

Научная статья

УДК 631.354

EDN JSREVN

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-124-135>**Обоснование конструктивно-режимных параметров работы половосборника и дальнейшие пути развития технологии уборки сои со сбором половы****Владимир Александрович Сахаров¹, Александр Васильевич Липкань²,
Алексей Алексеевич Кувшинов³, Вячеслав Сергеевич Усанов⁴**^{1, 2, 3, 4} Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ sva@vniisoi.ru, ² lav-blg@mail.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru, ⁴ uvs@vniisoi.ru

Аннотация. Обеспечение грубыми кормами отрасли животноводства выступает важной проблемой в сельском хозяйстве Амурской области. В целях повышения производства соевого зерна площади, занятые под кормовые угодья, начинают использовать для вовлечения в севооборот, усугубляя нехватку грубых кормов. Решением данной проблемы может являться использование для корма скоту соевой половы, оставляемой на поле после уборки сои. Особенностью соевой половы является ее малый вес и скважистость насыпной массы. При этом кормовая ценность половы составляет 0,56 корм. ед., что позволяет считать ее альтернативой сене и соломе. Многими авторами проводились исследования по техническим вопросам транспортировки незерновой части урожая с полей при уборке различных сельскохозяйственных культур. Малая объемная масса половы может быть нивелирована использованием большеобъемных кузовов емкостью 25 м³ и более. Недостаток технологии со сбором половы состоит в пожарной опасности при хранении ее на складах и на открытых площадках. Также при уборке предпочтение отдается перевозке зерна, тем более что уборочный процесс необходимо завершить в кратчайшие сроки, чтобы не допустить потерь от перестоя урожая на корню. В данных условиях важно модернизировать предлагаемые ранее технологии с учетом современных реалий: внедрение автоматизированных систем, разработка беспилотных аппаратов, использование GPS-технологий и др.

Ключевые слова: технология, уборка сои, соевая полова, половосборник

Для цитирования: Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А., Усанов В. С. Обоснование конструктивно-режимных параметров работы половосборника и дальнейшие пути развития технологии уборки сои со сбором половы // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 2. С. 124–135. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-124-135>.

Original article

Substantiation of design and operating parameters of a chaff collector and further developing ways of soybeans harvesting technology with chaff collection**Vladimir A. Sakharov¹, Alexander V. Lipkan²
Alexey A. Kuvshinov³, Vyacheslav S. Usanov⁴**^{1, 2, 3, 4} All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

¹ sva@vniisoi.ru, ² lav-blg@mail.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru, ⁴ uvs@vniisoi.ru

Abstract. The coarse feed provision to livestock industry is an important problem in Amur region agriculture. In order to increase soybean production, the areas occupied by forage lands are

involving to be used in crop rotation, exacerbating the shortage of coarse feed. The solution to this problem may be the use of soybean chaff for livestock feed, which is left in the field after soybean harvesting. The peculiarity of soybean chaff is its low weight and porosity of bulk mass. At the same time, its feed value is 0.56 feed unit, which makes it possible to consider it an alternative to hay and straw. Many authors have conducted research on the technical issues of transporting the non-grain part of crop from the fields during harvesting of various crops. The small volume mass of chaff can be offset by use of large-volume bodies with a capacity of 25 m³ or more. The disadvantage of the technology with chaff collection is a fire hazard when storing in warehouses and in open areas. Also, when harvesting, preference is given to the transportation of grain, especially since the harvesting process must be completed as soon as possible in order to prevent losses from dead-ripe stage of standing crop. In these conditions, it is necessary to modernize the technologies offered earlier, taking into account modern realities: the introduction of automated systems, the development of unmanned vehicles, the use of GPS technologies, etc.

Keywords: technology, soybean harvesting, soybean chaff, chaff collector

For citation: Sakharov V. A., Lipkan A. V., Kuvshinov A. A., Usanov V. S. Substantiation of design and operating parameters of a chaff collector and further developing ways of soybeans harvesting technology with chaff collection. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;2:124–135. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-124-135>.

Введение. Уборку сои необходимо проводить в кратчайшие сроки, чтобы не допустить потерь от перестоя урожая на корню. После уборки на полях остается побочный продукт – соевая солома. По данным авторов работы [1], кормовая ценность соевой соломы составляет 0,56 корм. ед., что позволяет считать ее альтернативой сене и другим грубым кормам для удовлетворения нужд отрасли животноводства в обеспечении полнорационного кормления крупного рогатого скота.

Актуальность использования соломы вызвана не только необходимостью увеличения продуктивности отрасли животноводства, но и меньшими затратами на ее получение по сравнению с заготовкой сена и соломы. Результаты исследования свидетельствуют, что питательность 1,7 тонн соломы, полученной с четырех гектаров соевого поля, соответствует аналогичным характеристикам 1,7 тонн злакового сена, получаемого с одного посевного гектара [2].

