Тип статьи: научная
УДК 631.354
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-2-38-45

МОДЕРНИЗАЦИЯ АППАРАТА ДЛЯ ОБМОЛОТА И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ХЛЕБНОЙ МАССЫ

Анна Радионовна Сухаева [1], Василий Николевич Хабардин [2], Станислав Николаевич Шуханов [3], Николай Васильевич Степанов [4]
[1,2,3,4] *Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия*
[1]*suhaewa@yandex.ru*, [2]*habardinv@mail.ru*, [3] *Shuhanov56@mail.ru*, [4] *stepanov@igsha.ru*

Автор, ответственный за переписку: Станислав Николаевич Шуханов, Shuhanov56@mail.ru
Corresponding author: Stanislav Shukhanov, Shuhanov56@mail.ru

Реферат. *Одними из наиболее трудоёмких операций при уборке сельскохозяйственных культур являются обмолот и измельчение хлебной массы, выполняемых с помощью фуражира ФН – 1,4. Этот аппарат широко используется для перемещения силосной массы, находящейся в буртах в прицепную ёмкость. Применяемые в настоящее время технические средства не отвечают предъявляемым к ним требованиям, поэтому возникла необходимость в создании более совершенных - модернизации фуражира Модернизация фуражира ФН – 1,4 предложена для устранения основного недостатка: сложности технического устройства, являющегося причиной частых поломок. Пневмоканал спроектирован с возможностью перемещения высеваемого материала из полости донышка в полость трубопровода за счёт его силы тяжести. Собственно донышко в его нижней части изготовлено с формированием скатной доски по форме прямоугольника, которая закреплена под таким углом к горизонтальной плоскости, который дает возможность свободного пропуска обрабатываемого материала по ее поверхности за чет силы тяжести. Окно, коммутирующее полости пневмоканала, а также трубопровода, состыковано своей нижней поверхностью с нижним концом скатной доски. Значение размера высоты окна в передней стороне трубопровода не превышает двух-трех кратного максимального размера гранул высеваемого материала. Пневмоканал включает в себя скатную доску, а также кожух. Скатная доска с верхней части затворена кожухом. Поперечное сечение кожуха представляет собой П-образную форму, изменяющуюся по высоте в сторону увеличения от его переднего края к заднему, при этом форма его переднего конца по срезу совмещается с П-образным элементом окна в передней части стенки трубопровода, а форма заднего конца по срезу совмещается с П-образным элементом донышка в поперечном его сечении. Передний край кожуха состыкован с окном, а его задний край - с полостью донышка.*

Ключевые слова: *сельскохозяйственное производство, технические средства, хлебная масса, фуражир.*

MODERNIZATION OF THE APPARATUS FOR THRESHING AND GRINDING MASS

Anna Sukhaeva [1], Vasily Khabardin [2], Stanislav Shukhanov [3], Nikolai Stepanov [4]
[1,2,3,4] *Irkutsk State Agrarian University, A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia*
[1]*suhaewa@yandex.ru*, [2]*habardinv@mail.ru*, [3]*Shuhanov56@mail.ru*, [4]*stepanov@igsha.ru*

Abstract. *One of the most time-consuming operations when harvesting agricultural crops is threshing and grinding of the grain mass, performed with the help of forager FN-1.4. This machine is widely used to move the silage mass in piles to the trailer tank. The currently used technical means do not meet the requirements for them, therefore, it became necessary to create more advanced ones - the modernization of the forager. The modernization of the forager FN - 1.4 is proposed to eliminate the main drawback: the complexity of the technical device, which is the cause of frequent breakdowns. The pneumatic channel is*

designed with the possibility of moving the seeded material from the cavity of the bottom to the cavity of the pipeline due to its gravity. The actual bottom in its lower part is made with the formation of a pitched board in the form of a rectangle, which is fixed at such an angle to the horizontal plane, which makes it possible to freely pass the processed material over its surface due to gravity. The window switching the cavities of the pneumatic channel, as well as the pipeline, is docked by its lower surface with the lower end of the pitched board. The value of the height of the window in the front side of the pipeline does not exceed two to three times the maximum grain size of the seeded material. The pneumatic channel includes a pitched board, as well as a casing. The pitched board is closed with a casing from the top. The cross section of the casing is a U-shaped shape, changing in height upwards from its front edge to the rear, while the shape of its front end along the cut is combined with the U-shaped element of the window in the front part of the pipeline wall, and the shape of the rear end along the cut is combined with the U-shaped element of the bottom in its cross section. The front edge of the casing is docked with the window, and its rear edge - with the cavity of the bottom.

