

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ПОСЕВНЫХ МАШИН

Бакач Н.Г.¹, к.т.н., доцент, Карпович С.К.², к.э.н., доцент

¹*РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,*

²*Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь*

Введение. Сельское хозяйство – важнейшая сфера экономики любой страны, которое представляет собой комплекс отраслей, связанных с разработкой растительных и животных ресурсов и отличается разнообразием хозяйственных типов, формирующихся в результате воздействия природно-климатических и экономических факторов.

При этом одним из инструментов управления хозяйством, чтобы максимизировать производство и прибыль, является механизация процессов сельскохозяйственного производства, где интеллектуальная основа формирования технической политики в системе сельского хозяйства возложена на агроинженерную науку.

Мировое развитие сельскохозяйственной техники в настоящее время определяется рядом устойчивых тенденций, преобладающее значение из которых имеет разработка и освоение производства энергосредств с комплексами сельскохозяйственных машин и оборудования V и VI технологических укладов, позволяющих выполнять несколько технологических операций, имеющих высокие показатели качества конструкции и степени автоматизации рабочих процессов. Данные подходы касаются всех без исключения типов машин, начиная с техники для подготовки почвы и посева сельскохозяйственных культур и заканчивая оборудованием для хранения и переработки продукции.

В данной статье представлен обзор самых инновационных достижений в области инженерии почвообрабатывающих и посевных машин, которые признаны и удостоены награды Американским обществом сельскохозяйственных и биологических инженеров (ASABE) за последние три года (2020–2023 годы) [1].

Справочно. Уже в течение 33 лет каждый год международная группа отраслевых экспертов в области технологий, дизайна и разработки продуктов собирается, чтобы оценить заявки и выбрать до 50 самых инновационных достижений в области инженерии в области сельского хозяйства, пищевых продуктов и биологических систем. Чтобы иметь право на получение награды, каждая разработка - которая может быть компонентом, машиной, структурой, системой, конечным продуктом или процедурой - должна воплощать применение новой технологии или инновационное применение старой технологии. Технология должна быть новой для всей отрасли, а не для отдельной компании.

Основная часть. В 2020 году наградой в области почвообработки отмечен культиватор Intersceptor 8050 фирмы «*Kuhn Krause Inc.*» (США) (рисунки 1), в котором применена высокоскоростная почвообрабатывающая система, включающая два ряда независимо устанавливаемых на расстоянии 23 см друг от друга 32-канавчатых дисков *Excalibur® CT* диаметром 56 см с небольшой вогнутостью, сконфигурированных по принципу тандема и смещения и установленных на отдельных угловых опорных рычагах. За первым рядом дисков *Excalibur® CT*, для отвода с передних дисков и осаднения растительных остатков и почвы установлен одиночный ряд зубьев диаметром 1,6 см, длиной 76,2 см с расстоянием между ними 30,5 см и оснащенных системой регулировки угла их установки. За вторым рядом дисков установлены под углом 6 градусов трекеры *Star Wheel™*, которые выравнивают семенное ложе и измельчают комья, одновременно перемешивая и заделывая остатки в рыхлую почву. Завершающим рядом рабочих органов, в зависимости от обрабатываемого типа почв, могут устанавливаться планчатые или трубчатые катки, или просто гребенки [2].

Отличительной особенностью культиватора является тандемная конструкция установки дисков *Excalibur® CT*, которая способствует более равномерному распределению почвы и остатков по сравнению с конструкциями “смещенных дисков”, которые могут перемещать остатки и почву в одном направлении. При этом составные углы наклона дисков разработаны таким образом, чтобы обеспечить оптимальное проникновение в почву без чрезмерного давления на почву. Кроме того, постоянное гидравлическое

давление на ступицу передних опорных колес и “одноточечная” регулировка глубины позволяют навесному оборудованию поддерживать равномерное рабочее давление на различной поверхности поля, что обеспечивает стабильную и однородную обработку. В конструкции культиватора применены сферические шарнирные подшипники не требующие смазки.



Рисунок 1. – Культиватор Interceptor 8050 фирмы «Kuhn Krause Inc.» (США)

В 2023 году экспертами отмечен почвообрабатывающий агрегат HALO VRT фирмы «Salford Group» (США), как первая в отрасли конструкция для обработки почвы с регулируемой скоростью на складывающейся вперед высокоскоростной раме. Этот агрегат позволяет выбирать интенсивность обработки почвы, не выходя из кабины трактора, благодаря гидравлической регулировке.

