

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА – ТЕНДЕНЦИИ ВЫСТАВКИ AGRITECHNIKA 2019

MODERN AGRICULTURE TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT – TRENDS OF AN AGRITECHNIKA 2019 EXHIBITION

А.Ю. ИЗМАЙЛОВ, д.т.н.
Я.П. ЛОБАЧЕВСКИЙ, д.т.н.
А.С. ДОРОХОВ, д.т.н.
А.В. СИБИРЕВ, к.т.н.
В.А. КРЮЧКОВ, к.т.н.
Н.В. САЗОНОВ

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Москва, Россия, sibirev2011@yandex.ru

A.YU. IZMAYLOV, DSc in Engineering
YA.P. LOBACHEVSKY, DSc in Engineering
A.S. DOROKHOV, DSc in Engineering
A.V. SIBIREV, PhD in Engineering
V.A. KRYUCHKOV, PhD in Engineering
N.V. SAZONOV

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia, sibirev2011@yandex.ru

Крупнейшая в мире специализированная международная сельскохозяйственная выставка AGRITECHNIKA 2019 проходила в Германии с 10 по 16 ноября 2019 г. в выставочном павильоне Deutsche Messe г. Ганновера, занимающем площадь более 320 000 м² и состоящем из 28 залов. На выставке были представлены все ведущие мировые предприятия отрасли, среди них 600 – новых, использовавших международную рыночную платформу для презентации своей продукции. Девизом выставки AGRITECHNIKA 2019 является «Глобальное земледелие – региональная ответственность». На выставке было зарегистрировано 300 новинок. Один экспонат – электромеханическая коробка передач EAutoPower – получил золотую медаль, 39 – серебряные. Основную часть экспозиции составляли самоходные тяговые и уборочные машины, а также машины для почвообработки и ухода за выращиваемыми культурами. Большое внимание было уделено вопросу совершенствования ходовых систем и, в частности, съемным гусеничным ходовым системам для тракторов и других самоходных машин, гусеничным и колесно-гусеничным вариантам их исполнения. На стенде практически каждой компании были представлены решения по автоматизации и роботизации отдельных операций в сельском хозяйстве, будь то работы по основной обработке почвы, или мероприятия по борьбе с сорными растениями. Обращает на себя внимание значительный вклад результатов коопераций отдельных производителей в формирование общего образа выставки. Просматривается тенденция децентрализации труда для достижения наилучшего результата, что выражается как в производстве целых машин, так и отдельных компонентов для них. Отдельного упоминания заслуживает отечественный производитель «Ростсельмаш», заслуживший серебряную медаль за разработку системы ночного видения RSM Night Vision. Вышесказанное позволяет заключить, что, несомненно, повышается уровень технической и технологической подготовки сельскохозяйственных машин и оборудования. Это влечет за собой расширение технологической составляющей сельскохозяйственных работ.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, машинные технологии, мировое производство продовольствия, тенденции развития, сельскохозяйственное машиностроение, системы машин и технологии.

Для цитирования: Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В., Крючков В.А., Сазонов Н.В. Современные технологии и техника для сельского хозяйства – тенденции выставки AGRITECHNIKA 2019 // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 6. С. 28–40. DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-28-40.

The world largest specialized international agricultural exhibition AGRITECHNIKA 2019 took place in Germany on 10–16th of November, 2019 at the Deutsche Messe exhibition hall in Hannover. The exhibition hall covered an area of over 320,000 m² and included 28 sites. All the world-leading companies in the industry were represented at the exhibition. Around 600 new companies used this international market platform to introduce their products. The slogan of the exhibition AGRITECHNIKA 2019 is: Global Farming – Local Responsibility. About 300 new products were registered during the exhibition. The electromechanical gearbox EAutoPower was awarded by gold medal. Other 39 winners were awarded by silver medals. The exposition mostly included models of self-propelled traction and harvesting machinery, as well as machinery for tillage and crop care. Special attention was paid to improvement of the undercarriage systems and particularly to removable tracked running systems for tractors and other self-propelled vehicles with its tracked and wheeled-tracked embodiment versions. Almost every company showed different kinds of automation and robotization solutions for partial operations in agriculture, both for basic tillage and weed control. The big attention is drawn to the significant contribution of the results of cooperation of individual manufacturers to the formation of the overall image of the exhibition. Labor decentralization tendencies to achieve the best results by both complete machines production and separate components release were noted. The domestic manufacturer Rostselmash received particular acknowledgment by winning a silver medal for the development of night vision system RSM Night Vision. Everything mentioned above allows us to conclude that, undoubtedly, the level of technical and

technological preparation of agricultural machinery and equipment is increasing, which entails an expansion of the technological component of agricultural work.

Keywords: agricultural machinery, machine technology, world food production; development trends, agricultural engineering, systems of machines and technologies.

Cite as: A.YU. Izmaylov, YA.P. Lobachevskiy, A.S. Dorokhov, A.V. Sibirev, V.A. Kryuchkov, N.V. Sazonov. Modern agriculture technologies and equipment – trends of an AGRITECHNIKA 2019 exhibition. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2020. No 6, pp. 28–40 (in Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2020-6-28-40.

Введение

Раз в два года в г. Ганновере (Германия) на территории выставочного центра Deutsche Messe проходит масштабная выставка AGRITECHNIKA, посвященная современным тенденциям развития техники сельскохозяйственного назначения.

