

16. Toplivnaya sistema i ekonomichnost' dizelej / I.V. Astahov, L.N. Golubkov, V. I. Trusov [i dr.]. – Moskva: Mashinostroenie, 1990. – 288s.
17. Fajnlejb, B.N. Toplivnaya apparatura avtotraktornyh dizelej: spravochnik / B. N. Fajnlejb. – Leningrad: Mashinostroenie. Leningradskoe otdelenie, 1990 – 352 s.
18. Fomin, YU.YA. Toplivnaya apparatura dizelej: spravochnik / YU.YA. Fomin, G.V. Nikonov, V. G. Ivanovskij. – Moskva: Mashinostroenie, 1982. – 168 s.
19. CHvanov, K.R. Sovremennye podhody k ocenke tekhnicheskogo sostoyaniya dizel'noj toplivnoj apparatury / K.R. CHvanov // Upravlenie riskami v APK. – 2016. – №7. – S.13-19.
20. SHarifullin, S.N. Puti povysheniya effektivnosti raboty toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizel'nyh dvigatelej / S.N. SHarifullin, N. R. Adigamov. – Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. – 296s.
21. Brady, R.N. Diesel Fuel System /R.N. Brady // Reston Publishing Inkorporated. – 1981. – 564 p.
22. Speed Diesel Injection Pump Improvud / A.I. Adey [et.al] // Automobile Engineering – 1981. – Vol.89 – №7. – P.28-35.

Information about authors

1. **Dobrokhotov Yuri Nikolaevich**, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: Dobrokhotov47@mail.ru, tel. 8-919-674-25-54.
2. **Ivanshchikov Yuri Vasilievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: iuv53@mail.ru, tel. 8-927-864-00-63;
3. **Grigoriev Alexey Olegovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: rv_andreev@mail.ru, tel. 89278586082;
4. **Semenov Mikhail Vitalievich**, Master's student, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29, tel. 89876731775.

УДК 631.22

DOI

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО КОРМОРАЗДАТЧИКА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

П. В. Зайцев, С. П. Зайцев, С. В. Ларкин
Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Наиболее энергоемкой и ответственной операцией в технологической цепочке дозированной раздачи кормов животным является отделение определенного слоя корма от основной кормовой массы в бункере кормораздатчика. Существующие раздатчики стебельных кормов имеют высокий пусковой момент, что приводит к поломке механизмов. Наиболее эффективным направлением механизации животноводства является совершенствование выпускаемой сельскохозяйственной техники, повышение надежности конструкций и их долговечности [10]. Состояние здоровья сельскохозяйственных животных и их продуктивность зависят не только от качественной обработки кормов, но и от своевременной доставки и дозированной выдачи готовой кормовой смеси. В животноводстве используют мобильные кормораздатчики КТУ-10А, КТ-10, КТ-Ф-12 и другие модели, имеющие похожую конструкцию, состоящую из бункера 1, внутри которого находится продольный транспортер 2 с пульсирующей подачей от храпового механизма 3, кормоотделителя битерного типа 4 и выгрузного транспортера 5 [1]. Однако стандартные дозирующие устройства кормоотделителей имеют существенный недостаток – повышенный пусковой момент при загрузке бункера кормовым материалом и дозирования кормовой массы. Кормовой материал выкладывается в выгрузной и подающий транспортеры. Происходит его интенсивное уплотнение в зоне кормоотделителя. При включении дозирующего устройства требуется значительный пусковой момент для привода кормоотделителя, так как его дозирующие пальцы полностью заглубляются в уплотненную кормовую массу, что приводит к резкому повышению пускового момента и последующей поломке кормоотделителя [3], [4]. Это происходит в связи с увеличением уплотнения корма в результате вибрации бункера во время движения кормораздатчика.

Ключевые слова: пусковой момент, эксцентриковый кормоотделитель, пульсирующая передача, надежность, продольный транспортер, храповое колесо, двухступенчатый редуктор.

Введение. Для решения проблемы, связанной с уменьшением пускового момента, мы предлагаем установить битера ступенчато, вниз, в сторону движения кормовой массы. В этом случае необходимо последовательно включать битеры, что позволит уменьшить суммарный пусковой момент приводного устройства и оставит неизменным пусковой момент отдельных битеров [1], [3].

Среди американских серийных аналогов есть те, которые похожи по принципу своего действия на предлагаемую авторами конструкцию. Она позволяет уменьшить и даже устранить пусковой момент, но ее использование усложняется рядом факторов, которые сложно преодолить в условиях рискованного земледелия.

Проведенные нами исследования были направлены на определение оптимальных параметров дозирующих устройств с эксцентриковым кормоотделителем, что позволит решить следующие проблемы: сократить риски частых поломок и заклинивания оборудования; снизить пусковой момент.

В качестве решения этих проблем предлагается использовать дозирующее устройство, изготовленное авторами в производственных условиях.

Материалы и методы исследований.

Кормоотделитель дозирующего устройства является важнейшей составной частью раздатчика, от работы которого зависят качественные и энергетические показатели кормораздатчика. Весь процесс раздачи кормов можно разделить на три последовательно наступающих периода (рис. 1).

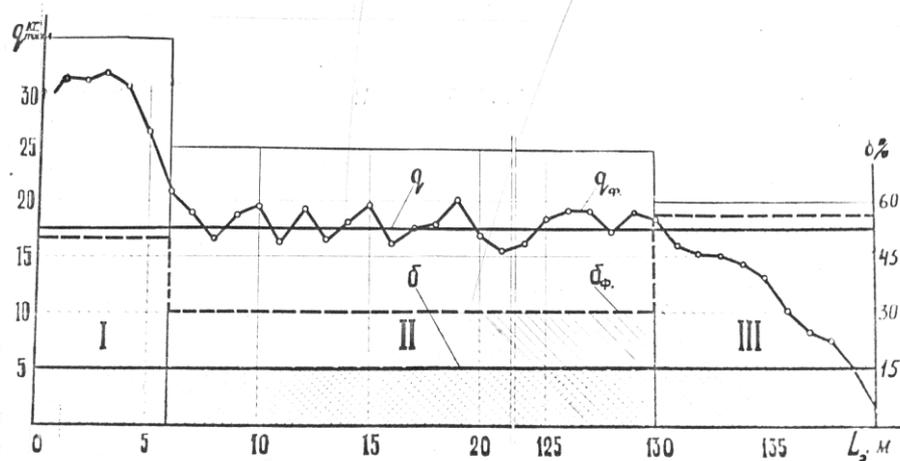


Рис. 1. Распределение кормовой массы в кормушке при полной выгрузке корма из бункера мобильного раздатчика КТУ-10 (серийного) q и q_{ϕ} – заданная и фактическая нормы выдачи корма; δ и δ_{ϕ} – зоотехнический и фактический коэффициенты неравномерности

Режим работы: скорость агрегата – $\vartheta_a = 1,67$ км/ч; окружная скорость битеров – $\vartheta_{н,с,в} = 3,1; 2,68; 2,38$ м/с; скорости продольного транспортера – $\vartheta_{под} = 0,0274$ м/с; выгрузного транспортера – $\vartheta_{в} = 1,35$ м/с. Корм кукурузный – силос.

Первый период начинается с момента начала вращения кормоотделителя и заканчивается, когда устанавливается постоянный режим работы раздатчика. В этот период количество выдаваемого корма гораздо выше, чем при установившемся режиме работы раздатчика, так как пальцы битеров в этот период полностью внедряются в уплотненную кормовую массу. Количество корма, выдаваемое раздатчиком в первый период, определяется с помощью следующего выражения [2]:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 \quad (1)$$

где G_1 – количество корма, расположенного в межпальцевом пространстве;

$$G_1 = 1,5\pi\gamma\ell B (D - \ell), \text{ кг} \quad (2)$$

G_2 – количество корма, обрушиваемого с кормовых выступов;

$$G_2 = \gamma B \left(0,5DN - \frac{3}{8}\pi D^2 \right), \text{ кг} \quad (3)$$

G_3 – кормовая масса, отделяемая за счет подачи продольного транспортера;

$$G_3 = \gamma B N \vartheta_{под} t, \text{ кг} \quad (4)$$

где γ – объемная масса корма, кг/м³;

D и ℓ – диаметр и длина пальца, м;

B и N – соответственно, ширина и высота кормового бурта, м;

$\vartheta_{под}$ – скорость подающего конвейера, м/с;

t – время работы подающего конвейера, с

Вследствие того, что в начальный момент времени пальцы кормоотделителя полностью внедрены в кормовую массу, битер испытывает большой крутящий момент, что часто приводит к его поломкам.

Неравномерность выдачи корма и его норма во втором периоде зависят от конструктивной схемы раздатчика и равномерности распределения плотности корма вдоль бункера, которая, в свою очередь, зависит от способа загрузки и физико-механических свойств кормов.

На заключительной стадии (третий период) выгрузки корма из бункера кормовой монолит обрушивается. С этого момента норма выдачи корма и производительность раздатчика резко падают, так как высота кормового монолита постоянно уменьшается.

Обрушивание кормового монолита происходит под действием горизонтальной составляющей P_x усилия P пальцев бitera.

В целях повышения универсальности дозирования кормов (рассыпное пресованное сено и солома) было разработано дозирующее устройство для выдачи листостебельных кормов как в измельченном, так и в целостном виде [5], [9].

Предлагаемое дозирующее устройство (рис. 2) состоит из бункера 1, продольного (подающего) транспортера 2, эксцентрикового кормоотделителя 3, устройства для регулирования вылета пальцев 4 и 5 и выгрузного транспортера 6. Кормовая масса, находящаяся в бункере 1, продольным транспортером 2 подается к кормоотделителю 3, снимающим корм с основного бурта и перебрасывающим его на выгрузной транспортер 6. Авторы предлагают заменить одноступенчатый редуктор кормораздатчика КТУ-10А двухступенчатым с общим передаточным числом 6, 7, который позволит разгрузить нижний битер от передачи крутящего момента на продольный транспортер. От первого ведомого вала редуктора через промежуточный вал цепной передачей вращение передается валу нижнего эксцентрикового бitera, а от него – среднему и верхнему битеру. Привод продольного транспортера осуществляется через второй ведомый вал редуктора и кривошипно-шатунного механизма на храповое колесо, затем через цепную передачу – на выгрузной вал продольного транспортера. Наличие в битере пальчикового механизма обеспечивает выдвижение пальца в момент соприкосновения его с кормом и возвращения внутрь полого цилиндра после выноса массы корма из бункера. Благодаря этому исключается затягивание стеблей корма на пальцы бitera и их наматывание, что позволяет дозировать подачу целостного листостебельного корма [6], [7], [8].

Результаты исследований и их обсуждение.

В производственных условиях трудно точно определить необходимые параметры конструкции: скорость продольного транспортера $\vartheta_{\text{под}}$ и скорость агрегата (ϑ_a), производительность дозирующего устройства, а также требуемую мощность N и неравномерность выдачи q кормов.

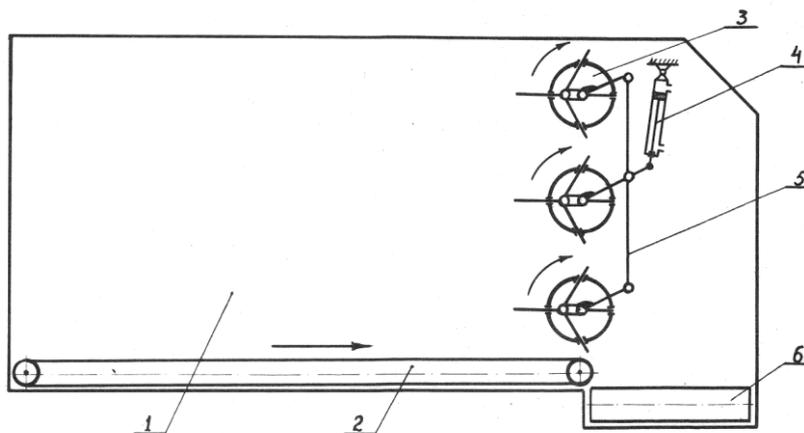


Рис. 2. Принципиальная схема дозирующего устройства с эксцентриковым кормоотделителем кормораздатчика: 1 – бункер; 2 – продольный транспортер; 3 – кормоотделитель; 4 – гидроцилиндр для регулирования вылета пальцев эксцентрикового кормоотделителя; 5 – тяга; 6 – выгрузной транспортер

На основании теоретических и производственных исследований был разработан графический метод (рис. 3), позволяющий определить производительность, требуемую мощность дозирующего устройства, показатель неравномерности подачи кормов в зависимости от нормы выдачи корма животным и скорости перемещения агрегата и скорректировать их. Слева по оси абсцисс графика проложена скорость подающего транспортера, справа – норма выдачи корма животным. В первом квадранте графика находятся кривые изменения производительности дозирующего устройства в зависимости от нормы выдачи корма животным и скорости перемещения агрегата мобильного кормораздатчика, во втором – от скорости подающего транспортера при различной высоте корма в бункере, в третьем – кривые, характеризующие требуемую мощность дозатора, показатели неравномерности, зависящие от скорости подающего конвейера и конструктивных параметров эксцентрикового кормоотделителя.

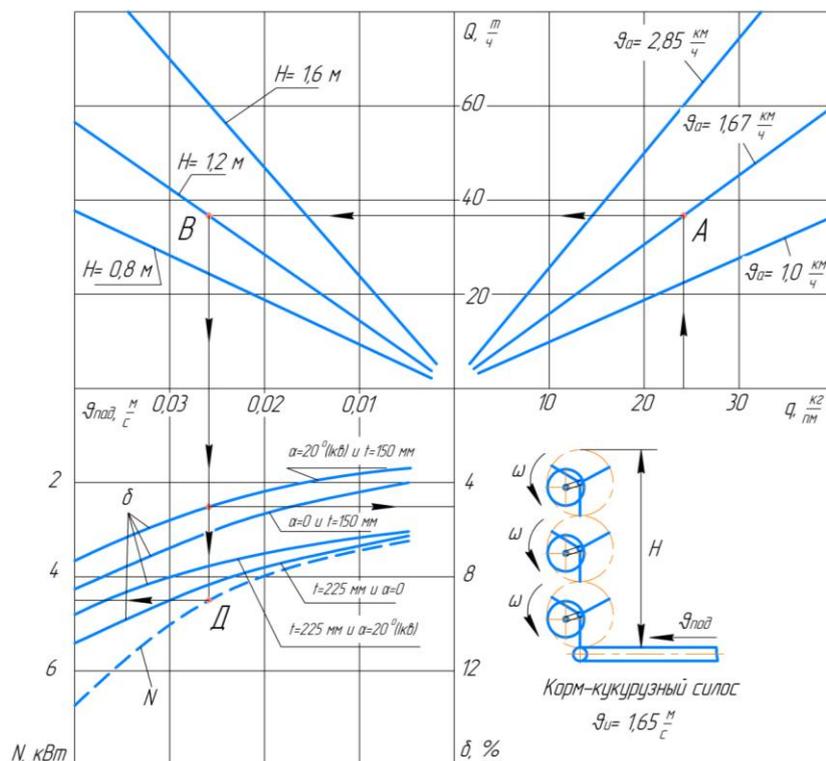


Рис. 3. Графический метод для настройки дозатора мобильного кормораздатчика

Ниже предлагается методика, позволяющая графическим способом определить параметры дозатора. Например, требуется определить производительность Q , необходимую мощность N и показатель неравномерности δ при выдаче максимальной нормы кукурузного силоса $q = 24$ кг/м и скорости движения агрегата – мобильного кормораздатчика $V_a = 1,67$ км/ч. В соответствии с ключом (рис. 3) находят на оси абсцисс точку $q = 24$ кг/м. Из этой точки проводят вертикаль до пересечения с точкой А (в соответствии с кривой скорости агрегата $V_a = 1,67$ км/с). После этого по горизонтали влево находят величину производительности дозирующего устройства $Q = 38$ т/ч. Перемещением этой линии до луча высоты H корма в бункере ($H = 1,2$ м) и далее по оси абсцисс определяют скорость подающего транспортера $V_{под} = 0,026$ м/с. При выбранных параметрах дозирующего устройства показатель неравномерности выдачи корма δ и требуемой мощности N дозатора определяют продолжением вертикальной линии $V_{под} = 0,026$ м/с до пересечения с соответствующими кривыми в точках С и Д. Тогда получим $\delta = 5,1\%$ и $N = 4,5$ кВт.

Использование графического метода настройки дозирующего устройства позволяет снизить энергоёмкость на 6...8 %, а неравномерность дозирования кормов довести до допустимого уровня зоотехнических требований (10...12 %).

Выводы.

1. Использование предлагаемого дозирующего устройства повышает точность дозирования кормов, предохраняет от возможного заматывания стеблей и поломок во время пуска.
2. Предлагаемое устройство хорошо зарекомендовало себя при использовании измельченных и длинностебельных грубых кормов.
3. Кормораздатчик обладает высокой степенью мобильности, прост при переоборудовании на любой местности и не требует больших капитальных затрат.

Литература

1. Авторское свидетельство № 477708 А1 СССР, МПК А01К 5/00. Кормораздатчик. – № 1996305: заявл. 15.02.1974: опубл. 25.07.1975 / Г. М. Обухан, П. В. Зайцев; заявитель Чувашский сельскохозяйственный институт. – 4 с.
2. Долгов, Г. Л. Установка для обеззараживания комбикормов / Г. Л. Долгов, А. А. Белов, Т. В. Шаронова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2013. – № 4-2 (80). – С. 66-69.
3. Зайцев, П. В. Обоснование устройства для очистки кормушек и дозированной раздачи кормов в скотоводстве / П. В. Зайцев, С. П. Зайцев, Н. П. Зайцева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (51). – С. 64-68.

4. Зайцева, Н. П. Ключевые факторы развития отрасли молочного скотоводства в Чувашской Республике / Н. П. Зайцева, Н. В. Нестерова // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 503-507.
5. Максимов, В. А. Линия производства комбикормов с использованием физических факторов для обеззараживания / В. А. Максимов, А. М. Иванов, Т. В. Шаронова // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 347-348.
6. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки зерна в отделении приема и предварительной очистки зернового вороха / Н. Н. Кузнецов, Н. Н. Пушкаренко, В. И. Медведев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Том. 13. – № 4 (51). – С. 114-118.
7. Нестерова, Н. В. Проблемы и стратегическое развитие комбикормовой промышленности / Н. В. Нестерова, Т. В. Шаронова, Т. Н. Акулова // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 535-539.
8. Стерхова, Н. Г. Сущность и объективная необходимость государственного регулирования в рыночной экономике / Н. Г. Стерхова, Н. П. Зайцева // Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 87-93.
9. Шаронова, Т. В. Разработка установки для перемешивания и обработки комбикормов / Т. В. Шаронова, Е. Л. Белов, Т. Н. Акулова // Мобильная энергетика в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук Медведева Владимира Ивановича, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, Чебоксары. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 406-411.
10. Modern problems of development of branch of dairy cattle breeding / Т. Е. Kirilova, О. V. Shamina, А. А. Kurilova [et al.] // Перспективы развития аграрных наук: материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 139-142.

Сведения об авторах

1. **Зайцев Петр Владимирович**, доктор технических наук, профессор кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: zapevl@mail.ru, тел. 89030665907;
2. **Зайцев Сергей Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: zaucvpet@mail.ru, тел. 89023275635;
3. **Ларкин Сергей Владимирович**, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: sv_larkin@mail.ru.

IMPROVEMENT OF THE DOSING DEVICE OF THE MOBILE FEED DISPENSER IN ANIMAL HUSBANDRY

P.V. Zaitsev, S.P. Zaitsev, S.V. Larkin
Chuvash State Agrarian University
 428003, Cheboksary, Russian Federation

Brief abstract. *The most energy-intensive and responsible operation in the technological chain of dosed distribution of feed to animals is the separation of a certain layer of feed from the main feed mass in the feed hopper. Existing stalk feeders have a high starting torque, which leads to breakage of mechanisms. The most effective direction of livestock mechanization is the improvement of manufactured agricultural machinery, increasing the reliability of structures and their durability [10]. The state of health of farm animals and their productivity depend not only on the quality of feed processing, but also on the timely delivery and dosed delivery of the finished feed mixture. In animal husbandry, mobile feeders KTU-10A, KT-10, KT-F-12 and other models are used, having a similar design, consisting of a hopper 1, inside of which there is a longitudinal conveyor 2 with a pulsating feed from a ratchet mechanism 3, a*

beater-type feed separator 4 and unloading conveyor 5 [1]. However, the standard dosing devices of feed separators have a significant drawback - an increased starting torque when loading the hopper with feed material and dosing the feed mass. Feed material is laid out in the unloading and feeding conveyors. There is its intensive compaction in the zone of the feed separator. When the dosing device is turned on, a significant starting torque is required to drive the feed separator, since its dosing fingers are completely buried in the compacted feed mass, which leads to a sharp increase in the starting torque and subsequent breakdown of the feed separator [3], [4]. This is due to the increased compaction of the feed as a result of the vibration of the hopper during the movement of the feeder.

Key words: starting torque, eccentric feed separator, pulsating transmission, reliability, longitudinal conveyor, ratchet wheel, two-stage gearbox.

References

1. Avtorskoe svidetel'stvo № 477708 A1 SSSR, MPK A01K 5/00. Kormorazdatchik. – № 1996305: zayavl. 15.02.1974: opubl. 25.07.1975 / G. M. Obuhan, P. V. Zajcev; zayavitel' CHuvashskij sel'skohozyajstvennyj institut. – 4 s.
2. Dolgov, G. L. Ustanovka dlya obezrazhivaniya kombikormov / G. L. Dolgov, A. A. Belov, T. V. SHaronova // Vestnik CHuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. YA. YAKovleva. – 2013. – № 4-2 (80). – S. 66-69.
3. Zajcev, P. V. Obosnovanie ustrojstva dlya ochistki kormushek i dozirovannoj razdachi kormov v skotovodstve / P. V. Zajcev, S. P. Zajcev, N. P. Zajceva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 1 (51). – S. 64-68.
4. Zajceva, N. P. Klyuchevye faktory razvitiya otrasli molochnogo skotovodstva v CHuvashskoj Respublike / N. P. Zajceva, N. V. Nesterova // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska tekhnologov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S. 503-507.
5. Maksimov, V. A. Liniya proizvodstva kombikormov s ispol'zovaniem fizicheskikh faktorov dlya obezrazhivaniya / V. A. Maksimov, A. M. Ivanov, T. V. SHaronova // Studencheskaya nauka - pervyj shag v akademicheskuyu nauku: materialy Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s uchastiem shkol'nikov 10-11 klassov. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2017. – S. 347-348.
6. Model' funkcionirovaniya tekhnologicheskogo processa posleuborochnoj obrabotki zerna v otdelenii priema i predvaritel'noj ochistki zernovogo voroha / N. N. Kuznecov, N. N. Pushkarenko, V. I. Medvedev [i dr.] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – Tom. 13. – № 4 (51). – S. 114-118.
7. Nesterova, N. V. Problemy i strategicheskoe razvitie kombikormovoj promyshlennosti / N. V. Nesterova, T. V. SHaronova, T. N. Akulova // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska tekhnologov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S. 535-539.
8. Sterhova, N. G. Sushchnost' i ob'ektivnaya neobhodimost' gosudarstvennogo regulirovaniya v rynochnoj ekonomike / N. G. Sterhova, N. P. Zajceva // Sovremennaya agrarnaya ekonomika: problemy i perspektivy v usloviyah razvitiya cifrovyyh tekhnologij: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2019. – S. 87-93.
9. SHaronova, T. V. Razrabotka ustanovki dlya peremeshivaniya i obrabotki kombikormov / T. V. SHaronova, E. L. Belov, T. N. Akulova // Mobil'naya energetika v sel'skom hozyajstve: sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora, doktora tekhnicheskikh nauk Medvedeva Vladimira Ivanovicha, Zasluzhennogo deyatelya nauki i tekhniki RSFSR, CHEboksary. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S. 406-411.
10. Modern problems of development of branch of dairy cattle breeding / T. E. Kirilova, O. V. Shamina, A. A. Kurilova [et al.] // Perspektivy razvitiya agrarnyyh nauk: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, CHEboksary. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2019. – S. 139-142.

Information about authors

1. **Zaitsev Petr Vladimirovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: zapevl@mail.ru, tel. 89030665907;

2. **Zaitsev Sergey Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx, 29; e-mail: zaycevp@pet@mail.ru, tel. 89023275635;

3. **Larkin Sergey Vladimirovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: sv_larkin@mail.ru.