ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-33

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USE GRAIN HARVESTERS BY USING REMOVABLE GRAIN BUNKERS

A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, O. I. Poddubny, S. Yu. Fandeev

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Received 17.12.2019

Submitted 28.04.2020

Summary

A scheme of a combine harvester equipped with a mechanism for replacing a grain-filled hopper with an empty replacement one is proposed. The efficiency coefficient of using combine harvesters of different designs, taking into account their performance for one hour of shift time under other identical cleaning conditions, is proposed. The results of research have shown that the use of a sorghum harvester equipped with a device for replacing a hopper filled with grain with a removable empty hopper can increase the efficiency of its use by 1.2 – 3.7 times, depending on the productivity of grain threshing per shift, the volume of the removable hopper and the object of comparison.

Abstract

Introduction. With existing technologies for harvesting grain crops, a significant portion of the shift time is non-productive time, including the unloading of grain from the combine's hopper. Unloading grain from the hopper on the move of the combine is used in real conditions very rarely, because it requires precise coordinated driving of the grain harvester and the car in which the grain is unloaded. In this regard, it is relevant to develop designs for combine harvesters equipped with a mechanism for replacing an empty hopper with a grain-filled hopper and then unloading it on the field without stopping the combine. **Object.** To increase the efficiency of using grain harvesting machines on the example of an experimental sorghum harvester equipped with a mechanism for replacing a grain-filled hopper with an empty replacement one. **Materials and methods.** To increase the efficiency of using a sorghum harvester for sorghum harvesting, it is proposed to use a harvester equipped with a mechanism for replacing a grain-filled hopper with an empty replacement one. Studies of the time spent on unloading grain from the hopper of the sorghum harvester to the vehicle and waiting for the vehicle were carried out on the harvesting of grain sorghum in the harvesting seasons of 2017-2019 in a number of farms in the Volgograd region. Statistical data on the costs of the components of the shift time are obtained on the basis of the timing of the combine. **Results.** According to the timing of work corroborates combine the resulting distribution of time spent by component changing time, the basis on which it determined the value of the utilization-time change and performance combine for an hour of shift time. Sorghum harvesting was performed with a single-module experimental sorghum harvester, which threshed one row of sorghum sown with a row spacing of 0.7 m. consequently, $V_r = 0.7$ m. The average working speed of the combine was $V_r = 1.82$ m/s. Cleaning of grain sorghum of the "Premiere" variety was performed with an average yield in the years of research of 2.08 t / ha. taking into account the data presented above, it was determined that $W_h = 0.54$ t / h. It follows that an average of 5.2 t or 24 replacement grain bins were threshed per shift. Computer modeling has shown that the unproductive time spent on installing one replacement hopper on the harvester, taking into account the exit from the row, did not exceed 0.03 hours (about 2 minutes), i.e. $TPR = 0.72$ hours. Then, other things being equal, the use of a sorghum harvester with removable bins T_o , $b = 7.07$ h, τ (see b) = 0.74 and $W(h.b) = 0.71$ t/h. the productivity of the sorghum harvester increases by 31%. It is proposed to compare the efficiency of using sorghum harvesters equipped with a mechanism for replacing bins filled with grain with removable empty ones without stopping, and combines that unload grain from stationary bins into a vehicle with an efficiency coefficient. The values of the efficiency coefficient of using sorghum harvesters equipped with a mechanism for replacing bunkers filled with grain with replacement empty ones of 300 l and 500 l without stopping and combines with grain unloading in GAZ-SAZ-3507, KAMAZ 45144 and GAZ-3302 "Gazelle" cars were determined. The use of removable bins on a sorghum harvester significantly increases the efficiency of using combines in comparison with unloading grain from a stationary hopper installed on the combine into the car body. In addition, the use of vehicles with a higher load capacity is more efficient than with a smaller one. For example, when a sorghum harvester produces 10 tons of grain per shift and uses a method for replacing a 300-liter filled grain bin with an empty one without stopping the combine, the effi-

ciency coefficient is 4.76, while when using the currently used method for unloading grain from a stationary hopper, for example, into a GAZ-3302 "Gazelle" car, the efficiency coefficient is 1.6, i.e. 3.0 times less. When installing a 500-liter hopper on a combine and using a KAMAZ 45144 vehicle, the efficiency coefficient is 2.4, which is 2.0 times less than when using a combine with removable bins. **Conclusions.** As a result of the conducted research, the efficiency coefficient of using sorghum harvesters of various designs is proposed, taking into account their performance for one hour of shift time under the same cleaning conditions. The use of a sorghum harvester equipped with a device for replacing a hopper filled with grain with removable empty bins allows increasing the efficiency of its use by 1.2 – 3.7 times, depending on the productivity of grain threshing per shift, the volume of the removable hopper and the object of comparison.

Key words: *sorghum, sorghum harvester; grain unloading, replacement grain hopper, efficiency coefficient.*

Citation. Ryadnov A. I., Fedorova O. A., Poddubny O. I., Fandeev S. Yu. Improving the efficiency of use grain harvesters by using removable grain bunkers. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 337-346 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-33.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.354.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕННЫХ БУНКЕРОВ ЗЕРНА

А. И. Ряднов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О. А. Федорова, доктор технических наук, доцент

О. И. Поддубный, исследователь, преподаватель-исследователь

С.Ю. Фандеев, аспирант

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 17.12.2019

Дата принятия к печати 28.04.2020

Актуальность. При существующих технологиях уборки зерновых культур значительную долю смены составляют непроизводительные затраты времени, в том числе на выгрузку зерна из бункера комбайна. Выгрузка зерна из бункера на ходу комбайна используется в реальных условиях весьма редко, т.к. требует точного согласованного вождения зерноуборочной машины и автомобиля, в который выгружается зерно. В связи с этим актуальными являются разработки конструкций комбайнов, оборудованных механизмом замены пустым бункером заполненного зерном бункера с последующей выгрузкой его на поле без остановки комбайна. **Цель работы** – повышение эффективности использования зерноуборочных машин на примере экспериментального соргоуборочного комбайна, оборудованного механизмом замены заполненного зерном бункера пустым сменным. **Материалы и методы.** Для повышения эффективности использования соргоуборочного комбайна на уборке сорго предлагается использовать комбайн, оборудованный механизмом замены заполненного зерном бункера пустым сменным. Исследования затрат времени на выгрузку зерна из бункера соргоуборочного комбайна в транспортное средство и ожидание транспортного средства проводились на уборке зернового сорго в уборочные сезоны 2017 – 2019 годов в ряде хозяйств Волгоградской области. Статистические данные по затратам составляющих времени смены получены на основе хронометража работы комбайна. **Результаты.** По данным хронометража работы соргоуборочного комбайна получено распределение затрат времени по составляющим времени смены, на основе чего определено значение коэффициента использования времени смены и производительность комбайна за час сменного времени. Предложено сравнивать эффективность использования соргоуборочных комбайнов, оборудованных механизмом замены бункеров, заполненных зерном на сменные пустые без остановки, и комбайнов, осуществляющих выгрузку зерна из стационарных бункеров в транспортное средство, коэффициентом эффективности. Определены значения коэффициента эффективности использования соргоуборочных комбайнов, оборудованных механизмом замены бункеров, заполненных зерном на сменные пустые объемом 300 л и 500 л без остановки и комбайнов с выгрузкой зерна в автомобили ГАЗ-СА3-3507, КАМАЗ 45144 и ГАЗ-3302 «Газель». Применение на соргоуборочном комбайне сменных бункеров существенно повышает эффектив-

ность использования комбайнов по сравнению с выгрузкой зерна из стационарного бункера, установленного на комбайне, в кузов автомобиля. Кроме того, использование автомобилей с большей грузоподъемностью эффективнее, чем с меньшей. **Выводы.** В результате проведенных исследований предложен коэффициент эффективности использования соргоуборочных комбайнов различных конструкций, учитывающий их производительность за один час сменного времени при одинаковых условиях уборки. Применение соргоуборочного комбайна, оборудованного устройством замены бункера, заполненного зерном, сменными пустыми бункерами позволяет в зависимости от производительности по намолоту зерна за смену, объема сменного бункера и объекта сравнения повысить эффективность его использования в 1,2 – 3,7 раза.

Ключевые слова: уборка сорго, соргоуборочные комбайны; выгрузка зерна, сменные бункеры зерна.

Цитирование. Ряднов А. И., Федорова О. А., Поддубный О. И., Фандеев С.Ю. Повышение эффективности использования зерноуборочных машин за счет применения сменных бункеров зерна. *Известия НВ АУК.* 2020. 2(58). 337-346. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-33.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Современное сельскохозяйственное производство требует существенного повышения эффективности использования применяемой техники. Эффективность использования сельскохозяйственной техники, в том числе и зерноуборочной, во многом определяется ее производительностью [7, 10, 11]. Для повышения производительности зерноуборочной техники известно достаточно много как технических, так и технологических и организационных решений [9]. Технические решения повышения производительности чаще всего внедряются. Так, за последние 15 – 20 лет существенно возросла мощность двигателей (до 600 л.с. и более [2]), увеличилась ширина захвата жаток (до 14 м [2]), повысился уровень автоматизации комбайнов и т.д.

Для повышения производительности зерноуборочной техники используются также методы совершенствования технологического процесса, например, использование очесного [4] и инерционно-очесного [3] способов обмолота зерновых колосовых, зернобобовых и метелочных культур, применение двойного среза растений [6], обмолот на стационаре [5], использование мобильных и стационарных накопителей зерна [1, 13].

При существующих технологиях уборки зерновых культур значительную долю времени смены составляют непроизводительные затраты времени, в том числе на выгрузку зерна из бункера комбайна. Выгрузка зерна из бункера на ходу комбайна используется в реальных условиях весьма редко, т.к. требует точного согласованного вождения зерноуборочной машины и автомобиля, в который выгружается зерно. В связи с этим актуальными являются разработки конструкций комбайнов, оборудованных механизмом замены пустым бункером заполненного зерном бункера с последующей выгрузкой его на поле без остановки комбайна.

Цель настоящей работы – повышение эффективности использования зерноуборочных машин на примере экспериментального соргоуборочного комбайна, оборудованного механизмом замены заполненного зерном бункера пустым сменным.

Материалы и методы. Зерноуборочные машины в реальных условиях недостаточно эффективно используются. Так, например, в работе [14] показано, что коэффициент использования времени зерноуборочных комбайнов составляет всего 0,62. Для повышения коэффициента использования времени смены, а следовательно, и эффектив-

ности использования зерноуборочных машин необходимо снижать непроизводительные затраты времени, в частности на выгрузку зерна из бункера в транспортное средство. Одним из путей снижения затрат времени на выгрузку зерна может быть использование на зерноуборочной машине сменных бункеров. В этом случае заполненный зерном бункер выгружается на убранное поле и заменяется на пустой сменный без остановки машины. Нами предложена конструкция соргоуборочного комбайна [8] (рисунок 1), прототипом которого явился экспериментальный комбайн конструкции Волгоградского ГАУ [12].

Рисунок 1 – Схема соргоуборочного комбайна, оборудованного сменными бункерами зерна

Figure 1 – Scheme of a combine harvester equipped with removable bins grains

В предложенной конструкции соргоуборочного комбайна замена наполненного зерном сменного бункера пустым осуществляется специальным механизмом 3 замены бункеров, состоящим из основания 4 и платформы 5. На основании 4 устанавливается сменный бункер, заполняемый зерном при обмолоте сорго, а на платформе 5 – сменные пустые бункеры. Сменных пустых бункеров может быть несколько. Их количество определяется прежде всего габаритами сменных бункеров и размерами платформы. При этом размеры платформы 5 определяются допустимыми габаритами комбайна для возможного его перемещения по дорогам различного назначения и необходимой маневренностью комбайна.

Основание 4 установлено на четырех упругих подвесах 6, оборудовано концевым датчиком 7 и двумя направляющими 8, изогнутыми под углом $\alpha = 20^{\circ} - 35^{\circ}$ в сторону поля. Изгиб направляющих обеспечивает перемещение бункера, заполненного зерном на поле, без опрокидывания.

Перемещение пустых сменных бункеров на замену заполненных зерном осуществляется с помощью привода 9. Все сменные бункеры 2 оборудованы устройством 10, обеспечивающим перемещение крышки бункера соответственно в открытое положение перед началом его заполнения зерном и в закрытое положение после того, как бункер будет полностью загружен.

Комбайн для уборки зернового сорго работает следующим образом. При движении комбайна по полю растения зернового сорго обмолачиваются прямооточной выносной молотильной камерой, затем срезаются жаткой и подаются на из-

мельчение. Измельченные растения разбрасываются по полю. Обмолоченное зерно подается в бункер 2.

Бункер 2 заполняется зерном. Упругие подвесы 6 отрегулированы на массу бункера, заполненного полностью зерном. При достижении этой массы основание 4 опускается. Упругие элементы подвесов 6 сжимаются. Крышка заполненного зерном сменного бункера закрывается устройством перемещения крышки 10, перекрывая тем самым доступ обмолоченного зерна в бункер. Одновременно с этим включается привод 9, который перемещает пустые бункеры в сторону заполненного зерном бункера и сдвигает его на изогнутые направляющие 8. В момент замены бункеров зерно поступает в компенсатор 11. Заполненный зерном бункер спускается на поле. При касании пустым бункером заполненного зерном бункера открывается его крышка, и зерно начинает поступать в сменный бункер. После выгрузки заполненного зерном бункера на поле основание 4 возвращается в исходное положение за счет потенциальной энергии сжатых упругих элементов подвесов 6.

Процесс замены заполненного зерном бункера очередным пустым сменным бункером повторяется.

С целью снижения затрат времени и труда на загрузку пустых бункеров на платформу 5 она закреплена на раме комбайна с наклоном вперед по ходу комбайна и оборудована захватами. Кроме того, загрузку пустых бункеров необходимо осуществлять на поворотной полосе в конце гона одновременно нескольких, а не по одному на поле после выгрузки заполненного зерном бункера. В случае незначительного недостатка суммарного объема сменных бункеров на одном гоне рекомендуется размещать недостающий бункер на комбайне. Если сорго на конкретном поле имеет высокую урожайность, а поле – существенную длину, то следует выполнять прокосы для размещения пустых бункеров.

Исследования затрат времени на выгрузку зерна из бункера экспериментального соргоуборочного комбайна в транспортное средство и ожидание транспортного средства проводились на уборке зернового сорго в уборочные сезоны 2017 – 2019 годов в ряде хозяйств Светлоярского района Волгоградской области. На комбайне был установлен бункер объемом 300 л. Для транспортировки зерна от одного комбайна на расстояние 3 км использовался один автомобиль ГАЗ-САЗ 3307.

Статистические данные по затратам составляющих времени смены получены на основе хронометража работы экспериментального соргоуборочного комбайна.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований использования экспериментального соргоуборочного комбайна на уборке зернового сорго показали, что ожидание транспортного средства и выгрузка зерна из бункера комбайна в транспортное средство составило в течение смены $T_{пр} = 2,3$ ч. Кроме того, определено, что затраты времени на ежесменное техническое обслуживание комбайна $T_{ЕТО}$ составили 0,36 ч, на холостой ход при поворотах комбайна $T_x = 0,63$ ч; на технологическое обслуживание агрегата $T_{тех} = 0,34$ ч; на приемку и сдачу агрегата, переезд к месту работы и обратно, получение наряда и сдачу работы $T_{пз} = 0,48$ ч при фактической средней продолжительности смены $T_{см} = 9,6$ ч. Время основной или чистой работы T_o комбайна определили по формуле:

$$T_o = T_{см} - (T_{ЕТО} + T_x + T_{тех} + T_{пз} + T_{пр}). \quad (1)$$

$$T_o = 5,49 \text{ ч.}$$

Тогда, коэффициент использования времени смены, определяемый по формуле:

$$\tau_{см} = \frac{T_o}{T_{см}}, \quad (2)$$

$$\text{равен } \tau_{см} = 0,57.$$

Производительность экспериментального комбайна по намолоту зерна за один

час сменного времени ($W_{\text{ч}}$, т/ч) может быть определена по известной зависимости:

$$W_{\text{ч}} = 0,36 B_p v_p U_z \tau_{\text{см}}, \quad (3)$$

где B_p – рабочая ширина захвата жатки, м; v_p – рабочая скорость комбайна, м/с, U_z – урожайность сорго по зерну, т/га.

Определим производительность соргоуборочного комбайна за час сменного времени без использования ($W_{\text{ч}}$) и с использованием ($W_{\text{ч.б}}$) сменных бункеров.

Уборку сорго выполняли одномодульным экспериментальным соргоуборочным комбайном, который обмолачивал один рядок сорго, посеянного с междурядьем 0,7 м. Следовательно, $B_p = 0,7$ м. Средняя рабочая скорость комбайна равнялась $v_p = 1,82$ м/с. Выполнялась уборка зернового сорго сорта «Премьера» со средней урожайностью в годы исследований 2,08 т/га. С учетом данных, представленных выше, определено, что $W_{\text{ч}} = 0,54$ т/ч. Из этого следует, что за смену намолачивалось в среднем 5,2 т или 24 сменных бункеров зерна. Компьютерное моделирование показало, что непроизводительные затраты времени на установку одного сменного бункера на комбайн с учетом выезда из рядка не превышало 0,03 ч (около 2 мин.), т.е. $T_{\text{пр}} = 0,72$ ч.

Тогда при прочих равных условиях использования соргоуборочного комбайна со сменными бункерами $T_{\text{о.б}} = 7,07$ ч, $\tau_{\text{см.б}} = 0,74$ и $W_{\text{ч.б}} = 0,71$ т/ч.

Таким образом, производительность соргоуборочного комбайна повышается на 31 %.

Известно, что в идеальном случае $\tau_{\text{см}} = 1$, тогда, чем меньше разность $(1 - \tau_{\text{см}})$, тем технология уборки зерновых культур будет эффективнее.

Рассматривая зависимость (3) и учитывая отмеченное выше, а также то, что после установки сменных бункеров на комбайн B_p , v_p и U_z не изменяются, предлагаем сравнивать применение конструкций соргоуборочных комбайнов, оборудованных сменными и стационарным зерновыми бункерами, коэффициентом эффективности использования:

$$K_{\text{эф}} = \frac{1}{(1 - \tau_{\text{см}})}. \quad (4)$$

Чем больше значение $K_{\text{эф}}$, тем технология уборки (или конструкция зерноуборочной машины) эффективнее. При этом коэффициент эффективности использования соргоуборочных комбайнов учитывает их производительность за один час сменного времени при прочих одинаковых условиях уборки.

В настоящей работе расчетным путем определены значения коэффициента эффективности использования соргоуборочных комбайнов с возможностью замены бункеров сменными с выгрузкой их на поле и без замены с выгрузкой зерна из стационарного бункера в автомобили ГАЗ-САЗ-3507, КАМАЗ 45144 без прицепа и ГАЗ-3302 «Газель» при объеме бункеров соответственно 300 и 500 литров. При этом учитывалось время на замену сменных бункеров и на выгрузку зерна из стационарного бункера. Кроме того, значения коэффициента эффективности использования соргоуборочных комбайнов определялись в зависимости от их производительности по намолоту зерна за смену, зависящей от урожайности зернового сорго. Результаты расчета $K_{\text{эф}}$ представлены на рисунках 2 и 3.

Рисунок 2 – Изменение коэффициента эффективности использования соргоуборочных комбайнов при объеме бункера 300 л 1 – комбайн со сменными бункерами; 2 – КАМАЗ 45144; 3 – ГАЗ-САЗ-3507; 4 – ГАЗ-3302 «Газель»

Figure 2 – Changing the efficiency coefficient of grain harvesters with a hopper capacity of 300 l 1 –combine harvester with removable bins; 2-KAMAZ 45144; 3-GAZ-SAZ-3507; 4-GAZ-3302 «Gazelle»

Рисунок 3 – Изменение коэффициента сравнения эффективности использования соргоуборочных комбайнов при объеме бункера 500 л 1 – комбайн со сменными бункерами; 2 – КАМАЗ 45144; 3 – ГАЗ-САЗ-3507; 4 – ГАЗ-3302 «Газель»

Figure 3 – Changing the efficiency coefficient of grain harvesters with a hopper capacity of 500 l 1-combine harvester with removable bins; 2-KAMAZ 45144; 3-GAZ-SAZ-3507; 4-GAZ-3302 «Gazelle»

Представленные на рисунках 2 и 3 данные показывают, что применение на соргоуборочном комбайне сменных бункеров существенно повышает эффективность использования комбайнов по сравнению с выгрузкой зерна в кузов автомобиля из бункера, стационарно установленного на комбайне. Кроме того, использование автомобилей с большей грузоподъемностью (КАМАЗ 45144) эффективнее, чем с меньшей (ГАЗ-САЗ-3507 и ГАЗ-3302 «Газель»). Эффективнее использовать также бункеры большего объема.

Так, при производительности соргоуборочного комбайна 10 т зерна за смену и применении способа замены заполненного зерном бункера объемом в 300 л пустым без остановки комбайна коэффициент эффективности составляет 4,76, в то время как при использовании применяемого в настоящее время способа выгрузки зерна из стационарного бункера, например, в автомобиль ГАЗ-3302 «Газель» коэффициент эффективности равен 1,6, т.е. в 3,0 раза меньше. При установке на комбайн бункера объемом 500 л и использовании автомобиля КАМАЗ 45144 коэффициент эффективности равен 2,4, что в 2,0 раза меньше, чем при использовании комбайна со сменными бункерами.

Выводы. В результате проведенных исследований предложен коэффициент эффективности использования соргоуборочных комбайнов различных конструкций, учитывающий их производительность за один час сменного времени при одинаковых условиях уборки. Применение соргоуборочного комбайна, оборудованного устройством замены бункера, заполненного зерном, сменными пустыми бункерами позволяет в зависимости от производительности по намолоту зерна за смену, объема сменного бункера и объекта сравнения повысить эффективность его использования в 1,2 – 3,7 раза.

Библиографический список

1. Астафьев В. Л., Султанов И. И. Обоснование транспортного обеспечения на уборочных работах // Вестник науки и образования № 15(51). Часть 1. 2018. С.24 – 29.
2. Белоусов С. В., Помеляйко С. А. Зерноуборочный комбайн // Молодой ученый. 2015. №7. С. 1086-1089.
3. Бышов Н. В., Ряднов А. И., Федорова О. А. Машина для уборки зерновых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 220 - 227.
4. Жатка для очеса сельскохозяйственных культур на корню / М. В. Канделя, П. А. Шилько, А. Н. Панасюк, А. В. Липкань, В. М. Ширяев // Техника и оборудования для села. 2016. № 7. С. 10-12.
5. К разработке стационарного процесса обмолота хлебной массы комбайном с классическим молотильно-сепарирующим устройством / А. И. Ряднов, А. П. Ловчиков, О. С. Шагин, В. А. Шахов // Известия НВ АУК. 2019. 2(54). 314-322.
6. Ловчиков А. П., Ловчиков В. П., Иксанов Ш. С. Теоретический аспект технологического процесса прямого комбайнирования зерновых культур с двойным срезом стеблей // Известия ОГАУ. Оренбург, 2015. №3(53). С. 92–95.
7. Лонцева И. А. Пути повышения эксплуатационной производительности зерноуборочных комбайнов // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. №4(44). С. 175 – 181.
8. Патент на изобретение №2703429 РФ. Комбайн для уборки зернового сорго / Ряднов А. И., Федорова О. А., Шарипов Р. В., Семченко А. В. Патентообладатель ФГБОУ Волгоградский ГАУ. Оpubл. 16.10.2019, Бюл. №29.
9. Ряднов А. И., Тронеv С. В., Федорова О. А. Повышение производительности зерноуборочных комбайнов // Сельский механизатор. 2019. № 8. С. 2-3.
10. Ряднов А. И., Федорова О. А. Повышение производительности соргоуборочного комбайна // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. С. 225 - 230.
11. Тронеv С. В., Ряднов А. И., Федорова О. А. Повышение производительности зерноуборочного комбайна // Научное обозрение. 2017. №21. С. 37-43.
12. Универсальный агрегат для уборки сорго / А. И. Ряднов, Р. В. Шарипов, А. В. Семченко, К. А. Матвеева // Сельский механизатор. № 4, 2010. С. 6.
13. Шепелев С. Д., Черкасов Ю. Б. Обоснование границ эффективности использования накопителя-перегрузжателя // Вестник КрасГАУ. 2013. №12. – С. 199 - 203.
14. Modeling the technological process for harvesting of agricultural produce / S. D. Shepelev, M. V. Cheskidov, V. D. Shepelev, Z. V. Almetova, N. P. Shepeleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. P. 012053.

Conclusions. As a result of the conducted research, the efficiency coefficient of using sorghum harvesters of various designs is proposed, taking into account their performance for one hour of shift time under the same cleaning conditions. The use of a sorghum harvester equipped with a device for replacing a hopper filled with grain with removable empty bins allows increasing the efficiency of its use by 1.2 – 3.7 times, depending on the productivity of grain threshing per shift, the volume of the removable hopper and the object of comparison.

References

1. Astaf'ev V. L., Sultanov I. I. Obosnovanie transportnogo obespecheniya na uborochnykh rabotah // Vestnik nauki i obrazovaniya № 15(51). Chast' 1. 2018. P. 24 - 29.

2. Belousov S. V., Pomelyajko S. A. Zernoubochnyy kombajn // Molodoy uchenyj. 2015. №7. P. 1086-1089.
3. Byshov N. V., Ryadnov A. I., Fedorova O. A. Mashina dlya uborki zernovykh kul'tur // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 1 (49). P. 220 - 227.
4. Zhatka dlya ochesa sel'skohozyajstvennykh kul'tur na kornyu / M. V. Kandelya, P. A. Shil'ko, A. N. Panasyuk, A. V. Lipkan', V. M. Shiryayev // Tehnika i oborudovaniya dlya sela. 2016. № 7. P. 10-12.
5. K razrabotke stacionarnogo processa obmolota hleboj massy kombajnom s klassicheskim molotil'no-separiruyuschim ustroystvom / A. I. Ryadnov, A. P. Lovchikov, O. S. Shagin, V. A. Shahov // Izvestiya NV AUK. 2019. 2(54). P. 314-322.
6. Lovchikov A. P., Lovchikov V. P., Iksanov Sh. S. Teoreticheskij aspekt tehnologicheskogo processa pryamogo kombajnirovaniya zernovykh kul'tur s dvoynym srezom steblej // Izvestiya OGAU. Orenburg, 2015. №3(53). P. 92-95.
7. Lonceva I. A. Puti povysheniya jekspluatacionnoj proizvoditel'nosti zernoubochnykh kombajnov // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2017. №4(44). P. 175 - 181.
8. Patent na izobretenie №2703429 RF. Kombajn dlya uborki zernovogo sorgo / Ryadnov A. I., Fedorova O. A., Sharipov R. V., Semchenko A. V. Patentobladatel' FGBOU Volgogradskij GAU. Opubl. 16.10.2019, Byul. №29.
9. Ryadnov A. I., Tronev S. V., Fedorova O. A. Povysenie proizvoditel'nosti zernoubochnykh kombajnov // Sel'skij mehanizator. 2019. № 8. P. 2-3.
10. Ryadnov A. I., Fedorova O. A. Povysenie proizvoditel'nosti sorgoubochnogo kombajna // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 2. P. 225 - 230.
11. Tronev S. V., Ryadnov A. I., Fedorova O. A. Povysenie proizvoditel'nosti zernoubochnogo kombajna // Nauchnoe obozrenie. 2017. №21. P. 37-43.
12. Universal'nyj agregat dlya uborki sorgo / A. I. Ryadnov, R. V. Sharipov, A. V. Semchenko, K. A. Matveeva // Sel'skij mehanizator. № 4, 2010. P. 6.
13. Shepele v S. D., Cherkasov Yu. B. Obosnovanie granic jeffektivnosti ispol'zovaniya nako-pitelya-peregruzhatelya // Vestnik KrasGAU. 2013. №12. P. 199 - 203.
14. Modeling the technological process for harvesting of agricultural produce / S. D. Shepelev, M. V. Cheskidov, V. D. Shepelev, Z. V. Almetova, N. P. Shepeleva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Current Problems and Solutions. 2018. P. 012053.

Authors Information

Ryadnov Alexey Ivanovich, Professor of the Department "Operation and technical service of machines in agriculture", Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, 26 Universitetskiy Ave.), honored worker of the higher school of the Russian Federation, doctor of agricultural Sciences, Professor,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>. E-mail: alex.rjadnov@mail.ru;

Fedorova Olga Alekseevna, Professor of the Department "Technical systems in agriculture", Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), doctor of technical Sciences, associate Professor,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2615-1101>. E-mail: foa_77@mail.ru;

Poddubny Oleg Igorevich, researcher, teacher-researcher of the Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-6888-5329>. E-mail: olegan.93@mail.ru

Fandeyev Sergey Yurievich, postgraduate student Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-672>. E-mail: fandey-kashperovsky@mail.ru

Информация об авторах

Ряднов Алексей Иванович, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>. E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

Федорова Ольга Алексеевна, профессор кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), доктор технических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2615-1101>. E-mail: foa_77@mail.ru

Поддубный Олег Игорьевич – исследователь, преподаватель-исследователь ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-6888-5329>. E-mail: olegan.93@mail.ru

Фандеев Сергей Юрьевич, аспирант ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-672>. E-mail: fandey-kashperovsky@mail.ru