УДК 631.35
ГРНТИ 68.85.35

Присяжная С.П., д-р техн.наук, профессор;
Присяжная И.М., канд.техн.наук, доцент;
ФГБОУ ВО АмГУ,
г. Благовещенск, Амурская область, Россия;
Синеговская В.Т., академик РАН, д-р с.-х.наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ, директор ФГБНУ «ВНИИ сои»,
г. Благовещенск, Амурская область, Россия
E-mail: valsin09@gmail.com

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ СОИ

Проведен анализ технологии уборки со сбором не зерновой части урожая сои. Разработаны, изготовлены и проверены новые устройства (приспособления) для сбора половы, измельчения и разбрасывания соломы. Применение измельчающего барабана с ротационными режущими элементами сегментного типа позволяет снизить затраты мощности на измельчение. Качественное измельчение соломы и равномерное распределение по поверхности поля при заделке в почву обеспечивают повышение плодородия и урожайности. Для сбора половы к зерноуборочному комбайну разработан копнитель-половосборник, который выполнен навесным с корытообразным распределительным кожухом шнека с левой и правой навивкой спирали винта с устройствами для измельчения и отвода соломы за боковины комбайна влево и вправо по ходу его движения. Выгрузка заполненного копнителя от половы производится на краю поля, либо на специально отведенных участках поля. Разработанный половосборник собирает до70 тонн половы на один комбайн за период уборки. Собранную полову подбирают в транспортное средство для доставки к животноводческому комплексу всасывающе-нагнетательным устройством, которое содержит редуктор, вентилятор, всасывающий и нагнетательный пневмополовопроводы, закрепленные на раме, и навешивается на трактор либо устанавливается на прицепном устройстве транспортного средства. Привод вентилятора осуществляется от вала отбора мощности трактора. Для предотвращения загрязнения половы в конструкции предусмотрены регулирование высоты всасывающего пневмополовопровода над уровнем почвы. Экономическая эффективность технологии уборки сои со сбором половы, измельчением и разбрасыванием соломы в ценах 2012 года составляет 1.2 млн р. на один комбайн. Энергосбережение 40 тонн к.е. высокобелкового корма составляет 460 тыс. Мдж.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СОЯ, СОЛОМА, ПОЛОВА, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, КОМБАЙН, УБОРКА, ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ-РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ СОЛОМЫ, ПОЛОВОСБОРНИК, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРИБЫЛЬ.

UDC 631.35
Prisyazhnaya S.P., Dr Tech.Sci., Professor;
Prisyazhnaya I.M., Cand. Tech. Sci., Associate Professor,
Amur State University;
SinegovskayaV.T., Academician of RAS, Dr Agr. Sci., Professor,
Honored Science Worker of Russia, Director,
FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean»,
Blagoveshhensk, Amur region, Russia
E-mail: valsin09@gmail.com

POWER SAVING TECHNOLOGY OF SOY HARVESTING

The article has carried out the analysis of soy harvesting that includes gathering of non-grain part of soy crop. New devices for gathering chaff and for straw crushing and spreading

have been developed and manufactured. Use of shredding drum with rotary cutting segment type elements allows to reduce expenditure of energy for crushing. High quality straw crushing and regular spread and embedding over the field provide the enhancement of fertility and yield capacity. In order to provide chaff gathering the stacker-chaff collector was designed for combine harvester. This stacker-chaff collector is of mounted type with channel distributive coat, with screw having left and right-handed helicity, with straw crushing devices and straw withdrawal devices to withdraw straw to the left and right sides of the combine as it moves. The stacker filled up with chaff is discharged at the field end or in the special places of the field. This chaff collector gathers up to 70 tons of chaff per 1combine during harvesting. Gathered chaff is picked up with intake-discharge device and forwarded into vehicle to deliver to animal husbandry farm. The device consists of reduction gear, ventilator, intake-discharge air tubes that are made fast to frame or hung to tractor or installed on the vehicle's drawbar hitch. Ventilator drive is operated through tractor's power take-off shaft. In order to prevent pollution the device has a function enabling it to regulate the height of intake air tubes over the ground surface. Economic efficiency of the technology of soy harvesting together with chaff gathering, straw crushing and spreading amounts to 1,2 million rubles per 1 combine harvester (prices as of year 2012). Power saving for 40 tons of feed units of high-protein fodder amounts to 460 thousand megajoules.

KEY WORDS: SOY, STRAW, CHAFF, POWER SAVING TECHNOLOGY, COMBINE HARVESTER, HARVEST, STRAW SHREDDER AND SCATTER, CHAFF GATHERER, PROFITS

За последние годы совместными усилиями учебных и научно-исследовательских институтов, организаций промышленности и передовых хозяйств разработаны новые технологии уборки зерна, предусматривающие вывоз с поля на стационарный пункт всего урожая или его продуктивной части. Эти технологии можно назвать энергосберегающими - агропромышленными. Для решения проблемы энергосберегающей уборки сои это означает применение технологических операций со сбором высокобелковой половы, измельчением и разбрасыванием соломы, а также совмещение операций при уборке и по обработке почвы. В производстве сои получают в качестве побочного продукта высокобелковую незерновую часть урожая сои – солому и полову. Солому, имеющую высоту стеблей до800-900 мм, крепкий стебель толщиной от3 до10 мм, при современной технологии уборки измельчают и вместе с половой разбрасывают по полю. Качественное измельчение соевой соломы и равномерное распределение по поверхности поля при заделке в почву обеспечивает улучшение ее структуры, повышение плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Избыток ресурса кормового белка, в большом количестве содержащегося в полове сои, используется нерационально из-за несовершенства комбайновой технологии уборки.

Полова, состоящая из створок бобов, частичек листьев, недозрелых бобов и семян, мелких частей соломы, семян сорных растений, богаче питательными веществами, чем солома, лучше переваривается и поедается животными, скармливается им в сухом виде, а также в смеси с концентратами и сочными кормами. В полове бобовых культур выше, чем в полове злаковых, содержание протеина, что обуславливает ее более высокую перевариваемость. Кормовое достоинство соевой половы составляет 0,56 кормовых единиц и почти в 1,5 раза выше, чем у соломы. Период уборки сои в Амурской области начинается с наступлением заморозков и сухой погоды в конце сентября и в октябре месяце. Собранная и складированная в это время года полова не теряет своих свойств и до весны пригодна к скармливанию. Потери половы при уборке урожая сои – это прямые финансовые убытки сое- сеющих хозяйств, и для решения сложной проблемы сбора половы, требующей определенных капитальных вложений, необходима разра-

ботка и выпуск приспособлений к зерноуборочному комбайну, которая наиболее оптимальна для хозяйств соево-животноводческого направления.

На основании проведенного анализа разработана следующая технологическая схема (рис.1).

С целью снижения затрат мощности на измельчение прочных стеблей соевой соломы разработан измельчитель-разбрасыватель-валкообразователь с использованием на измельчающем барабане и противорежущем брусе ножей сегментного типа (рис. 2). Измельчающий барабан выполнен в виде ротора с двумя рядами с шарнирно закрепленными на них по двухзаходной винтовой линии рабочими органами для уравновешивания. Рабочие органы обоих рядов расположены равномерно по окружности и в определенный момент времени с измельчаемой массой взаимодействует только один рабочий орган, что обеспечивает снижение пульсации нагрузки на вал измельчающего барабана.

Использование измельчающего барабана с ротационными режущими элементами сегментного типа (1), размещенными двухзаходно по винтовой линии по всей длине барабана под углом 36 °, вращающимися в вертикальной плоскости и попеременно взаимодействующими с противорежущими сегментами, жестко закрепленными на регулируемом брусе, позволяет на 20-30% снизить затраты мощности на измельчение и обеспечивает необходимый фракционный состав.