Для сбора соевой соломы необходима дополнительная техника, не увеличивающая сроков уборки. Удельная масса соевой соломы составляет 75 кг/м³, что ведет к необходимости ее перевозки в большеобъемных кузовах. Недостатком является также пожарная опасность при хранении соломы. В связи с этим необходимо модернизировать предлагаемые ранее технологии путем внедрения авто-

матизированных систем управления, разработки беспилотных аппаратов, использования машинного зрения и т. д.

Традиционно в сельском хозяйстве для поддержания плодородия почвы незерновая часть урожая (солома и солома) остается на полях. При массовом использовании соевой соломы, как грубого корма, соевая солома с более низким содержанием питательных веществ будет использована в качестве органического удобрения.

Авторами работы [3] представлено несколько примеров обработки волокон, демонстрирующих потенциал использования преимуществ механических свойств соевой соломы. Приведен обзор потенциальных направлений будущих исследований по созданию следующего поколения интегрированных биоперерабатывающих производств из соевой соломы, чтобы продемонстрировать перспективный потенциал возможностей применения этой биомассы. Рассматриваются потенциальные области применения соевой соломы с акцентом на устойчивое производство биотоплива, биоэнергетики и современных материалов.

В условиях Амурской области агрономической наукой и многолетней практикой разработаны различные виды технологических приемов, использование которых способствует повышению уровня плодородия почвы и росту потенциаль-

ной урожайности сои. Для обоснования оптимальных параметров измельчителей нового образца проведены исследования, позволяющие получить приемлемые по размерам части стеблей для быстрого разложения их в почве. Соевая солома и створки содержат 35,2–35,5 % клетчатки, 3,2–3,5 % протеина, 2,62–3,07 % химических элементов. Почвенная биота, разрушающая биологическую массу, образует вещества, необходимые для роста и развития растений, получения высокой урожайности культур в севообороте. Технологические воздействия, направленные на поддержание жизнедеятельности этих организмов, позволяют существенно повысить почвенное плодородие [4].

Технологии уборки, приведенные авторами в классификации, имеют определенные преимущества и недостатки. При неблагоприятных погодных условиях комбайны допускают потери зерна выше агротехнических требований. Сбор всего биологического урожая или его части с обработкой на стационарных пунктах решает многие задачи, стоящие перед сельскохозяйственным производством – полный сбор зерна и незерновой части урожая как ценного корма для животных, что придает уборочному процессу индустриальные черты, обеспечивает поточность, повышает качество послеуборочной обработки почвы [5].

Авторами работы [6] концептуально изложены агротехнические и агроэкологические требования, определяющие инновационные пути совершенствования технологического процесса и технических средств для реализации уборки зерновых культур и сои. Предлагаемые технические решения выполнены на уровне изобретений, новизна которых подтверждена патентами РФ в области создания менее энергозатратных технологий и облегченных полевых машин нового поколения для уборки сельскохозяйственных культур методом очеса на корню.

Технология уборки зерновых и сои методом очеса на корню и использование мягких контейнеров биг-бэг для сбора зерна позволят исключить заезд автотранспорта на поле, устранить взаимобусловленные простои комбайнов и автотранспорта в ожидании погрузочно-разгрузочных работ. Автотранспорт

понадобится для сбора расположенных на краю поля вдоль дороги мягких контейнеров и доставки их в пункт переработки.

В работе [7] 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 и разгрузку под действием веса заполненного контейнера (патент РФ № 2788129), а также совмещаемая с ним конструкция двухпоточного измельчителя-разбрасывателя (патент РФ № 2766007). Представлены результаты оценки качества перебивания соевой соломы современными отечественными однобарабанными комбайнами «Вектор-410» с измельчителями-разбрасывателями классического типа.

В последние годы в рамках развития технологий сбора незерновой части разработкой технических средств занимались несколько коллективов ученых.

Коллектив авторов под руководством М. В. Кандели предложил ряд уборочных машин для сбора невяянного зернового вороха и отдельного сбора незерновой части урожая при уборке зерновых и зернобобовых культур:

машина полевая гусеничная для заготовки и сбора зернового вороха (патент РФ № 2601819, 2016 г.);

машина полевая для заготовки и сбора зернового вороха (патент РФ № 2579783, 2016 г.);

машина полевая гусеничная универсальная (патент РФ № 2631394, 2017 г.);

комбайн гусеничный для заготовки грубых кормов (патент РФ № 2625659, 2017 г.);

комбайн зерноуборочный гусеничный (патент РФ № 2607101, 2016 г.);

машина полевая гусеничная (патент РФ № 2646639, 2018 г.);

комбайн гусеничный для уборки зерновых культур и сои (патент РФ № 2646632, 2018 г.);

машина полевая гусеничная (патент РФ № 2646629, 2018 г.).

Коллектив авторов под руководством С. П. Присяжной занимался вопросами совершенствования уборки сои с одновременным сбором полова на кормовые цели:

приспособление к зерноуборочному комбайну для сбора соевой половы (патент РФ № 2315464, 2008 г.);

копнитель для сбора половы (патент РФ № 2417572, 2011 г.);

устройство для сбора соевой половы в контейнер (патент РФ № 2529914, 2014 г.);

способ сбора биологического урожая сои с измельчением и разбрасыванием соломы и устройство для его осуществления (патент РФ № 2506737, 2013 г.);

всасывающе-нагнетательное устройство для сбора половы (патент РФ № 2554997, 2015 г.).

Некоторые изготовленные прототипы устройств представлены на рисунках 1 и 2 [1].

Перечисленные и приведенные технические устройства и машины отличаются следующими недостатками: использование дополнительных устройств в конструкции уборочной машины ведет к ее утяжелению, что будет негативно сказываться на уплотнении почвы. Также за дополнительными устройствами необходимо следить, производить замену

емкостей под полову, что требует дополнительного обслуживающего персонала. Использование дополнительных транспортных средств в период уборки ведет к несбалансированности логистики уборочного процесса и требует увеличения человеческих и материальных ресурсов, что сказывается на себестоимости соевой половы, как корма.

Оптимизировать логистический процесс уборки сои с одновременным сбором половы возможно с применением беспилотного транспортного средства. Ниже представлены технические устройства, которые можно применить при разработке данного транспортного устройства.

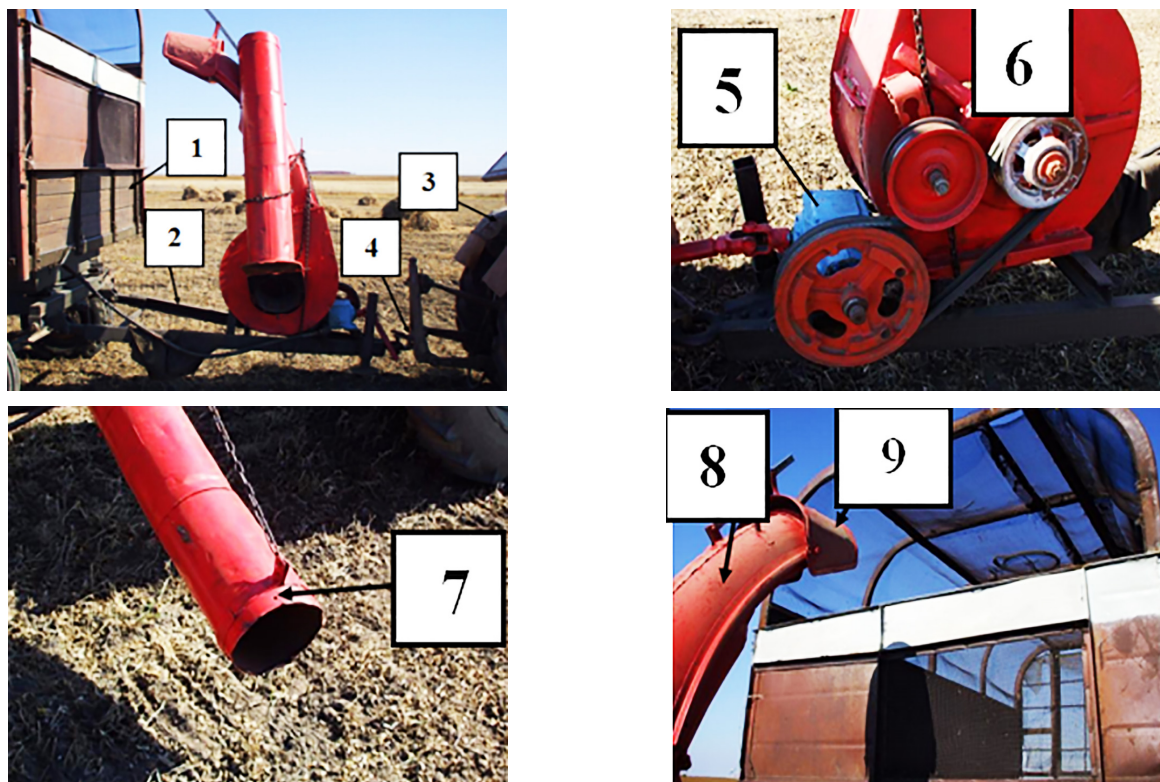
Известен способ сортировки мусора, который включает захват предметов с конвейера манипуляторами, управляемыми системами распознавания предметов, содержащими устройства сканирования, спектрометрирования и детектирования сортируемых предметов, путем сравнения их данных с образами в компьютерном программном обеспечении (патент РФ № 2624288, 2017 г.). Системы распознавания предметов содержат маркирующие устройства, которые наносят кодированные метки на сортируемые предметы, а захват предметов манипуляторами осуществляют с помощью детекторов кода меток.



- 1 – корытообразный шнек подачи половы; 2 – всасывающий пологопровод;
3 – центробежный вентилятор-швырялка; 4 – нагнетательный пневмополовопровод
1 – trough-shaped chaff supplying auger; 2 – suction chaff pipeline;
3 – centrifugal fan-thruster; 4 – forcing pneumatic chaff pipeline

Рисунок 1 – Устройство для сбора и подачи соевой половы в транспортное средство (патент РФ № 2315464)

Figure 1 – Device for soybean chaff collecting and supplying it into a vehicle (RF Patent No. 2315464)



- 1 – транспортная тележка; 2 – рама; 3 – трактор; 4 – прицепное устройство трактора;
 5 – редуктор; 6 – вентилятор; 7 – заборное устройство всасывающего пневмополовопровода;
 8 – нагнетательный пневмополовопровод; 9 – регулируемый половонаправитель
- 1 – transport trolley; 2 – frame; 3 – tractor; 4 – tractor towbar; 5 – gearbox; 6 – fan;
 7 – intake device of suction pneumatic chaff pipeline; 8 – forcing pneumatic chaff pipeline;
 9 – adjustable chaff guide

**Рисунок 2 – Всасывающе-нагнетательное устройство
 для сбора половы (патент РФ № 2554997)**

**Figure 2 – Suction and discharge device
 for chaff collecting (RF patent No. 2554997)**

Данное решение можно использовать для маркировки емкостей с половой.

В настоящее время технология радиочастотной идентификации RFID имеет огромный потенциал массового применения в самых разных сферах общественных отношений [8].

Появление энергоэффективных сетей дальнего и ближнего действия позволяет разрабатывать устройства для удаленного цифрового мониторинга определенных производственных параметров животноводства, в данном случае связанных с контролем надоев молока.

Разработанное устройство реализовано на вспомогательной плате для Arduino Mega и включает в себя молокомер на герконе; считыватель RFID-меток LF; модуль RFM95W для передачи дан-

ных по протоколу LoRa и контроллер на базе Atmega 2560 [9].

Авторами работы [10] представлен всеобъемлющий обзор наземных сельскохозяйственных роботизированных систем и приложений с особым упором на уборку урожая, охватывающий исследовательские и коммерческие продукты и результаты, а также их вспомогательные технологии. Рассматриваются положения о разработке конкретных функциональных возможностей и аппаратного обеспечения, которые обычно требуются действующему сельскохозяйственному роботизированному комбайну. Они включают системы визуального наблюдения, методологии планирования движения и навигации (для роботизированной платформы и манипулятора), стратегии взаи-

модействия человека и робота с 3D-визуализацией, стратегии планирования работы системы и захвата, а также дизайн роботизированного захвата.

Очевидно, что автоматизированное сельское хозяйство и, в частности, автономный сбор урожая с помощью роботизированных систем представляют область исследований, которая остается широко открытой, предлагая ряд задач, в решение которых можно внести новый вклад.

Цель исследования – обосновать режимные параметры устройства для сбора соевой половы в мягкие контейнеры при уборке сои и предложить пути развития технологии для уборки сои со сбором незерновой части урожая.

При технологии уборки сои с одно-временным сбором половы, полова будет собираться в специальный половосборник (рис. 3). Данный половосборник совмещен с универсальным навесным адаптером типа ПУН-5 (патент РФ № 2788129, 17.01.2023).

Материалы и методы исследования. Для бесперебойной работы половосборника по загрузке половы в мягкие контейнеры обоснованы конструктивно-режимные параметры его элементов: винтового шнека и нагнетающего вентилятора с диффузором. Обоснование параметров проводили расчетным методом с применением данных научной литературы.

Результаты исследований и их обсуждение. Расчет параметров шнекового транспортера. Теоретическая производительность винтового шнека зависит от плотности перемещаемого груза, площади полезного поперечного сечения шнека и скорости перемещения груза, зависящей от скорости вращения шнека и шага витков спирали, и определяется формулой (1):

$$P_{ш} = 3600 \cdot \gamma_c \cdot F_c \cdot u_s \quad (1)$$

где γ_c – плотность груза, кг/м³ (составляет от 71,9 до 80,2 кг/м³);

F_c – площадь поперечного полезного сечения шнека, м²;

u_s – осевая скорость перемещаемого груза, м/с.

Для расчета площади поперечного сечения шнека и осевой скорости пере-

мещаемого груза используем формулы (2) и (3):

$$F_c = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \quad (2)$$

$$u_s = \frac{S \cdot n}{60} \quad (3)$$

где D – диаметр шнека по виткам спирали, м;

d – диаметр вала шнека, м;

S – шаг витков спирали шнека, м;

n – скорость вращения шнека, мин⁻¹.

Объем перемещаемой половы на длине одного шага составит:

$$V_g = F_c \cdot K_v \cdot S \quad (4)$$

где K_v – коэффициент использования межвиткового объема (равен от 0,2 до 0,9).

Учитывая коэффициенты загрузки и разгрузки (K_z), коэффициент скорости транспортирования половы (K_v), коэффициент угла наклона шнека K_β , получим интегральный коэффициент производительности (K_n), равный произведению трех вышеуказанных коэффициентов и коэффициента использования межвиткового объема (K_v).

Покажем расчет шнекового транспортера при урожайности сои 25 ц/га, ширине жатки 5 м, скорости уборки 7 км/час (2 м/с); при этом убираемая площадь составит 10 м²/с. Подача половы при данных условиях равна 1 кг/с или 0,015 м³/с.

Исходя из данных, один мягкий контейнер объемом 1 м³ будет заполняться за 1/0,015 = 66,7 секунд, то есть около одной минуты.

При использовании подающего шнека от серийного комбайна диаметром равным 250 мм, объем одного витка составит:

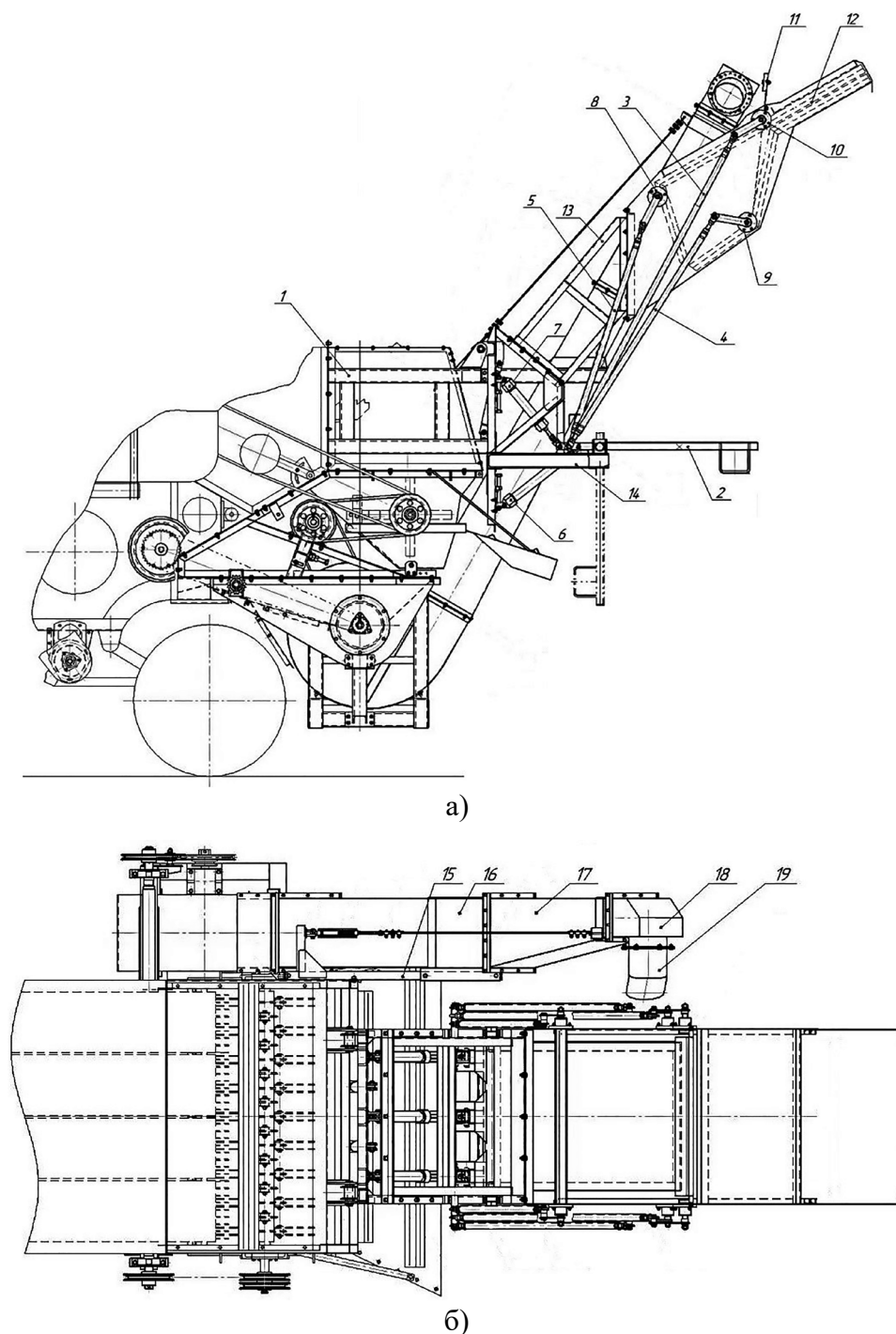
$$\pi/4 \cdot (0,25^2 - 0,06^2) \cdot 0,24 = 0,01 \text{ м}^3$$

Для обеспечения заполнения мягкого контейнера за одну минуту, обороты шнека должны составлять не менее 2 с⁻¹ или 120 мин⁻¹ (без учета коэффициентов).

С учетом интегрального коэффициента производительности (K_n), равного:

$$0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,55 = 0,51$$

имеем $n = 2/0,51 = 3,9 \text{ с}^{-1}$ или 234 мин⁻¹



а) вид сбоку; б) вид сверху

1 – капот измельчителя; 2 – поворотная платформа; 3, 4, 5 – тяги; 6 – нижняя упругая опора; 7 – верхняя упругая опора; 8, 9, 10 – дозаторы-ограничители; 11 – заслонка; 12 – направляющий корпус; 13 – опора; 14 – рама; 15 – опора половопровода; 16 – половопровод; 17 – конфузор; 18 – головка половопровода; 19 – направляющий патрубок

а) side view б) view from above

1 – chopper hood; 2 – rotating platform; 3, 4, 5 – thrust; 6 – lower elastic support; 7 – upper elastic support; 8, 9, 10 – dispensers-limiters; 11 – damper; 12 – guide body; 13 – support; 14 – frame; 15 – chaff support; 16 – chaff pipeline; 17 – confuser; 18 – head of chaff pipeline; 19 – guide pipe

Рисунок 3 – Устройство для сбора половы в мягкие контейнеры**Figure 3 – Device for chaff collecting in soft containers**

Таким образом принимаем:

- 1) диаметр шнека (D) – 0,25 м;
- 2) диаметр вала шнека (d) – 0,06 м;
- 3) шаг шнека (S) – 0,24 м;
- 4) частота вращения (n) – 240 мин⁻¹ (25 с⁻¹).

Данные для проектирования пневматического транспортера:

- 1) производительность – 4 т/ч;
- 2) вид половопровода – прямой;
- 3) физико-механические свойства транспортируемой половы: скорость витания соевой половы (u_k) составляет от 3,09 до 6,11 м/с, удельная масса половы (γ_c) равна 71,9–80,2 кг/м³.

Необходимо установить:

- 1) потребный расход воздуха $V_{\text{в}}$, м³/с;
- 2) необходимое сечение всасывающего и нагнетательного половопровода, м².

Большинство установок, применяемых в сельскохозяйственном производстве и на пищевых предприятиях, работают при коэффициенте концентрации менее 8–10, со скоростями воздуха от 10 до 30 м/с. Наиболее распространены скорости от 15 до 25 м/с.

На основании опыта эксплуатации и экспериментов определены или же рекомендуются значения коэффициента весовой концентрации для зерна и продуктов его переработки от 1 до 25 [1].

С учетом скорости витания створок сои принимаем номинальную скорость движения воздуха 15 м/с.

Скорость движения воздуха для всасывающих и нагнетательных установок низкого давления определяется по формуле (5):

$$u_{\text{в}} = \varphi \cdot u_k \quad (5)$$

где φ – коэффициент потерь, зависящий от сложности пути перемещения половы, концентрации смеси половы и воздуха, физико-механических свойств половы;

u_k – скорость витания груза, м/с.

Для половы, перемещаемой вентилятором, коэффициент весовой концентрации находится в диапазоне ($\mu = 1–1,5$). Принимая его равным единице, определим расход воздуха по формуле (6):

$$V_{\text{в}} = \frac{\Pi}{3,6 \cdot \mu \cdot \gamma_{\text{в}}} \quad (6)$$

В нашем случае расход воздуха составит: $4/(3,6 \cdot 1 \cdot 1,24) = 0,9$ м³/с.

Площадь сечения трубопровода найдем по формуле (7):

$$F = \frac{V_{\text{в}}}{u_{\text{в}}} \quad (7)$$

Она составит: $0,9/15 = 0,06$ м².

Используя цилиндрический трубопровод, найдем его диаметр, используя формулу (8):

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (8)$$

Диаметр равен 0,28 метров.

Принимаем, что для пневматической транспортировки половы необходим вентилятор с производительностью не менее 1 м³/с и цилиндрический трубопровод с диаметром 0,28 м.

На основании разработанной конструкторской документации отделом экспериментальных технологий и машин Всероссийского научно-исследовательского института сои был изготовлен макетный образец устройства для сбора соевой половы (рис. 4).

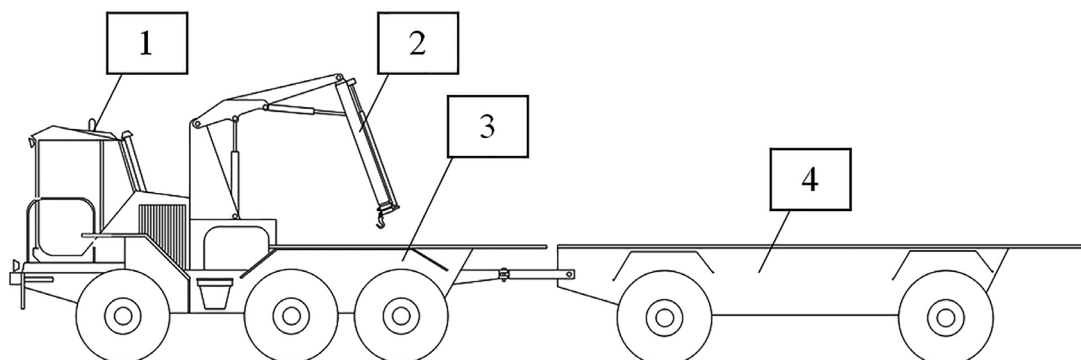
Дальнейшее развитие данной технологии будет связано с внедрением новых материалов, систем машинного зрения, спутниковых систем, дистанционного управления и других инновационных разработок.

Предлагается общий вид универсального транспортного средства, которое можно использовать не только для перевозки контейнеров с половой, но и для других маловесных перевозок. В качестве источника энергии возможно использование двигателя внутреннего сгорания, солнечных батарей и др.

Предлагается универсальное транспортное устройство на шинах низкого давления с платформой и манипулятором, показанное на рисунке 5.



Рисунок 4 – Макетный образец устройства для сбора соевой половы
Figure 4 – A mock-up sample of a device for soybean chaff collecting



1 – GPS-антенна; 2 – манипулятор; 3 – транспортное средство; 4 – прицепная платформа
 1 – GPS-antenna; 2 – manipulator; 3 – vehicle; 4 – trailed platform

Рисунок 5 – Универсальное транспортное средство
Figure 5 – Universal vehicle

Рабочий процесс сбора половы осуществляется следующим образом.

Зерноуборочный комбайн, двигаясь по полю, производит уборку зерна сои. При этом с помощью пневматического навесного устройства он заполняет емкости с половой, с предварительно установленными на них RFID-метками. При наполнении емкости, происходит ее сброс на поле.

Универсальное транспортное средство останавливается рядом с емкостью с половой; с помощью считывателя меток определяет емкость как искомый объект

и с помощью манипулятора загружает на прицепную платформу. При полной загрузке емкостями платформы, универсальное транспортное средство движется к месту выгрузки по заданному маршруту. Позиционирование комбайна и универсального транспортного средства выполняется с использованием спутниковой навигации.

Заключение. В целях повышения производства соевых семян путем увеличения посевных площадей с одновременным обеспечением грубыми кормами

отрасли животноводства одним из вариантов может являться использование для корма скоту соевой половы, оставляемой после уборки сои.

Нами приведены расчеты конструктивных элементов половосборника соевой половы и представлен изготовленный образец данного технического устройства.

В развитие темы сбора половы показан принципиальный вид универсального технического средства с автоматическим управлением, а также предложено описание уборочного процесса сои с учетом использования предлагаемых технических решений.

Список источников

1. Присяжная С. П., Присяжный М. М., Панасюк А. Н., Присяжная И. М. Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. 209 с. EDN TEUNDP.
2. Михалев В. В., Шульженко Е. А. Замена производства сена использованием в кормлении скота соевой половы // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 8. С. 90–93. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1345170>. EDN UWAKDB.
3. Gonzalez P. G. A., de Jesus Gariboti J. C., Leal Silva J. F., Lopes E. S., Abaide E. R., Lopes M. S. [et al.]. Soybean straw as a feedstock for value-added chemicals and materials: recent trends and emerging prospects // Bioenergy research. 2023. Vol. 16 (2). P. 717–740. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10506-1>.
4. Присяжная И. М., Синеговский М. О., Присяжная С. П., Синеговская В. Т. Использование незерновой части урожая сои в качестве органического удобрения // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 1. С. 62–66. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/1/62-66>.
5. Поляков Г. Н., Болоев П. А. Классификация и анализ технологии уборки зерновых колосовых культур // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 64. С. 107–113. EDN TESXCN.
6. Канделя М. В., Канделя Н. М., Земляк В. Л., Бумбар И. В. Пути совершенствования технологии уборки зерновых культур и сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 2 (50). С. 98–109. <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-12027>.
7. 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. Т. 17. № 2. С. 121–130. https://doi.org/10.22450/19996837_2023_2_121. EDN DZXDWG.
8. Крюкова А. А., Трухина А. Д. Применение RFID-технологий в современном бизнесе // Актуальные вопросы современной экономики. 2019. № 6–2. С. 759–764. <https://doi.org/10.34755/IROK.2019.31.81.118>. EDN IKCNRV.
9. Baiguanysh S. B., Mirmanov A. B., Stukach O. V., Isabekova S. A. Dairy productivity accounting automatic device based on Rfid and Lora technologies // Herald of Science of Seifullin Kazakh Agrotechnical University. 2020. No. 4 (107). P. 116–126. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2020.4\(107\).131](https://doi.org/10.51452/kazatu.2020.4(107).131). EDN AEZYQT.
10. Droukas L., Doulgeri Z., Tsakiridis N. L., Triantafyllou D., Kleitsiotis I., Mariolis I. [et al.]. A survey of robotic harvesting systems and enabling technologies // Journal of Intelligent and Robotic Systems. 2023. Vol. 107. No. 2. P. 21. <https://doi.org/10.1007/s10846-022-01793-z>. EDN VFKQJ.

References

1. Prisyazhnaya S. P., Prisyazhnyy M. M., Panasyuk A. N., Prisyazhnaya I. M. *Improvement of the technology of harvesting straw with crushing and scattering of straw during combine harvesting of soybeans: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2012, 209 p. EDN TEUNDP (in Russ.).

2. Mikhalev V. V., Shulzhenko E. A. Replacement of manufacturing of hay by use soy chaff in farm animals feeding. *Byulleten' nauki i praktiki*, 2018;4;8:90–93. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1345170> (in Russ.).
3. Gonzalez P. G. A., de Jesus Gariboti J. C., Leal Silva J. F., Lopes E. S., Abaide E. R., Lopes M. S. [et al.]. Soybean straw as a feedstock for value-added chemicals and materials: recent trends and emerging prospects. *Bioenergy research*, 2023;16(2):717–740. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10506-1>.
4. Prisyazhnaya I. M., Sinegovskiy M. O., Prisyazhnaya S. P., Sinegovskaya V. T. Usage of not grain part of soybean grain as organic manure. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaistvennoy nauki*, 2022;1:62–66. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/1/62-66> (in Russ.).
5. Polyakov G. N., Boloev P. A. Classification and analysis of harvesting technology of grain crops. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2014;64:107–113. EDN TESXCN (in Russ.).
6. Kandelya M. V., Kandelya N. M., Zemlyak V. L., Bumbar I. V. Ways to improve the technology of harvesting grain crops and soybeans. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*, 2019;2(50):98–109. <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-12027> (in Russ.).
7. Sakharov V. A., Lipkan A. V., Kuvshinov A. A. Improving the design of a straw shredder combined with a chaff saver for a combine harvester while soybean harvesting. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*, 2023;17;2:121–130. https://doi.org/10.22450/19996837_2023_2_121. EDN DZXDWG (in Russ.).
8. Kryukova A. A., Trukhina A. D. Application of RFID technologies in modern business. *Aktual'nye voprosy sovremennoy ekonomiki*, 2019;6–2:759–764. <https://doi.org/10.34755/IROK.2019.31.81.118>. EDN IKCNRV (in Russ.).
9. Baiguanysh S. B., Mirmanov A. B., Stukach O. V., Isabekova S. A. Dairy productivity accounting automatic device based on Rfid and Lora technologies. *Herald of Science of Seifullin Kazakh Agrotechnical University*, 2020;4(107):116–126. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2020.4\(107\).131](https://doi.org/10.51452/kazatu.2020.4(107).131). EDN AEZYQT.
10. Droukas L., Doulgeri Z., Tsakiridis N. L., Triantafyllou D., Kleitsiotis I., Mariolis I. [et al.]. A survey of robotic harvesting systems and enabling technologies. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 2023;107;2:21. <https://doi.org/10.1007/s10846-022-01793-z>. EDN VFKQGI.

© Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А., Усанов В. С., 2024

Статья поступила в редакцию 09.04.2024; одобрена после рецензирования 27.04.2024; принята к публикации 08.05.2024.

The article was submitted 09.04.2024; approved after reviewing 27.04.2024; accepted for publication 08.05.2024.

Информация об авторах

Сахаров Владимир Александрович, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0003-3471-301X, Author ID: 959033, sva@vniiso.ru;

Липкань Александр Васильевич, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0002-2769-6672, Author ID: 610444, lav-blg@mail.ru;

Кувшинов Алексей Алексеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, kyaa@vniiso.ru;

Усанов Вячеслав Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0002-4288-9835, Author ID: 876149, uvs@vniiso.ru

Information about the authors

Vladimir A. Sakharov, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0003-3471-301X, Author ID: 959033, sva@vniisoi.ru;

Alexander V. Lipkan, Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0002-2769-6672, Author ID: 610444, lav-blg@mail.ru;

Alexey A. Kuvshinov, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, kyaa@vniisoi.ru;

Vyacheslav S. Usanov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0002-4288-9835, Author ID: 876149, uvs@vniisoi.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.