

УДК 631.361.2

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОРГОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Ряднов А.И., Федорова О.А.

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет», Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Волгоград, Россия, (400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), e-mail: alex.rjadnov@mail.ru

На основе результатов многолетних исследований и материалов, опубликованных авторами работы в научных статьях и в описаниях полученных патентов на изобретения, показаны пути повышения производительности соргоуборочного комбайна с принципиально новым молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа. Среди них: применение оптимального количества модулей соргоуборочного комбайна в зависимости от длины гона убираемого поля; использование в прямоточной выносной молотильной камере щелевого битера с подвижными лопастями, обеспечивающего обмолот двух и более рядков метелочных или зерновых колосовых культур; оборудование комбайна нормализатором подачи растений на обмолот с системой автоматического контроля его привода; использование в конструкции соргоуборочного комбайна многоступенчатого телескопического навесного устройства и пневмовоздушной системы транспортировки зерна из зоны обмолота в бункер соргоуборочного комбайна.

Ключевые слова: соргоуборочный комбайн, производительность, коэффициент использования времени смены, веничное сорго, потери зерна

INCREASED PRODUCTIVITY SORGHUM COMBINE HARVESTER

Ryadnov A.I., Fedorova O.A.

Volgograd state agrarian University, Ministry of agriculture of the Russian Federation, Volgograd, Russia (400002, Volgograd, University avenue, 26), e-mail: alex.rjadnov@mail.ru

Based on the results of years of research and content published by authors in scientific articles and descriptions of patents for inventions, ways of increasing productivity corroborates combine with a fundamentally new threshing-separating device inertial okisnogo type. Among them: application of the optimal number of modules corroborates harvester depending on the length of the rut retractable field; use in in-line remote threshing chamber slotted beater with movable blades, which provide the threshing of two or more rows metaloona or cereal crops; equipment combine Normalizer feed plants on a threshing system of automatic control of the actuator; the use of design corroborates combine multi-stage telescopic mounted implement and pneumococcus system transporting grain from the threshing zone in the bunker corroborates combine.

Keywords: corroboratory harvester, performance, utilization time of the shift, broomcorn sorghum, grain losses

Повышение производительности соргоуборочного комбайна, как и других уборочных машин, влияет на сокращение сроков выполнения работ, повышение качества и снижение себестоимости убираемой сельскохозяйственной культуры. Факторы, влияющие на повышение производительности соргоуборочного комбайна с принципиально новым молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа, изучены частично, разрозненно. Поэтому исследование данного вопроса является актуальной задачей.

Цель исследования

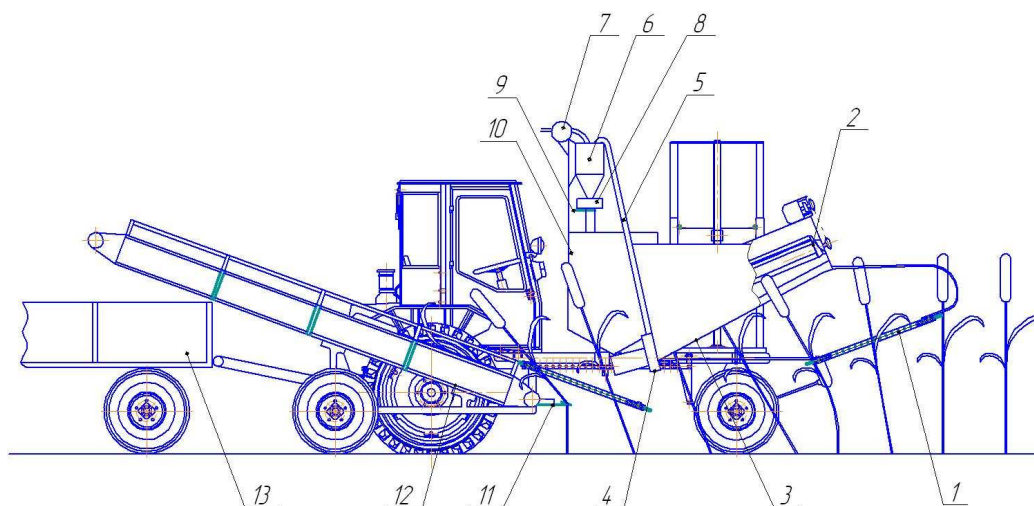
Анализ факторов, влияющих на производительность соргоуборочного комбайна.

Метод исследования

Использован экспертный метод.

Результаты исследования

Сотрудниками Волгоградского государственного аграрного университета разработаны нескольких модификаций соргоуборочного комбайна [6, 7, 8, 9] с принципиально новым молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа, основным рабочим органом которого является щелевой битев с транспортирующей пластиной [3]. На рисунке 1 представлена схема одномодульного навесного соргоуборочного комбайна модификации 2014 г.



1 – нормализатор, 2 – вальцы, 3 – прямоточная выносная молотильная камера, 4 – зерносорбник, 5 – трубопровод, 6 – циклон, 7 – вентилятор, 8 – емкость, 9 – заслонка, 10 – бункер, 11 – жатка, 12 – транспортер растений, 13 – тележка

Рис. 1. Схема одномодульного навесного соргоуборочного комбайна

Комбайн работает следующим образом. При уборке (например, сорго) растения подхватывает нормализатор 1 и отклоняет их, устанавливая перпендикулярно к плоскости валцов 2 прямоточной выносной молотильной камеры (ПВМК) 3. Растения обмолачиваются ПВМК 3. Обмолоченное ПВМК 3 зерно поступает в зерносорбник 4, откуда засасывается вентилятором 7 по трубопроводу 5 в циклон 6. В циклоне 6 происходит отделение пыли и легких примесей, в том числе и половы, от зерна. Зерно под действием силы тяжести падает из циклона 6 вниз в емкость 8, перекрываемую заслонкой 9, в случае открытия которой зерно поступает в бункер 10 комбайна.

Воздух с отделенными от зерна пылью, легкими примесями и половицей поступает в вентилятор 7, очищается от пыли с помощью фильтра, установленного на выходе вентилятора, и выбрасывается наружу.

Обмолоченные растения срезаются жаткой 11 и укладываются на транспортер растений 12, который подает их в прицепную тракторную тележку 13. Гидравлическая навеска позволяет устанавливать ПВМК 3 на необходимую высоту обмолота. Высота среза растений жаткой также регулируется.

Базой и энергетическим средством одномодульного навесного соргоуборочного комбайна модификации 2014 г. является самоходное шасси Т-16М.

Предложенный соргоуборочный комбайн, обладая существенными преимуществами перед серийными машинами по энергоемкости обмолота растений и качеству работы, имеет низкую производительность.

Известно, что производительность соргоуборочного комбайна за смену, исчисляемая площадью убранной культуры, определяется по зависимости [4]:

$$W = 0,1nB_pV_pT_{см}\tau, \quad (1)$$

где n – число модулей, B_p – рабочая ширина захвата одного модуля, м, V_p – рабочая скорость комбайна, км/ч (если V_p измеряется в м/с, то коэффициент в формуле (1) равен 0,36), $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; τ — коэффициент использования времени смены.

Рассмотрим составляющие зависимости (1).

1. Число модулей соргоуборочного комбайна (n) обосновано в работе [4], авторы которой определили расчетные значения сменной производительности комбайна в зависимости от числа модулей комбайна при изменении длины гона поля. Установлено, что при уборке веничного сорго на полях с длиной гона до 300 м наиболее производительными являются одно- и двухмодульные комбайны, на полях с длиной гона от 600 до 900 м – трехмодульные, от 1200 до 1500 м – четырехмодульные, а на полях, у которых длина гона более 1500 м, – пятимодульные.

2. Рабочая ширина захвата одного модуля (B_p) соргоуборочного комбайна определяется шириной междурядий убираемой сельскохозяйственной культуры. Так, при уборке веничного сорго $B_p= 0,7$ м, зернового сорго $B_p= 0,45$ м, зерновых колосовых культур $B_p= 0,15$ м и т.д. Следовательно, повысить производительность соргоуборочного комбайна за счет увеличения рабочей ширины захвата одного модуля возможно только путем обмолота нескольких рядков растений. Для достижения этой задачи нами разработан щелевой битек с подвижными лопастями [1]. Разработка дает возможность установления переменного радиуса щелевого битера и минимизации его в нерабочей зоне для обеспечения обмолота двух и более рядков метелочных и зерновых колосовых культур.

3. Рабочая скорость комбайна (V_p). Доказано, что рабочая скорость соргоуборочного комбайна является случайной величиной. Она как по среднему значению, так и по отклонениям от него связана с колебаниями мощности двигателя энергетического средства комбайна, сопротивления обмолота растений на корню и последующего скашивания их. Возможны изменения рабочей скорости комбайна и по другим причинам, например из-за несимметричности агрегата, увода комбайна от прямолинейного направления, изменяющейся влажности почвы на разных участках поля, неровностей микропрофиля

поверхности поля.

Увеличение рабочей скорости комбайна ограничено качеством его работы.