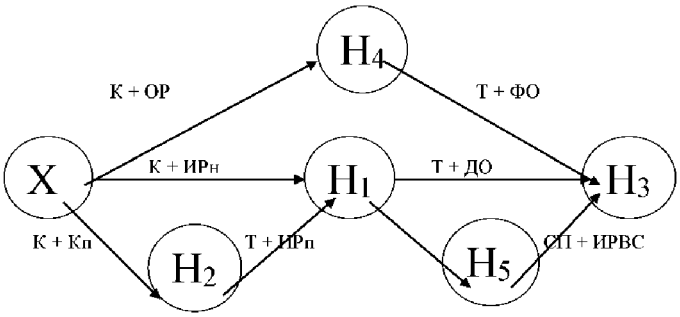

Рис. 1. Ориентированный граф технологии уборки НЧУ с измельчением соломы и заделкой в почву: *X – хлебная масса необмолоченная; H1 – незерновая часть урожая, измельченная на поверхности поля; H2 – незерновая часть урожая цельная в валке; H3 – незерновая часть урожая, измельченная, заделанная в почву; H4 – НЧУ цельная разбросанная по полю; H5 – незерновая часть урожая, разделенная на полову – собираемую в транспортное средство для доставки на ферму и солому – измельченную и разбрасываемую по полю с заделкой под урожай будущего года; И Рн(п) – измельчитель- разбрасыватель навесной (прицепной); ИРВС – измельчитель- разбрасыватель соевой соломы; К+ОР – комбайн + обмолоченная хлебная масса, разбросанная по полю; К+ИРн – комбайн + измельчитель – разбрасыватель навесной; Т+ФО – трактор + фрезерное орудие; К+Кп – комбайн + копнитель; Т+ИРп – трактор + измельчитель – разбрасыватель прицепной; Т+ДО – трактор + дисковое орудие; СП + ИРВС – сборник половы + измельчение разбрасывание соломы (Патенты РФ №2417572, №2506737, №2529914, №2554997)*

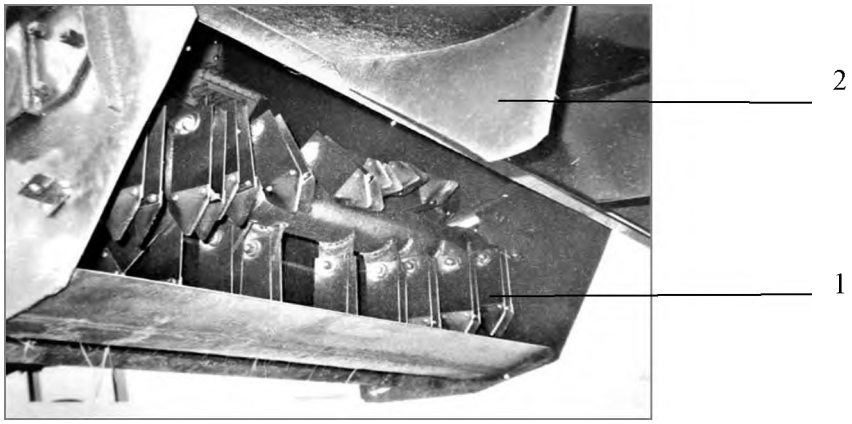

Рис. 2. Рабочие органы измельчителя-разбрасывателя валкообразователя соломы «ИРВС 1200»: *1 – ротационный режущий элемент сегментного типа; 2 – направители измельченной соломы*

Сбор половы при уборке сои может производиться половосборником (рис.3). Полова перемещается шнеком вправо по ходу движения комбайна, всасывается и нагнетается центробежным вентилятором - швырялкой в транспортное средство 2 ПТС-4793 А-03, агрегатируемое с трактором класса 1,4 кН. Корытообразный шнек диаметром 0,2 м, шагом 0,24 м и частотой вращения 3,7-4,0 $с^{-1}$ обеспечивает подачу половы во всасывающий пневмополовопровод до 1,2 кг/с, а вентилятор-швырялка создает скорость воздушного потока на нагнетании от 14 до 15 м/с при частоте вращения от 20 до 25 $с^{-1}$.

Определенный интерес представляет схема уборки сои со сбором половы в копнитель с измельчением и разбрасыванием стеблей соломы за боковины копнителя влево и вправо с разгрузкой половы на стерню (рис.4).

Рис. 3. Экспериментальное приспособление для сбора и подачи соевой половы в транспортное средство, установленное на комбайне «Енисей- 1200 Р»:
1 – корытообразный шнек подачи половы; 2 – всасывающий половопровод;
3 – центробежный вентилятор-швырялка; 4 – нагнетательный пневмополовопровод

Рис. 4. Комбайн «Енисей-1200 Р» с копнителем для сбора половы:
1 – измельчитель соломы; 2 – боковина копнителя

Технологический процесс включает сбор половы при сходе ее со скатной доски комбайна в копнитель. Копнитель выполнен навесным с корытообразным распределительным кожухом с левой и правой навивкой спирали винта и измельчающими ножами на валу и противорежущими пластинами на кожухе шнека, с отводом соломы за боковины. Для сбора половы содержит накопительную камеру с двумя шарнирными боковинами, переходящими в днище и сеткой, закрывающей верхнюю часть копнителя. Выход половы при скорости движения комбайна 7 км/ч на уборке сои урожайностью 1,75 т/га составляет до 2,15 т/га. Объем копнителя, с учетом оптимальных параметров по длине, ширине и высоте, на основании проведенных исследований составляет 4,5 м^3, при кратности разгрузки бункера зерна и копнителя 1:5.

Собранную полову для доставки в кормоцех подбирают всасывающе-нагнетательным устройством, которое устанавливается на тракторе или на прицепном устройстве транспортного средства (рис.5).

Рис. 5. Устройство для сбора и подачи соевой половы в транспортное средство
1 – нагнетательный пневнополовопровод; 2 – вентилятор; 3 – редуктор; 4 – устройство для регулирования высоты всасывающего пневнополовопровода над уровнем почвы; 5 – всасывающий пневнополовопровод

Всасывающе-нагнетательное устройство содержит редуктор, вентилятор, всасывающий и нагнетательный пневмополовопроводы, на начальном участке имеет заборное устройство в виде суживающегося сопла с меньшей площадью живого сечения, обеспечивающего эффективное всасывание половы, а на конце нагнетательного пневмополовопровода вентилятора установлен регулируемый направитель половы для полного заполнения объема транспортного средства.

Таблица

Технико–экономические показатели вариантов уборки сои со сбором половы, измельчением и разбрасыванием соломы

Наименование показателя	Комплекс машин	
	Базовый	Новый
1	2	3
Уборка сои	Енисей – 1200	Енисей – 1200 + ИРВС-1200+копнитель +вентилятор+ трактор МТЗ-80+ 2ПТС4-793А-03
Площадь, га	160	160
Урожайность, т/га	1,50	1,57

Продолжение табл.

1	2	3
Валовый сбор основной/ побочной продукции (зерна/половы) т	240/-	251,2/70,3
Полные затраты основной/ побочной (зерна/половы), тыс. р.	1625,3/-	1627,4/24,0
Выручка от реализации основной/ побочной, (зерна/половы), тыс. р	2072,4/-	2169,3/120,9
Прибыль от роста урожайности и сбора половы, тыс. р	-	1198,2
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в пересчете на плановый объем работ на 1 комбайн, год	-	2
Энергосбережение, тыс. Мдж	-	460

Разработанное всасывающе-нагнетательное устройство работает с трактором класса 1,4 кН при числе оборотов ВОМ трактора 500 и 1000 об/мин с мультипликатором и диаметрами пневмополовопроводов 250–300 мм. С площадью живого сечения всасывающего и нагнетательного окна пневмополовопроводов от 0,05 до 0,07 м^2 и за счет мультипликатора создает частоту вращения вентилятора от ВОМ трактора 1,4 кН от 16,6 до 25с$^{-1}$ для обеспечения скорости воздушного потока до 18 м/с. В целях предотвращения загрязнения половы почвой устанавливается с помощью фиксирующего устройства необходимая высота (не более 100 мм) расположения всасывающего пневмополовопровода над уровнем почвы.

Внедрение разработанных устройств обеспечивает дополнительный сбор половы для животноводства, а за счет качественного измельчения, разбрасывания и заделки в почву соломы – повышение урожайности и эффективности (таблица).

Результаты экономической оценки разработанной технологии позволяют дополнительно собирать 70,3 тонны кормовых единиц ценного высокобелкового корма для животноводства, повышать урожайность сои и других культур за счет внесения в почву измельченной соломы. Энергосбережение на один комбайн при этом составляет 460 тысяч Мдж. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в пересчете на плановый объем работ на 1 комбайн составляет 2 года.

Список литературы

1. Пат. 2315464 Российская Федерация, A01D41/12. Приспособление к зерноуборочному комбайну для сбора соевой половы / Присяжная Серафима Павловна[RU]; Присяжный Михаил Михайлович[RU]; Дыкин Анатолий Петрович[RU]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Дальневосточный государственный аграрный университет[RU] – 2006124721/12: заявл. 2006.07.10; опубл. 2008.01.27.

2. Пат. 2417572 Российская Федерация, A01D41/12. Копнитель для сбора половы / Присяжная Серафима Павловна[RU]; Присяжный Михаил Михайлович[RU]; Присяжная Ирина Михайловна[RU]; Панасюк Александр Николаевич[RU]; Калентьев Константин Анатольевич[RU]; Татаринов Михаил Иванович[RU]; Пецык Павел Александрович[RU]; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Дальневсточный научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии[RU] – 2009133149/21: заявл. 2009.09.03; опубл. 2011.05.10.

3. Пат. 2506737 Российская Федерация, A01D91/04, A01D45/22. Способ сбора биологического урожая сои с измельчением и разбрасыванием соломы и устройство для его осуществления / Панасюк Александр Николаевич[RU]; Присяжная Серафима Павловна[RU]; Присяжный Михаил Михайлович[RU]; Присяжная Ирина Михайловна[RU]; Калентьев Константин Анатольевич[RU]; Малышевский Тарас Анатольевич[RU]; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии[RU] – 2011134977/13: заявл. 2011.08.19; опубл. 2013.02.27.