Keywords: *agricultural production, technical means, grain mass, fodder.*

Для цитирования: Сухаева А.Р., Хабардин В.Н., Шуханов С.Н., Степанов В.С. Модернизация аппарата для обмолота и измельчения хлебной массы // Наука в центральной России. 2023. Т. 62, № 2. С. 38-45. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-2-38-45.

For citation: Sukhaeva A., Khabardin V., Shukhanov S., Stepanov N. Modernization of the apparatus for threshing and grinding mass. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 62(2): 38-45. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-2-38-45.

Введение. Создание современных средств механизации технологических процессов сельскохозяйственного производства обеспечивается научными разработками со стороны аграрной науки [1-4]. При этом особое внимание уделяется техническим средствам, используемым в животноводческой отрасли [5-8]. Ключевое направление развития аграрного сектора – это возделывание зерновых как для продовольственных и семеноводческих, так и для кормовых целей. Существенное значение при возделывании которых имеет применяемая технология уборки. Адаптированная к региону технология позволяет значительно повысить эффективность производственного процесса [12]. Одними из наиболее трудоёмких операций при уборке сельскохозяйственных культур являются обмолот и измельчение хлебной массы, выполняемых с помощью фуражира ФН – 1,4. Этот аппарат широко используется для перемещения силосной массы, находящейся в буртах в прицепную ёмкость [9-12]. Применяемые в настоящее время технические средства не отвечают предъявляемым к ним требованиям, поэтому возникла необходимость в создании более совершенных.

Цель исследования – модернизация фуражира.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили фуражиры, используемые при уборке сельскохозяйственных культур для обмолота и измельчения хлебной массы, а также для разгрузки кормов. Методами исследований служили обзор и анализ источников литературы, патентный поиск, обобщение изученного материала и, на этой основе решение технической задачи по модернизации фуражира на уровне патентоспособности.

Результаты и обсуждение. Анализ практики эксплуатации фуражиров выявил ряд недостатков. Существуют высевающие аппараты, которыми оснащены сеялки, а также сажалки и культиваторы. В частности, к ним относится катушечно-штифтовой аппарат, включающий в себя бункер с задвижкой, в том числе донышко и катушки [13]. Главная отрицательная сторона известного аппарата - это сложность технического устройства.

Другая конструкция усовершенствованного фуражира описана в работе [14]. На рисунке 1 приведен фуражир, а именно, проиллюстрирован трубопровод - вид сбоку. Трубопровод 1, который является составной частью фуражира, изготовлен с возможностью перемещения обработанного продукта путем его измельчения в транспортное средство. Это обеспечивается соединением трубопровода 1 с измельчающим барабаном с помощью эксгаустера, образующего воздушный поток в интеграции «измельчающий барабан - трубопровод 1». Для осуществления включения в состав измельченного продукта дополнительных инградиентов в виде кормовых

добавок конструкция фуражира оснащена высевающим аппаратом, установленным на передней стенке трубопровода. Составными элементами аппарата являются бункер 2 под высеваемый сыпучий материал, в том числе задвижка 3, а также донышко 4, спроектированного с формированием полости под задвижкой 3. Собственно полость донышка 4 соединена с полостью трубопровода 1 с помощью пневмоканала 5, изготовленного с возможностью подачи обрабатываемого материала из полости донышка 4 в полость трубопровода 1 под напором на этот материал воздушного потока, формируемого эксгаустером.

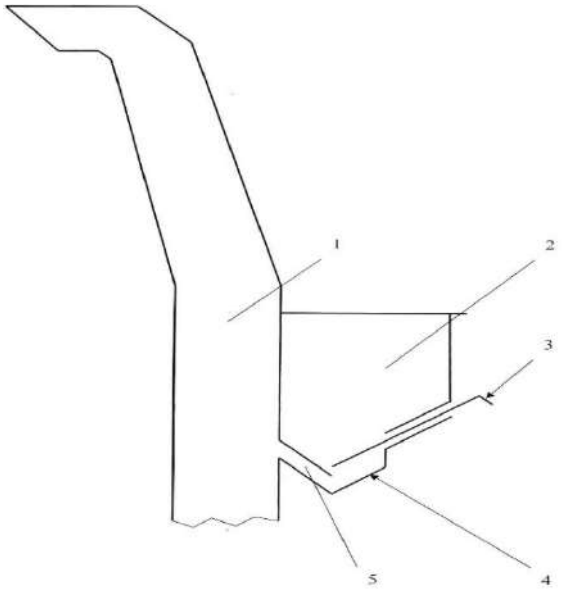

Рисунок 1 - Фуражир
1 – трубопровод; 2 – бункер; 3 – задвижка; 4 – донышко; 5 – пневмоканал

Отрицательной стороной представленной конструкции фуражира заключается в том, что пневмоканал высевающего аппарата сориентирован вверх, то есть в направлении перемещения высевающего материала по трубопроводу. По этой причине при отключении подачи, а иногда при экстренной (аварийной) остановке работы фуражира измельченный продукт за счёт силы тяжести движется вниз по трубопроводу, а затем посредством окна попадает в пневмоканал - заполняет его, что является причиной выхода из строя высевающего аппарата. В том числе, подача материала из полости донышка в полость трубопровода за счёт нагнетания воздушного потока непостоянна, так как коррелирует с параметрами технологического процесса измельчения.

С целью улучшения эксплуатационных свойств фуражира, оборудованного высевающим аппаратом с возможностью осуществления включения в измельченный продукт дополнительных инградиентов в виде кормовых добавок разработано новое техническое решение. Пневмоканал спроектирован с возможностью перемещения высеваемого материала из полости донышка в полость трубопровода за счёт его силы тяжести. Собственно донышко в его нижней части изготовлено с формированием скатной доски по форме прямоугольника, которая закреплена под таким углом к горизонтальной плоскости, который дает возможность свободного пропуска обрабатываемого материала по ее поверхности с помощью его силы тяжести. Окно, коммутирующее полости пневмоканала, а также трубопровода, состыковано своей нижней поверхностью с нижним концом скатной доски. Значение размера высоты окна в передней стороне трубопровода не превышает двух-трехкратного максимального размера гранул высеваемого материала.

Пневмоканал включает в себя скатную доску, а также кожух. Собственно скатная доска с верхней части затворена кожухом. Поперечное сечение кожуха представляет собой П-образную форму, изменяющуюся по высоте в сторону увеличения от его переднего края к заднему. При этом

форма его переднего конца по срезу совмещается с П-образным элементом окна в передней части стенки трубопровода, а форма заднего конца по срезу совмещается с П-образным элементом донышка в поперечном его сечении. Передний край кожуха состыкован с окном, а его задний край - с полостью донышка.

В итоге обрабатываемый материал за счёт собственной силы тяжести поступает из полости донышка по пневмоканалу в полость конструкции трубопровода, где происходит смешивание его с измельченным продуктом. Из-за того, что окно имеет заданный размер по высоте, а устройство пневмоканала от полости донышка сориентировано вниз, вероятность забивания полости высевающего аппарата продуктами измельчения сводится к минимуму. Подача обрабатываемого материала в полость трубопровода носит устойчивый характер, так как она выполняется, главным образом, за счет силы тяжести. В результате это повышает эксплуатационные свойства фуражира, оборудованного высевающим аппаратом, позволяющим включать в измельченный продукт кормовые добавки.

На рисунке 2 проиллюстрирован модернизированный фуражир.

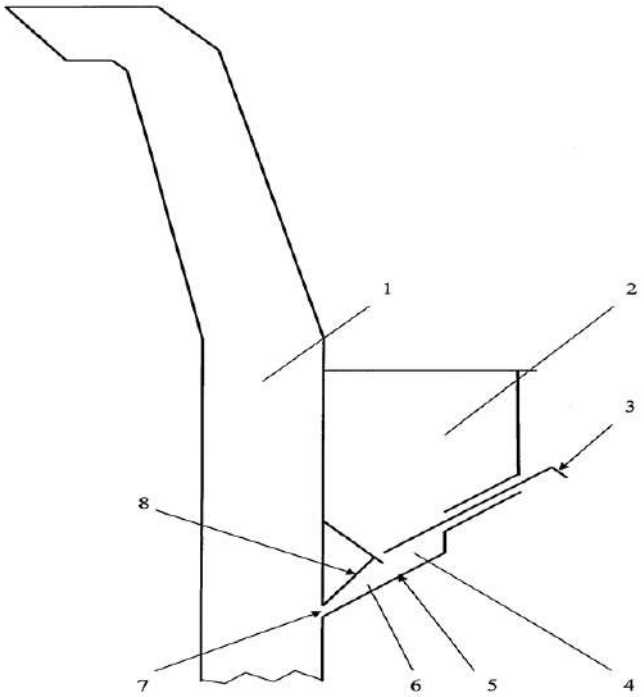

Рисунок 2 - Модернизированный фуражир
1 – трубопровод; 2 – бункер; 3 – задвижка; 4 – донышко; 5 – скатная доска; 6 – пневмоканал; 7 – окно; 8 – кожух

Приведен вид сбоку на трубопровод. Фуражир состоит из следующих составных частей: трубопровода 1, спроектированного с возможностью подачи измельченного продукта в транспортное средство. По этой причине трубопровод 1 соединен с измельчающим барабаном с помощью эксгаустера, создающего воздушный поток по направлению «измельчающий барабан - трубопровод 1». Для осуществления возможности включения в состав измельченного продукта дополнительных инградиентов в виде кормовых добавок фуражир включает в себя высевающий аппарат, установленный на передней стенке трубопровода 1. Устройство аппарата состоит из следующих элементов конструкции: бункера 2 под высеваемый сыпучий материал, а также задвижки 3 и донышка 4, изготовленного с формированием полости под задвижкой 3, которая соединена с полостью трубопровода 1 с помощью пневмоканала 6 - посредством окно 7 прямоугольной формы в передней стенке трубопровода**.** Для осуществления возможности подачи обрабатываемого материала в полость трубопровода 1 донышко 4 в его нижней части изготовлено

с формированием скатной доски 5 по форме прямоугольника, которая закреплена под таким углом к горизонтальной плоскости, что способствует свободному пропуску подаваемого материала по ее рабочей поверхности посредством действия его силы тяжести. Окно 7, посредством которого имеют сообщение полости пневмоканала 6, а также конструкции трубопровода 1, состыковано своей нижней частью с нижним концом скатной доски 5. Значение размера высоты окна 7 в передней части стенки трубопровода двух-трех кратно превышает максимальный размер гранул высеваемого материала. Пневмоканал 6 образован посредством скатной доски 5, а также кожуха 8 - скатная доска 5 сверху закрыта кожухом 8. Кожух в поперечном сечении имеет П-образный вид, изменяющийся по высоте в сторону увеличения от его переднего края к заднему. Форма его переднего края по срезу соответствует с П-образному элементу окна 7 в передней части стенки трубопровода 1, а форма заднего края по срезу соответствует с П-образному элементу донышка 4 в поперечном его сечении. Передний край кожуха 8 состыкован с окном 7, а его задний край - с собственно полостью донышка 4.

Фуражир функционирует в такой последовательности. Загружают бункер 2 кормовой добавкой. Регулируют дозу поступления добавки, варьируя площадь сечения питающего окна изменением положения задвижки 3. Осуществляют процесс измельчения, к примеру, сена. С этой целью после начала работы вала отбора мощности (включения в действие эксгаустера) конструкцию измельчающего барабана фуражира плавно совмещают со скирдой. За счёт силы тяжести, а также действия вибрации сыпучий материал добавки из устройства полости бункера 2 посредством питающего окна (задвижка 3 находится в положении: открыто или приоткрыто) подается в полость донышка 4, затем посредством действия собственной силы тяжести он перемещается по поверхности скатной доски 5, минуя пневмоканал 6, и далее - проходя через окно 7 - в полость конструкции трубопровода 1, где происходит его смешивание с измельченным продуктом.

Разработанное устройство применяется в технологиях уборки зерновых культур Приангарья [15]. Основанием для использования модернизированного аппарата стали качественные показатели его работы [16]. Одним из которых является корреляция производительности фуражира Q и удельной мощности Nуд со значением угловой скорости вращения барабанного рабочего органа.

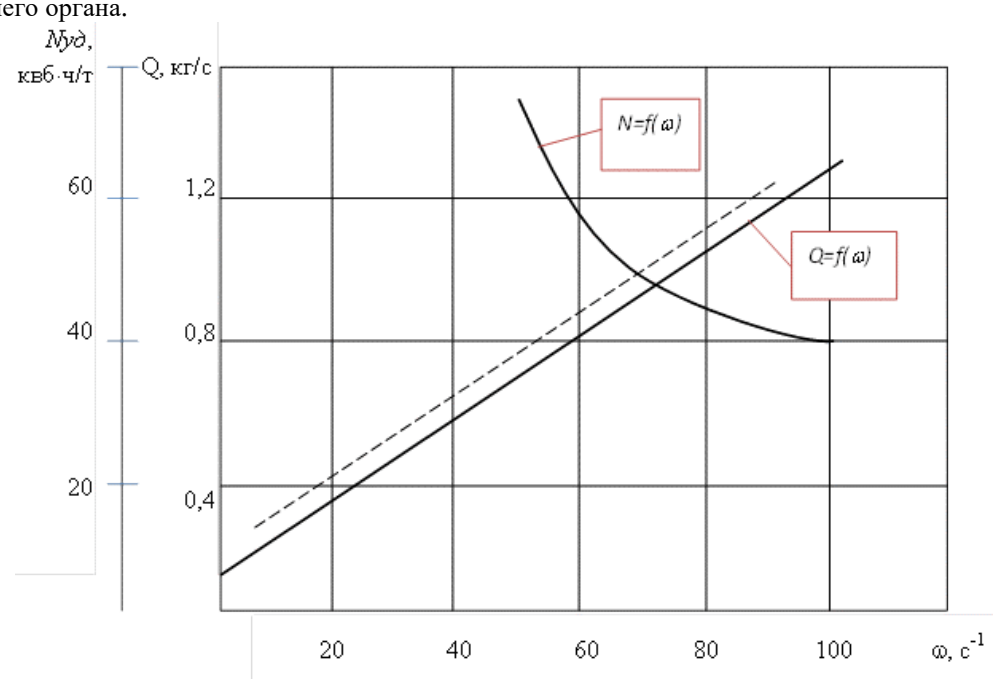

Рисунок 3 - График корреляции производительности фуражира Q и удельной мощности $N_{уд}$ со значением угловой скорости вращения барабанного рабочего органа: - - - - - экспериментальный; — - теоретический

Анализ графика демонстрирует, что с увеличением пропускной способности модернизированного аппарата снижается величина удельной мощности и значении производительности Q = 1,1 кг/с удельная мощность тождественна 55 кВт ч/т. Дальнейшее увеличение подачи измельчаемого материала (более оптимальных значений) ведет к увеличению необходимой мощности на выполнение процесса обмолота-измельчения.

Заключение. Выполненный обзор литературных источников позволил выявить недостатки современных аппаратов для обмолота и измельчения хлебной массы. Анализ конструктивных особенностей и принципа их функционирования позволил решить актуальную практическую задачу по модернизации фуражира, отличающегося улучшенными эксплуатационными свойствами, оборудованного высевающим аппаратом для включения в измельченный продукт дополнительных инградиентов в виде кормовых добавок. Фуражир позволяет повысить эффективность выполняемых трудоемких технологических процессов.

Список источников

1. Шуханов С.Н., Болоев П.А., Коваливнич В.Д., Гармаев Ж.В. Опытный измельчитель корнеклубнеплодов // Вестник АПК Верхневолжья. - 2014. - № 2 (26). - С. 86-87.

2. Раднаев Д.Н., Калашников С.С., Шуханов С.Н. Оптимизация технологического комплекса машин в растениеводстве // Аграрная наука. - 2015. - № 8. - С. 28-30.

3. Болоев П.А., Поляков, С.Н. Шуханов Оценка глубины заделки семян зерновых культур посевными комплексами // Пермский аграрный вестник. - 2016. - № 1 (13). - С. 45-50.

4. Хабардин С.В., Поляков Г.Н., Шуханов С.Н. Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники // Тракторы и сельхозмашины. - 2021. - № 3. - С. 37-41.

5. Татарникова П.А., Харлампьев А.А., Друзьянова В.П. Факторы, определяющие устойчивое кормообеспечение крупного рогатого скота в республике Саха (Якутия) / В сборнике: Стратегия и перспективы развития агротехнологий и лесного комплекса Якутии до 2050 года. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию образования Якутской АССР и 85-летию Первого президента РС(Я) М. Е. Николаева (Николаевские чтения). -2022. - С. 308-313.

6. Татарникова П.А., Друзьянова В.П. Проблематика традиционных отраслей сельского хозяйства в районах арктической зоны республики Саха (Якутия) (на примере скотоводства и коневодства) / В сборнике: Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 4-х томах. Благовещенск - 2022. - С. 338-344.

7. Кокиева Г.Е. Исследование кормоцехов для животноводческих ферм / В сборнике: ЛАРИОНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ-2022. сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции. - 2022. - С. 54-64.

8. Семенов К.Д., Медяков А.А., Сидыганов Ю.Н., Онучин Е.М. Моделирование работы системы обогрева производственных помещений животноводческого комплекса // АгроЭкоИнженерия. - 2022.- № 3 (112). - С. 129-141.

9. Пенкин М.Г., Касабеков Р.И., Глотов В.И. и др. Сушка хлебной массы в стогах // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1982. - № 10. – С. 40-42.

10. Пенкин М.Г., Касабеков Р.И., Глотов В.И. и др. Технология и комплекс машин для уборки зерновых культур с обмолотом из стогов // Механизация и электрификация сельского хозяйства - 1983. - № 8. – С. 8 -11.

11. Пенкин М.Г., Глотов Р.И, Чирков Н.Е. и др. Энергосберегающие технологии уборки зерновых культур повышенной влажности / Механизация и электрификация сельского хозяйства - 1986. - № 8. – С. 13-15.

12. Упкунов Ю.Н., Хараев А.Б., Филиппов А.С. Варианты обмолота на стационаре // Земля Сибирская, Дальневосточная - 1988. - № 8. – С. 48-49.

13. Халанский, В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. - М.: КолосС, 2004. - 624 с. - С. 142, 143.

14. Патент на изобретение 2748994 С1, 02.06.2021. Фуражир. Хабардин В.Н., Сухаева А.Р., Мирзоян Н.Г., Кожевникова Н.И. Заявка № 2020107816 от 20.02.2020, Бюл. № 16.

15. Сухаева А.Р., Шуханов С.Н., Коваливнич В.Д. Технологии уборки зерновых культур Приангарья // Известия Международной академии аграрного образования – 2019. - № 46. – С. 66-69.

16. Сухаева А.Р. Совершенствование технологии уборки зерновых культур и обоснование параметров скоплений хлебной массы для крестьянских (фермерских) хозяйств в условиях Восточной Сибири. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук - Улан-Удэ. – 2006. – 131 с.

Reference

1. Shukhanov S.N., Boloev P.A., Kovalivnich V.D., Garmaev Zh.V. Experienced grinder of root crops // Bulletin of the APK of the Upper Volga. - 2014. - No. 2 (26). - S. 86-87.

2. Radnaev D.N., Kalashnikov S.S., Shukhanov S.N. Optimization of the technological complex of machines in crop production // Agrarian science. - 2015. - No. 8. - S. 28-30.

3. Boloev P.A., Polyakov, S.N. Shukhanov Evaluation of the depth of sowing seeds of grain crops with sowing complexes // Perm agrarian bulletin. - 2016. - No. 1 (13). - S. 45-50.

4. Khabardin S.V., Polyakov G.N., Shukhanov S.N. New technical device for traction tests of automotive equipment // Tractors and agricultural machines. - 2021. - No. 3. - S. 37-41.

5. P.A. Tatarnikova, A.A. Factors determining the sustainable supply of cattle in the Republic of Sakha (Yakutia) / In the collection: Strategy and prospects for the development of agricultural technologies and the forest complex of Yakutia until 2050. Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of the formation of the Yakut ASSR and the 85th anniversary of the First President of the RS (Y) M. E. Nikolaev (Nikolaev Readings). -2022. - S. 308-313.

6. Tatarnikova, P.A. The problems of traditional branches of agriculture in the regions of the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia) (on the example of cattle breeding and horse breeding) / In the collection: Agro-industrial complex: problems and development prospects. Materials of the All-Russian scientific-practical conference. In 4 volumes. Blagoveshchensk - 2022. - P. 338-344.

7. Kokieva G.E. Study of feed shops for livestock farms / In the collection: LARIONOV READING-2022. collection of research papers based on the results of the scientific-practical conference. - 2022. - S. 54-64.

8. Semenov K.D., Medyakov A.A., Sidiganov Yu.N., Onuchin E.M. Modeling the operation of the heating system for industrial premises of the livestock complex // AgroEcoEngineering. - 2022.- No. 3 (112). - S. 129-141.

9. Penkin M.G., Kasabekov R.I., Glotov V.I. Drying of grain mass in stacks // Mechanization and electrification of agriculture. - 1982. - No. 10. - S. 40-42.

10. Penkin M.G., Kasabekov R.I., Glotov V.I. and others. Technology and complex of machines for harvesting grain crops with threshing from haystacks // Mechanization and electrification of agriculture - 1983. - No. 8. - P. 8 -11.

11. Penkin M.G., Glotov R.I., Chirkov N.E. and others. Energy-saving technologies for harvesting high-moisture grain crops / Mechanization and electrification of agriculture - 1986. - No. 8. - P. 13-15.

12. Upkunov Yu.N., Kharaev A.B., Filippov A.S. Threshing options at the station // Siberian Land, Far East - 1988. - No. 8. - P. 48-49.

13. Khalansky, V.M., Gorbachev, I.V. Agreecultural machines. Agreecultural equipment. - M.: KolosS, 2004. - 624 p. - S. 142, 143.

14. Patent for invention 2748994 C1, 06/02/2021. Forager. Khabardin V.N., Sukhaeva A.R., Mirzoyan N.G., Kozhevnikova N.I. Application No. 2020107816 dated February 20, 2020, Bull. No. 16.

15. Sukhaeva A.R., Shukhanov S.N., Kovalivnich V.D. Technologies for harvesting grain crops in the Angara region // Proceedings of the International Academy of Agrarian Education - 2019. - No. 46. - P. 66-69.

16. Sukhaeva A.R. Improving the technology of harvesting grain crops and substantiating the parameters of accumulations of grain mass for peasant (farm) farms in Eastern Siberia. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences - Ulan-Ude. - 2006. - 131 p.

Информация об авторах

А.Р. Сухаева - кандидат технических наук, доцент; В. Н. Хабардин - доктор технических наук, профессор; С.Н. Шуханов – доктор технических наук, профессор; Н.В. Степанов – какндидат технических наук, доцент.

Information about the authors

A. Sukhaeva - candidate of technical sciences, associate professor; V. Khabardin - Doctor of Technical Sciences, Professor; S. Shukhanov - doctor of technical sciences, professor; N. Stepanov - candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 13.03.2023 Принята к публикации (Accepted): 24.04.2023