

8. Irrigation System Distribution Uniformity Evaluations in the Pajaro Valley, California, G. Spinelli [et al.], *Agric Res & Tech: Open Access J.*, 2018, Vol. 14 (4), pp. 243-252.

9. Tsegay Weldu Hailu, Hydraulic Performance Evaluation of Integrated Operation of Pressurized Irrigation System: (Case Study at Alamata Woreda, Selam Bkalsi Farm Area), *American Journal of Environmental Engineering*, 2017, Vol. 7(2), pp. 47-52.

10. Comparative assessment of irrigation systems' performance: Case study in the Triffa agricultural district, NE Morocco, A. Alonso [et al.], *Agricultural Water Management*, Elsevier, 2019, Vol. 212 (C), pp. 338-348.

УДК 631.358

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА ЖАТКИ СОРГОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

А. И. Ряднов, д-р с.-х. наук, профессор; **О. А. Федорова**, канд. техн. наук, доцент;

А. С. Фаронов, аспирант,

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,

пр-т Университетский, 26, Волгоград, Россия, 400002

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

Аннотация. В Волгоградском ГАУ предложена схема новой конструкции режущего аппарата жатки соргоуборочного комбайна с устройством контроля отказов, отличающаяся от серийного сегментно-пальцевого тем, что нож представляет собой замкнутый цепной контур с закрепленными на нем сегментами, которые в процессе работы подводят растения к противорежущим пластинам и срезают их. Режущий аппарат жатки представляет собой систему технического диагностирования, которая включает не только объект диагностирования – режущий аппарат жатки, но и средство диагностирования – систему контроля отказов. Применительно к соргоуборочному комбайну разработана модель процесса его использования. Она учитывает составляющие элементов времени эксплуатации комбайна при оценке его работоспособного состояния: время на плановую диагностику технического состояния перед техническим обслуживанием, на простой из-за эксплуатационных и ресурсных отказов, на периодическое техническое обслуживание. Сравнительные экспериментальные исследования соргоуборочного комбайна, оборудованного экспериментальным режущим аппаратом, были проведены в условиях Волгоградской области. Они показали, что качество среза растений сорго удовлетворяет агротехническим требованиям при отказах до трех рядом размещенных сегментов. При этом качество среза растений оценивалось косвенно по высоте стерни, обеспечивающей допустимый наклон растений, при котором не наблюдаются разрывы, изломы стеблей и выкорчевывание их корней. Предельная высота стерни определялась по разработанной номограмме. Определены затраты времени на восстановление работоспособного состояния режущего аппарата новой конструкции – замену режущего элемента, которое составило 0,141 ч. Установлено, что средняя трудоемкость восстановления работоспособности режущего аппарата новой конструкции в 2,17 раза меньше, чем сегментно-пальцевого.

Ключевые слова: работоспособность, режущий аппарат жатки, соргоуборочный комбайн, коэффициент технического использования.

Введение. Эффективность уборки сельскохозяйственных культур во многом определяется типажом и конструктивными особенностями машин [1-5], равномерностью загрузки рабочих органов [6], производительностью [7], качеством работы [8-10] и рядом других показателей. Однако, например, высокую производительность машины невозможно достичь, если машина в течение

значительного времени уборочного периода будет неисправной. Рабочее состояние машины, в том числе и соргоуборочного комбайна, определяется работоспособностью ее систем. Так, в работе [11] показано, что на долю отказов различных типов уборочных машин приходится 17,4-19,8 % от общих простоев. При этом большая доля отказов приходится на режущий аппарат жатки [12].

Одно из основных требований, характеризующих нормальную работу режущего аппарата жатки соргоуборочного комбайна, является качественный срез растений сорго, то есть без разрыва, излома и выкорчевывания их корней. При этом режущий аппарат должен удовлетворять требованиям технической документации. Неправильно функционирующий режущий аппарат жатки всегда будет неисправен и неработоспособен. Поэтому желательно знать момент перехода его из работоспособного состояния в неработоспособное. Для решения этой задачи необходимо оборудовать режущий аппарат жатки средством

технического диагностирования, позволяющего выявлять дефекты и сигнализировать об этом обслуживающий персонал, который устранял бы дефекты, возвращая режущий аппарат жатки в работоспособное состояние.

Цель исследований – повышение работоспособности режущего аппарата жатки соргоуборочного комбайна путем модернизации его конструкции.

Методика. В Волгоградском ГАУ предложена схема новой конструкции режущего аппарата (патент РФ №2609907). Данная схема представлена на рисунке 1 [13].

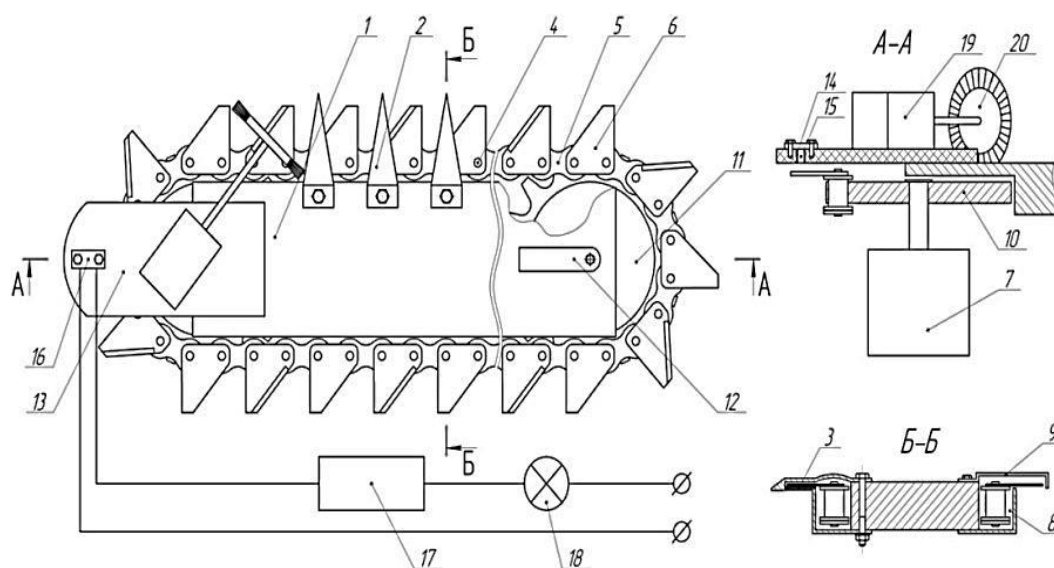


Рис. 1. Схема режущего аппарата соргоуборочного комбайна:

1 – брус пальцевый, 2 – палец, 3 – пластины противорежущие, 4 – нож, 5 – контур цепной, 6 – сегмент, 7 – привод, 8 – короб направляющий, 9 – щиток защитный, 10 – звездочка ведущая, 11 – звездочка ведомая, 12 – механизм перемещения, 13 – пластина, 14 – отверстие, 15 – датчик, 16 – элемент крепежный, 17 – блок контроля, 18 – устройство сигнализирующее, 19 – привод, 20 – щетка

Сегменты 6 цепного контура 5 при перемещении его с помощью привода 7 по направляющему коробу 8 подводят растения сорго к противорежущим пластинам 3. Происходит срез растений. В момент прохода под датчиком 15 сегментов 6 формируются сигналы, которые считывает блок контроля 17. Если произошла поломка одного из сегментов 6, то появляется пробел между сигналами. Блок контроля 17 считывает также и количество пробелов сигнала. При определенном количестве таких сигналов оператор получает информацию о предельном состоянии ножа. Щетка 20 предназначена для очистки верхней плоскости сегмента 6 до его попадания в зону действия датчика 15.

Предложенная схема конструкции режущего аппарата жатки представляет собой систему технического диагностирования, которая включает не только объект диагностирования – режущий аппарат жатки, но и средство диагностирования – систему контроля отказов.

С целью определения предельного состояния режущего аппарата новой конструкции, установленного на соргоуборочном комбайне, проведены лабораторные и полевые исследования в условиях Волгоградской области. Использовался план второго порядка Бокса-Бенкина для трех факторов.

Результаты. Эффективность использования соргоуборочного комбайна может быть выражена объемом выполненной полезной

работы, то есть наработкой с заданным качеством выполнения технологической операции, и будет эквивалентна тому уровню надежности машин, который определяется показателями его свойств (безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости):

$$H(t)=f(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots, \Pi_n), \quad (1)$$

где $H(t)$ – наработка соргоуборочного комбайна,

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_n$ – показатели свойств надежности соргоуборочного комбайна.

Отсюда следует, что продолжительность эксплуатации соргоуборочного комбайна до предельного состояния, а, следовательно, и его наработка зависят от скорости снижения уровня надежности систем и в целом комбайна. Таким образом, $H(t)$ будет обусловлена временем нахождения соргоуборочного комбайна в работоспособном состоянии t . Это время будет складываться из отрезков времени работы соргоуборочного комбайна t_i , когда он работоспособен, и времени восстановления работоспособного состояния t_e .

Модель процесса использования соргоуборочного комбайна с r -ым количеством восстанавливаемых элементов представлена на рисунке 2. Известно, что к событию, нарушающему работоспособное состояние машины, относится ее отказ. Исходя из этого положения, можно отметить, что суммарное время работоспособного состояния t_{pc} разделено случайными событиями – отказами, и может быть определено по формуле:

$$t_{pc} = \sum_{i=1}^m t_{pci}, \quad (2)$$

где t_{pci} – продолжительность i -го отрезка времени работоспособного состояния соргоуборочного комбайна;

m – количество отказов.

Время восстановления работоспособного состояния соргоуборочного комбайна t_e равно:

$$t_e = \sum_{i=1}^m t_{ei}, \quad (3)$$

где t_{ei} – время восстановления i -го отказа.

Следует отметить, что t_e включает также и время технического обслуживания соргоуборочного комбайна.

Тогда общая продолжительность использования соргоуборочного комбайна t_3 равна:

$$t_3 = t_{pc} + t_e. \quad (4)$$

$$t_3 = \sum_{i=1}^m t_{pci} + \sum_{i=1}^m t_{ei}. \quad (5)$$

В этом случае коэффициент технического использования соргоуборочного комбайна $K_{ТИ}$ – обобщенный комплексный показатель надежности – можно определить как отношение математического ожидания суммарного времени работоспособного состояния t_{pc} за период использования к продолжительности использования t_3 [14]:

$$K_{ТИ} = \frac{t_{pc}}{t_3}. \quad (6)$$

После преобразований выражения (6) с учетом (5), получим:

$$K_{ТИ} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m t_{ei}}{t_3}. \quad (7)$$

Таким образом, для повышения коэффициента технического использования $K_{ТИ}$, а, следовательно, и работоспособности соргоуборочного комбайна следует не только снижать количество отказов его систем и, в частности, режущего аппарата жатки, но и снижать затраты времени на восстановление работоспособного состояния, диагностику и техническое обслуживание.

Сравнительные экспериментальные исследования режущего аппарата новой конструкции показали, что качество среза растений сорго удовлетворяет агротехническим требованиям при поломках до трех рядом размещенных сегментов. При этом качество среза растений оценивалось косвенно по высоте стерни, обеспечивающей допустимый наклон растений, при котором не наблюдаются разрывы, изломы и выкорчевывание их корней. Предельная высота стерни определялась по номограмме, представленной в работе [15]. Этот факт позволяет сделать вывод о том, что время работоспособного состояния t_{pc} режущего аппарата новой конструкции существенно больше, чем для серийного сегментно-пальцевого режущего аппарата, для которого в большинстве случаев поломка даже одного сегмента приводит к нарушению технологического процесса.

Из таблицы следует, что на замену одного режущего элемента требуется 0,141 ч. Кроме того, установлено, что средняя трудоемкость восстановления работоспособности экспериментального режущего аппарата в 2,17 раза меньше, чем сегментно-пальцевого.

Вывод. Конструкция предложенного режущего аппарата жатки соргоуборочного

комбайна с системой контроля отказов позволяет снизить среднюю трудоемкость восстановления его работоспособности более чем в 2 раза, по сравнению с сегментно-пальцевым, что обеспечит повышение надежности комбайна в целом.

Литература

1. Жалнин Э.В. Типаж комбайнов: какой есть и какой нужен // Сельский механизатор. 2012. №8. С. 6-8.
2. Стружкин Н.И. К проблеме эффективности уборки зерновых культур // Нива Поволжья. 2013. № 4 (29). С. 53-60.
3. Романенко В.Н. Высокопроизводительная очистка зерноуборочного комбайна // Вестник РГАЗУ. 2006. №1 (6). С. 209-211.
4. Романенко В.Н. Высокопроизводительный соломотряс зерноуборочного комбайна // Вестник РГАЗУ. 2008. № 4 (9). С. 114-146.
5. Budach S. Rotierende Korn-Stroh-Trennsysteme für Mahdrescher mit Tangentialdreschwerk // Landtechnik. 2001. Jg. 56. S.-H. 2. P. 443-444, 449.
6. Тронев С.В. Снижение неравномерности загрузки молотилки по ширине у зерноуборочных комбайнов с классической схемой обмолота // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2008. № 3 (11). С. 115-119.
7. Тронев С.В. Способ обеспечения высокой производительности зерноуборочного комбайна // Успехи современной науки. 2017. №3. Т. 6. С. 219-223.
8. Hiregundar S. Development of a mathematical model to assess post harvest grain losses in rice combine harvester [Электронный ресурс] // Development of a mathematical model to assess post. Режим доступа: <http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/handle/10603/40452> (дата обращения: 12.07.2018).
9. Influences of harvester and weather conditions on field loss and milling quality of rough rice / R. Khir [et al.]// International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2017. Vol. 10. No. 4. P.216–223.
10. Patel S.K., Varshney B.P. Modeling of wheat crop harvesting // Agric Eng Int: CIGR Journal. June, 2014. Vol. 16. No. 2. P. 97-102.
11. Лебедев А.Т., Павлюк Р.В. Распределение отказов и времени на их устранение между системами зерноуборочных комбайнов // Известия Горского ГАУ. Владикавказ, 2011. Т. 48. Ч. 1. С. 153-156.
12. Фаронов А.С., Ряднов А.И., Федорова О.А. Сравнение режущих аппаратов соргоуборочного комбайна по показателям технологичности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. №3 (51). С. 349 – 355.
13. Режущий аппарат: пат. Российской Федерации 2609907, А01D 34/83. №2015146244; заявл. 27.10.15; опубл. 07.02.17, Бюл. №4.
14. Ермолов Л.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1982. 271 с.
15. Методика выбора скорости соргоуборочного комбайна при отказах режущего аппарата / А.И. Ряднов [и др.] // Успехи современной науки. 2017: № 3 (6). 2017. С. 202 -206.

INCREASE IN OPERATING CAPACITY OF HEADER CUTTER BAR OF SORGHUM COMBINE HARVESTER

A. I. Ryadnov, Dr. Agr. Sci., Professor

O. A. Fedorova, Cand. Tech. Sci., Associate Professor

A. S. Faronov, Post-Graduate Student

Volgograd State Agrarian University

26, Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400002, Russia

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

ABSTRACT

A new design of the header cutter bar of sorghum combine harvester with a failure control device was proposed at the Volgograd State Agrarian University. Compared to batch segment-and-finger cutter bar, the knife has a form of a closed loop with segments attached to it that bring the plants to the share knife and cut them during the operating process. The proposed header cutter bar is a system of technical diagnostics that includes not only a header cutter bar as an object of diagnostics, but also a failure control system as a diagnostic tool. A model of exploitation process was developed for sorghum combine harvester. This model considers all components of harvester's operation time under the estimation of its operating condition: the time for scheduled diagnostics of technical condition before technical maintenance, for downtime due to operational and life-limiting failure, for regular maintenance. Comparative experimental research of sorghum combine harvester with an experimental cutter

bar was carried out in the conditions of the Volgograd Oblast. It is presented that the quality of sorghum cutting meets the agrotechnical requirements in case of failures up to three segments in a row. At the same time, the quality of plants cutting was estimated indirectly by the stubble height that provides an acceptable slope of plants without breaks, damages in stems, and rooting out. The limiting height of stubble was determined according to nomographic chart. Time for restoring the operating condition of developed cutter bar – replacement of cutting element was determined and equal to 0.141 hours. It is established that an average labor required for restoring the operating capacity of developed cutter bar is 2.17 times less than segment-and-finger cutter bar.

Key words: operating capacity, header cutter bar, sorghum combine harvester, operating coefficient.

References

1. Zhalnin E.V. Tipazh kombainov: kakoi est' i kakoi nuzhen (Type of harvesters: what is available and what is needed), Sel'skii mekhanizator, 2012, No. 8, pp. 6-8.
2. Struzhkin N.I. K probleme effektivnosti uborki zernovykh kul'tur (To the problem of efficiency of grain crops harvesting), Niva Povolzh'ya, 2013, No. 4 (29), pp. 53-60.
3. Romanenko V.N. Vysokoproizvoditel'naya ochildka zernouborochnogo kombaina (High-performance cleaning of grain combine harvesters), Vestnik RGAZU, 2006, No. 1 (6), pp. 209-211.
4. Romanenko V.N. Vysokoproizvoditel'nyi solomotryas zernouborochnogo kombaina (High-performance straw separator of grain combine harvester), Vestnik RGAZU, 2008, No. 4 (9), pp. 114-146.
5. Budach S. Rotierende Korn-Stroh-Trennsysteme für Mahdrescher mit Tan-gentialdreschwerk, Landtechnik, 2001, Jg.56, S.-H. 2, pp. 443-444, 449.
6. Tronev S.V. Snizhenie neravnomernosti zagruzki molotilki po shirine u zernouborochnykh kombainov s klassicheskoi skhemoi obmolota (Reduce in load imbalance in width of separator in grain combine harvesters with classical grinding scheme), Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professio-nal'noe obrazovanie, 2008, No. 3 (11), pp. 115-119.
7. Tronev S.V. Sposob obespecheniya vysokoi proizvoditel'nosti zerno-uborochnogo kombaina (Method of high performance for grain combine harvester), Uspekhi sovremennoi nauki, 2017, No. 3, T. 6, pp. 219-223.
8. Hiregroundar S. Development of a mathematical model to asses post harvest grain losses in rice combine harvester, Electronic resource, Development of a mathematical model to assess post, Access mode: <http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/handle/10603/40452>, date of appeal: 12.07.2018.
9. Influences of harvester and weather conditions on field loss and milling quality of rough rice, R. Khir [et al.], International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2017, Vol. 10, No. 4, pp. 216–223.
10. Patel S.K., Varshney B.P. Modeling of wheat crop harvesting, Agric Eng Int: CIGR Journal, 2014, June, Vol. 16, No. 2, pp. 97-102.
11. Lebedev A.T., Pavlyuk R.V. Raspredelenie otkazov i vremeni na ikh ustranenie mezhdru sistemami zernouborochnykh kombainov (Distribution of failures and time required for resolving between the systems of grain combine harvesters), Izvestiya Gorskogo GAU, Vladikavkaz, 2011, T. 48, Ch. 1, pp. 153-156.
12. Faronov A.S., Ryadnov A.I., Fedorova O.A. Sravnenie rezhushchikh apparatov sorgouborochnogo kombaina po pokazatelyam tekhnologichnosti (Comparison of cutter bars of sorghum combine harvesters according to processability indices), Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professio-nal'noe obrazovanie, 2018, No. 3 (51), pp. 349-355.
13. Rezhushchii apparat (Cutter bar), pat. Rossiiskoi Federatsii 2609907, A01D 34/83, №2015146244, zayavl. 27.10.15, opubl. 07.02.17, Byul. No. 4.
14. Ermolov L.S., Kryazhkov V.M., Cherkun V.E. Osnovy nadezhnosti sel'skokhozyaistvennoi tekhniki (Fundamentals of reliability of agricultural machinery), M., Kolos, 1982, 271 p.
15. Metodika vybora skorosti sorgouborochnogo kombaina pri otkazakh rezhushchego apparata (Method of speed management for sorghum combine harvester in case of failure of cutter bar), A.I. Ryadnov [i dr.], Uspekhi sovremennoi nauki, 2017, No. 3 (6), 2017, pp. 202-206.