

УДК 631.361.2

АНАЛИЗ ТИПОВ НАВЕСНЫХ УСТРОЙСТВ МОДУЛЯ СОРГОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Ряднов А.И., Шарипов Р.В.

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

Рассмотрены этапы создания в Волгоградском ГАУ одного из элементов конструкции соргоуборочного комбайна – навесного устройства модуля с прямоточной выносной молотильной камерой. По показателям качества выполнения технологической операции уборки зернового, сахарного и веничного сорго, металлоемкости, компактности, технологичности и удобства обслуживания рассмотрены преимущества и недостатки различных схем навесных устройств: с подвижными и неподвижными относительно рамы энергетического средства основанием и вертикальной стойкой, цельной и составной, параллелограммной стрелой подъема прямоточной выносной молотильной камеры, с боковым и передним расположением навески, со ступенчатым изменением высоты установки прямоточной выносной молотильной камеры и бесступенчатой телескопического вида. С целью повышения качества уборки зернового, сахарного и веничного сорго, надежности и технологичности конструкции соргоуборочного комбайна предложено использовать в его конструкции многоступенчатое телескопическое навесное устройство.

Ключевые слова: навесное устройство, соргоуборочный комбайн, модуль, прямоточная выносная молотильная камера, гидравлическая система, сорго.

ANALYSIS OF TYPES DRAFT HITCH MODULE OF SORGHUM HARVESTER

Ryadnov A.I., Sharipov R.V.

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

We studied creation stages of one of the elements of sorghum harvester construction, that is draft hitch module with straight-through external beating chamber at Volgograd State Agrarian University. The advantages and disadvantages of various draft hitch schemes have been examined according to quality index of processing step of grain, sugar and broomcorn harvesting, specific amount of metal, compactability, producibility and servicing ease: with movable and stationary base and the vertical strut relative to the frame power means, parallelogram boom raise straight-through external beating chamber, with side and front-linkage, with step change in the height of installation of straight-through external beating chamber and stepless one of telescoping type. It is proposed to use multi-stage telescopic draft hitch in its design with the aim of improving the quality of grain, sugar and broomcorn harvesting, reliability and manufacturability of sorghum harvester designs.

Keywords: draft hitch, sorghum harvester, module, straight-through external beating chamber, hydraulic system, sorghum.

Важнейшим фактором, влияющим на повышение эффективности использования соргоуборочного комбайна, является качество выполнения им технологической операции. До настоящего времени не изучено влияние типа навесного устройства модулей соргоуборочного комбайна, оборудованного молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа, на потери урожая. Поэтому исследования данного вопроса является актуальной задачей.

Цель исследования – выбрать тип навесного устройства модулей соргоуборочного комбайна, при котором качество выполнения технологической операции будет наилучшим.

Метод исследования. Выбор предпочтительного типа навесного устройства модулей соргоуборочного комбайна, при котором качество выполнения технологической операции

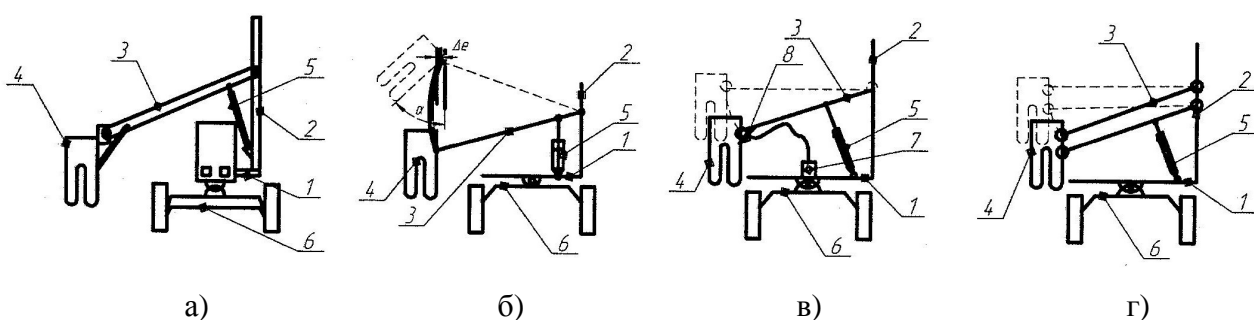
будет наилучшим, осуществлялся методом анализа достоинств и недостатков различных типов навесных устройств.

Результаты исследования.

В Волгоградском ГАУ разработаны одно- и многомодульные соргоуборочные комбайны [1, 2, 3, 4] с реализацией инерционно-очесного способа обмолота метелочных и зерновых колосовых культур, базовым конструктивным элементом которых является модуль. Модуль соргоуборочного комбайна включает прямоточную выносную молотильную камеру (ПВМК), нормализатор, промежуточный транспортер, синхронизирующую передачу [5]. С каждым модулем функционирует устройство подачи зерна из зоны обмолота в бункер и стеблеукладчик. Один модуль комбайна обмолачивает один ряд растений на корню.

Навесное устройство модуля соргоуборочного комбайна включает основание, стрелу, соединенную с вертикальной стойкой и ПВМК, гидравлическую или механическую систему подъема стрелы, наклона или перемещения основания, или вертикальной стойки. Стрела может представлять собой единое целое или быть составной, как правило, параллелограммной, и соединяться с ПВМК жестко или шарнирно. Навесное устройство может быть расположено относительно энергетического средства спереди или сбоку.

На рис. 1а показана первая схема навесного устройства модуля с неподвижным основанием и вертикальной стойкой, цельной стрелой, соединенной неподвижно с ПВМК, и гидравлической системой поворота стрелы. При проектировании конструкции соргоуборочного комбайна с таким навесным устройством модуля учитывали, в частности, высоту растений сорго, длину их метелки (средняя длина метелки принималась равной 0,2 м) и варьирование длины метелки, считая, что метелка озернена по всей ее длине.



- 1 – основание, 2 – вертикальная стойка; 3 – стрела; 4 – ПВМК;
 5 – основной гидроцилиндр; 6 – рама энергетического средства;
 7 – задающее устройства; 8 – дополнительный гидроцилиндр

Рис. 1. Схемы навесных устройств с неподвижным основанием и вертикальной стойкой

При перемещении ПВМК на высоту, равную длине метелки, боковой увод и наклон камеры несущественны. При этом качество уборки было высоким (доля необмолоченных метелок не превышало 1%) только при уборке сорго одного сорта. При уборке других сортов сорго потери резко возрастали, до 5% и более. Это связано, в основном, с увеличенным бо-

ковым наклоном ПВМК (рис. 1б) при значительном подъеме ПВМК или его опускании в случае изменения высоты убираемых растений. Боковой наклон ПВМК препятствует входу метелок обмолачиваемых растений внутрь ПВМК, что ведет к потерям от необмолоченных метелок, которые приминаются и проходят мимо ПВМК, а вошедшие в ПВМК не обмолачиваются на всю длину метелки.

Таким образом, соргоуборочный комбайн, оборудованный навесным устройством по схеме рис. 1а, не способен работать при существенном изменении высоты растений по причине высоких потерь урожая.

Поэтому от этой схемы навесного устройства мы отказались.

Исключить наклон ПВМК возможно путем шарнирного соединения ПВМК со стрелой и включением в схему дополнительного гидроцилиндра (рис. 1в), обеспечивающего поворот ПВМК при подъеме стрелы. Однако в этом случае схема навесного устройства усложняется и требует включения в гидравлическую систему задающее устройство с малым временем запаздывания (до 1 с).

Компенсировать боковой наклон ПВМК можно также путем применения параллелограммной стрелы (рис. 1г).

Навесное устройство по схеме, представленной на рис. 1г, нами было реализовано на одномодульном соргоуборочном комбайне, энергетическим средством которого являлось самоходное шасси Т-16МГ-У1. Навесное устройство располагалось слева от ПВМК и крепилось к передней части рамы самоходного шасси.

Данное навесное устройство позволяло при работе комбайна изменять высоту положения ПВМК в диапазоне 1,5 м с помощью гидроцилиндра. Высоту расположения ПВМК возможно было изменять также ступенчато путем переналадки - 1 м вверх или 1 м вниз. Это позволяло использовать комбайн с таким навесным устройством на уборке зернового, сахарного и веничного сорго, существенно отличающихся по высоте.

В данном устройстве использовали гидроцилиндры с ходом штока до 300 мм.

Навесное устройство такого типа относительно простое по конструкции.

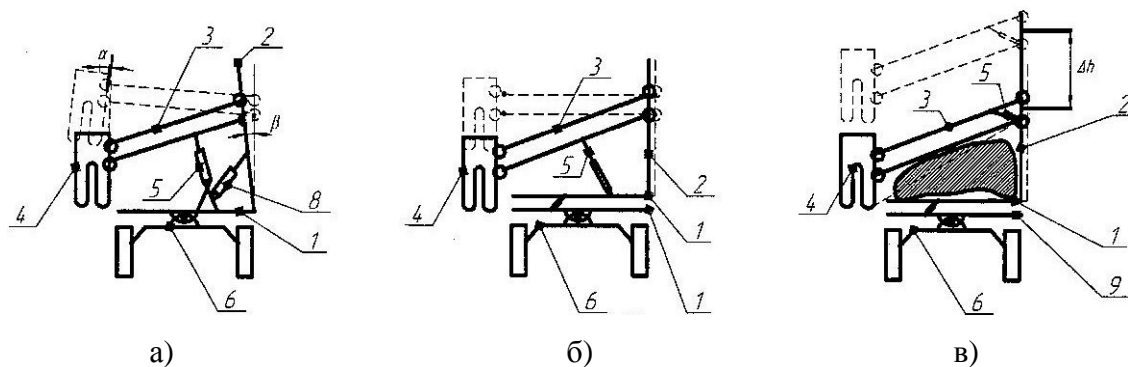
Но выявлен ряд недостатков, связанных с кинематическими характеристиками:

1. При уборке растений со значительным коэффициентом вариации высоты растений, при перемещении навески по высоте происходит смещение ПВМК в боковом направлении (рис. 1г), растения не попадают во входное окно ПВМК, что ведет к нарушению технологического процесса обмолота, к огрехам.

2. Для достижения требуемой пространственной жесткости навесного устройства необходимо увеличение металлоемкости конструкции.

3. Неэффективно используется пространство под стрелой ПВМК.

Были исследованы две схемы навесных устройств, которые компенсируют боковой увод ПВМК: с вертикальной стойкой, изменяющей наклон с помощью гидроцилиндра, рис. 2а и с вертикальной стойкой, имеющей возможность перемещения совместно с основанием по горизонтали, рис. 2б.



1 – основание, 2 – вертикальная стойка; 3 – стрела; 4 – ПВМК;
 5 – основной гидроцилиндр; 6 – рама энергетического средства;
 7 – задающее устройства; 8 – дополнительный гидроцилиндр; 9 - направляющая
 Рис. 2. Схемы навесных устройств с подвижной вертикальной стойкой

Вариант схемы, показанной на рис. 2а, обеспечивающей компенсацию бокового увода ПВМК, имеет два недостатка:

1. При наклоне вертикальной стойки появляется боковой наклон ПВМК, от которого мы ранее избавлялись применением параллелограммной стрелы.

2. При компенсации бокового увода ПВМК, она изменяет свое положение по высоте.

В варианте схемы навесного устройства, показанной на рис. 2б, компенсируется и боковой увод ПВМК, и исключаются выше перечисленные недостатки.

В данной схеме основание навесной системы перемещается по направляющей, установленной на раме трактора, с помощью гидропривода со следящим устройством.

Недостаток – отсутствие возможности дополнительного изменения высоты обмолота растений.

Для исключения этого недостатка были внесены следующие конструктивные изменения: гидроцилиндр подъема ПВМК расположили внутри параллелограммной стрелы и на вертикальной стойке установили механизм перестановки стрелы вниз и вверх ступенчато (рис.2в).

Ступенчатая установка стрелы на вертикальной стойке на ± 1 м дала возможность осуществлять уборку культур с различной высотой растений. Нижнее положение стрелы позволяло убирать культуры с высотой растений от 0,3 м до 1,5 м (зернового сорго), среднее положение – уборку культур высотой от 1,3 м до 2,5 м и верхнее – от 2,3 м до 3,5 м (сорго сахарное и веничное).

Дополнительно, в результате такой перестановки гидроцилиндра, высвободилось пространство под стрелой (рис. 2в). Это пространство может быть использовано под другие компоненты комбайна, например генератор.

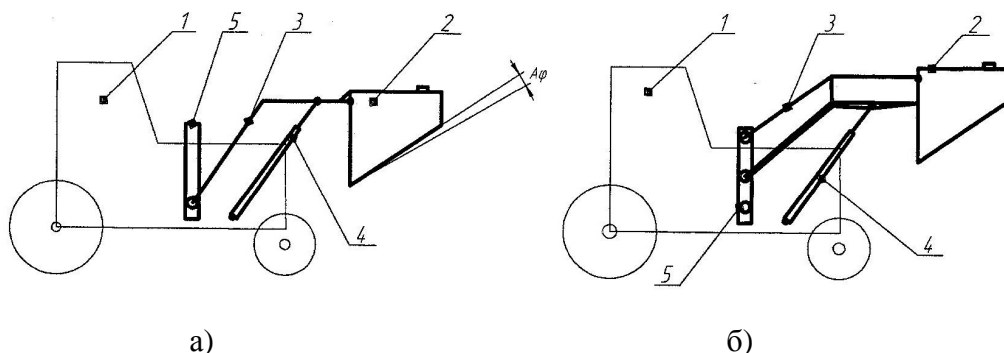
Однако и эта схема также имеет недостаток – при установке стрелы в верхнее положение во время уборки высокорослых культур, например, веничного сорго, снижается устойчивость комбайна. Кроме того, в верхнем положении стрелы возрастают нагрузки на основание и вертикальную стойку, что требует, с целью обеспечения заданного уровня надежности конструкции, повышать прочность ее деталей, а это ведет, как правило, к увеличению массы конструкции. При движении комбайна по неровностям поля растет его боковая раскачка.

Все описанные выше навесные системы с передним их расположением и установкой ПВМК слева от комбайна в зоне обмолота растений имеют один существенный недостаток – громоздкость. Громоздкость таких навесных систем не позволяет их использовать на тракторах с передним расположением двигателя без специального подрамника.

Поэтому на следующем этапе разработки соргоуборочного комбайна нами рассмотрены варианты размещения навесного устройства сбоку от энергетического средства (рис.3).

При боковом расположении навесного устройства многие недостатки, описанные выше, меньше влияют на качество обмолота растений, чем при переднем.

Если в схемах, рис. 1б и 2а, наблюдался боковой наклон камеры при изменении высоты обмолота, то в схемах с боковым расположением навесной системы (рис.3а) – продольный, который не препятствует входу растений в ПВМК, но при этом изменяется высота зоны очёсывания в ПВМК. Поэтому угол наклона ПВМК не должен отличаться от оптимального (30° к горизонту) с точки зрения качества обмолота более, чем на $\pm 10^{\circ}$. Это ограничивает диапазон регулировки ПВМК по высоте.



- 1 – энергетическое средство; 2 – ПВМК; 3 – стрела;
4 – основной гидроцилиндр; 5 – вертикальная стойка

Рис. 3. Схемы навесных устройств с боковым расположением навесной системы

Если применить параллелограммный механизм (рис.3б), то этот недостаток ликвидируется.