4. Пат. 2554997 Российская Федерация, A01D87/10. Всасывающе-нагнетательное устройство для сбора половы / Присяжная Серафима Павловна[RU]; Присяжный Михаил Михайлович[RU]; Панасюк Александр Николаевич[RU]; Присяжная Ирина Михайловна[RU]; Айбатов Инсур Маннурович[RU]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства[RU] – 2013135633/13: заявл. 2013.07.29; опубл. 2015.07.10.

Reference

1. Pat. 2315464 Rossijskaya Federatsiya, A01D41/12. Prisposoblenie k zernouborochnomu kombainu dlya sbora soevoi polovy (Patent 2315464 Russian Federation, A01D41/12. Soy Chaff Gatherer for Combine Harvester), Prisyazhnaya Serafima Pavlovna[RU], Prisyazhnyi Mikhail Mikhailovich[RU], Dykin Anatolij Petrovich[RU], zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet[RU], 2006124721/12, zayavl. 2006.07.10, opubl. 2008.01.27.

2. Pat. 2417572 Rossijskaya Federatsiya, A01D41/12. Kopnitel' dlya sbora polovy (Patent 2417572 Russian Federation, A01D41/12. Shocker for Chaff Gathering), Prisyazhnaya Serafima Pavlovna[RU], Prisyazhnyi Mikhail Mikhailovich[RU], Prisyazhnaya Irina Mikhailovna[RU], Panasyuk Aleksandr Nikolaevich[RU], Kalent'ev Konstantin Anatol'evich[RU], Tatarinov Mikhail Ivanovich[RU], Petsyk Pavel Aleksandrovich[RU], zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Dal'nevostochnyi nauchno-issledovatel'skij i proektno-tekhnologicheskij institut mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo khozyaistva Rossel'khozakademii[RU], 2009133149/21, zayavl. 2009.09.03, opubl. 2011.05.10.

3. Pat. 2506737 Rossijskaya Federatsiya, A01D91/04, A01D45/22. Sposob sbora biologicheskogo urozhaya soi s izmel'cheniem i razbrasyvaniem solomy i ustroistvo dlya ego osushhestvleniya (Patent 2506737 Russian Federation, A01D91/04, A01D45/22. Method and Equipment for Soy Harvesting with Straw Crushing and Spreading), Panasyuk Aleksandr Nikolaevich[RU], Prisyazhnaya Serafima Pavlovna[RU], Prisyazhnyi Mikhail Mikhailovich[RU], Prisyazhnaya Irina Mikhailovna[RU], Kalent'ev Konstantin Anatol'evich[RU], Malyshevskij Taras Anatol'evich[RU], zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Dal'nevostochnyi nauchno-issledovatel'skii institut mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo khozyaistva Rossel'khozakademii[RU], 2011134977/13, zayavl. 2011.08.19, opubl. 2013.02.27.

4. Pat. 2554997 Rossijskaya Federatsiya, A01D87/10. Vsasyvayushhe-nagnetatel'noe ustroistvo dlya sbora polovy (Patent 2554997 Russian Federation, A01D87/10. Intake-Discharge Device for Chaff Gathering), Prisyazhnaya Serafima Pavlovna[RU], Prisyazhnyi Mikhail Mikhailovich[RU], Panasyuk Aleksandr Nikolaevich[RU], Prisyazhnaya Irina Mikhailovna[RU], Aibatov Insur Mannurovich[RU], zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie Dal'nevostochnyi nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skogo khozyaistva[RU], 2013135633/13, zayavl. 2013.07.29, opubl. 2015.07.10.

УДК 636.085
ГРНТИ 68.39.15

Щитов С.В., д-р техн. наук, профессор;
Самарина Ю.Р., канд.техн. наук, доцент;
Гудкин А.Ф., д-р с-х наук, профессор;
Якименко А.В., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Амурская область, Россия
E-mail: uoup_dalgau@mail.ru; ursa1980@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ

Себестоимость продукции животноводства складывается из множества факторов. Одним из них является грамотное полнорационное кормление животных, обеспечить которое в течение всего года в некоторых случаях не представляется возможным. Поэтому основной задачей является сохранения полноценного рациона в весенне-зимний период. Предлагаемая технологическая линия подготовки многокомпонентных