 1 (73). С. 28–33.
12. Оценка характеристик системы дозирования компонентов комбикорма в условиях хозяйства / А. Г. Сергеев, С. Ю. Булатов, В. Н. Нечаев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 93–99.
13. Булатов С. Ю., Нечаев В. Н., Сергеев А. Г. Исследование процесса дозирования компонентов комбикорма шнеком ДШ-100 // Техника и оборудование для села. 2021. № 10 (292). С. 36–40.
14. Патент на полезную модель 151070 Российская Федерация, МПК G01F 13/00. Модуль многокомпонентного дозирования : заявл. 09.09.2014 : опубл. 20.03.2015 / Патентообладатель ООО «Машиностроительная компания «Технэкс».
15. Патент РФ № 2168706 Российская Федерация, МПК 7G01F 13/00, G01G 13/00. Модуль многокомпонентного дозирования : № 2008134762/11 : заявл. 10.08.1999 : опубл. 10.06.2001. Бюл. № 16 / Черепанов С. В. ; Патентообладатель ЗАО «Машиностроительная компания «Технэкс».

References

1. Lyalin EA, Trutnev MA, Trutnev NV Evaluation of the feed compound dosing by a spiral-screw type device. Permskiy agrarnyy vestnik. 2020;(4):13–20. (In Russ.).
2. Mokhnatkin VG, Solonshchikov PN. Issledovaniye doziruyushchego ustroystva v ustanovke dlya prigotovleniya smesey = Research of the dosing device in the installation for mixtures preparation. In: Energosberegayushchiye agrotekhnologii i tekhnika dlya severnogo zemledeliya i zhivotnovodstva = Energy-saving agro-technologies and equipment for northern agriculture and animal husbandry. Kirov; 2018. P. 234–240. (In Russ.).
3. Sarayev IF, Konyayev NV. Plate-type multi-component doser. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2012;(1):119–122. (In Russ.).
4. Solonshchikov PN. Research of the dosing device and optimization of the operation of the installation for the preparation of liquid feed mixtures // Vestnik NGIEI. 2023;(8):18–32. (In Russ.).
5. Fedorov OS, Shirobokov VI. Improvement of the technological process of dosing ingredients for combined feeds. Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2022;(1):55–64. (In Russ.).
6. Bulatov SYu, Pronin AN. Research results of the screw doser for dry loose feed components. Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka. 2024;25(1):123–133. (In Russ.).
7. Bulatov SYu, Isupov AYu, Nechaev VN, Pronin AN, Tareeva OA. Influence of parameters of the screw dispenser on its dosing accuracy. Traktory i sel'khoz mashiny. 2023;90(5):477–486. (In Russ.).
8. Inozemtseva LV, Konovalov VV. Theoretical research of the drum feeder-doser performance. Agrarnaya nauka. 2000;(4):17–18. (In Russ.).
9. Bulatov SYu, Nechaev VN, Sergeev AG, Savinykh PA. Results of research on weight dosing of compound feed ingredients. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2021;(1):20–24. (In Russ.).
10. Popkov AA, Konovalov VV, Zaitsev VYu, Dontsova MV. About determining the direction of improving the design of a belt doser of bulk materials. Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2024;(3):60–69. (In Russ.).
11. Bulatov SYu, Isupov AYu, Nechaev VN, Tareeva OA, Pronin AN. Determination of the amount of material transferred by a screw doser in the braking mode. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2024;19(1):28–33. (In Russ.).
12. Sergeev AG, Bulatov SYu, Nechaev VN, Savinykh PA, Shamin AE. Evaluation of the dosing system characteristics for compound feed components in farm conditions. Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2020;(8):93–99. (In Russ.).

13. Bulatov SYu, Nechaev VN, Sergeev AG. Research of the dosing process of compound feed components by the DSh-100 screw. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2021;(10):36–40. (In Russ.).
14. Patent na poleznuyu model' 151070 Rossiyskaya Federatsiya, MPK G01F 13/00. Modul' mnogokomponentnogo dozirovaniya: zayavlen 09.09.2014: opublikovan 20.03.2015. Patentoobladatel' Mashinostroitel'naya kompaniya Tekhneks. (In Russ.).
15. Patent RF 2168706 Rossiyskaya Federatsiya, MPK 7G01F 13/00, G01G 13/00. Modul' mnogokomponentnogo dozirovaniya: 2008134762/11: zayavlen 10.08.1999: opublikovan 10.06.2001. Byul. 16. SV Cherepanov; patentoobladatel' Mashinostroitel'naya kompaniya Tekhneks. (In Russ.).

Информация об авторе

Орлов Алексей Иосифович, аспирант, ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», ул. Октябрьская, д. 22А, г. Княгинино, Нижегородская область, Российская Федерация, 606340
e-mail: Orel-ov@mail.ru

Information about the author

Alexey I. Orlov, postgraduate student of Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22A Oktyabrskaya Street, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation
e-mail: Orel-ov@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: the author declared that there was no conflict of interest

Статья / The article

поступила в редакцию / was submitted	30.12.2025
одобрена после рецензирования / approved after reviewing	14.01.2026
принята к публикации / accepted for publication	25.02.2026