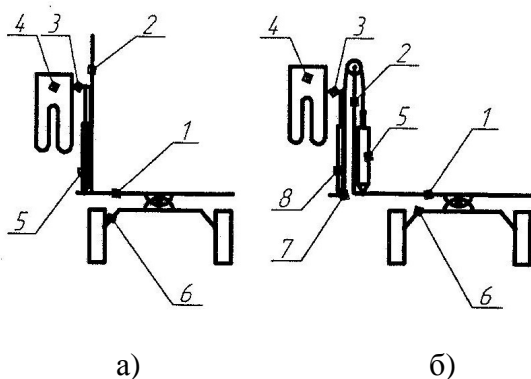
В случае применения бокового навесного устройства наблюдается продольный увод ПВМК при изменении высоты обмолота, в то время как в схемах с передним расположением навесной системы (рис. 1в и 1г) был боковой увод, требовавший подруливания комбайна.

Продольный увод ПВМК во время ее подъема (опускания) изменяет скорость подачи растений на обмолот примерно на 1%. Этим изменением скорости подачи растений на обмолот можно пренебречь.

Таким образом, боковое расположение навесного устройства предпочтительнее переднего.

Следующий этап разработки и исследования соргоуборочного комбайна – применение в его конструкции навесных устройств телескопического вида (рис. 4а).

Телескопическое навесное устройство содержит вертикальную направляющую, по которой перемещается подвижная каретка с закрепленной на ней ПВМК.



- 1 – основание, 2 – вертикальная стойка; 3 – каретка; 4 – ПВМК; 5 – основной гидроцилиндр;
6 – рама энергетического средства; 7 – подвижная вертикальная стойка;
8 – дополнительный гидроцилиндр

Рис. 4. Схемы навесных устройств телескопического вида

Данное навесное устройство обеспечивает сохранение пространственного положения ПВМК (боковые и продольные наклоны и уводы ПВМК отсутствуют) и освобождает пространство сбоку и спереди шасси энергетического средства. Кроме того, она менее металлоемка и имеет большую жесткость, а, следовательно, и меньшие вибрации ПВМК.

Однако эта схема навесного устройства имеет ограничение по ходу каретки, так как высота комбайна должна быть не более 4,5 м.

Указанный недостаток можно исключить, применяя навесное устройство с использованием многоступенчатой направляющей (рис.4б). Высота комбайна при транспортном (сложенном) положении навесного устройства допустима правилами дорожного движения по перемещению его по дорогам общего пользования.

Таким образом, нами принято решение о применении во второй версии конструкции соргоуборочного комбайна многоступенчатого телескопического навесного устройства. Сор-

гоуборочный комбайн с таким навесным устройством имеет высокие показатели качества работы – потери зерна веничного сорго не превышают 0,8%.

Вывод

С целью повышения качества уборки зернового, сахарного и веничного сорго, высокой надежности и технологичности соргоуборочного комбайна предложено использовать в его конструкции многоступенчатое телескопическое навесное устройство.

Исследования 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\14.

Список литературы

1. Патент РФ №2421974, А01D 41/08. Комбайн для уборки технических культур [Текст] / Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В.; заявитель и патентообладатель - ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА – №2010100341/21; заявл. 11.01.10; опубл. 27.06.11, Бюл.№18.
2. Патент РФ №2496296, А01D 41/04, А01D 41/12 . Прицепной соргоуборочный комбайн [Текст] / Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В.; патентообладатели: Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. - №2012109041/13; заявл. 11.03.12; опубл. 27.10.13, Бюл.№30.
3. Патент РФ №2498553, А01D 37/00. Комбайн для уборки сорго [Текст] / Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В.; патентообладатели: Ряднов А.И., Шарипов Р.В., Семченко А.В. - №2012103615/13; заявл. 10.06.12; опубл. 20.11.13, Бюл.№32.
4. Ряднов, А.И. Универсальный агрегат для уборки сорго [Текст]/А.И. Ряднов, Р.В. Шарипов, А.В. Семченко, К.А. Матвеева//Сельский механизатор №4, 2010г, - С.6.
5. Ряднов, А.И. Обоснование числа модулей комбайна с молотильно-сепарирующим устройством инерционно-очесного типа [Текст] / А.И. Ряднов, О.А. Федорова // Фундаментальные исследования, 2014, № 11- С. 1010-1014.

Рецензенты:

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

Славуцкий В.М., д.т.н., профессор кафедры «Автотракторные двигатели» ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград.