

Комплекс машин для механической обработки пожнивных остатков кукурузы

Василий Михайлович Бойков, Сергей Викторович Старцев, Андрей Владимирович Павлов, Андрей Анатольевич Протасов, Евгений Сергеевич Нестеров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия
kingofscience@yandex.ru

Аннотация. За последние 20 лет площади возделывания кукурузы выросли на 290 %. Производство кукурузы на зерно связано с образованием большого количества биологической массы, которая после уборки урожая остается в поле в виде надземной сухой массы растения и подземной мощной корневой системы. Количество растительных остатков на гектаре после уборки кукурузы на зерно достигает 10–15 т. Для подготовки такого поля к дальнейшей эксплуатации необходимо подготовить пожнив-ные остатки кукурузы к процессу деструкции. Рассмотрены технические средства механической обработки пожнивно-корневых остатков кукурузы отечественного и импортного производства с анализом конструктивных особенностей рабочих органов.

Ключевые слова: кукуруза; пожнивные остатки; средства механической обработки; рабочий орган.

Для цитирования: Бойков В. М., Старцев С. В., Павлов А. В., Протасов А. А., Нестеров Е. С. Комплекс машин для механической обработки пожнивных остатков кукурузы // Аграрный научный журнал. 2021. № 11. С. 84–86. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i11pp84-86>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Complex of machines for mechanical processing of corn residues

Vasily M. Boykov, Sergey V. Startsev, Andrey V. Pavlov, Andrey A. Protasov, Evgeny S. Nesterov

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Saratov, Russia
kingofscience@yandex.ru

Abstract. Over the past 20 years, the area under maize has grown by 290 %. The production of grain corn is associated with the formation of a large amount of biological mass, which after harvesting remains in the field in the form of an aboveground dry mass of a plant and an underground powerful root system. The amount of crop residues per hectare after harvesting corn for grain reaches 10-15 tons. To prepare such a field for further operation, it is necessary to prepare the crop residues of corn for the destruction process. The technical means of mechanical processing of stubble-root residues of domestic and imported corn with an analysis of the design features of the working bodies are considered.

Keywords: corn; crop residues; means of mechanical processing; working body.

For citation: Boykov V. M., Startsev S. V., Pavlov A. V., Protasov A. A., Nesterov E. S. Complex of machines for mechanical processing of corn residues. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(11):84–86. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i11pp84-86>.

Введение. Площади возделывания кукурузы в Российской Федерации с 2001 по 2019 г. выросли на 290,5 % [1]. Лидером по посевам кукурузы является Краснодарский край 509,0 тыс.га (19,6 % общей площади), Саратовская область (116,0 тыс. га, 4,5 %) занимает 7-е место в списке 20 регионов по производству этой культуры. Средняя урожайность кукурузы на зерно в России в 2019 г. составила 57,5 ц/га [1].

Производство кукурузы на зерно связано с образованием большого количества биологической массы, которая после уборки урожая остается в поле в виде надземной сухой массы растения: стебля, листьев стебля, метелки, листьев обертки початка, измельченной одревесневшей части початка, стерни из высокого твердого стержня и подземной массы – мощной мочковатой многоярусной корневой системы. Количество растительных остатков на гектаре после уборки кукурузы на зерно может достигать 10–15 т [2]. Все это, с одной стороны, мешает проведению последующих работ, но с другой – может служить источником обогащения почвы органическим веществом. Остатки кукурузы содержат до 51 % азота, 34 % оксида фосфора и 98 % оксида калия [3]. Для подготовки такого поля к дальнейшей эксплуатации и получению следующего урожая необходимо правильно подготовить пожнивные остатки кукурузы к процессу деструкции.

Чтобы процесс разложения пожнивных растительных остатков проходил успешно, необходимо обеспечить их взаимодействие с почвенными микроорганизмами – грибами и бактериями [4]. Для этого следует предварительно частично измельчить остатки, нарушив их защитный поверхностный слой, а затем смешать с почвенным слоем. При этом глубина заделки должна быть небольшой (8–10 см), так как процесс переработки растительных остатков лучше всего происходит в верхнем слое почвы, на глубине до 5 см [4].

Заделка остатков должна быть начата осенью, сразу после уборки кукурузы. Такая заделка позволяет почти полностью завершить процесс минерализации растительных остатков до начала весенних полевых работ. К тому же, чем больше времени пожнивные остатки находятся на поверхности поля, тем меньше полезных элементов в них остается [3, 4].

Помимо пополнения почвы питательными элементами растительные остатки поддерживают температурный режим и сохраняют достаточный уровень влажности в почвах, выполняя функции мульчирующего слоя, улучшают



структуру почвы, ее воздухо- и водопроницаемость.

При классической отвальной технологии все растительные остатки в том виде, в котором они остаются на поверхности поля, запахиваются на дно борозды в глубину ниже 22–24 см, что затрудняет их быстрое разложение [4].

В связи с этим возникает актуальная задача разработки такой технологии обработки почвы и орудия, ее выполняющего, когда необходимо не спрятать растительные остатки поглубже, а перемешать их с верхним слоем, чтобы способствовать максимально быстрому их разложению.

Цель исследований – провести обзор существующего комплекса технических средств механической обработки пожнивно-корневых остатков кукурузы отечественного и импортного производства путем анализа конструктивных особенностей рабочих органов для определения направления разработки почвообрабатывающего орудия с улучшенными технологическими показателями.

Методика исследований. Исследования проводили путем анализа конструкций, технических характеристик, параметров и показателей работы почвообрабатывающих машин, применяемых в качестве деформаторов послеуборочных пожнивных остатков высокостебельных сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований. Чтобы заделать в почву оставшуюся на поле после уборки биологическую массу кукурузы существуют разные способы. Один из них предусматривает предварительную подготовку пожнивных остатков перед тем, как заделать ее в почву. Способ заключается в измельчении стерни и лежащих на поверхности поля стеблей кукурузы. Для этой цели применяют орудия, называемые ножевыми роллерами, катками-измельчителями (рис. 1) [5, 6]. Орудие представляет собой рамную конструкцию с набором стальных барабанов. Барабаны можно заполнять водой для увеличения массы. На каждом барабане по периметру устанавливаются ножи с закаленной режущей кромкой. При движении агрегата на скорости до 18 км/ч происходит заваливание, деформирование и измельчение послеуборочных пожнивных остатков. Такая конструкция применяется в измельчителях РН-8, MaxiCut, ИПО-4,5, ПТ-6 и КЗК-6-04 [5-9].

С целью интенсификации процесса резания пожнивных остатков ножи на поверхности барабана имеют различное расположение (рис. 2). Наряду с прямым, фронтальным к направлению движения агрегата, расположением ножей (рис. 2, а) применяют винтовое расположение ножей на барабане (рис. 2, б). Для создания угла резания ножи располагают клиновидно с вершиной в направлении вращения барабана (рис. 2, в). Также возможно расположение коротких ножей в шахматном порядке на поверхности барабана (рис. 2, г).

Роллеры или катки-измельчители в большинстве агрегируются в прицепном варианте с тракторами мощностью 55–60 кВт, имеют ширину захвата 6–8 м, три–четыре барабана диаметром 470–540 мм, при скорости 9–12 км/ч работают с производительностью 4,2–7,2 га/ч.

При увеличении ширины захвата катка-измельчителя растительных остатков происходит наращивание количества барабанов или их длины, что отражается на качестве работы, копировании рельефа поля. Для улучшения технологических показателей барабаны изготавливают малой длины (рис. 3) с многорядным расположением их по фронту орудия [10]. Причем ножи могут располагаться прямолинейно и по винтовой линии с возможностью шагового изменения угла атаки барабана. К примеру, на измельчителе пожнивных остатков ChopWorker устанавливается 16 барабанов в два ряда.

Другим способом обработки полей с пожнивными остатками кукурузы осуществляют орудиями, включающими в себя дисковые рабочие органы. На таком принципе основан агрегат БОРС-9 (рис. 4). В конструкции применена ромбовидная система дисков, работающая по принципу гибкого цепного вала. Цельнолитой диск массой 11 кг с острой режущей частью измельчает растительные остатки кукурузы, перемешивает их с почвой с заделкой в почву на 2–3 см [11]. При ширине захвата 9,2 м и скоростях движения 10–15 км/ч производительность агрегата составляет 9–13,5 га/ч.

Дисковый рабочий орган устанавливается на дисковых боронах, дискаторах, мульчировщиках. В конструкциях этих орудий применяется двухследовая схема установки дисковых батарей для лучшего разрушения корневой системы и измельчения пожнивных остатков кукурузы (рис. 5) [12].

Послеуборочная доработка пожнивных остатков кукурузы возможна орудиями с активным приводом рабочих органов. На рис. 6 представлен мульчировщик-измельчитель Tornado 280 от фирмы Gaspardo. Навесные орудия с шириной захвата от 2,8 до 6,2 м позволяют измельчать пожнивные остатки кукурузы с толщиной стебля до 6 см [13].

Заключение. От системы обработки почвы в большой мере зависит почвенное плодородие. При заделке растительных остатков в верхний слой почвы при свободном доступе кислорода происходит их разложение, в результате улучшается структура почвы, повышается содержание органического вещества в обрабатываемом слое. Для заделки пожнивных остатков высокостебельных сельскохозяйственных культур, особенно с высокой степенью волокнистости стебля, существует комплекс технических средств с пассивными и активными рабочими органами. Орудия производятся как отечественными, так и зару-

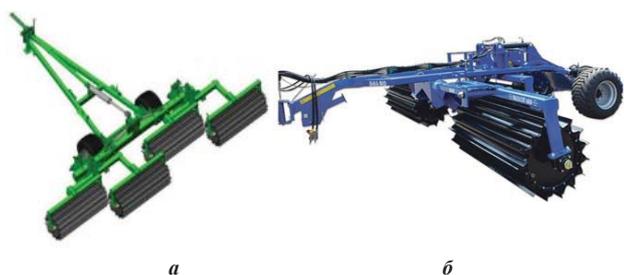


Рис. 1. Измельчители растительных остатков: а – роллер РН-8; б – роллер MaxiCut

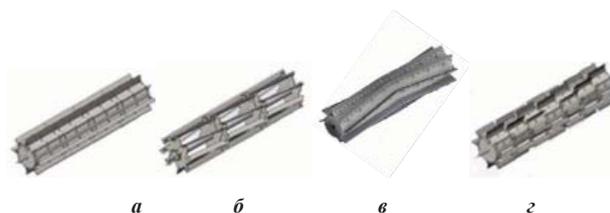


Рис. 2. Форма барабана катка-измельчителя: а – с прямыми ножами; б – с винтовыми ножами; в – с клиновидными ножами; г – с шахматным расположением прямых ножей





Рис. 3. Измельчитель пожнивных остатков ChopWorker

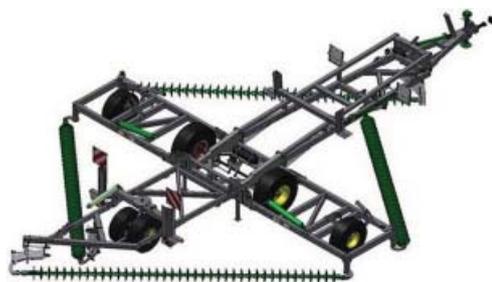


Рис. 4. Агрегат дисковый БОРС-9



Рис. 5. Дисковая борона True-Tandem фирмы Case IH



Рис. 6. Мульчировщик-измельчитель Tornado 280

бежными предприятиями. Измельченная биологическая масса пожнивных остатков перемешивается с почвой на глубину до 10 см. Растительные остатки после уборки кукурузы на зерно, не полностью заделанные в почву, не разлагаются к началу весенних почвообрабатывающих полевых работ и являются помехой при выполнении предпосевных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кукуруза: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/kukuruza-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg>
2. Кальций и пожнивные остатки кукурузы. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5db17f1a06cc4600b034eb59/kalcii-i-pojnivnye-ostatki-kukuruzy5f631c851cbe428a60b5a14>
3. Значение послежнивных остатков для будущих урожаев. Режим доступа: <https://agrostory.com/>
4. Кукурузная солома в почвенном «меню». Режим доступа: <https://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/kukuruznaja-soloma-v-pochvennom-menju>
5. Роллер ножевой РН-8. Режим доступа: <https://szzr-market.ru/2019/06/04/роллер-ножевой-рн-8/>
6. Роллер MaxiCut. Режим доступа: <https://agrotime63.ru/texnika/dal-bo/nozhevoj-roller/>
7. Измельчитель пожнивных остатков ИПО-4,5 «Ураган». Режим доступа: <https://agtz.ru/technique/soil-processing-tools/tilling-machines/izmelchitel-pozhnivnykh-ostatkov-ipo-4-5-uragan/>
8. Каток-измельчитель растительных остатков КЗК-6-04. Режим доступа: <https://stavropol.flagma.ru/katok-izmelchitel-rastitelnyh-ostatkov-kzk-o4097863.html>
9. Измельчитель пожнивных остатков прицепной ПТ-6 шахматный. Режим доступа: <https://bekveld.ru/p366334034-izmelchitel-pozhnivnyh-ostatkov.html>
10. Измельчитель пожнивных остатков ChopWorker. Режим доступа: <https://agro-sells.com/uk/aleksandriya/search/tehnika/posleubor-obrabotka/raznaya-obrab/izmelchitel-pozhnivnyh-ostatkov-chop-worker-33654.html>
11. Агрегат дисковый (луцильник) БОРС-9. Режим доступа: <http://szzr-market.ru/2019/04/24/агрегат-для-измельчения-грубостебел/>
12. Тандемные дисковые бороны TrueTandem. Режим доступа: <https://www.caseih.com>
13. Gaspardo Tornado 280 Мульчировщик-измельчитель пожнивных остатков. Режим доступа: <https://www.mirtech.ru/catalog/izmelchiteli-rastitelnykh-ostatkov>

REFERENCES

1. Corn: areas, harvests and yield in 2001-2019. URL: <https://ab-centre.ru/news/kukuruza-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg>
2. Calcium and corn residues. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5db17f1a06cc4600b034eb59/kalcii-i-pojnivnye-ostatki-kukuruzy5f631c851cbe428a60b5a14>. (In Russ.).
3. Significance of residues for future harvests. URL: <https://agrostory.com/>. (In Russ.).
4. Corn straw in the soil «menu». URL: <https://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/kukuruznaja-soloma-v-pochvennom-menju>
5. Knife roller RN-8. URL: <https://szzr-market.ru/2019/06/04/roller-knife-rn-8/>. (In Russ.).
6. Rollerball MaxiCut. URL: <https://agrotime63.ru/texnika/dal-bo/nozhevoj-roller/>. (In Russ.).
7. Crusher of crop residues IPO-4,5 «Hurricane». URL: <https://agtz.ru/technique/soil-processing-tools/tilling-machines/izmelchitel-pozhnivnykh-ostatkov-ipo-4-5-uragan/>. (In Russ.).
8. Roller-grinder of plant residues KZK-6-04. URL: <https://stavropol.flagma.ru/katok-izmelchitel-rastitelnyh-ostatkov-kzk-o4097863.html>. (In Russ.).
9. Trailed stubble crusher PT-6 chess. URL: <https://bekveld.ru/p366334034-izmelchitel-pozhnivnyh-ostatkov.html>. (In Russ.).
10. Chop Worker. URL: <https://agro-sells.com/uk/aleksandriya/search/tehnika/posleubor-obrabotka/raznaya-obrab/izmelchitel-pozhnivnyh-ostatkov-chop-worker-33654.html>. (In Russ.).
11. Disk unit (cultivator) BORS-9. URL: <http://szzr-market.ru/2019/04/24/agget-for-milling-coarsebeel/>. (In Russ.).
12. True Tandem tandem disc harrows. URL: <https://www.caseih.com>. (In Russ.).
13. Gaspardo Tornado 280 Shredder of crop residues. URL: <https://www.mirtech.ru/catalog/izmelchiteli-rastitelnykh-ostatkov>. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 5.08.2021; одобрена после рецензирования 25.08.2021; принята к публикации 12.09.2021.
The article was submitted 5.08.2021; approved after reviewing 25.08.2021; accepted for publication 12.09.2021.

© Бойков В. М., Старцев С. В., Павлов А. В., Нестеров Е. С., 2021