«Salford» разработала совершенно новую почвообрабатывающую раму для моделей HALO, которая обеспечивает горизонтальный уровень работы на высоких скоростях с различными навесными орудиями и регулируемыми углами наклона дисков в диапазоне от 2° до 15°. Широкий диапазон регулировки угла наклона бандажа HALO VRT позволяет с легкостью выполнять операции по подъему и опусканию [3].

Малые углы наклона ножей обеспечивают подготовку семенного ложа и вертикальную обработку почвы со скоростью до 25 км в час. Установка дисков в 15 градусов обеспечивают обработку пожнивных остатков и способны выравнять колею трактора на влажных почвах. Агрегат производится шириной захвата 6,0; 7,5; 9,0; 10,5; 12,0 метров. Все агрегаты серии HALO

построены на складывающихся вперед рамах с транспортной шириной менее 3,5 метров.

Для предпосевной обработки почвы в 2021 году был отмечен полевой культиватор КМС 2100 компании «*Kelley Mfg. Co.*» (США) (рисунок 2) шириной захвата 12,5 метров с двойным складыванием. Базовая рама с 5 балками состоит из 3-метровой центральной секции с добавленными болтовыми удлинителями секций заданной ширины. Культиватор имеет укороченную общую длину за счет изменения положения копирующих колес, зубьев и катков. Зубья за счет изгиба обеспечивают постоянную рабочую глубину (5-15 см), в т.ч. и на неровной поверхности. Транспортная ширина захвата составляет 5,4 м, а высота – 4 м. При этом обеспечивается хорошая видимость сзади из кабины трактора. Подпружиненная задняя секция может быть оснащена различными опциями в зависимости от типа почвы и желаемого состояния посевного ложа [4].



Рисунок 2. Полевой культиватор КМС 2100 компании «*Kelley Mfg. Co.*» (США)

Престижную премию Американского общества агрономов и биоинженеров получила система Rowtrac – первая в отрасли опорная управляемая гусеница, которая может двигаться в трех направлениях. Данная гусеница используется в сеялке модели 2160 Early Riser компании «*Case IH*» (США) (рисунок 3).

Сеялка выпускается в 32- и 36-рядном исполнении в четырех конфигурациях. На сеялках устанавливаются новые управляемые опорные мини-гусеницы Rowtrac или традиционные опорные колеса. Кроме того, сеялка Early Riser 2160 воплощает самые точные технологии высева и обновленные посевные секции сконструированы для стабильного выдерживания рядов на скоростях до 16 км/ч.

Особенностями управляемой гусеничной системы являются: снижение давления на почву; движение гусеницы в трех направлениях, обеспечивая лучшую маневренность и равномерную нагрузку; отличный контакт с почвой и распределение веса на неровной поверхности.



Рисунок 3. – Сеялка модели 2160 Early Riser компании «Case IH»

Сеялка оснащена двухступенчатой системой заделки семян, обеспечивая превосходный контакт семян с почвой для быстрого прорастания и равномерного роста растений [5].

Для агрегатирования сеялки требуется мощность двигателя трактора от 380 до 620 л.с., в зависимости от размера сеялки, желаемой скорости и рельефа местности.

Стоимость 36-рядной сеялки с гусеницами 2160 Early Riser стоит порядка 450 тыс. долларов США.

В 2020 году наградой была отмечена пневматическая сеялка фирмы «John Deere» серии N500C, которая объединяет в себе новейшие технологии посева, включая более легкий доступ к счетчику, увеличенный бункер и новейшие интегрированные технологии высева. Модель N500C оснащена счетчиками с электроприводом, которые обеспечивают улучшенный контроль за высевом посевного материала в четырех секциях, а также возможность регулировки нормы высева с помощью системы SectionCommand. Дополнительные весы для бункера позволяют ActiveCal выполнять калибровку высева на ходу из кабины. Блокировка RelativeFlow позволяет контролировать поток посевного материала от рядка к рядку. Система TruSet позволяет операторам устанавливать давление прижима сошника изнутри

кабины при изменении почвенных условий. Приложение SeedPlus позволяет проводить калибровку счетчиков, калибровку весов бункера и контроль веса с планшета или мобильного устройства. Сошники ProSeries позволяют повысить точность заделки семян при меньших затратах на техническое обслуживание [6].

Одновременно, для лучшего доступа к счетчику была модернизирована конструкция рамы, где бункер на сеялке N500C перемещен вверх и назад, а вентилятор перемещен в переднюю часть бункера. Также обновлен дизайн бункера и увеличен его объем, который для моделей шириной от 9,15 м до 11 м имеет объем 3523,9 л, а модели шириной 12,2 м и 12,8 м имеют объем 4228,7 л. Впервые секции счетчиков управляются электродвигателями. Каждая измерительная секция имеет свой электродвигатель привода, которые приводятся в действие от вала отбора мощности (ВОМ) или бортового гидрогенератора.

Калибровка нормы высева у сеялки в начале осуществляется стационарно для каждого счетчика при заранее заданном количестве оборотов, где мешки с семенами взвешиваются и вводятся в приложение SeedPlus или на дисплей Gen 4 для получения значения смещения счетчика (MDV). В дальнейшем, при необходимости, калибровка нормы высева осуществляется из кабины с помощью системы John Deere ActiveCal™, которая предназначена для перекалибровки в течение рабочего дня в зависимости от погодных условий. Когда механизатор активирует ActiveCal, нажав кнопку на экране, а затем начинает посев. Когда будет отмерено достаточное количество посевного материала, обычно через 3,2–4,9 га, система CommandCenter предложит оператору остановиться, когда это будет удобно. В это время вычисляются точки данных, и на экране отображается новое MDV с разницей в процентах. Оператор может принять или отклонить новый MDV. В случае принятия система автоматически калибруется в соответствии с новым MDV. В случае отклонения система продолжает работать с ранее откалиброванными числами.

В 2022 году была отмечена разработка системы Reveal™ компанией «Precision Planting» (США) (рисунком 4). Reveal™ - это устанавливаемая на раме пропашных сеялок, плавающая система удаления растительных остатков, которая обеспечивает качественный посев культур и дальнейшее их произрастание.



Рисунок 4. – Система Reveal™ компании «Precision Planting» (CША)

Система Reveal устанавливается на раму, что устраняет негативное влияние очистителей рядков, устанавливаемых на высевальные секции, на движение высевальных секций и изменение требований к прижимной силе [7].

Reveal имеет свое внутреннее копирующее колесо, которое уже движется по очищенной поверхности, что обеспечивает более точную глубину посева.

Также система Reveal имеет независимую регулировку давления и глубины очистки. Данная система устраняет попадание остатков в семенной рядок, чтобы получить стабильные всходы. Reveal позволяет установить глубину контакта чистящих пальцев с землей с помощью регулировочной рукоятки.

Отмеченная экспертами новая складная сеялка Fast Riser 6100 от компании «Case IH» произвела революцию в крупномасштабных посевных работах с максимальной точностью. Версии сеялок шириной захвата 13; 15; 17; 22,5 и 27,5 метров с количеством рядков при междурядье 45 см, соответственно, 27, 36, 40, 48 и 61 ряд обеспечивают равномерность всходов и посадки от первого до последнего ряда. Запатентованная система распределения веса на крыльях позволяет обрабатывать до 20 гектаров в час.

Технология дозаторов точного высева Vset2 обеспечивает лучший контроль семян на каждом сантиметре посева, а также оснащена устройствами для снижения износа и облегчения технического обслуживания сеялки. Требуемая мощность двигателя трактора в зависимости от ширины захвата составляет 230 - 540 л.с., обеспечивая посев при скорости 6-10 км/ч. Емкость бункера для высева семян составляет 5440 литров [8].

В 2023 году компания «Orthman Manufacturing» (США) была удостоена награды за разработку сеялки Orthman 1tRIPr® II Row Unit (рисунки 5), предназначенной для идеальной подготовки семенного ложа, точного внесения питательных веществ и оптимального кондиционирования корневой зоны за один проход и применяемой в системе полосового посева (Strip-Till).



Рисунок 5. – Агрегат Orthman 1tRIPr® II Row Unit компании «Orthman Mfg. Co.» (США)

В отличие от систем навески, которые передают тяговое усилие исключительно с помощью U-образных болтов, которые могут растягиваться, деформироваться и ломаться, сверхпрочная конструкция сквозной навески фирмы «Orthman» используется система клинового запираения, чтобы выдерживать тяжелые условия полосовой обработки почвы.

Индивидуальный контроль глубины высевающих секций позволяет агрегату 1tRIPr® II точно обрабатывать почву и вносить удобрения на требуемую глубину по всей ширине, независимо от рельефа местности.

Orthman – единственная полосная почвообрабатывающая машина в отрасли с глубинным ленточным сошником [9].

Жесткий очиститель рядков оснащен прочными 40,6 см зубчатыми дисками для удаления растительных остатков и выполняет первую обработку почвы для посевной полосы.

Плавающий очиститель рядков оснащен 33 см зубьями в виде акульих зубов с наклоном назад, которые мгновенно реагируют на изменение полевых условий и удаляют даже самые твердые растительные остатки.

Рычажный механизм помогает защитить высевающую секцию от повреждений, вызванных невидимыми в почве камнями, который автоматически поднимает устройство вверх и преодолевает препятствия, а затем автоматически его возвращает.

Сеялка Orthman 1tRIPr[®] разработана таким образом, чтобы корни могли легко получить доступ к источнику питательных веществ как во время прорастания, так и во время развития корней. Одно- или двухтрубная система внесения удобрений полностью регулируется независимо от глубины обработки, что позволяет точно настраивать внесение питательных веществ для различных культур и почвенных условий.

Правильная обработка полосы является ключом к идеальному семенному ложу. Роликовые каточки 1tRIPr[®] II имеют регулируемое прижимное усилие, помогающее разбить оставшиеся комья и обеспечить плавную работу сеялки, что, в свою очередь, помогает гарантировать лучший контроль глубины посева. Доступны пять вариантов роликов, в том числе стандартный, узкий стандартный и новый каток для создания берма идеальной формы. Для более песчаных почв, где может быть проблемой ветровая эрозия, каток с пневматическими шинами производит минимальное воздействие на почву и уплотняет легкие почвы для лучшего удержания влаги. Когда условия влажного грунта не позволяют использовать стойки для точной обработки почвы, может использоваться сошник для мелкой обработки почвы, чтобы создать хорошо подготовленное семенное ложе. Двойные 46 см вертикальные почвообрабатывающие сошники готовят семенное ложе глубиной до 16,5 см.

Заключение. Вместе с тем, анализируя представленные в статье новые технические решения следует отметить, что сегодня

уже нельзя просто скопировать чей-то образец техники или даже самый передовой опыт, чтобы он принес желаемый результат. Ведь порой, то, что устраивает фермерские хозяйства, не подойдет для крупных агропромышленных предприятий; и то, что идеально работает в одних климатических условиях будет совершенно бесполезно в других. Поэтому с учетом передовых технологий мирового масштаба, а также природно-климатических условий территории республики по ведению механизации сельскохозяйственного производства для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021-2025 годы и на период 2030 года, учеными НАН Беларуси совместно с Министерством промышленности и Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь разработана Система перспективных машин и оборудования, которая рассмотрена и одобрена Советом Министров Республики Беларусь.

Реализация данной Системы машин позволит обеспечить сельхозпроизводителей самой передовой и высокопроизводительной техникой, позволяющей снизить себестоимость производимой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.asabe.org/Awards-Competitions/AE50-Awards/AE50-Award-Winners>
2. <https://www.kuhn-usa.com/crop/tillage-tools/high-speed-compact-discs/interceptor-8050>
3. <https://salfordgroup.com/halo>
4. <https://www.kelleyymfg.com/product/2100-series-field-cultivator>
5. <https://www.caseih.com/en-us/unitedstates/products/planting-seeding/2000-series-early-riser-planter/2160-large-front-fold-trailing>
6. <https://www.deere.com/en/seedling-equipment/n500c-central-commodity-system-ccs>
7. <https://www.precisionplanting.com/products/product/reveal>
8. <https://www.caseih.com/latam/pt-br/produtos/plantadeiras/fast-riser/fast-riser-6100>
9. <https://orthman.com/agriculture/strip-tillage/1tripr-2>