4. Продолжительность смены ($T_{см}$) нормирована, $T_{см} = 7$ ч. Время смены $T_{см}$ складывается из затрат времени на: производительную или чистую работу T_0 ; повороты агрегата в конце гона T_x ; технологическое обслуживание комбайна $T_{тех}$; ежесменное ТО комбайна $T_{ЕТО}$; приемку и сдачу комбайна в начале и конце смены, переезд к месту работы и обратно, получение наряда и сдачу работы $T_{пз}$; возможные простои комбайна $T_{пр}$, связанные с физиологическими потребностями комбайнера, $T_{физ}$, организационными причинами $T_{орг}$ и из-за метеорологических условий $T_{мет}$. Из всех этих видов простоев в нормируемое время смены $T_{см.н}$ включают только $T_{физ}$.

Чтобы повысить производительность соргоуборочного комбайна, необходимо снижать непроизводительные затраты времени.

5. Коэффициент использования времени смены (τ). Данный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$\tau = T_0 / T_{см}, \quad (2)$$

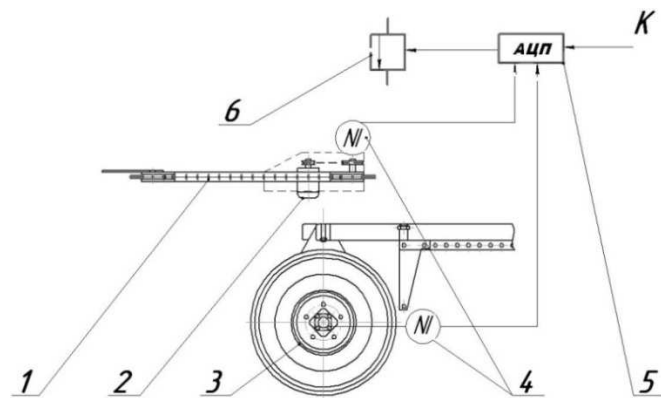
где T_0 — время производительной (или чистой) работы комбайна.

С целью повышения коэффициента использования времени смены, а, следовательно, и производительности соргоуборочного комбайна, выявлена необходимость принудительной подачи растений в прямоточную выносную молотильную камеру.

При принудительной подаче важно обеспечить правильный угол наклона растений в момент входа в ПВМК, т.е. перпендикулярно к обмолачивающим вальцам. Эту операцию выполняет предложенный нами «нормализатор», представляющий собой цепочно-планчатый транспортер, установленный перед ПВМК и имеющий скорость планок, пропорциональную скорости комбайна.

При определенном соотношении скоростей планок и комбайна, а также при определенной длине нормализатора растение подается в ПВМК под нужным углом. При изменении высоты растений, а также высоты установки нормализатора и угла его наклона величина требуемого соотношения скоростей изменяется. Необходимое соотношение скоростей планок и комбайна для заданных условий уборки возможно устанавливать с помощью механических устройств (различные вариаторы). Однако лучший способ решения данной задачи – применение электронных управляющих устройств.

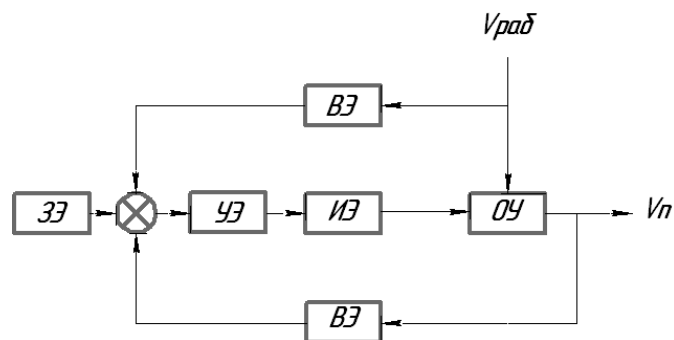
Предложена электронная следящая система привода нормализатора, принципиальная схема которой представлена на рисунке 2.



1 – нормализатор; 2 – гидромотор; 3 – ведомое колесо комбайна; 4 – датчики Холла; 5 – аналоговый цифровой преобразователь на Pис-контроллере; 6 – гидродроссель

Рис. 2. Схема системы контроля привода нормализатора

Функциональная схема данной системы представлена на рисунке 3.



ОУ – нормализатор, ИЭ – гидромотор, УЭ – дроссель, элемент сравнения – АЦП, ВЭ – датчики Холла, ЗЭ — резистор

Рис. 3. Функциональная схема системы

Принцип работы следящей системы следующий.

С помощью подстроечного резистора задается необходимое значение соотношения скоростей планок нормализатора V_n и комбайна $V_{раб}$.

Датчик Холла по частоте вращения переднего колеса самоходного шасси фиксирует скорость движения комбайна, значение скорости комбайна передается в блок управления системы.

