

Научная статья

УДК 631.354.23

EDN DZXDWG

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_121

Совершенствование конструкции измельчителя соломы, комбинированного с половосборником для зерноуборочного комбайна на уборке сои

Владимир Александрович Сахаров¹, Александр Васильевич Липкань²,
Алексей Алексеевич Кувшинов³

^{1,2,3} Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ sakharov.v.a@mail.ru, ² lav-blg@mail.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru

Аннотация. Проведен анализ агротехнических требований к измельчителю-разбрасывателю соломы отечественных и зарубежных комбайнов, выполнено сравнение различных оценок на соответствие качества работы измельчителей соломы при комбайновой уборке зерновых и сои, фактической степени измельчения соломы зерновых и сои, а также возможности использования соломы не только в качестве органического удобрения, но и в качестве грубого корма для крупного рогатого скота. Показаны проблемы реализации различных способов и конструкций машин для утилизации незерновой части урожая или сбора всего биологического урожая. Выделено перспективное направление зональной технологии уборки сои со сбором половы в мягкие контейнеры с измельчением и разбрасыванием соломы с помощью монтируемого на комбайн адаптера типа модернизированного приспособления универсального навесного (ПУН-5). Предложена конструкция кассетного половосборника с автоматической подачей очередного мягкого контейнера на загрузку под действием собственного веса заполненного и выгружаемого контейнера (патент Российской Федерации № 2788129), а также совмещаемая с ним конструкция двухпоточного измельчителя-разбрасывателя (патент Российской Федерации № 2766007). Представлены результаты оценки качества перебивания соевой соломы современными отечественными однобарабанными комбайнами «Вектор-410» с измельчителями-разбрасывателями классического типа. Обоснована схема лабораторной, стендовой установки для проведения исследований по проверке теоретических предпосылок эффективности направления совершенствования двухпоточного процесса измельчения соломы сои не только для заделки в почву, но и для кормоприготовления в животноводстве.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, солома сои, измельчитель-разбрасыватель, органическое удобрение, мягкий контейнер, грубый корм, двухпоточный измельчитель, лабораторная установка

Для цитирования: Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А. Совершенствование конструкции измельчителя соломы, комбинированного с половосборником для зерноуборочного комбайна на уборке сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 121–130. doi: 10.22450/19996837_2023_2_121.

Original article

Improving the design of a straw shredder combined with a chaff saver for a combine harvester while soybean harvesting

Vladimir A. Sakharov¹, Alexander V. Lipkan²,
Alexey A. Kuvshinov³

^{1,2,3} All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ sakharov.v.a@mail.ru, ² lav-blg@mail.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru

Abstract. The analysis of agricultural requirements for the straw shredder-spreader of domestic and foreign combines; comparison of estimates for compliance with the quality of straw shredders during combine harvesting of grain crops and soybeans, the actual degree of shredding of straw of grain crops and soybeans and the possibility of use as organic fertilizer or as coarse feed for cattle. The problems of the implementation of various methods and designs of machines for the disposal of the non-grain part of the crop or the collection of the entire biological harvest. The promising direction of the zonal technology of harvesting soybeans with the collection of chaff in soft containers with shredding and scattering of straw with the help of an adapter mounted on a harvester type of upgraded universal attachment (PUN-5) are shown. The design of a cassette container for collecting chaff with automatic feeding of another soft container for loading under the action of its own weight of the filled and unloaded container (patent of the Russian Federation No. 2788129), as well as the design of a two-flow shredder-spreader combined with it (patent of the Russian Federation No. 2766007), is proposed. The results of the evaluation of the quality of soybean straw cutting by modern domestic single-drum harvesters "Vector-410" with shredders-spreaders of the classical type are presented. The scheme of a laboratory installation for research study to verify the theoretical prerequisites for the effectiveness of improving the two-flow process of shredding soybean straw not only for embedding in the soil, but also for preparing feed in animal husbandry is substantiated.

Keywords: combine harvester, soybean straw, shredder-spreader, organic fertilizer, soft container, coarse feed, two-flow shredder, laboratory installation

For citation: Sakharov V. A., Lipkan A. V., Kuvshinov A. A. Sovershenstvovanie konstrukcii izmel'chitelja solomy, kombinirovannogo s polovosbornikom dlja zernouborochnogo kombajna na uborke soi [Improving the design of a straw shredder combined with a chaff saver for a combine harvester while soybean harvesting]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 121–130 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_121.

Введение. В зоне Дальнего Востока в процессе уборки зерновых и сои солома еще относительно недавно либо копнилась и затем скирдовалась, либо укладывалась в валок для последующего зарулонивания для нужд животноводства, или сжигалась в валках для облегчения проведения последующих операций по обработке почвы, что приносило существенный ущерб поддержанию плодородия почвы из-за невосполнения ею органикой и гибели почвенной биоты, перерабатывающей ее в форму (минеральные вещества и гумус), которая легко усваивается сельскохозяйственными культурами.

Сегодня применение на современных отечественных и зарубежных комбайнах измельчителей-разбрасывателей соломы (ИРС) является элементом ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых и технических культур, включающих в себя биологизацию земледелия за счет использования соломы в качестве органического удобрения, для чего последняя в период уборки урожая должна быть измельчена до агротехнически допустимых размеров и равномерно распределена по поверхности поля на ширину прокоса жатки.

Применяемые зональные исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве регламентируют следующие качественные показатели ИРС [1]:

- 1) при измельчении соломы должна обеспечиваться длина ее резки 50–120 мм (не менее 85 % от общей массы);
- 2) ширина рассеивания измельченной соломы должна быть не менее 80 % от ширины захвата жатки;
- 3) степень неравномерности распределения измельченной соломы составлять не более 20 %.

Для зарубежных комбайнов агротехнические требования, предъявляемые, например, фирмой John Deere, еще более жесткие. Так, длина резки должна обеспечиваться не более 100 мм, а суммарная массовая доля соответствующих фракций составлять не менее 90 %.

По результатам экспериментальных исследований в хозяйствах Челябинской области по оценке степени измельчения соломы при работе ИРС выявлено, что и отечественные, и зарубежные комбайны зачастую по качественным показателям измельчения соломы зерновых культур

при разных режимах работы не всегда соответствуют агротехническим требованиям [2].

На скорость разложения незерновой части урожая в значительной степени, кроме длины измельченных частиц соломы, влияет расщепление стеблей вдоль волокон. Скорость гумификации незерновой части урожая при продольном расщеплении стеблей может быть увеличена в 7–8 раз [3], при этом становится возможным увеличение размерной фракции незерновой части урожая до 150 мм [4].

Таким образом, при уборке сельскохозяйственных культур, в частности, сои, остро стоит проблема обеспечения измельчения соломы до 150 мм и равномерности разбрасывания измельченной соломенной массы на всю ширину прокоса жатки комбайна.

Измельченная солома сои также может быть использована в сельском хозяйстве Дальневосточного региона не только в качестве элемента реализации стратегии возвратно-экологического земледелия, но и в качестве грубого корма, являющегося одним из необходимых элементов в рационе кормления крупного рогатого скота для реализации региональной задачи роста поголовья и его продуктивности. Измельчение соломы способствует повышению ее поедаемости и облегчает работу органов пищеварения животных. Наиболее оптимальной является степень измельчения до 2–5 см при использовании соломы в составе кормосмеси. При производстве брикетов солому измельчают до 0,8–3 см. При производстве гранул степень измельчения составляет 0,5 см и менее [5].

Еще большую кормовую ценность незерновой части урожая сои составляет полова, кормовое достоинство которой 0,56 корм. ед., что в 1,5 раза выше, чем у соевой соломы. Таким образом, заготовка измельченной соломы, а еще в большей степени соевой половы являются значительным резервом обеспечения грубыми кормами скота, наряду с заготовкой сена. При этом соевая полова, имея высокую питательность и являясь побочным продуктом при уборке урожая сои, по сравнению с заготовкой сена имеет существенно меньшую себестоимость.

Учеными предлагаются различные варианты конструкций машин для сбора

всего биологического урожая с поля: например, агрегат для уборки озимой пшеницы с одновременным прессованием соломы; уборочная машина с прессовальной камерой и тележкой для перевозки сформированных рулонов; комбайн зерноуборочный гусеничный с устройством для наполнения полиэтиленовой емкости для сбора половы и мелкой соломенной примеси, с измельчением и разбрасыванием соломы по полю [6–8].

Проблема создания и внедрения таких машин состоит в разработке с нуля самой уборочной машины или, как вариант, переоборудования серийных зерноуборочных комбайнов под данные нужды; навешивании дополнительных агрегатов и приспособлений, что может сказаться на моторной установке (необходимости установки более мощного двигателя), увеличении габаритных размеров конечной уборочной машины; разработке новых логистических цепочек для совмещения всех технологических процессов по времени и загруженности уборочных и транспортных средств. Рассмотренные варианты являются в большей мере разработками, не получившими по той или иной причине практического применения в сельском хозяйстве Дальневосточного региона.

Наиболее перспективной для разработки в современных условиях региональной технологией, по нашему мнению, является уборка сои со сбором половы в прицеп или в отдельное транспортное средство, движущееся за или параллельно с комбайном, с измельчением и разбрасыванием соломы с помощью такого адаптера комбайна, как ПУН-5 или подобных ему (например, по патенту Российской Федерации № 2315464) [9].

В работах [10, 11] в результате проведенного обзора рабочих органов измельчителей-разбрасывателей зерноуборочных комбайнов предложены основные пути совершенствования ножей, которые позволят повысить эффективность их использования, качество выполняемого процесса и снизить энергоемкость процесса:

- 1) увеличение угла между плоскостями мобильной части и телом Г-образного в поперечном сечении ножа;
- 2) выполнение лезвия контрножа криволинейным;

3) выполнение комбинированной режущей части активного рабочего органа, способной обеспечить «скользяще-пилящее» действие.

По результатам исследований дальневосточных ученых выявлено, что для уборки сои предпочтительнее всего применять техническое решение ИРВС-1200 по патенту № 2285563, где рабочие органы на измельчающем барабане установлены по винтовым линиям [12]. Конструктивно-режимные параметры данного решения обоснованы в работе [9], а опытная партия таких измельчителей-разбрасывателей соломы в количестве 30 штук была выпущена для хозяйств Амурской области заводом «Дальсельмаш».

На Дальнем Востоке в условиях переувлажнения почвы полосу можно собирать половосборниками, монтируемыми на комбайны непосредственно вместо штатного копнителя, периодически разгружая на поле заполненную емкость копнителя-половосборника (патенты Российской Федерации № 2417572, № 2506737) или наполненные и упакованные мягкие контейнеры (патенты Российской Федерации № 2315464, № 2529914, № 788129, № 169259 [9]). Но в таком случае традиционное размещение ротора-измельчителя под и по ширине соломотряса затрудняет равномерное разбрасывание измельченной соломы по ширине прокоса жатки, так как этому препятствует еще более заднее и нижнее расположение конструкции половосборника. Для данного типа конструкций половосборников предлагается разделить поток соломы за соломотрясом на два с боковым расположением измельчающих ножей [9].

Авторами патентов Российской Федерации № 2506737 и № 2529914 предлагаются способы сбора биологического урожая сои с измельчением и разбрасыванием соломы и сбором половы, а также устройства для их реализации.

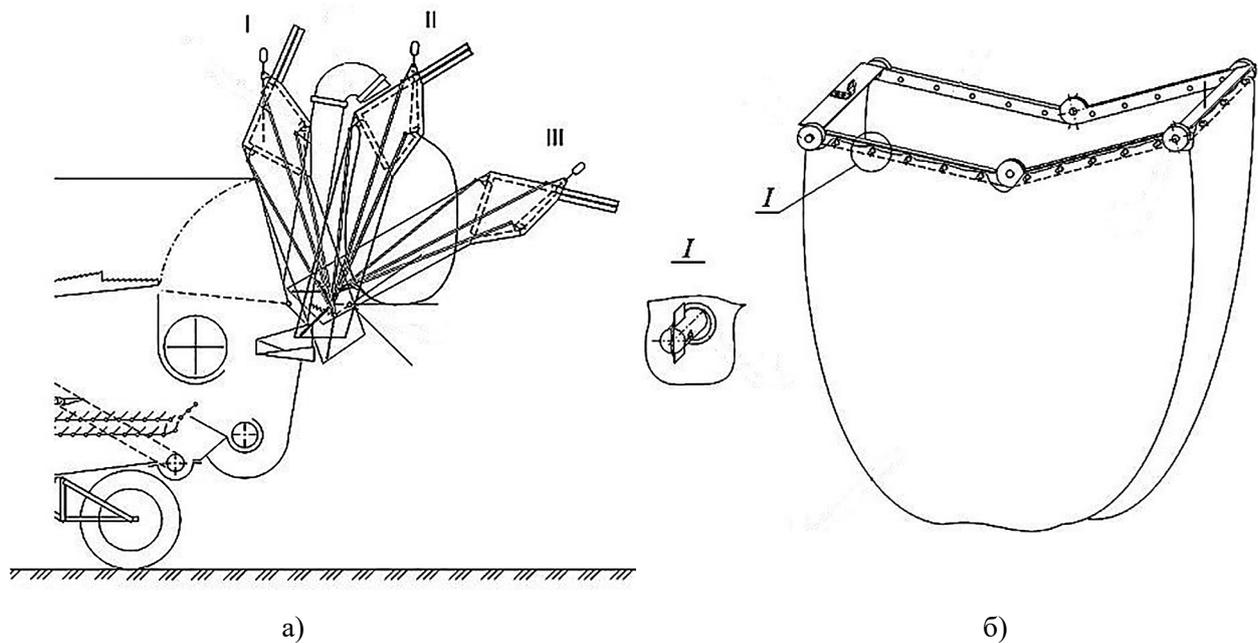
Работая над совершенствованием идей, заложенных в данных технических решениях, в ходе реализации этапов по созданию технологии сбора семенного зерна сои с одновременным сбором соевой половы, измельчением и разбрасыванием по ширине прокоса измельченной соломы или ее совместном с половой сборе в общую емкость (прицеп или мяг-

кий контейнер) нами на уровне изобретений были предложены конструкции по устройству для сбора половы в мягкие контейнеры (патент Российской Федерации № 2788129) [13] и совмещаемому с ним двухпоточному измельчителю-разбрасывателю соломы (патент Российской Федерации № 2766007) [14].

Целью разработки половосборника (рис. 1), монтируемого непосредственно на комбайн, является автоматизация подачи мягких контейнеров для сбора половы под загрузку при непрерывной работе комбайна в течение смены и упаковки мягких контейнеров при разгрузке на поле под собственным весом, что обеспечивает сокращение технологических простоев, не связанных с разгрузкой зернового бункера, соответственно, увеличение сменной производительности комбайна и устранение ручного труда. Достигается это тем, что сзади комбайна дополнительно устанавливаются устройство в виде поворотного П-образного корпуса, содержащее магазин с заданным количеством мягких контейнеров и механизм автоматической поштучной подачи, фиксации контейнера при заполнении его половой и выгрузки на поле с одновременной упаковкой контейнера, управляемый весом заполненного контейнера.

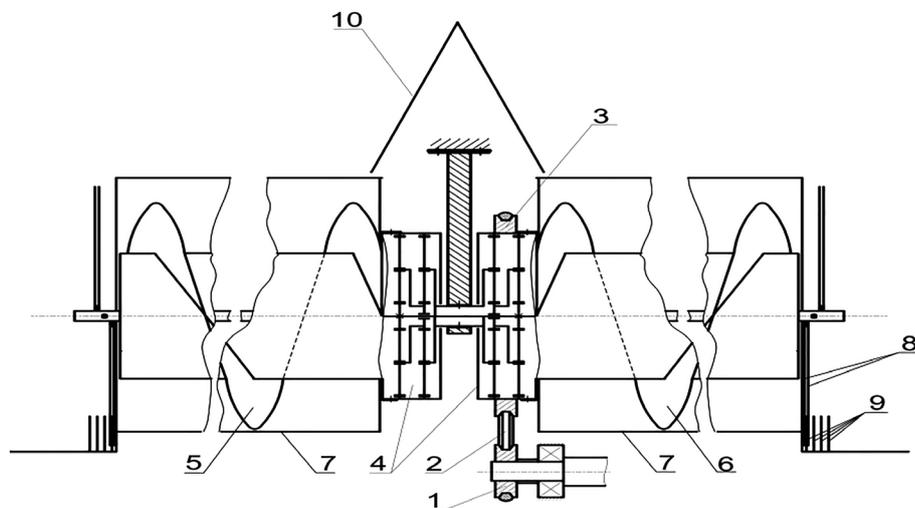
Задачей, на решение которой направлено совершенствование конструкции двухпоточного измельчителя соломы (рис. 2), является повышение производительности и качества ее измельчения, которое характеризуется степенью измельчения стеблей сои, что позволит более мелко измельчать сходящую с соломотряса солому при разной урожайности, способствовать более интенсивному ее разложению в почве при заделке последующей обработкой.

Это достигается тем, что сходящая с соломотряса солома с помощью делителя 10 разделяется на два потока и шнеками 5 и 6 с правой и левой навивкой спиралей перемещается по корытообразным кожухам 7 вправо и влево к ножам 8 с контрножами 9. Контрножи 9 с режущей кромкой, выполненной по логарифмической спирали для постоянства угла резания соломы, с высокой степенью измельчают солому и воздушным потоком, создаваемым измельчающими ножами, выталкивают



I – для загрузки магазина мягкими контейнерами; II – рабочее положение;
III – транспортное положение
а) положение на комбайне; б) общий вид мягкого контейнера

Рисунок 1 – Принципиальная схема половосборника
Figure 1 – Schematic diagram of the chaff saver



1 – ведущий шкив; 2 – приводной ремень; 3 – ведомый шкив; 4 – планетарный редуктор;
5 – шнек с правой навивкой спирали; 6 – шнек с левой навивкой спирали;
7 – корытообразный кожух шнека; 8 – измельчающие ножи;
9 – контрножи; 10 – делитель потока

Рисунок 2 – Измельчитель соломы
Figure 2 – Straw shredder

измельченные части соломы в направляющие каналы дефлекторов для разбрасывания слева и справа по ходу комбайна.

Цель исследования – изучение качества измельчения соевой соломы со-

временными однопоточными измельчителями-разбрасывателями соломы и обоснование альтернативы использования двухпоточного измельчителя-разбрасывателя соломы для совместной работы

с половосборником в мягкие контейнеры, монтируемыми непосредственно на зерноуборочном комбайне. Также необходимо провести сравнительную оценку соответствия агротехническим требованиям степени измельчения однопоточными измельчителями-разбрасывателями соломы, определение процентного соотношения фракций по массе и коэффициента перебивания соевой соломы.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования является технологический процесс разделения соевой соломы на две части для измельчения и разбрасывания за боковины комбайна. Важнейший рабочий орган – измельчающий ротор, которому отдается повышенное внимание, так как стебли соевой соломы по своим прочностным и размерным характеристикам существенно отличаются от соломы зерновых культур.

В период уборки сои в Амурской области оценка качественных показателей работы однопоточных ИРС, являющихся альтернативными разрабатываемому двухпоточному ИРС, проводилась по единой методике в условиях рядовой эксплуатации или на опытных участках длиной до 20 м, с взятием проб в трехкратной повторности для зерноуборочных комбайнов «Вектор-410» со штатным ИРС – в период 2021–2022 гг. на полях Всероссийского научно-исследовательского института сои.

Полевые оценки степени измельчения соевой соломы проводились при

отсутствии ветра на рабочих скоростях 5,0–7,0 км/ч; высоте среза, составляющей не более 10–12 см; высоте растений сои – 66–91 см.

Были определены абсолютное и процентное содержание по массе фракций разной длины измельченной соломы, а также коэффициент перебивания соевой соломы.

Коэффициент перебивания соломы (стеблей), характеризующий в целом наряду с нормами агротехнических требований степень измельчения соломы каждым объектом сравнительной оценки, определялся по формуле (1):

$$\lambda = 1 - \frac{\sum_{k=1}^m l_k n_k}{(h_x - h_c) \cdot 100} \quad (1)$$

где l_k – середина интервалов фракций, см;
 n_k – частота (количество) попаданий в данную фракцию, %;

h_x – средневзвешенная длина стеблей сои, см;

h_c – средневзвешенная высота среза при прямом комбайнировании, см.

Трактовка величины коэффициента перебивания соломы: чем больше его значение, тем сильнее разрушение стеблей сои и выше содержание в солоmistом ворохе сбины.

Результаты исследования. Фракционный состав измельченной соевой соломы представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный состав измельченной соломы сои «Сентябринка» комбайнами РСМ-101 «Вектор-410»

Table 1 – Fractional composition of crushed soybean straw «Sentyabrinka» by combines RSM-101 «Vector-410»

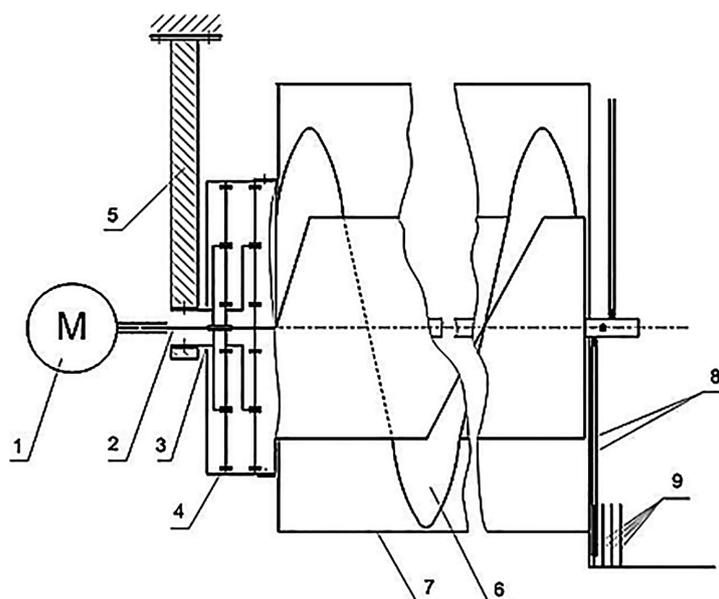
Номер комбайна	Средняя масса пробы, г	Содержание фракций, %								Коэффициент перебивания соломы
		до 10 мм	от 10 до 20 мм	от 20 до 50 мм	от 50 до 100 мм	от 100 до 150 мм	от 150 до 200 мм	более 200 мм	до 100 мм	
1	533,4	17,62	14,98	27,35	20,34	8,55	4,56	6,60	80,29	0,922
2	465,9	21,91	4,10	30,74	17,17	8,61	3,97	13,50	73,92	0,904
3	774,5	14,85	3,11	49,34	13,98	7,11	5,16	6,44	81,28	0,922

Таким образом, для реализации технологии уборки сои с отдельным сбором товарного и семенного зерна и одновременным сбором половы и измельченной соломы или разбрасыванием последней по ширине прокоса жатки на поле с помощью реализации в конструкции зерноуборочного комбайна навесного половосборника в мягкие контейнеры [13] необходимо проработать усовершенствованную и запатентованную нами конструкцию двухпоточного измельчителя соломы. Ранее для двухпоточного измельчителя выведены зависимости конструктивно-кинематических параметров подающих шнеков и измельчающих роторов, потребной мощности от урожайности сои и подачи соломистой массы на измельчитель [15].

Измельчитель, обеспечивая боковую подачу соломистой массы шнеками с соответствующей навивкой спиралей под ножи измельчающих роторов будет ориентировать стебли сои поперек режущих ножей, исключая появление в измельченной массе целых и крупных частей стеблей. При этом количеством рядов ножей, их смещением по оси ротора по винтовой

линии и числом оборотов роторов можно регулировать степень измельчения соломы сои, обеспечивая мелкую и равномерную резку соломы, что будет способствовать как скорейшему разложению ее в почве, так и лучшей поедаемости непосредственно как грубого корма, так и в составе брикетов или гранул комбикормов.

Несмотря на проведенные рядом авторов исследования, данных по совершенствованию процесса измельчения соевой соломы недостаточно. Так как появляется все больше сортов сои с мощным и прочным стеблем, отличающимся от растений зерновых культур по своим физико-механическим и морфологическим свойствам, нами будут проведены лабораторно-стендовые исследования по измельчению соевой соломы усовершенствованным двухпоточным измельчителем. Принципиальная схема лабораторной установки для проведения исследований и проверки теоретических предпосылок эффективности данного направления совершенствования процесса измельчения соломы сои представлена на рисунке 3.



1 – электродвигатель с частотным преобразователем; 2 – первичный вал планетарного редуктора; 3 – вторичный вал планетарного редуктора; 4 – двухступенчатый планетарный редуктор; 5 – корпус лабораторной установки; 6 – подающий шнек; 7 – корытообразный кожух шнека с загрузочной горловиной; 8 – режущие ножи; 9 – контрножи

Рисунок 3 – Схема лабораторной установки (станда) для проведения исследований
Figure 3 – Diagram of a laboratory installation (stand) for research

Заключение. 1. Полученные результаты по качеству измельчения соломы измельчителями-разбрасывателями соломы современных комбайнов на уборке сои и зерновых культур подтверждают данные других исследователей о том, что классические измельчители не способны в полной мере производить измельчение стеблей растений, так как не обеспечивают длину резки, соответствующую современным агротехническим требованиям. Из обследованных измельчителей лучшие показатели качества и наименьшую пульсацию крутящего момента обеспечивает измельчитель ИРВС-1200 с двухзаходным винтовым расположением режущих ножей.

2. Проведение лабораторных исследований по качеству измельчения соевой соломы с отработкой конструктивно-режимных параметров двухпоточного измельчителя позволит ответить на вопрос о перспективности данного направления совершенствования измельчителей соломы не только при измельчении соевой соломы для последующей заделки в почву и лучшего ее разложения (повышения гумификации), но и для нужд животноводства при дальнейшем использовании в приготовлении кормов для сельскохозяйственных животных.

Список источников

1. Исходные требования к зональной системе технологий и машин для производства продуктов растениеводства в дальневосточном регионе России / Н. М. Антышев, В. М. Бейлис, В. П. Елизаров [и др.]. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2007. 167 с.
2. Ловчиков А. П., Ловчиков В. П., Поздеев Е. А. Агротехническая оценка работы измельчителей-разбрасывателей соломы комбайнов при уборке зерновых культур прямым комбайнированием // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 55–57.
3. Результаты испытаний модернизированной косилки-измельчителя / В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев, Л. В. Тюкалов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. № 7. С. 13–14.
4. Незерновая часть урожая как эффективный способ повышения плодородия почвы / А. Н. Бачурин, Н. В. Бышов, И. Ю. Богданчиков [и др.] // Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства : материалы всерос. науч.-практ. конф. Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. С. 52–56.
5. Nazarov I., Tolstoukhova T. Methods of roughage preparation // Breakthrough ideas for the future. Ostrava : Poruda, 2015. P. 15–18.
6. Ринас Н. А., Юдина Е. М., Глытян К. М. Проблемы и перспективы уборки зерновых культур самоходными комбайнами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 94–98.
7. Брусенцов А. С., Туманова М. И., Чулаков Я. Б. К вопросу повышения эффективности уборки незерновой части урожая для приготовления грубых кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 30–37.
8. Комбайн зерноуборочный роторный на гусеничном ходу / М. В. Канделя, Н. М. Канделя, В. Л. Земляк [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 4 (52). С. 117–124.
9. Присяжная С. П. Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. 202 с.
10. Ягельский М. Ю., Родимцев С. А. Тенденции развития и классификация соломоизмельчителей-разбрасывателей современных зерноуборочных комбайнов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (60). С. 73–87.
11. Ягельский М. Ю., Родимцев С. А. Типы и классификация ножей измельчителей-разбрасывателей соломы зерноуборочных комбайнов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (52). С. 114–122.

12. Присяжная И. М., Присяжный М. М., Присяжная С. П. Качество работы измельчителей соломы при комбайновой уборке сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. № 4 (8). С. 40–42.

13. Патент № 2788129 Российская Федерация. Устройство для сбора половы в мягкие контейнеры : № 2022114591 : заявл. 31.05.2022 : опубл. 17.01.2023 / Сахаров В. А., Присяжная С. П., Липкань А. В. [и др.]. Бюл. № 2. 10 с.

14. Патент № 2766007 Российская Федерация. Двухпоточный измельчитель-разбрасыватель соломы : № 2021120485 : заявл. 13.07.2021 : опубл. 07.02.2022 / Синеговский М. О., Присяжная С. П., Присяжная И. М. [и др.]. Бюл. № 4. 6 с.

15. Расчет параметров и режимов работы измельчителя соевой соломы / И. В. Бумбар, И. В. Присяжная, В. А. Сахаров В. А. [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 2 (62). С. 132–141.

References

1. Antyshev N. M., Bejlis V. M., Elizarov V. P. [et al.]. *Iskhodnye trebovaniya k zonal'noj sisteme tekhnologij i mashin dlya proizvodstva produktov rastenievodstva v dal'nevostochnom regione Rossii [Initial requirements for the zonal system of technologies and machines for the production of crop products in the Far Eastern region of Russia]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2007, 167 p. (in Russ.).

2. Lovchikov A. P., Lovchikov V. P., Pozdeev E. A. Agrotekhnicheskaya ocenka raboty izmel'chitelej-razbrasyvatelej solomy kombajnov pri uborke zernovyh kul'tur pryamym kombajnirovaniem [Agrotechnical evaluation of the work of shredders-straw spreaders of combine harvesters when harvesting grain crops by direct combine]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2016; 58; 2: 55–57 (in Russ.).

3. Mohnatkin V. G., Shulyatev V. N., Tyuchkalov L. V., Krasikov D. Yu. Rezul'taty ispytaniy modernizirovannoj kosilki-izmel'chitelya [Test results of the upgraded chopper mower]. *Traktory i sel'skohozyajstvennyye mashiny. – Tractors and Agricultural Machines*, 2004; 7: 13–14. (in Russ.).

4. Bachurin A. N., Byshov N. V., Bogdanchikov I. Yu. [et al.]. Nezernovaya chast' urozhaya kak effektivnyj sposob povysheniya plodorodiya pochvy [The non-grain part of the crop as an effective way to increase soil fertility]. Proceedings from Improving the efficiency of mechanization of agricultural production: *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. – All-Russian Scientific and Practical Conference*. (PP. 52–56), Cheboksary, Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2011 (in Russ.).

5. Nazarov I., Tolstoukhova T. Methods of roughage preparation In.: Breakthrough ideas for the future, Ostrava, Poruda, 2015. P. 15–18.

6. Rinas N. A., Yudina E. M., Glytyan K. M. Problemy i perspektivy uborki zernovyh kul'tur samohodnymi kombajnami [Problems and prospects of harvesting grain crops by self-propelled combines]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2021; 2; 88; 94–98. (in Russ.).

7. Brusencov A. S., Tumanova M. I., Chulakov Ya. B. K voprosu povysheniya effektivnosti uborki nezernovoj chasti urozhaya dlya prigotovleniya grubyh kormov [On the issue of improving the efficiency of harvesting the non-grain part of the crop for the preparation of coarse feed]. *Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – Innovations in the Agro-industrial complex: Problems and Prospects*, 2019; 3; 23; 30–37 (in Russ.).

8. Kandelya M. V., Kandelya N. M., Zemlyak V. L. [et al.]. Kombajn zernouborochnyj rotornyj na gusenichnom hodu [Combine harvester rotary crawler]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2019; 4; 52: 117–124 (in Russ.).

9. Prisyazhnaya S. P. *Sovershenstvovanie tekhnologii sbora polovy s izmel'cheniem i razbrasyvaniem solomy pri kombajnovoj uborke soi: monografiya [Improvement of the technology of collecting straw with shredding and scattering of straw during combine harvesting of soybeans: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2013, 202 p. (in Russ.).

10. Yagelsky M. Yu., Rodimtsev S. A. Tendencii razvitiya i klassifikaciya solomoizmel'chitelej-razbrasyvatelej sovremennyh zernouborochnyh kombajnov [Development trends and classification of straw grinders-spreaders of modern combine harvesters]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Orel State Agrarian University*, 2016; 3; 60: 73–87 (in Russ.).

11. Yagel'skij M. Yu., Rodimcev S. A. Tipy i klassifikaciya nozhej izmel'chitelej-razbrasyvatelej solomy zernouborochnyh kombajnov [Types and classification of knives of shredders-straw spreaders of combine harvesters]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*, 2017; 1: 52: 114–122 (in Russ.).

12. Prisyazhnaya I. M., Prisyazhnyj M. M., Prisyazhnaya S. P. Kachestvo raboty izmel'chitelej solomy pri kombajnovoj uborke soi [The quality of straw shredders during soybean harvesting]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2008; 4: 8: 40–42. (in Russ.).

13. Sakharov V. A., Prisyazhnaya S. P., Lipkan' A. V. [et al.]. Ustrojstvo dlya sbora polovy v myagkie kontejnery [Device for collecting polovy in soft containers]. *Patent RF, no 2788129 fips.ru* 2023 Retrieved from https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2788129&TypeFile=html (Accessed 22 March 2023) (in Russ.).

14. Sinegovskij M. O., Prisyazhnaya S. P., Prisyazhnaya I. M. [et al.]. Dvuhpotochnyj izmel'chitel'-razbrasyvatel' solomy [Two-flow shredder-straw spreader]. *Patent RF, no 2766007 fips.ru* 2022 Retrieved from <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=24b5731547b33b30fc266374d41c48c8> (Accessed 22 March 2023) (in Russ.).

15. Bumbar I. V., Prisyazhnaya I. M., Saharov V. A. [et al.]. Raschyot parametrov i rezhimov raboty izmel'chitelya soevoj solomy [Calculation of parameters and operating modes of the soybean straw shredder]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2022; 2: 62: 132 – 141 (in Russ.).

© Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 29.03.2023; одобрена после рецензирования 19.05.2023; принята к публикации 26.05.2023

The article was submitted 29.04.2023; approved after reviewing 19.05.2023; accepted for publication 26.05.2023

Информация об авторах

Сахаров Владимир Александрович, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, sakharov.v.a@mail.ru;

Липкань Александр Васильевич, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, lav-blg@mail.ru;

Кувшинов Алексей Алексеевич, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, kyaa@vniisoi.ru

Information about the authors

Vladimir A. Sakharov, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, sakharov.v.a@mail.ru;

Alexander V. Lipkan, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, lav-blg@mail.ru;

Alexey A. Kuvshinov, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, kyaa@vniisoi.ru