В этот выставочный сезон экспозиция, как всегда, отличалась большим разнообразием. Были широко представлены новейшие технологические решения мирового сельскохозяйственного машиностроения (рис. 1).

Предложения производителей техники дополнялись многочисленными международными семинарами и симпозиумами, на которых обсуждались тенденции развития техники, отраслей сельского хозяйства и его техниче-

ского обеспечения. Главное внимание организаторов выставки было уделено демонстрации новинок тракторов и транспортных средств, а также большому ассортименту почвообрабатывающей техники, техники для посева, ухода за растениями, внесения удобрений и средств защиты растений, комплектующим и запчастям.

Были представлены многочисленные средства механизации для лесоводства, овощеводства и картофелеводства (рис. 2) и выполнения коммунальных работ.

В качестве глобального перспективного направления следует отметить ускоренное внедрение современной электроники, что способствует значительному повышению эффективности сельскохозяйственной деятельности (рис. 3).



Рис. 1. Общий вид отдельных машин специализированной выставки сельскохозяйственной техники AGRITECHNIKA 2019

Fig. 1. Individual machines of the AGRITECHNIKA 2019 specialized exhibition of agricultural machinery



Рис. 2. Общий вид блока машин отрасли овощеводства и картофелеводства

Fig. 2. Section of machinery for the vegetable and potato industry

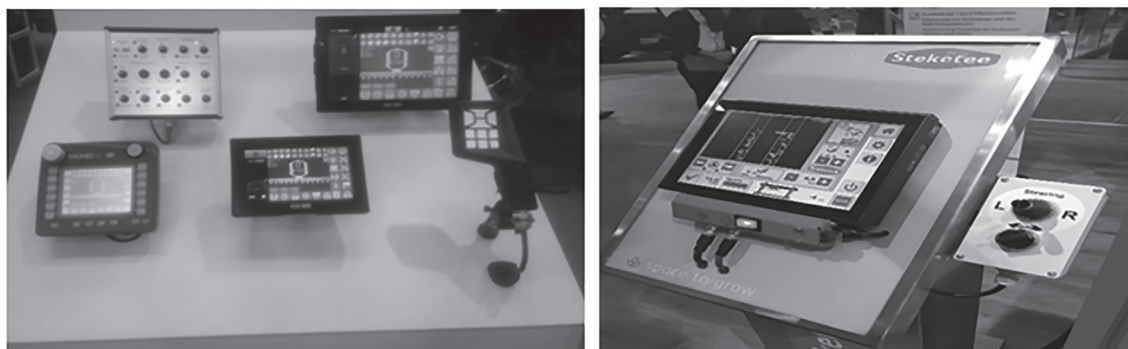
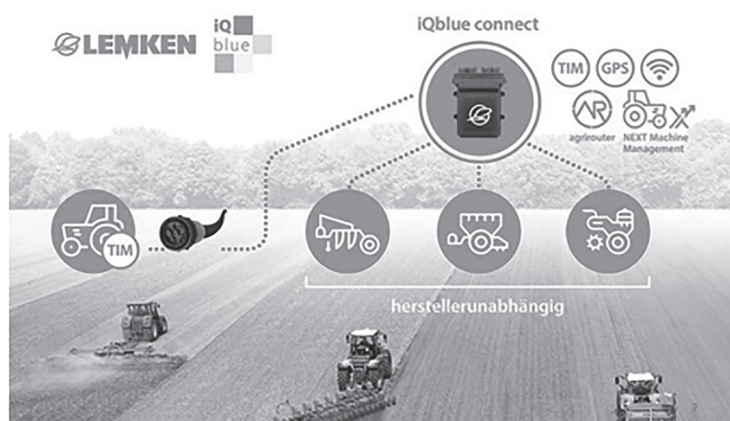


Рис. 3. Система iQblue Connect автоматизации привода навесного оборудования через мобильный модуль

Fig. 3. iQblue Connect system for automation of attachable equipment drive automation via mobile module

Всего несколько лет назад из-за высокой стоимости электронных комплектующих и соответствующего программного обеспечения эти системы применялись лишь при производстве сельскохозяйственных машин и оборудования высокого технического уровня, например уборочных комбайнов [1–4].

Экономически выгодные современные электронные системы управления сегодня успешно применяются и в технике общего назначения (машины для обработки почвы и посева, внесения удобрений и ухода за растениями).

Робототехника, автоматизация управления и приводов, спутниковые системы на основе GPS – это лишь часть примеров продемонстрированных перспективных технологий (рис. 4).

Цель исследований

Выявление новых отраслевых тенденций развития техники, технологий и технологиче-

ского оснащения изделий сельскохозяйственного машиностроения.

Материалы и методы

Материалом послужили официальные информационные издания ведущих компаний-производителей сельскохозяйственных машин и оборудования, рекламные брошюры, выставочные информационные сборники-дайджесты, видеоролики и визуальное наполнение.

В качестве основного метода применялся сравнительный анализ, базирующийся на имеющемся опыте авторов.

Результаты и обсуждение

Университет прикладных наук из города Оснабрюка (Германия) на своем небольшом стенде презентовал мобильную лабораторию отбора почвы и обработки данных для ресурсоэффективного растениеводства (рис. 5). Разработка

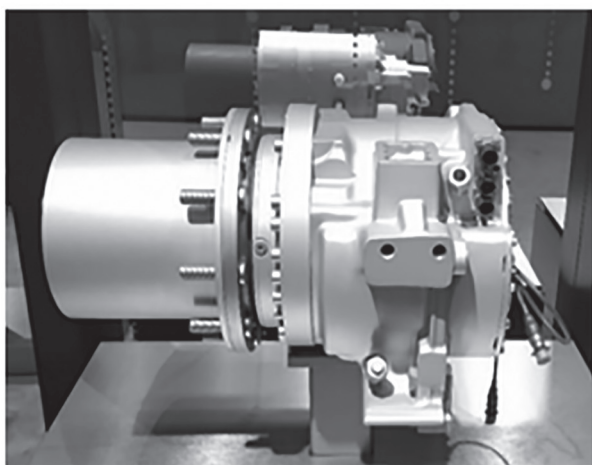


Рис. 4. Разработки в области робототехники, автоматизации управления и приводов

Fig. 4. Developments in robotics, automation of control and drives

этого проекта длилась с 2016 по 2019 г., его стоимость составила €1,7 млн. Финансирование обеспечивало Министерство продовольствия и сельского хозяйства Германии.



Рис. 5. Мобильная лаборатория отбора почвы и обработки данных (Amazone)

Fig. 5. Mobile laboratory for soil sampling and data processing (Amazone)

Основными тенденциями развития тракторов являются: расширение мощностного диапазона; применение в двигателях нетрадиционных видов топлива; снижение вредного воздействия на почву их движителей (расширение сферы применения гусеничных и трехосных колесных тракторов); использование электронной системы для управления подачей топлива, положением ходовой системы тракторов при независимой подвеске, выравниванием кабины при работе на склонах, переключением передач под нагрузкой, системой гашения колебаний сидения тракториста; регулирование навесной системы. Из основных производителей тракторов на выставке были представлены фирмы Fendt, John Deere, New Holland, Massey Ferguson, Claas, ОАО «Кировский завод» (Россия) и ПО «МТЗ» (Беларусь) (рис. 6).

Трактор Fendt 942 Vario, удостоен звания «Трактор года 2020». Трактор оснащен 6-цилиндровым двигателем MAN с рабочим объемом 9 л и турбиной с изменяемой геометрией (VTG), а также трансмиссией Fendt Vario Drive, мощностью 415 л.с. (рис. 7).

Также на выставке был представлен трактор Fendt 200 V/F/P Vario с автоматизированной системой управления Braun. Система автоматического управления транспортом и навесным оборудованием в виноградарстве получила серебряную медаль Agritechnica Innovation

Award 2019. Это совместная разработка Fendt и Braun. Состоит из лазера, гироскопа, блока управления VPA и терминала.

Компания получила серебряную медаль и за другую свою разработку – систему управления Fendt IDEAL Drive. Ее преимущество в том, что управление техникой осуществляется без рулевого колеса, а с помощью джойстика. Помимо улучшенного обзора на дорогах общего пользования увеличены комфортность и маневренность эксплуатации комбайна во время уборочных работ.

Инновацией является разработка фирмы John Deere за разработку электромеханической коробки передач EAutoPower, с разделением потока мощности. В данной модели гидроагрегат (насос/двигатель) полностью отсутствует, вместо этого в качестве бесступенчатого привода используются два электродвигателя (рис. 8, 9). Электродвигатели разработаны таким образом, чтобы они не только питали привод, но и могли обеспечить до 100 кВт электроэнергии для внешнего потребления. В результате возможная электрификация навесного трактора демонстрируется с помощью системного решения для разбрасывания навоза, разработанного совместно с Joskin, где две оси на разбрасывателе Tridem имеют электрический привод.

Корпорация John Deere, входящая в список 100 крупнейших мировых промышленных компаний, продолжает расширять сферу своего присутствия в направлении роботизации (рис. 10).

Кроме того, компания John Deere продемонстрировала опрыскиватель с интеллектуальной системой внесения рабочей жидкости (рис. 11).

Также был представлен ряд конструктивных решений по управлению трактором и навесными орудиями по системе ISOBUS, которая позволяет с помощью одного терминала управлять прицепными и навесными машинами.

В линейке тракторов присутствуют машины основных типов: универсально-пропашные (115–330 л.с.), общего назначения (89 л.с.), полноприводные (388–543 л.с.), гусеничные (439–543 л.с.) и специального назначения (93 л.с.)

Машины и орудия для обработки почвы и посева были представлены как давно известными фирмами-изготовителями Amazonen Werke, Lemken, Horsch, Rabe (Германия), Kverneland (Норвегия), Kuhn, Gregoire Besson (Франция), Vaderstad (Швеция), Gaspardo



a



б



в



г



д



е

Рис. 6. Общий вид тракторов специализированной выставки сельскохозяйственной техники AGRITECHNIKA 2019:
 а – беспилотный трактор Case IH; б – концептуальный трактор Steyr Konzept;
 в – трактор Fastrac 4220 (JSB); г – трактор на метане New Holland Methane Power;
 д – трактор Belarus 952; е – трактор Claas Axion 960 Terra Trac

Fig. 6. Tractors of the specialized exhibition of agricultural machinery AGRITECHNIKA 2019: a – Case IH unmanned tractor; b – Steyr Konzept concept tractor; c – Fastrac 4220 (JSB) tractor; d – New Holland Methane Power methane tractor; e – Belarus 952 tractor; f – Claas Axion 960 Terra Trac tractor



Рис. 7. Трактор Fendt 942 Vario

Fig. 7. Fendt 942 Vario tractor



Рис. 8. Общий вид трактора John Deere с электромеханической коробкой передач

Fig. 8. John Deere tractor with electromechanical transmission

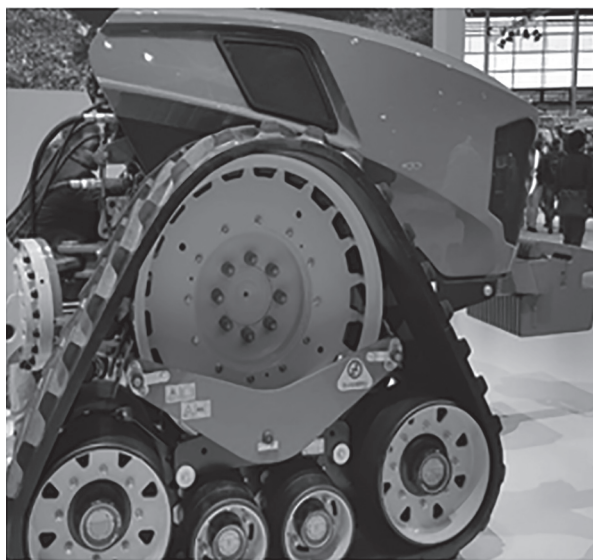


Рис. 10. Общий вид роботизированного трактора Joker фирмы John Deere

Fig. 10. Robotic tractor Joker from John Deere

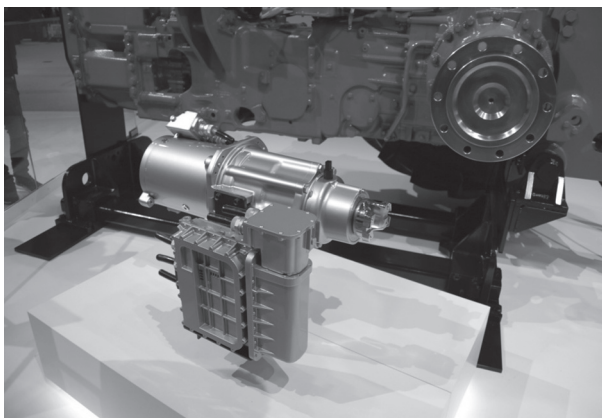


Рис. 9. Общий вид электромеханической коробки перемены передач John Deere

Fig. 9. Electromechanical gearbox of John Deere



Рис. 11. Опрыскиватель John Deere

Fig. 11. John Deere sprayer

(Италия), так и менее известными Sulke, Agrisem (Франция), Vogel Noot, Pottinger (Австрия), Kongsilde (Дания), Sumo (Великобритания), Ma Ag (Италия), Farmet (Чехия) и др.

На выставке были широко продемонстрированы машины для традиционной отвальной системы земледелия, безотвальной, мульчирующей и прямого посева.

Для отвальной системы земледелия фирмы Lemken, Rabe, Kverneland, Kuhn, Gregoire Besson, Vogel Noot представлены как оборотные, так и загонные плуги.

Особый интерес представляют плуги, оборудованные пластинчатыми отвалами с предплужниками и регулируемой шириной захвата корпусов (рис. 12). Достоинством пластинчатых отвалов является снижение энергоемкости вспашки и улучшение качественных показателей (оборот пласта и крошение), особенно тяжелых и торфяных почв.

Фирма Lemken представила оборотный плуг Juwel 10 (рис. 13) для отвальной обработки. Он может иметь от 3 до 7 корпусов, устанавливаемых на раме 160×160 мм, что позволяет выполнять технологический процесс обработки почвы на ширину от 108 до 385 см.

Кроме того, ряд фирм, и в первую очередь Vogel Noot, представляли оборотные плуги с отклоняющейся перед началом оборота рамой, что позволяет уменьшить нагрузку на навеску трактора, а, следовательно и опасность его опрокидывания. На некоторых типах плугов имелись специальные механизмы оборота, благодаря которым стало возможным движение трактора вне борозды. Это позволяет уменьшить уплотнение почвы, а также дает

возможность использовать тракторы со двоящими колесами. Для улучшения качества вспашки, при использовании предплужников, на некоторых плугах устанавливаются в паре с предплужником отводящие щитки, которые предотвращают запутывание растительных остатков вокруг грядилца.

Кроме того, в качестве альтернативы сплошному долоту применяют составное, а дорогостоящим дисковым ножам – нож, установленный на полевую доску.

В качестве защиты корпусов плуга от поломок при встрече с препятствием предлагаются «срезной болт», пружинная, рессорная или гидравлическая защита (рис. 14).

При использовании плугов на вспашке под озимые культуры многие фирмы предлагают приставки для дополнительного крошения и уплотнения почвы, как навесные, так и прицепные.

В качестве почвообрабатывающих пассивных рабочих органов для предварительной обработки почвы используются, в основном, дисковые рабочие органы [5], установленные на индивидуальной подвеске или собранные в батареи (рис. 16).

При этом в зависимости от условий работы индивидуальные диски могут устанавливаться жестко или иметь различные типы защиты рабочих органов.

Кроме орудий с дисковыми рабочими органами, для более качественной обработки почвы были представлены различные комбинации диско-лаповых комбинированных агрегатов, выполняющих одновременно рыхление на заданную глубину лаповыми рабочими ор-

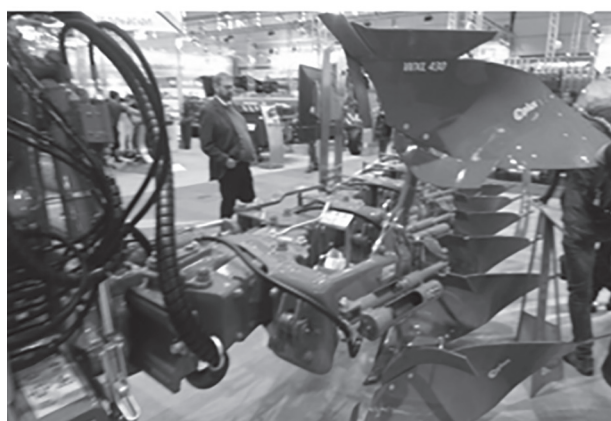


Рис. 12. Общий вид машин для отвальной обработки почвы

Fig. 12. Machinery for moldboard tillage



Рис. 13. Общий вид оборотного плуга Juwel 10 (Lemken)

Fig. 13. Reversible plow Juwel 10 (Lemken)

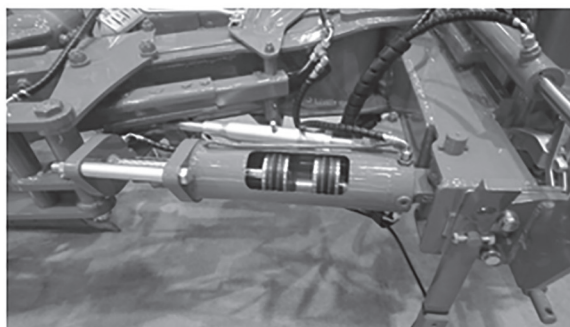
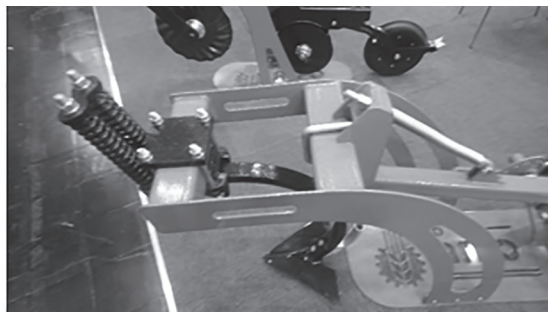


Рис. 14. Общий вид предохранительных устройств почвообрабатывающих рабочих органов

Fig. 14. Safety devices of tillage working bodies

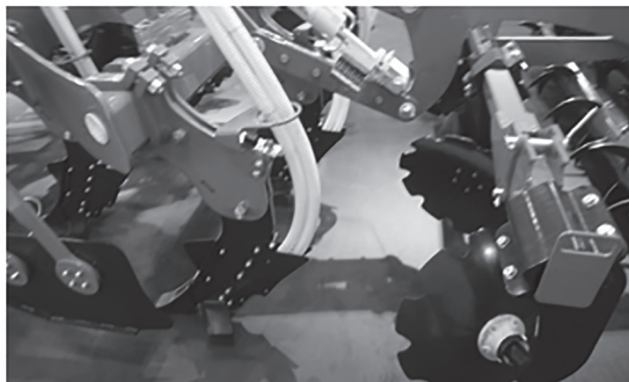


Рис. 15. Общий вид дисковых рабочих органов почвообрабатывающих рабочих органов

Fig. 15. Disk working bodies of tillage working bodies

ганами и мульчирование дисками различных типов (рис. 16). Наряду со сферическими гладкими и вырезными дисками используются верные и волнистые диски (рис. 16).

Для посева зерновых культур на выставке были представлены как отдельные сеялки, так и комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты с различным набором почвообрабатывающих рабочих органов (рис. 17).

Лауреатом серебряной медали за инновации была признана система автоматической системы контроля глубины посева Smart Depth, которую представила фирма John Deere (рис. 18).

Сеялки и агрегаты демонстрировались в навесном и полунавесном вариантах. При этом наряду с пневматическими высевальными систе-

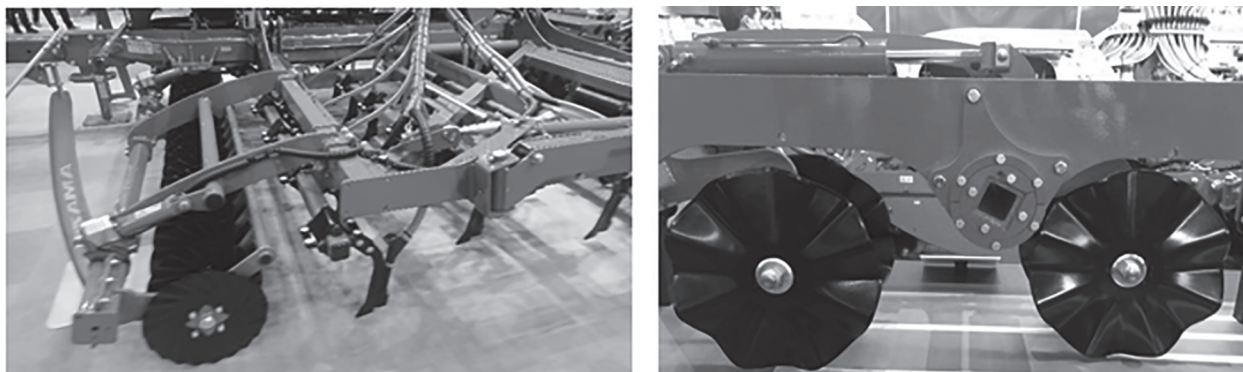


Рис. 16. Комбинация диско-лаповых почвообрабатывающих рабочих органов

Fig. 16. Combination of disc-tine tillage working bodies



Рис. 17. Почвообрабатывающие посевные агрегаты

Fig. 17. Tillage and sowing machinery

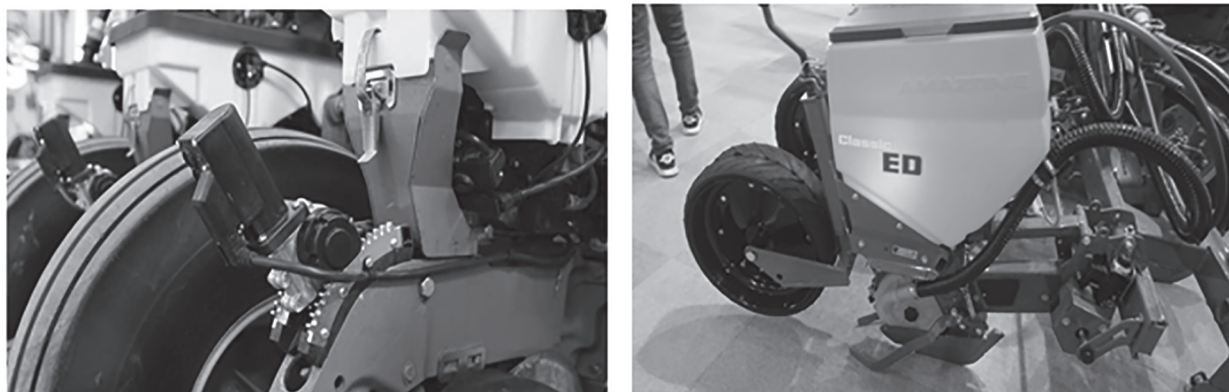


Рис. 18. Система контроля глубины посева Smart Depth фирмы John Deere

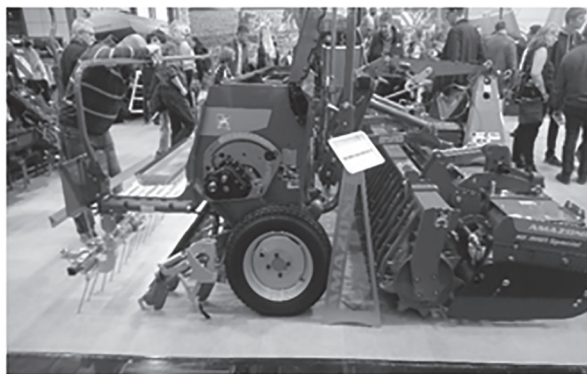
Fig. 18. Seeding depth control system Smart Depth by John Deere

мами часть сеялок и комбинированных агрегатов имела механическую систему высева (рис. 19).

Анализируя конструкции посевных машин, можно увидеть, что все фирмы, наряду с созданием новых конструкций, активно ведут работы по совершенствованию отдельных элементов систем высева и сошниковых групп. В первую очередь это касается делительных

головок, приводов высевающих аппаратов, высевающих катушек, подвески сошников и загрузочных устройств.

Одним из направлений, позволяющих существенно снизить затраты труда и расход топлива на обработке почвы и посеве, является прямой посев [6, 7]. Однако, несмотря на это, сеялки прямого посева используются в основ-



a



б

Рис. 19. Системы посева:

a – механическая система фирмы Amazone; *б* – пневматическая система фирмы Monosem

Fig. 19. Sowing systems: a – mechanical system from Amazone; b – pneumatic system from Monosem

ном для подсева трав и промежуточных культур после уборки зерновых. Кроме того, они могут применяться для посева зерновых культур по отвальным и безотвальным фонам.

Следует отметить, что на выставке было представлено большое разнообразие машин для посадки овощных культур и картофеля ведущих фирм сельскохозяйственного машиностроения: AVR (Бельгия), Grimme, Miedema (Голландия), Wifo (Голландия), JJ Broch (Испания), Plant, Ferrari (Италия) (рис. 20).

Основными направлениями совершенствования данной группы машин является разработка отдельных элементов высаживающего аппарата, сошниковых и заделывающих групп: высаживающих элементов, конструкций бороздораскрывающих и бороздозакрывающих рабочих органов.

Кроме того, следует обратить особое внимание на использование в конструкции высаживающих аппаратов (рис. 21, *a*) а также в машинах для посадки луковиц – ориентирующе-дозировочных устройств, обеспечивающих ориентированную подачу луковиц в борозду и равномерность распределения луковиц в борозде (рис. 21, *б*) [8], с использованием полимерных и композиционных материалов.

Следует отметить, что впервые за все время работы выставки AGRITECHNIKA лауреатом серебряной медали признан российский концерн «Ростсельмаш» за разработку системы ночного видения RSM Night Vision.

Выводы

Анализ представленных машин и оборудования на выставке AGRITECHNIKA 2019, позволяет сделать следующие выводы.

1. В современных сельскохозяйственных технологиях и машинах широко используются сложные и разнообразные механические, гидравлические, электрические, электронные и различные комбинированные системы, в том числе различных отраслей промышленности для передачи энергии, управления, обеспечения условий труда операторов.

2. Расширяются технологические варианты работы ряда технических средств, в том числе транспортных, для дополнительной сепарации минеральных примесей из массы товарной продукции.

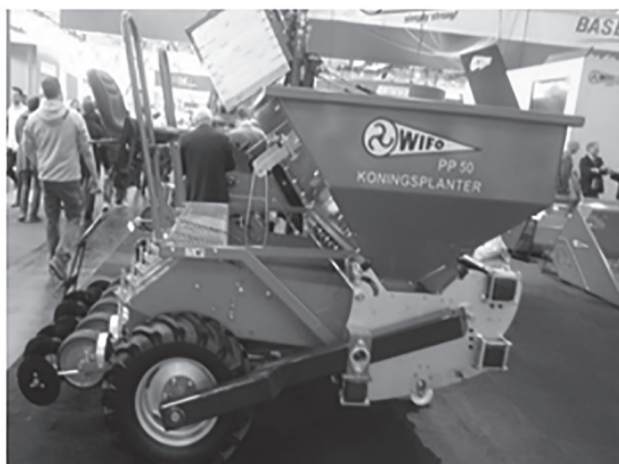
3. Расширяется номенклатура комплектующих изделий и запасных частей к техническим средствам, в том числе с использованием полимерных и композиционных материалов.

Анализ позволил выявить следующие основные тенденции совершенствования машин.

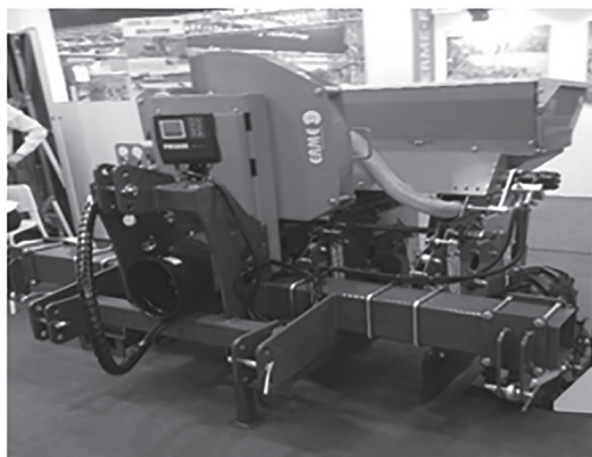
1. Изменение геометрии рабочих органов и исследование режимных и технологических параметров почвообрабатывающих машин, позволяющих обеспечить качественное выполнение технологического процесса в зависимости от почвенно-климатических условий.

2. Исследование показателей качественной обработки почвы в зависимости от различной комбинации диско-лаповых комбинированных агрегатов, выполняющих одновременно рыхление на заданную глубину лаповыми рабочими органами и мульчирование дисками различных типов.

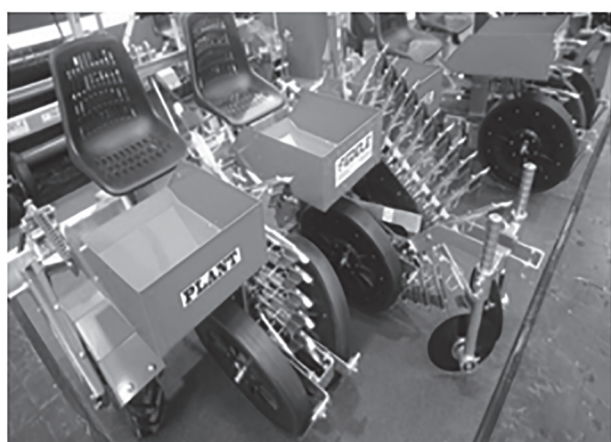
3. Создание комбинированных почвообрабатывающих агрегатов с новыми конструктивными и материаловедческими свойствами рабочих органов с нанесенными износостойкими покрытиями обеспечивающих повышение ресурса.



a



б



в



г



д



е

Рис. 20. Машины для посадки овощных культур и картофеля:

- a* – машина для посадки луковиц фирмы Wifo; *б* – машина для посадки чеснока фирмы JJ Broch;
в – рассадопосадочная машина с револьверным высаживающим аппаратом фирмы Plant;
г – рассадопосадочная машина с револьверным высаживающим аппаратом фирмы Ferrari;
д – машина для посадки клубней картофеля фирмы Grimme;
е – машина для посадки клубней картофеля фирмы Miedema

Fig. 20. Machinery for planting vegetables and potatoes: a – machine for planting bulbs from Wifo; b – JJ Broch garlic planting machine; c – transplanting machine with a revolving planting apparatus from Plant; d – transplanting machine with a revolving planting apparatus from Ferrari; e – machine for planting potato tubers from Grimme; f – machine for planting potato tubers from Miedema

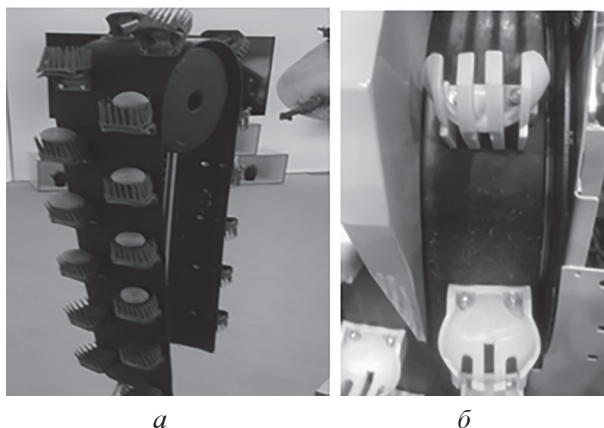


Рис. 21. Использование полимерных материалов в конструкции высаживающих аппаратов

Fig. 21. The use of polymeric materials in the design of planting devices

4. Разработка и исследование дисковых рабочих органов, установленных на индивидуальной подвеске или собранных в батарее.

Литература

1. Хвостов В.А., Рейнгарт Э.С. Машины для уборки корнеплодов и лука (теория, конструкция, расчет). М., 1995. 391 с.
2. Протасов А.А. Совершенствование технологических процессов и технических средств для уборки лука: дис. ... докт. техн. наук. Саратов, 2005. 355 с.
3. Ларюшин А.М. Энергосберегающие технологии и технические средства для уборки лука: дисс. ... докт. техн. наук. Пенза, 2010. 426 с.
4. Ларюшин Н.П. Научные основы разработки комплекса машин для уборки и послеуборочной обработки лука: дисс. ... докт. техн. наук. Рязань, 1996. 350 с.
5. Емельянов П.А., Сибирев А.В., Аксенов А.Г. Исследование силовой характеристики дискового заделывающего органа луковой сеялки // Нива Поволжья. 2013. № 1 (26). С. 40–46.
6. Алдошин Н.В. Моделирование качества выполнения механизированных работ // Горячкинские чтения: Сб. докладов 1-й Международной науч.-практ. конференции, 2013. С. 6–13.
7. Башкирцев В.И., Алдошин Н.В. Обеспечение качества механизированных работ при эксплуатации сельскохозяйственной техники. М.: ФГБОУ ДПО РИАМА, 2017. 96 с.

8. Лобачевский Я.П., Емельянов П.А., Аксенов А.Г., Сибирев А.В. Машинная технология производства лука: монография. М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2016. 168 с.

References

1. Hvostov V.A., Rejngart E.S. Mashiny dlia uborki korneplodov i luka (teoriya, konstrukciya, raschet) [Root and onion harvesting machines (theory, design, calculation)]. Moscow, 1995. 391 p.
2. Protasov A.A. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh protsessov i tekhnicheskikh sredstv dlia uborki luka. Diss. ... dokt. tehn. Nauk.. [Improvement of technological processes and technical equipment for onion harvesting: Dissertation for Degree of DSc in Engineering]. Saratov, 2005. 355 p.
3. Laryushin A.M. Energosberegayushchie tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlia uborki luka. Diss. ... dokt. tehn. nauk. [Energy saving technologies and technical equipment for onion harvesting: Dissertation for Degree of DSc in Engineering]. Penza, 2010. 426 p.
4. Laryushin N.P. Nauchnye osnovy razrabotki kompleksa mashin dlia uborki i posleuborochnoy obrabotki luka. Diss. ... dokt. tehn. nauk. [Scientific basis for the development of machinery for harvesting and post-harvest processing of onions: Dissertation for Degree of DSc in Engineering]. Ryazan, 1996. 350 p.
5. Emel'yanov P.A., Sibirev A.V., Aksenov A.G. Issledovanie silovoj harakteristiki diskovogo zadel'yvayushchego organa lukovoy seyalki [Investigation of the disc-based onion seeder force characteristics]. Niva Povolzhya. 2013. no. 1 (26), pp. 40-46.
6. Aldoshin N.V. Modelirovanie kachestva vypolneniya mekhanizirovannyh rabot [Modeling the quality of mechanized work]. V sb.: Goryachkinskie chteniya: Sb. докладов 1-y Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. Konferencii. 2013. pp. 6-13.
7. Bashkirtcev V.I., Aldoshin N.V. Obespechenie kachestva mekhanizirovannyh rabot pri ekspluatatsii selskohoziaystvennoy tekhniki [Providing quality of mechanized work at the agricultural machinery operation]. Moscow, FSEI «REAMA» Publ., 2017. 96 p.
8. Lobachevsky Ya.P., Emel'yanov P.A., Aksenov A.G., Sibirev A.V. Mashinnaya tekhnologiya proizvodstva luka. Monografiya [Machine technology for onion production. Monograph]. Moscow, Federal Scientific Agroengineering Center VIM Publ., 2016. 168 p.