ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-34

TO THE JUSTIFICATION OF SOME CONSTRUCTIVE AND MODE PARAMETERS OF THE CUTTING DEVICE OF THE HEADER WITH ENDLESS CIRCUIT

A.I. Ryadnov, O.A. Fedorova, V.A. Baril

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 21.12.2020

Submitted 01.03.2021

Summary

Improving the efficiency of cultivation and harvesting of agricultural crops is inextricably linked with the full implementation of agrotechnical requirements in all technological operations. This condition also applies to mowing crops. One of the main agrotechnical requirements for this operation is a high-quality cut of plant stems, which is largely determined by the design and operating parameters of the cutting device of the header. The most important design parameter of a segment-finger cutting device for normal cutting with an infinite knife contour and a fixing cutting principle is the installation step of the cutting elements along the knife contour. This indicator is determined for the new design of the cutting device. It is equal to 90 mm.

Abstract

Introduction. Improving the efficiency of cultivation and harvesting of agricultural crops is inextricably linked with the full implementation of agrotechnical requirements in all technological operations. This condition also applies to mowing crops. One of the main agrotechnical requirements for this operation is a high – quality cut of plant stems, which is largely determined by the design and operating parameters of the reaper cutting device. **The purpose** of this work is to determine the values of some design and operating parameters of the segment-finger cutting device of the retaining cutting principle with an infinite knife contour. **Materials and methods.** In this paper, the material of scientific works on the study of cutting machines of reapers of various types is used. Special attention is paid to the cutting machines of reapers with an infinite knife contour and a retaining cutting principle. **Results.** The analysis of scientific works allowed to determine the following basic requirements to designs developed cutting machines: to provide the highest quality of cut of plants of various crops and crop varieties; have low energy consumption; have high reliability design in a wide range of operating conditions; to have high levels of adaptability; to be compact and safe in service. At the Volgograd State Agrarian University, a cutting device has been developed that meets the above requirements. The proposed design of the cutting device is equipped with a control unit that records the actual time period t fact. between the passage of two consecutive segments over the sensor with a set period t_0 corresponding to the passage of two adjacent segments over the sensor. The state in which t is a $t_{\text{fact.}} > t_0$ means that there are broken, adjacent segments. If t is a $t_{\text{fact.}} > t_0$, the control unit sends a signal to the control unit to increase the speed of the drive shaft of the chain circuit. the linear speed of the cutting elements v_p increases until $t_{\text{fact.}} = t_0$. thus, the cutting device of the header has the ability to automatically control the linear speed of the segments of the chain circuit in case of failures of one or more segments, ensuring high quality of the cut of plants determined by agrotechnical requirements. Defined the formula for calculation of the most important structural parameter segment-finger cutting unit normal of the cutting knife with the infinite loop and retaining the principle of cut – step installation of the cutting elements on the cutter circuit is $t = m (V_p/V_M + 1/\text{tg}\alpha)$, where m is the height of the cutting segment, the linear speeds of the machine V_M and cutting elements V_p , α –angle of inclination of the cutting edge segment. **Conclusion.** For developed design of a segment-finger mower to normal cutting knife with the infinite loop and retaining the principle of cutting are graphically set forth the possibility of the appearance of the overlap area of the strips of the cut plants adjacent segments and strips of uncut plants, which depend on design parameters: the step of installing cutting elements on a segment-

pallavam the cutter bar, the height of the cutting segment, and others, and sensitive indicators of the linear speeds of the machine and the cutting elements and their relationships. The step of installation of cutting elements on a knife contour equal to 90 mm is defined.

Key words: *design and operating parameters of the reaper cutting device; infinite knife contour; segment failure; sorghum harvester.*

Citation. Ryadnov A.I., Fedorova O. A., Baril V. A. To the justification of some constructive and mode parameters of the cutting device of the header with endless circuit. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1(61). 357-368 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-34.

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 631.358

К ОБОСНОВАНИЮ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА ЖАТКИ С БЕСКОНЕЧНЫМ КОНТУРОМ

А. И. Ряднов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О. А. Федорова, доктор технических наук, доцент
В. А. Бариль, аспирант

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 21.12.2020

Дата принятия к печати 01.03.2021

Актуальность. Повышение эффективности возделывания и уборки сельскохозяйственных культур неразрывно связано с полным выполнением агротехнических требований на всех технологических операциях. Это условие относится и к скашиванию сельскохозяйственных культур. Одно из основных агротехнических требований на данной операции – качественный срез стеблей растений, который во многом определяется конструктивными и режимными параметрами режущего аппарата жатки. **Цель настоящей работы** – определить значения некоторых конструктивных и режимных параметров сегментно-пальцевого режущего аппарата подпорного принципа резания с бесконечным ножевым контуром. **Материалы и методы.** В настоящей работе использован материал научных работ по исследованию режущих аппаратов жаток различных типов. Особое внимание уделено режущим аппаратам жаток с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания. **Результаты.** Анализ научных работ позволил определить следующие основные требования к конструкциям разрабатываемых режущих аппаратов: обеспечивать высокое качество среза растений различных культур и сортов сельскохозяйственных культур; иметь низкую энергоемкость; иметь высокую надежность конструкции в широком диапазоне условий эксплуатации; иметь высокие показатели технологичности; быть компактным и безопасным в обслуживании. В Волгоградском ГАУ разработан режущий аппарат, удовлетворяющий указанным выше требованиям. Предложенная конструкция режущего аппарата оборудована блоком контроля, который фиксирует фактический период времени $t_{факт.}$ между прохождением двух следующих друг за другом сегментов над датчиком с установленным периодом t_0 , соответствующим прохождению над датчиком двух рядом расположенных сегментов. Состояние, при котором $t_{факт.} > t_0$ означает наличие сломанных, рядом расположенных сегментов. Если $t_{факт.} > t_0$, то блок контроля подает сигнал блоку регулирования на увеличение частоты вращения вала привода цепного контура. Линейная скорость режущих элементов V_p увеличивается до тех пор, пока $t_{факт.} = t_0$. Таким образом, режущий аппарат жатки обладает возможностью автоматического регулирования линейной скорости сегментов цепного контура при отказах одного или нескольких сегментов с обеспечением высокого качества среза растений, определяемого агротехническими требованиями. Определена формула для расчета важнейшего конструктивного параметра сегментно-пальцевого режущего аппарата нормального резания с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания – шаг установки режущих элементов

на ножевом контуре $t = m \left(\frac{V_p}{V_m} + \frac{1}{\tan \alpha} \right)$, где m – высота режущей части сегмента, линейные скорости машины V_m и режущих элементов V_p , α – угол наклона режущей кромки сегмента. **Заключение.** Для разработанной конструкции сегментно-пальцевого режущего аппарата нормального резания с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания графически установлена возможность появления зоны перекрытия полос среза растений соседними сегментами и полосы несрезанных растений, которые зависят от конструктивных параметров: шага установки режущих элементов на сегментно-пальцевом режущем аппарате, высоты режущей части сегмента и других, а также от режимных показателей – линейных скоростей машины и режущих элементов и их соотношения. Определен шаг установки режущих элементов на ножевом контуре, равный 90 мм.

Ключевые слова: конструктивные параметры режущего аппарата, режимные параметры режущего аппарата жатки, бесконечный ножевой контур, соргоуборочные комбайны.

Цитирование. Ряднов А. И., Федорова О. А., Бариль В. А. К обоснованию некоторых конструктивных и режимных параметров режущего аппарата жатки с бесконечным контуром. *Известия НВ АУК*. 2021. 1(61). 357-368. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-34.

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. Повышение эффективности возделывания и уборки сельскохозяйственных культур неразрывно связано с полным выполнением агротехнических требований на всех технологических операциях. Это условие относится и к скашиванию сельскохозяйственных культур. Одно из основных агротехнических требований на данной операции – качественный срез стеблей растений.

Авторы учебной литературы по дисциплине «Сельскохозяйственные машины», например, В. М. Халанский и И. В. Горбачев (Халанский, В. М. Горбачев И. В. Сельскохозяйственные машины: учебное пособие. М.: КолосС, 2004. 624 с.) отмечают, что для скашивания растений применяются жатки с режущими аппаратами, в которых реализуется подпорный или бесподпорный принцип резания растений.

При подпорном принципе резания стебли растений зажимаются между двумя элементами режущего аппарата с последующим срезом растений по методу работы ножниц. В этом случае один элемент является подвижным (режущим), а второй – неподвижным (противорежущим). Конструктивно режущие аппараты подпорного резания подразделяются на сегментно-пальцевые и беспальцевые.

Для качественного среза стеблей растений режущим аппаратом подпорного резания необходимо, чтобы выполнялось условие: стебель растения не должен выталкиваться из раствора режущей пары, образованной сегментом и противорежущей пластиной.

Условие защемления стеблей в режущей паре формализовано, например, в работе [3] следующим образом:

$$\gamma = \alpha_1 + \alpha_2 \leq \varphi_1 + \varphi_2, \quad (1)$$

где γ – угол раствора режущей пары, град.; α_1 и α_2 – соответственно углы наклона режущих кромок сегмента и противорежущей пластины, град.; φ_1 и φ_2 – соответственно углы трения о сегмент и противорежущую пластину, град.

Выполнение условия (1), а, следовательно, качественный срез растений во многом определяется суммой углов трения, зависящих от убираемой культуры и влажности ее растений [15].

Существенное влияние на сумму углов трения оказывает насечка на элементах режущей пары. Установлено, что угол трения растений об элементы режущей пары с

насечкой выше на 30...50 %, чем о гладкие лезвия режущей пары [3].

Кроме того, можно предложить конструкторским организациям разработать несколько вариантов режущих пар с обоснованными углами α_1 и α_2 для уборки конкретной культуры и заданных условий уборки.

Качество среза растений режущим аппаратом жатки зависит не только от факторов, отмеченных выше. Так, авторы работы [15] к основным факторам относят рабочую скорость жатки. Другие ученые [10] выделяют физико-механические свойства стеблей растений, в том числе их диаметр, некоторые особенности их строения, а также скорость рабочих органов режущего аппарата.

Сегментно-пальцевые режущие аппараты по сравнению с роторными менее энергоемки [1], но из-за возвратно-поступательного движения ножа возникают знакопеременные инерционные усилия, что существенно сказывается на качестве работы и на надежности аппарата [4].

Беспальцевым режущим аппаратом более качественно, чем сегментно-пальцевым, можно осуществлять уборку полеглых и спутанных растений. Беспальцевые режущие аппараты бывают одноножевые и двуножевые.

При бесподпорном принципе резания срез растений осуществляется за счет удара по стеблю режущим элементом рабочего органа с высокой скоростью. Такой принцип резания применяется в жатках с роторными и шнековыми режущими аппаратами [4, 12].

Авторы работы [13] на основе результатов лабораторных исследований режущих аппаратов подпорного и бесподпорного вариантов показали их достоинства и недостатки, анализ которых позволил им сделать рекомендации по кинематическим и конструктивным параметрам бесподпорного режущего аппарата при уборке некоторых сельскохозяйственных культур (таблица 1).

Таблица 1 – Кинематические и конструктивные параметры работы бесподпорного режущего аппарата

Table 1 – Kinematic and design parameters of the unsupported cutting device

Культура / Culture	Параметр / Parameter		
	частота вращения шнека, мин ⁻¹ / screw speed, min ⁻¹	угол наклона режущего сегмента, град. / angle of inclination of the cutting segment, deg.	шаг сегментов, мм / segment pitch, mm
Подсолнечник / Sunflower	431	54	92
Кукуруза / Corn	532	51	180
Пшеница / Wheat	623	56	127

Результаты исследований кинематических и конструктивных параметров работы режущего аппарата жатки на уборке тонкостебельных сельскохозяйственных культур представлены также в работе [3]. Установлено, что для обеспечения ровного среза стеблей растений сумма углов раствора режущей пары зависит от влажности растений и должна быть при уборке зерновых культур 20°-35°, а при уборке кормовых трав – 20°-60°. При этом данный параметр для режущего аппарата, оборудованного сегментами с насечкой, должен быть увеличен на 30-50 %. Авторы работы рекомендуют также соблюдать отношение поступательной скорости жатки к скорости ее рабочих органов в пределах (0,45-0,60).

На уборке сельскохозяйственных культур используются также режущие аппараты с ножевым контуром. Они отличаются от сегментно-пальцевых и беспальцевых режущих аппаратов наличием ножа в виде замкнутого контура, который может быть представлен цепью или ремнем.

Результаты исследований конструктивно-режимные показатели режущего аппарата жатки с бесконечным несущим приводом, работающим по принципу беспод-

порного среза стеблей, представлены в работах [5, 7]. Установлено, что с увеличением скорости зерноуборочного комбайна с 1,4 до 2,8 м/с и при частоте вращения привода 640 с^{-1} , шаг между режущими элементами следует уменьшать с 29,4 до 16,3 мм, а при частоте вращения привода до 800 с^{-1} – с 36,0 до 19,5 мм. Показано, что такая конструкция режущего аппарата позволяет существенно повысить скорости среза и движения агрегата, а, следовательно, и увеличивается производительность агрегата. Однако, в этом случае, как следует из данных исследований ВИСХОМ (Исследование новых технологических процессов и рабочих органов сеноуборочных машин: сб. науч. тр. ВИСХОМ; ред. Яковлев С. И. М.: ВИСХОМ, 1962. Вып. 39. 196 с.), снижаются затраты энергии на срез стеблей растений.

Расстановка режущих элементов режущего аппарата с бесподпорным принципом резания и бесконечным несущим приводом определена авторами работы [9].

В работе [2] установлено, что доля растений сои, диаметр стеблей которой в 3-4 раза больше, чем у зерновых культур и трав, с бесподпорным (рубящим) процессом среза растений значительна, что является одной из причин потери урожая сои.

Анализ научных работ позволил определить следующие основные требования к конструкциям разрабатываемых режущих аппаратов:

- обеспечивать высокое качество среза растений различных культур и сортов сельскохозяйственных культур;
- иметь низкую энергоемкость;
- иметь высокую надежность конструкции в широком диапазоне условий эксплуатации;
- иметь высокие показатели технологичности;
- быть компактным и безопасным в обслуживании.

В Волгоградском ГАУ разработан режущий аппарат (патент РФ № 2729492, МПК A01D 34/83. Режущий аппарат жатки / А. И. Ряднов, Р. В. Шарипов, В. А. Бариль // Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Заявка №2019142303; заявл. 16.12.2019; опубл. 07.08.2020, Бюл. №22), удовлетворяющий указанным выше требованиям.

Предложенная конструкция режущего аппарата оборудована блоком контроля, который фиксирует фактический период времени $t_{\text{факт.}}$ между прохождением двух следующих друг за другом сегментов над датчиком с установленным периодом t_0 , соответствующим прохождению над датчиком двух рядом расположенных сегментов.

Состояние, при котором $t_{\text{факт.}} > t_0$, означает наличие сломанных, рядом расположенных сегментов.

Если $t_{\text{факт.}} > t_0$, то блок контроля подает сигнал блоку регулирования на увеличение частоты вращения вала привода цепного контура. Линейная скорость режущих элементов V_p увеличивается до тех пор, пока $t_{\text{факт.}} = t_0$.

Таким образом, режущий аппарат жатки обладает возможностью автоматического регулирования линейной скорости сегментов цепного контура при отказах одного или нескольких сегментов с обеспечением высокого качества среза растений, определяемого агротехническими требованиями.

Следует также отметить, что режущие элементы предложенной конструкции режущего аппарата могут работать в двух направлениях. Такое техническое решение позволяет существенно увеличить ресурс сегментов и вкладышей пальцев.

Основой для разработке указанного режущего аппарата явилась разработка, устройство и принцип которой описан в патенте РФ №2609907 (патент РФ № 2609907 Российская Федерация, МПК A01D 34/83. Режущий аппарат. / А. И. Ряднов, Р. В. Шари-

пов, А. С. Фаронов, П. А. Коваленко// Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Заявка №2015146244; заявл. 27.10.2015; опубл. 07.02.2017, Бюл. №4). Исследования режущего аппарата, изготовленного по патенту РФ №2609907, показали достаточно высокие технико-экономические показатели [11, 14].

Анализ научно-исследовательских работ позволил установить цель настоящей работы – определить значения некоторых конструктивных и режимных параметров сегментно-пальцевого режущего аппарата подпорного принципа резания с бесконечным ножевым контуром.

Материалы и методы. В настоящей работе использован материал научных работ по исследованию режущих аппаратов жаток различных типов. Особое внимание уделено режущим аппаратам жаток с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим методику расчета шага установки режущих элементов на сегментно-пальцевом режущем аппарате нормального резания с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания.

На рисунках 1-3 представлены соответственно схемы расположения сегментов и пальцев на бесконечной тяговой цепи режущего аппарата в процессе среза растений при различных линейных скоростях машины V_m и режущих элементов V_p . При этом $V_{m1} < V_{m2} < V_{m3}$, $V_{p1} < V_{p2} < V_{p3}$. На схеме показано: по три положения первого (1.1, 1.2, 1.3), второго (2.1, 2.2, 2.3) и третьего (3.1, 3.2, 3.3), а также одно положение четвертого (4.1) сегментов; два положения (1 и 2) стебля растения; полосы возможного среза растений (B_c – ширина полосы растений, срезаемых сегментом, C_c – зона перекрытия полос среза соседними сегментами), D_c – полоса несрезанных растений).

Figure 1 – Diagram of the arrangement of segments and fingers on the infinite traction chain of the cutting device at $V_{M1} < V_{M3}$ and $V_{p2} = Const$

Figure 2 – Diagram of the arrangement of segments and fingers on the endless traction chain of the cutting machine when $V_{M2} = Const$ and $V_{p2} = Const$

Рисунок 3 – Схема расположения сегментов и пальцев на бесконечной тяговой цепи режущего аппарата при $V_{p1} < V_{p3}$ и $V_{m2} = \text{Const}$

Figure 3 – Diagram of the arrangement of segments and fingers on the infinite traction chain of the cutting device at $V_{p1} < V_{p3}$ and $V_{m2} = \text{Const}$

Из рисунков 1-3 следует, что наличие зоны перекрытия полос среза растений соседними сегментами Cc и полосы несрезанных растений Dc определяется конструктивными факторами (шаг установки режущих элементов на сегментно-пальцевом режущем аппарате, высота режущей части сегмента и др.) и режимными параметрами (линейная скорость машины V_m и режущих элементов V_p и их соотношение). Следовательно, для качественного среза растений (отсутствием полос несрезанных растений) и высокопроизводительной работы жатки (отсутствием зон перекрытия полос среза растений соседними сегментами) необходимо знать некоторые конструктивные и режимные параметры сегментно-пальцевого режущего аппарата предложенной конструкции.

Определим один из важнейших конструктивных параметров сегментно-пальцевого режущего аппарата нормального резания с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания – шаг установки режущих элементов на ножевом контуре t .

Рассмотрим схему, представленную на рисунке 2.

Шаг установки режущих элементов на ножевом контуре t равен отрезку AC .

Из $\triangle ABD$ следует, что

$$\operatorname{tg} \beta = BD / AB. \quad (2)$$

$$\text{Т.к.} \quad BD = V_{m2} \cdot T, \quad (3)$$

где T – время перемещения сегмента 1 из положения 1.1 в положение 1.2, сегмента 2 – соответственно из 2.1 в 2.2 и т.п.

$$AB = V_{p2} \cdot T, \quad (4)$$

примечание: в дальнейшем принимаем, что $V_{m2} = V_m$ и $V_{p2} = V_p$, то, с учетом (3) и (4) выражение (2) представим следующим образом:

$$\operatorname{tg} \beta = V_m / V_p. \quad (5)$$

$$\text{Но} \quad \operatorname{tg} \beta = m / AB,$$

где m – высота режущей части сегмента,

$$\text{откуда } AB = m / \operatorname{tg} \beta.$$

С учетом выражения (5)

$$AB = m \cdot V_p / V_m. \quad (6)$$

Из $\triangle BCD$

$$\operatorname{tg} \alpha = m / BC,$$

откуда

$$BC = m / \operatorname{tg} \alpha \quad (7)$$

$$AC = AB + BC = m (V_p / V_m + 1 / \operatorname{tg} \alpha).$$

Таким образом,

$$t = m \left(\frac{V_p}{V_m} + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right). \quad (8)$$

Определим значение t для конструкции режущего аппарата, изготовленного в соответствии с разработанной схемой по патенту РФ №2729492 (авторы патента: Ряднов А. И., Шарипов Р. В., Бариль В. А.). Фотография данного режущего аппарата представлена на рисунке 4.

Рисунок 4 – Нож режущего аппарата (а – вид спереди, б – вид сверху)
Figure 2 – Knife of the cutting device (a-front view, b-top view)

Нож режущего аппарата данной конструкции был собран из сегментов типа 3 (ГОСТ 158-74. Сегменты, пластины противорежущие и полосы ножевые режущих аппаратов сельскохозяйственных машин. Технические условия. Взамен: ГОСТ 158-67. М.: Издательство стандартов, 2001), противорежущих пластин типа 2 в исполнении 2, установленных на ножевой полосе типа 2 в исполнении 2.

Для выбранного сегмента $m = 51$ мм, $tga = 1,31$ ($\alpha = 52^\circ$), тогда:

$$t = 51 \left(1 + \frac{1}{1,31} \right) = 89,9 \text{ мм.}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 158-74 выбираем стандартный шаг установки режущих элементов на ножевом контуре $t = 90$ мм.

Построение схем расположения сегментов и пальцев на бесконечной тяговой цепи режущего аппарата при различных сочетаниях V_p и V_m показало, что полосы несрезанных растений D_c при скашивании веничного сорго будут отсутствовать даже при сломанных трех рядом расположенных сегментах, если выполняется условие $V_p = (1,25..1,3) V_m$. Такое соотношение V_p и V_m соответствует рекомендациям, представленным в работе [8].

Жатка с режущим аппаратом предлагаемой конструкции может быть установлена на соргоуборочном комбайне, разработанном в Волгоградском ГАУ. Данный соргоуборочный комбайн смонтирован на самоходном шасси Т-16М и позволяет обмолачивать на корню один рядок сорго с последующим срезом стеблей.

Для повышения часовой производительности комбайна:

$$W_q = 0,36 B_p v_p \tau, \quad (9)$$

где B_p – рабочая ширина захвата, м; v_p – рабочая скорость, м/с; τ – коэффициент использования времени смены.

При высоком уровне организации труда ($\tau \rightarrow \tau_{\max}$) необходимо увеличивать ширину захвата жатки и рабочую скорость комбайна. Но при этом следует учитывать, что при определенной урожайности сельскохозяйственной культуры загрузка молотилки должна быть оптимальной. Поэтому целесообразность увеличения ширины захвата жатки при допустимой по уровню потерь зерна и условиям работы комбайнера скорости комбайна определяется пропускной способностью молотилки данного комбайна. Кроме того, как отмечено в работе [5], увеличение ширины захвата жатки приводит к ее громоздкости, маломаневренности, к повышению трудоёмкости в обслуживании и транспортировке. В работе [6] делается вывод, что уменьшение ширины захвата жатки практически не влияет на производительность комбайна в связи с возможным увеличением рабочей скорости в 1,5-2,0 раза по сравнению с комбайном, оборудованным широкозахватной жаткой. Кроме того, потери зерна за комбайнами с узкозахватными жатками при уборке пшеницы на скорости до 8 км/ч составляют 1,7 %, а с широкозахватными жатками при тех же условиях, но на скорости 4 км/ч достигают 3 % [16].

Выводы. Таким образом, для разработанной конструкции сегментно-пальцевого режущего аппарата нормального резания с бесконечным ножевым контуром и подпорным принципом резания графически установлена возможность появления зоны перекрытия полос среза растений соседними сегментами и полосы несрезанных растений, которые зависят от конструктивных параметров: шага установки режущих элементов на сегментно-пальцевом режущем аппарате, высоты режущей части сегмента и других, а также от режимных показателей – линейных скоростей машины и режущих элементов и их соотношения. Определен шаг установки режущих элементов на ножевом контуре, равный 90 мм.

Библиографический список

1. Алдошин Н. В., Золотов А. А., Лылин Н. А. Совершенствование конструкции сегментно-пальцевых режущих аппаратов // Вестник НГИЭИ. 2017. № 6 (73). С. 46-53.
2. Бумбар И. В., Кузнецов Н. С., Вязьмин М. И. Исследование среза растений сельскохозяйственных культур методом моделирования реального процесса // Вестник ДальГАУ. 2009. № 3. С. 75-79.
3. Голушко В. П., Попов В. Б., Чаус В. П. Анализ работы режущего аппарата на скашивании тонкостебельных культур // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. 2008. № 2. С. 71-76.
4. Зайцев Д. А., Корнилов Д. А., Борисов С. А. Методика принятия решения по внедрению информационного обеспечения инновационной деятельности на IT-предприятии // Фундаментальные исследования. 2015. № 12-3. С. 566-570.
5. К обоснованию конструктивных параметров режущего аппарата жаток с прямолинейным движением несущих-режущих элементов / М. М. Константинов, А. П. Ловчиков, П. С. Минин, П. А. Косов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 94-97.
6. Кузьмин М. В. Предельные законы теории производительности машинно-технологических агрегатов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 10. С. 6-8.
7. Ловчиков А. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров режущего аппарата двойного среза стеблей с бесконечно несущим приводом // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 78-81.
8. Методика выбора скорости соргоуборочного комбайна при отказах режущего аппарата / А. И. Ряднов, О. А. Федорова, Р. В. Шарипов, А. С. Фаронов // Успехи современной науки. 2017. № 3 (6). С. 202-206.
9. Минин П. С., Ловчиков А. П. К обоснованию конструктивных параметров режущего аппарата бесподпорного резания для комбайновых жаток с поступательным движением режущих элементов // Вестник КрасГАУ. 2013. № 8. С. 161- 167.
10. Погоров Т. А. Теоретическое обоснование бесподпорного резания стеблей растений

шнековым режущим аппаратом с горизонтальной осью вращения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 2(22). С. 177-191.

11. Ряднов А. И., Федорова О. А., Фаронов А. С. Повышение работоспособности режущего аппарата жатки соргоуборочного комбайна // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2018. № 4 (24). С. 28-33.

12. Труфляк И. С. Теоретическое обоснование резания стеблей шнековым режущим аппаратом // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 101. С. 2282-2297.

13. Труфляк Е. В., Труфляк И. С., Разгонов Г. В. Оптимизация геометрических размеров и кинематических характеристик шнекового режущего аппарата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 136. С. 36-54.

14. 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.

15. Patel S. K., Varshney B. P. Modeling of wheat crop harvesting // Agric Eng Int: CIGR Journal. 2014. Vol. 16. No.2. P. 97-102.

16. Stockman W. And Hers und Nieren untersch. DLG Mitteilungen. 1986. V. 101. № 17. P. 955-956.

Conclusions. Thus, for the developed design of a segment-finger cutting device of normal cutting with an infinite knife contour and a retaining cutting principle, the possibility of the appearance of an overlap zone of plant cut strips by neighboring segments and a strip of uncut plants, which depend on the design parameters: the installation step of the cutting elements on the segment-finger cutting device, the height of the cutting part of the segment, and others, as well as on the performance indicators – the linear speeds of the machine and the cutting elements and their ratio, is graphically established. The installation step of the cutting elements on the knife contour is determined to be 90 mm.

References

1. Aldoshin N. V., Zolotov A. A., Lylin N. A. Improving the design of segment-finger cutting devices. 2017. No. 6 (73). P. 46-53.

2. Bumber I. V., Kuznetsov N. S., Vyazmin M. I. Investigation of crop cross-section by modeling the real process // Vestnik DalGAU. 2009. No. 3. pp. 75-79.

3. Golushko V. P., Popov B. V., Chaus V. P. the Analysis of the work cutting apparatus for cutting crops tonkostennykh // Bulletin of the University them. P. O. Sukhoi. 2008. No. 2. P. 71-76.

4. Zaitsev D. A., Kornilov D. A., Borisov S. A. It It. 2015. № 12-3. P. 566-570.

5. To substantiate the design parameters of the cutting device of reapers with rectilinear movement of bearing-cutting elements / M. M. Konstantinov [et al.] // Izvestiya Orenburg state Agrarian University. 2013. No. 3 (41). Pp. 94-97.

6. Kuzmin M. V. Limiting laws of the theory of productivity of machine-technological aggregates // Mechanization and electrification of agriculture. 2005. No. 10. P. 6-8.

7. Lovchikov A. P. Substantiation of the structural and regime parameters of the re-jecting apparatus of a double cut of stems with an infinitely bearing drive // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 3 (59). Pp. 78-81.

8. Method of selecting the speed of a sorghum harvester in case of failures of the cutting device / A. I. Ryadnov [et al.] // Uspekhi sovremennoy nauki 2017. No. 3 (6). Pp. 202-206.

9. Minin P. S., Lovchikov A. P. To substantiation of constructive parameters of the cutting device of non-pressure cutting for combine harvesters with translational movement of cutting elements // Vestnik KrasGAU. 2013. No. 8. Pp. 161-167.

10. Pogorov T. A. Theoretical justification of unsupported cutting of plant stems with a screw cutting device with a horizontal axis of rotation // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. 2016. No. 2 (22). Pp. 177-191.

11. Ryadnov A. I., Fedorova O. A., Faronov A. S. Povyshenie operability of the cutting appa-

ratus of the sorghum harvester // Nauchno-prakticheskiy zhurnal "Permskiy agrarnyj vestnik". 2018. No. 4 (24). Pp. 28-33.

12. Truflyak I. S. Theoretical justification for cutting the stems of the screw cutting apparatus // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University. 2014. No. 101. P. 2282-2297.

13. Truflyak E. V., Truflyak I. S., Razgonov G. V. Optimization of geometric dimensions and kinematic characteristics of the screw cutting device // Poly-thematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2018. No. 136. Pp. 36-54.

14. Faronov A. S., Ryadnov A. I., Fedorova O. A. Comparison of cutting apparatuses of a sorghum harvester by technological performance indicators // Proceedings of the lower Volga agrodiversity complex: science and higher professional education. 2018. No. 3 (51). Pp. 349-355.

15. Patel S. K., Varshney B. P. Modeling of wheat crop harvesting // Agric Eng Int: CIGR Journal. 2014. Vol. 16. No. 2. P. 97-102.

16. Stockman W. And Hers und Nieren untersch. DLG Mitteilungen. 1986. V. 101. № 17. P. 955-956.

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 of "Technical systems in agriculture", Volgograd state agrarian University (400002, southern Federal district, Volgograd region, Volgograd, 26 Universitetskiy Ave.), Doctor of Technical Sciences, associate Professor,

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

Baril Vadim Alekseevich, Graduate student 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.),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4781-2757>. E-mail: vbaril@yandex.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;

Бариль Вадим Алексеевич, аспирант кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (400005, Южный федеральный округ, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4781-2757>. E-mail: vbaril@yandex.ru.