Начальная скорость планок транспортера равна нулю, в этом случае дроссель закрыт. Скорость планок транспортера также измеряется датчиком Холла и подается в блок управления следящей системы.

В блоке управления сначала рассчитывается мгновенное соотношение скоростей планок нормализатора и комбайна «К», которое сравнивается с соотношением этих скоростей, заданным оператором подстроечным резистором. После этого формируется

управляющее воздействие шаговому мотору дросселя «открыть» или «закрыть» подачу масла на один шаг. Соответственно этому меняются частота вращения вала гидромотора и скорость планок нормализатора.

Этот процесс происходит непрерывно, точно настраивается реальное значение «К».

Предложенная система контроля привода нормализатора позволяет исключить непроизводительные затраты времени на устранение возможных технологических неисправностей из-за забивания растительной массой ПВМК и тем самым повысить как производительность, так и качество обмолота растений соргоуборочным комбайном.

Для снижения непроизводительных затрат времени, в частности за счет повышения технологической надежности комбайна, при проектировании комбайна нами обоснован тип навесного устройства модуля соргоуборочного комбайна [5]. Предложено использовать в конструкции соргоуборочного комбайна многоступенчатое телескопическое навесное устройство.

На первых модификациях соргоуборочного комбайна мы использовали метатели зерна при транспортировке обмолоченного зерна в бункер комбайна. Метатели зерна не обеспечивали поточность технологического процесса, особенно при высокой влажности зерна (25–35%). В результате исследований предложена пневмовоздушная система транспортировки зерна [1], (рис.1). Лабораторные испытания такой системы показали ее высокую производительность при широком диапазоне урожайности и влажности зерна.

Вывод

Повысить производительность соргоуборочного комбайна возможно за счет применения оптимального количества модулей соргоуборочного комбайна в зависимости от длины гона убираемого поля; использования в прямоточной выносной молотильной камере щелевого битера с подвижными лопастями, обеспечивающего обмолот двух и более рядков метелочных или зерновых колосовых культур; оборудования комбайна нормализатором подачи растений на обмолот с системой автоматического контроля его привода; использования в конструкции соргоуборочного комбайна многоступенчатого телескопического навесного устройства и пневмовоздушной системы транспортировки зерна из зоны обмолота в бункер соргоуборочного комбайна.

¹Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ по проекту «Разработка и исследование инерционно-очесного способа обмолота зерновых колосовых и метелочных культур на корню и технологии для его реализации», договор № НК 13-08-01085\15.

Список литературы

1. Ряднов А.И. Битер молотильно-сепарирующего устройства. Патент РФ № 2535255, А01F12/18/; заявитель и патентообладатель — ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ — №2013133173/13; заявл. 16.07.2013; опубл.10.12.14, Бюл. № 34.
2. Ряднов А.И. Обоснование конструктивно-технологической схемы пневмотранспортера зерна соргоуборочного комбайна // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2014, № 3 (35), с. 200–205.
3. Ряднов А.И., Скворцов А.К., Шарипов Р.В., Иленева С.В. Щелевой битер с транспортирующей пластиной. Патент РФ №2199203, А01D 41/08; заявитель и патентообладатель — ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА – № 2000128584; заявл. 15.11.2000; опубл. 27.02.03, Бюл. № 6.
4. Ряднов А.И., Фёдорова О.А. Обоснование числа модулей комбайна с молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа // Фундаментальные исследования, 2014, № 11. — С. 1010–1014.
5. Ряднов А.И., Шарипов Р.В. Анализ типов навесных устройств модуля соргоуборочного комбайна // Современные проблемы науки и образования, 2014, №3 (35). С. 190–195.
6. Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. Комбайн для уборки сорго. Патент РФ №2498553, А01D 37/00; патентообладатели: Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. — №2012103615/13; заявл. 10.06.12; опубл. 20.11.13, Бюл. № 32.
7. Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. Комбайн для уборки технических культур. Патент РФ № 2421974, А01D 41/08; заявитель и патентообладатель — ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА – № 2010100341/21; заявл. 11.01.10; опубл. 27.06.11, Бюл. № 18.
8. Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. Прицепной соргоуборочный комбайн. Патент РФ № 2496296, А01D 41/04, А01D 41/12; патентообладатели: Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. — № 2012109041/13; заявл. 11.03.12; опубл. 27.10.13, Бюл. № 30.
9. Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В., Матвеева К.А. Универсальный агрегат для уборки сорго // Сельский механизатор. № 4, 2010. — С. 6.

Рецензенты:

Абезин В.Г., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Процессы и машины в АПК» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград;

Плескачëв Ю.Н., д.с.-х.н., профессор, зав. кафедрой «Земледелие и агрохимия» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград.