

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»

Е. И. Трубилин, А. С. Брусенцов

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Курс лекций

Краснодар
КубГАУ
2019

УДК 631.171 (075.8)

ББК 40.7

Т77

Рецензент:

Е. И. Винецкий – зав. лабораторией агропромышленных технологий Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий, д-р техн. наук, профессор;

Трубилин Е. И.

Т77 **Инновационные технологии в сельском хозяйстве: курс лекций /**
Е. И. Трубилин, А. С. Брусенцов, М.И. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 181 с.

В курсе лекций по дисциплине «Инновационные технологии в сельском хозяйстве» представлены пути и направления совершенствования конструкции и систем, тракторов; почвообрабатывающей техники, посева, внесения удобрения, защиты растений и уборочных комбайнов. Представлена подробная информация о последних достижениях ведущих фирм, таких как Claas, Ростсельмаш, Ferguson, John Deere и т. д. Приводятся современные электронные и автоматические системы управления интеллектуальной техникой.

Издание предназначено для подготовки, обучающихся по направлению 35.04.06 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

УДК 631.171 (075.8)

ББК 40.7

©Трубилин Е. И.,
Брусенцов А. С.
Туманова М. И., 2019
© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубилина», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших условий роста производства сельскохозяйственной продукции является машинно-технологическая обеспеченность сельскохозяйственного производства.

Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что внедрения в сельскохозяйственное производство новых высокоэффективных ресурсосберегающих, высокоточных технологий возможно только на базе высокопроизводительной техники и оборудования.

В результате внедрения в сельскохозяйственное производство прогрессивных технологий на базе современной техники высокоразвитые страны и передовые хозяйства России достигли высоких показателей (урожайность зерновых – до 70–80 ц/га, надои на корову – до 8–9 т, суточные приросты свиней на откорме – 750–850 г) и продолжают их наращивать.

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению производственным процессом с целью достижения высокой урожайности, продуктивности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности. В современных условиях эффективное развитие сельского хозяйства невозможно без перехода на инновационные технологии на базе высокопроизводительных техники и оборудования, базирующихся на научных и практических приемах, получивших название «Разумное сельское хозяйство».

Применение устаревших (экстенсивных) технологий в производстве сельхозпродукции приводит к значительным потерям, составляющим десятки миллионов рублей ежегодно.

В последние 12 лет интенсивно развиваются высокие технологии точного земледелия и животноводства с применением новейших средств информатики, электроники, автоматических дистанционных систем управления, прецизионной техники.

Затраты материально-технических ресурсов в структуре себестоимости сельхозпродукции у нас составляют около 70 %. При этом на производство единицы сельхозпродукции расходуется больше, чем в высокоразвитых странах и лучших хозяйствах страны.

В настоящее время темпы развития современных ресурсосберегающих технологий в России значительно отстают от общемировых. Медленное освоение сберегающих технологий на фоне роста цен на материальные и, особенно, энергетические ресурсы является причиной постоянного повышения себестоимости сельскохозяйственной продукции, что негативно сказывается на уровне рентабельности и конкурентоспособности отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей. Поэтому использование современных ресурсосберегающих технологий будет определять устойчивость развития АПК.

В то же время низкая производительность труда вследствие использования устаревших технологий в растениеводстве и животноводстве, малой производительности сельхозтехники снижает конкурентоспособность отечественных сельхозтоваропроизводителей, не позволяет обеспечить необходимый уровень комфортности труда и доходности в сельском хозяйстве. К тому же более 70 % имеющейся в стране сельскохозяйственной техники находится за пределами установленных амортизационных сроков и требует повышенных затрат на содержание. Ежегодные затраты денежных средств на ремонт техники, по данным агропромышленных формирований регионов, превышают 60 млрд руб., на закупку новых запасных частей расходуется более 30 млрд руб. При этом перед каждым сезоном ремонту подвергается 60–65 % парка тракторов и зерноуборочных комбайнов, а также более 70 % почвообрабатывающих и посевных машин.

Практика и мировой опыт показывают, что технологический фактор высокопроизводительного, ресурсосберегающего производства – наиболее эффективный ресурс роста экономики производства, способствующий повышению продуктивности растениеводства и животноводства и качества продукции.

Ландшафтные параметры зон производства продукции растениеводства позволяют России вести производство на уровне среднемировых показателей: урожайность зерновых культур – 30–33 ц/га (при среднемноголетних, достигнутых в стране 12–23 ц/га), продуктивность коров – 5500 кг молока в год (фактически около 4000–4200 кг) и т. д. Фактические показатели продуктивности отечественного сельского хозяйства не превышают 50–60 % среднемировых [1]. Неиспользование этого ресурса ведет к большому

недополучению продукции. Из-за технологического отставания и низкой обеспеченности техникой на полях остается до 14 % выращенного урожая, еще 11 % теряется из-за несовершенства техники, т. е. потери урожая составляют до 25 %. Все это негативно отражается на конкурентоспособности отечественных сельхозтоваропроизводителей.

Ресурсосбережение – одно из важнейших направлений в структурной перестройке методов ведения сельхозпроизводства – связано с глубокой технической и технологической модернизацией сельского хозяйства. Эффективность применения ресурсосберегающих технологий в значительной мере зависит от формирования оптимального состава машинно-тракторного парка, состоящего из современной высокопроизводительной интеллектуальной техники.

Таким образом, проблема повышения производительности и ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве главным образом решается путем использования современной техники, что имеет принципиальное значение для повышения конкурентоспособности российских сельхозтоваропроизводителей.

Анализ мирового рынка сельскохозяйственной техники, изучение экспозиций крупных международных выставок «Agritechnica» (Германия), «Sima» (Франция), «Агросалон» (Россия) и других показывает, что, несмотря на высокий уровень технической оснащенности сельского хозяйства, в высокоразвитых странах идет активный процесс обновления парка машин с заменой на более прогрессивную, надежную, производительную и интеллектуальную технику, создаваемую по принципам: «больше производительности с меньшими затратами»; «меньше затрат – больше отдачи»; «точность, комфорт, качество»; «больше профессионализма»; «разумное сельское хозяйство».

В пособии рассмотрена интеллектуальная высокопроизводительная техника для растениеводства, предназначенная для реализации ресурсосберегающих экологически безопасных сельскохозяйственных технологий.

Лекция 1. МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Несмотря на достигнутые высокие показатели технического уровня сельхозтехники, зарубежные производители постоянно совершенствуют ее по следующим направлениям:

- создание и выпуск расширенного модельного ряда техники с высокой энергонасыщенностью: некоторые фирмы выпускают свыше 70 моделей тракторов мощностью от 20 до 650 л. с. 21 – зерноуборочных комбайнов мощностью 130–652 л. с. 11 – кормоуборочных комбайнов мощностью 350–1000 л. с.;
- многофункциональность – выполнение до девяти операций за один проход;
- гармонизация (синхронизация) машинно-тракторных агрегатов;
- высокая точность выполнения технологических процессов;
- удельный расход топлива двигателями не более 145 г/л.с.·ч;
- применение бесступенчатых трансмиссий;
- широкое внедрение электроники, сенсорных систем, информатики, автоматизации и роботизации;
- внедрение электропривода;
- внедрение требований экологии – Евро-4;
- снижение уровня шума в кабине до 72–75 дБ;
- обеспечение проведения работ в любое время суток.

Современная конструкция тракторов

В последние годы в тракторостроении отмечаются следующие тенденции:

- увеличение количества моделей выпускаемых тракторов и насыщение рынка новыми моделями;
- рост мощности выпускаемых тракторов;
- совершенствование двигателей, топливной аппаратуры, систем фильтрации и впуска воздуха;
- внедрение бесступенчатых трансмиссий тракторов с устройством распределения мощности (особенно в нижних классах мощности);
- совершенствование гидрооборудования;

- расширение применения электронного оборудования, автоматизации операций и процессов, передних ведущих и поддрессо-ренных мостов, их совершенствование;

- повышение эффективности работы тормозов, повсеместное использование дисковых тормозов с охлаждением в масле;

- более широкое применение пластмасс и новых материалов;

- создание комфортных и безопасных условий труда, в том числе повышение комфортности кабин (доступность, эргономика, звукоизоляция, посты управления);

- внедрение современных методов отделки и окраски;

- увеличение производства гусеничных тракторов;

- использование двигателей с новой системой регулирования, удовлетворяющих требованиям к выхлопу (охлаждение выхлопных газов, фильтр со специальными наполнителями и др.);

- использование двигателей, соответствующих требованиям Евро-3, 4, особенно это относится к тракторам большой мощности. Большинство изготовителей применяют технологию SCR с использованием мочевины, за исключением фирмы John Deere, которая пользуется методикой EGR, предусматривающей рециркуляцию части выхлопных газов;

- дальнейшее распространение более экологически чистых двигателей внутреннего сгорания: после использования газа в 1940-х гг., растительного масла – в 2000 г., водорода – в 2009 г. намечается применение биогаза;

- использование тракторов нестандартной конструкции (шарнирно-сочлененные рамы, на гусеницах) большой мощности (300–600 л. с.);

- использование тракторов малой мощности.

Стремление производителей тракторов к максимальному удовлетворению требований потребителей привело к созданию машин мощностью от 7 до 441 кВт (600 л. с.) и высокой насыщенности рынка такими машинами (не уступает рынку сельхозмашин), что свидетельствует о достаточной гибкости промышленности. Оба сектора развивались с 2006 по 2013 г. почти параллельно. В 2009–2010 гг. реализация уменьшилась из-за низких цен на зерно. Но когда в сентябре 2010 г. цены начали расти, вырос и спрос на тракторы и сельскохозяйственную технику.

Фирмы John Deere, Case IH, New Holland, Deutz-Fahr, Valtra применяют двигатели собственных разработок, производимые на своих заводах. Наряду с этим для расширения мощностного диапазона они используют на своих тракторах двигатели различных производителей.

В последнее время благодаря освоению производства машин повышенной мощности и созданию новых модификаций с меньшей разницей в мощности модельный ряд тракторов значительно расширился.

Фирма John Deere выпускает более 39 моделей тракторов, New Holland – 65, Massey Ferguson – 56, Valtra – 31, Claas – 32, Deutz-Fahr – 31. Расширяется география стран, производящих современные тракторы. Многие тракторостроительные фирмы, учитывая высокий спрос на свою продукцию в странах Юго-Восточной Азии, организуют в них производство (Китай, Индия). Тракторы становятся более компактными и маневренными, а благодаря современному дизайну отличаются улучшенной обзорностью.

Многие производители предлагают тракторы с системой форсирования мощности Powerboost. Многочисленные изменения конструкции двигателя и агрегатов позволили уменьшить токсичность выхлопных газов. На тракторы мощностью 75–130 кВт с 2007 г. распространяется действие нормативов Tier III; 37–75 кВт с 2008 г. – Tier IIIa, на тракторы верхних классов мощности с 2011 г. – Tier IIIb, более высокие требования предъявляются с 2014 г. При этом выбросы вредных веществ должны быть уменьшены в 8 раз, окислов азота – примерно в 2 раза. Требуемые показатели достигаются путем использования на двигателях фильтров для микрочастиц или технологии избирательной каталитической нейтрализации SCR (Selective Catalytic Reduction).

Предлагаются тракторы с двигателями, работающими на рапсовом масле (фирмы Fendt, Deutz-Fahr и др.). Расширяется внедрение электроники, с помощью которой осуществляются контроль и управление всеми важными функциями современных тракторов. Новинкой является использование на тракторах электрической сети высокой мощности и соответственно электропривода вентилятора, кондиционера, компрессора, водяного насоса и внешних потребителей. Увеличивается число тракторов с автоматической коробкой передач и бесступенчатой трансмиссией, появились модели

с бесступенчатой трансмиссией для низких диапазонов мощности (до 74 кВт – трактор AgroplusTTV 430 фирмы Deutz-Fahr, 81 кВт – трактор 312 Varío фирмы Fendt). Транспортная скорость некоторых тракторов составляет до 60 км/ч. На них, как и на автомобилях, устанавливаются тормоза с антиблокировочной системой ABS, используется функция круиз-контроля.

Тракторы верхнего класса мощности серийно оснащаются системами автоматического параллельного вождения и программируемого разворота на поворотной полосе (фирмы Fendt, John Deere, Case IH, New Holland и др.). Директивой ЕС 2002/44/ЕС ужесточены требования к уровню вибрации на рабочем месте для тракторов, выпускаемых с 2007 г. Результатом этого стало внедрение на них полуактивной подвески кабины, задние упругие элементы которой автоматически приспосабливаются к изменению вибрационных параметров при движении (фирмы Claas и Valtra). Фирма Claas использует для этого сигналы трех датчиков ускорения, закрепленных на кабине, датчиков скорости движения, торможения и угла поворота руля. Управление процессом демпфирования осуществляется посредством изменения с помощью магнитного поля вязкости демпфирующей жидкости (фирма Claas) или электрического регулирования поперечного сечения демпфирующего отверстия (фирма Valtra). Водитель может откорректировать демпфирование предварительной установкой переключателя в положение Asker (пашня), Straee (улица) (фирма Claas) или плавной ручной подгонкой (фирма Valtra).

Концерн ZF предлагает новые КПП. Так, с помощью обычного обновления модельного ряда McCormick X7 удалось создать совершенно новый трактор (рисунок 1.1). Он оснащен коробкой передач ZF Transaxle T-7200. Механизм переключения с синхронизирующим устройством (ASS) не требует усилий от водителя: пропорционально-действующие клапаны (PVS) обеспечивают плавное, без рывков переключение при любых нагрузках. Тракторы серии X7 выпускаются с двигателями мощностью от 143 до 212 л. с.



Рисунок 1.1 – Новая модель трактора McCormick X7

Автоматическое переключение ВОМ – новая концепция, разработанная фирмой *Deutz-Fahr* для тракторов с бесступенчатой трансмиссией с целью снижения расхода топлива благодаря автоматическому переключению между номинальной и «экологичной» частотой вращения ВОМ. Это полностью автоматическая система, которая способна осуществлять данные изменения посредством постоянного взаимодействия двигателя, трансмиссии и ВОМ. На выставке *Agritechnica-2013* эта разработка награждена серебряной медалью.

Практически все фирмы представляют на рынке сложные автоматические КПП с переключением передач без разрыва потока мощности, реверсивные только на рабочих или на всех передачах, имеющие элементы автоматического выбора передачи в зависимости от частоты вращения двигателя и внешней нагрузки. Некоторые из них предполагают также изменение передачи в зависимости от нагрузки на валу отбора мощности, положения навесной системы или просто по схеме переключения передачи, заранее программируемой оператором в соответствии с циклом выполняемых им работ. Некоторые модели КПП дают возможность выбора экономичного режима работы при частичной загрузке трактора. По некоторым данным, выбор режима обеспечивает экономию топлива от 18 до 22 %. Увеличивается количество моделей с бесступенчатыми трансмиссиями. Фирма *Fendt* на сериях 400, 700, 800 и 900 *Vario* мощностью от 63 до 269 кВт устанавливает двухпоточную объемную гидромеханическую бесступенчатую трансмиссию

(ОГМТ) – *Vario*, особенностью которой является комбинация механической и гидравлической передач (рисунки 1.2, 1.3). Разделение мощности на механическую и гидравлическую ветви происходит в планетарном механизме, а соединение – на «накопительном» валу. Поток мощности от двигателя через гаситель крутильных колебаний передается на водило планетарного механизма, сателлиты которого вращают коронную и солнечную шестерни. Внешняя коронная шестерня передает вращение регулируемому аксиально-поршневому гидронасосу (шайба этого насоса неподвижна, а корпус поршня изменяет угол наклона). Солнечная шестерня соединена с задними колесами через двухскоростные шестерни диапазонов и «накопительный» вал. Когда внешняя коронная шестерня планетарного механизма заблокирована из-за того, что гидромотор не работает, весь поток мощности от двигателя передается напрямую к солнечной шестерне, и привод на 100 % становится механическим. Если солнечная шестерня (следовательно, и колеса трактора) остановлена, планетарные шестерни (сателлиты) передают поток мощности через коронную шестерню к гидронасосу. Но в этот момент насос работает вхолостую, так как угол наклона корпуса равен нулю, т. е. масло не подается. Основой новой коробки передач трактора фирмы *New Holland* является цепной вариатор, состоящий из цепи, выполненной из хромированной стали. Цепь движется между двумя дисками различных диаметров. Каждый диск цепи имеет подвижную и неподвижную части с конусообразной поверхностью (рисунок 1.4). Коробка передач позволяет бесступенчато и без пробуксовки переключать скорость в диапазоне 0,330 км/ч. Сенсоры фиксируют крутящий момент, а также частоту вращения вала вариатора и двигателя и передает эти данные в систему электронного управления коробки передач.

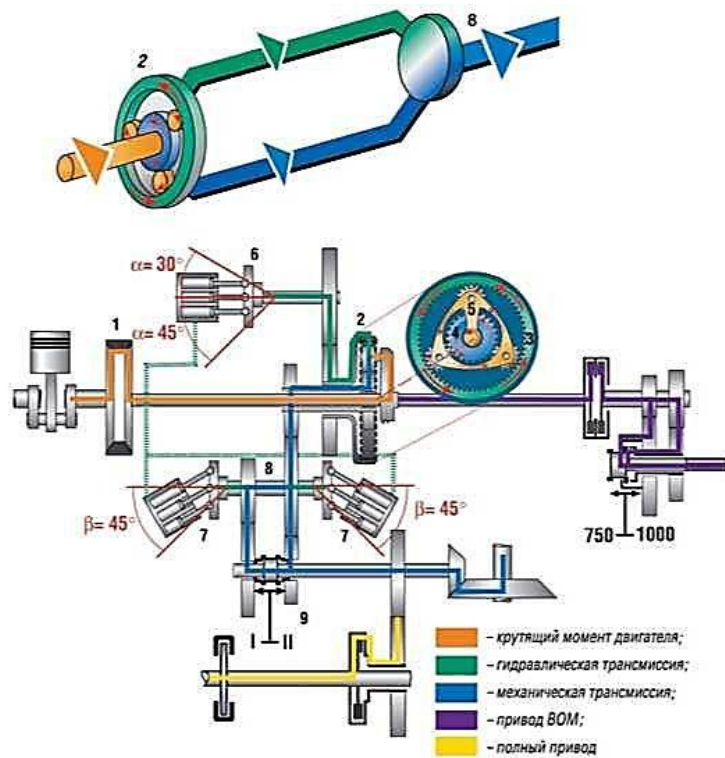


Рисунок 1.2 – Схема бесступенчатой трансмиссии Vario:
 I – рабочий диапазон движения; II – транспортный диапазон движения;
 1 – демпфер крутильных колебаний; 2 – планетарная передача;
 3 – коронная шестерня; 4 – солнечная шестерня; 5 – водило планетарной
 передачи; 6 – гидронасос; 7 – гидромотор; 8 – суммирующий вал;
 9 – переключение диапазонов движения

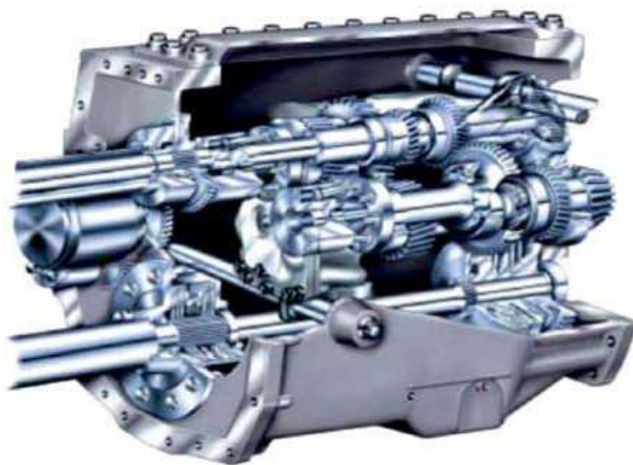


Рисунок 1.3 – Бесступенчатая трансмиссия



Рисунок 1.4 – Цепной вариатор

При изменении угла наклона корпуса гидронасоса начинается снабжение маслом гидромоторов, расположенных на двух концах «накопительного» вала. Гидромоторы, которые заблокированы на максимальный угол наклона корпусов, передают поток мощности через вал к колесам, и трактор начинает движение.

Солнечная шестерня, вначале заблокированная неподвижными колесами, начинает вращаться, одновременно часть мощности передается к колесам механическим путем. По мере того как насос продолжает изменять угол наклона до максимума в 45° , поток масла увеличивается, и гидромоторы вращают «накопительный» вал быстрее, увеличивая скорость трактора. В то же время солнечная шестерня вращается все быстрее и быстрее, соответственно доля механической передачи потока энергии возрастает.

Прежде чем корпус насоса достигнет конечного положения (угол наклона 45° соответствует полной производительности), медленно начинает изменяться угол наклона корпуса гидромотора от 45° до 0° . Когда корпус гидромотора займет нейтральное положение, вся мощность двигателя будет передаваться через солнечную шестерню, т. е. механическим путем. Это происходит потому, что коронная шестерня заблокирована гидронасосом, который не может подавать масло к «нейтральным» гидромоторам.

Бесступенчатая трансмиссия в сочетании с механической двухскоростной коробкой передач, которую можно переключать только при остановке трактора, обеспечивают два диапазона скоростей движения: рабочий – 0–32 км/ч и транспортный – 0–50 км/ч. Задний ход обеспечивается изменением угла наклона корпуса насоса в обратную сторону, что изменяет направление потока масла в системе.

Управление движением трактора осуществляется джойстиком (многофункциональным рычагом управления). Для трогания с места и набора скорости он передвигается вперед, и, чем дальше, тем быстрее движется трактор, для движения задним ходом (передвигается назад). Степень ускорения движения трактора (вперед или назад) может быть изменена с помощью переключателя, расположенного на левой стороне джойстика и имеющего четыре положения. Отклонение джойстика влево включает реверс трактора, при этом автоматически осуществляются замедление, остановка и ускорение в другом направлении. Соотношение между передней

и задней скоростями движения водитель может запрограммировать. Это позволяет сократить время, например, при разворотах и облегчает их выполнение.

Перемещением джойстика вправо включается темпомат – устройство, поддерживающее заданную скорость движения трактора. При этом обеспечивается один из двух режимов работы: с максимальной производительностью или с минимальным расходом топлива.

В кабине тракторов с правой стороны расположена автоматическая система управления *Variotronic*, объединяющая в едином блоке джойстик, терминал и панель управления, управляющая с помощью высвечивающегося меню, кнопок, клавиш и рукояток двигателем, трансмиссией, ВОМ, блокировкой дифференциалов, электромагнитными клапанами навесной гидросистемы.

Фирма *ZF Passau* приступила к производству вновь разработанной бесступенчатой трансмиссии *Eccot 5.0*, которая предназначена для мощных тракторов с шарнирно-сочлененной рамой (мощностью до 500 л. с). Она отличается плавным увеличением крутящего момента с падением частоты вращения вала двигателя, обеспечивая передачу полной мощности на наиболее экономичных режимах. Конструкция трансмиссии базируется на технических решениях, зарекомендовавших себя при выпуске модельного ряда *ZF-Eccot*. Передаваемая трансмиссией мощность разделяется на два потока. Часть ее передается через планетарный ряд типа *Eccot*, а другая часть – через обратимую гидрообъемную передачу.

К особенностям конструкции относятся: оптимизированный диапазон передач для движения назад, простой механизм подключения привода переднего моста посредством кулачковой муфты, устанавливаемая по заказу муфта привода ВОМ с встроенным тормозом и усиленный привод гидронасоса систем привода рабочих машин и рулевого управления. Ввиду преимущественного использования трансмиссии на тракторах рамной конструкции предусмотрена передача мощности от двигателя к мостам посредством карданных валов. Увеличенный скоростной диапазон трансмиссии позволяет развивать достаточно большой крутящий момент при трогании, и обеспечивает движение трактора со скоростями до 50 км/ч. При движении со скоростью 40 км/ч вал двигателя вращается с пониженной частотой. Электронная система управления трансмиссией устанавливается непосредственно на ее корпусе.

Концепция непрерывного изменяемой передачи над нагрузкой открывает возможность использования ее в тракторах мощностью до 85 кВт для достижения оптимальной эффективности.

Трактор *Fendt 300 Vario S4* мощностью от 110 до 138 л. с. оснащен двигателем *AGCO Power 4,4* л, с запасом крутящего момента до 55 %, что позволяет не только повысить производительность, но и существенно экономить на расходе горючего. Новая кабина *VisioPlus* обладает улучшенной обзорностью рабочей зоны. Соблюдены также требования к управлению и электронному оснащению сельскохозяйственной техники – в расширенной модификации *Profi* установлен терминал с диагональю 7 дюймов, предоставляющий больше возможностей для эксплуатации и регулировки. Несмотря на многофункциональность интегрированного терминала, в управлении он достаточно прост и эргономичен. Еще одной особенностью этой модели является полностью встроенный в полураму механизм передней навески. Кроме того, в конструкции переднего моста реализована новая функция – автоматическое включение/отключение блокировки дифференциала и полного привода, что делает трактор более производительным.

Серия тракторов *Fendt 1000 Vario* включает в себя четыре различные модели: *Fendt 1038 Vario* (380 л. с.), *Fendt 1042 Vario* (420 л. с.), *Fendt 1046 Vario* (460 л. с.) и топ-модель *Fendt 1050 Vario* мощностью 500 л. с.

Тракторы приводятся в действие шестицилиндровым двигателем фирмы *MAN* (объем 12,4 л), который соответствует нормам 4-й ступени по выхлопным газам. Двигатель быстро набирает обороты крутящего момента, поэтому трактор предназначен для работы с большими нагрузками. Максимальная скорость выпускаемых тракторов составляет 40, 50 и 60 км/ч. Для преобразования силы двигателя в силу тяги разработаны новые крупногабаритные шины. Благодаря интегрированной системе регулировки давления шин и гибкому распределению массы, силу тяги можно увеличить даже при сложных почвенных условиях.

При ширине колеи 1,5 м они предназначены для обработки рядковых культур, таких как свекла и кукуруза. Комплектуется устройством заднего хода, т. е. когда трактор едет по полю назад, сиденье оператора разворачивается на 180°, и водитель смотрит по направлению движения.

Кабина, оборудуется с целью повышения комфортабельности и улучшения климатических условий следующим образом:

- внутренняя обшивка выполнена из легко моющегося гладкого материала;
- приборная доска поворачивается вместе с рулем;
- боковые стекла и лобовое стекло обеспечивают большой обзор;
- установлены дополнительные полочки;
- ширина двери кабины увеличена на 85 мм;
- месторасположение смещенных нижних ступенек лестницы для подъема и спуска адаптировано к колесам;
- рабочие фары-прожекторы на крыше кабины обеспечивают яркое перекрестное освещение впереди трактора, что предотвращает создание тени;
- камера в передней части капота улучшает видимость передней части места навешивания;
- лобовое стекло оборудовано подогревом.

Бесступенчатая коробка передач *Vario* разработана с целью адаптации к более высокой мощности двигателя. Как и прежде, она работает гидравлически и механически, т. е. с разветвлением мощности, чем достигается очень высокий КПД. По данным производителя, благодаря прямому прогону от двигателя к редуктору вала отбора мощности на корме получается высокий КПД. Система менеджмента трактора *TMS* автоматически в зависимости от нагрузки регулирует скорость и число оборотов двигателя, что дает эффект быстрого достижения и постоянного удерживания заданной скорости. Кроме того, для ускорения имеется модуль *Kickdown* (когда водитель полностью вдавливая педаль акселератора, *Kickdown* понижает передачу в автоматической коробке передач, после чего машина быстро набирает скорость).

Каждое из передних колес имеет независимую подвеску, существует несколько систем, делающих передвижение более удобным и надежным.

На тракторе *Fendt 1000 Vario* установлена мощная гидравлика с двумя гидравлическими контурами кругооборота. Два независимых аксиально-поршневых насоса могут при необходимости обеспечить различное количество подаваемой жидкости и соответствующее давление в обоих контурах. Благодаря контролю за фильтрами, интервал технического обслуживания гидравличе-

ской системы составляет 2000 мото-ч, или 24 мес. Масло для коробки передач и гидравлическое масло находятся в разных баках, что предотвращает их смешивание. Адаптация к различным размерам колес осуществляется без применения инструментов путем регулировки высоты гидравлической нижней тяги штанги на корме.

Линейка современных тракторов компании Massey-Ferguson (MF) имеют широкий диапазон мощности от 60 до 130 л. с. Существует множество вариантов вспомогательного оборудования для новых тракторов с большим количеством спецификаций: основное внимание уделено прочности, экономичности и надежности. Тракторы почти на 90 % состоят из новых компонентов, прошли лабораторные и полевые испытания в течение более 36 тыс. ч в Африке, Азии, Европе и Америке.

Компания Claas внедряет новый модельный ряд тракторов ARION 400. Существовавший ранее модельный ряд тракторов ARION 400 был полностью переработан и расширен от трех до восьми моделей. Предшествующий модельный ряд включал в себя тракторы мощностью от 90 до 110 л. с. Новая линейка охватывает диапазон мощности от 90 до 139 л. с. Переработанная серия ARION 400 состоит из следующих моделей: ARION 410 (90 л. с.), 420 (98 л. с.), 430 (108 л. с.), 440 (117 л. с.), 450 (126 л. с.), 460 (139 л. с.).

Стандартная коробка передач с 16 скоростями вперед и 16 назад переключается под нагрузкой, и обеспечивает высокую скорость передвижения (до 40 км/ч). Трансмиссия оборудована четырьмя ступенями переключения, четырьмя гидравлически переключаемыми ходами, а также электрогидравлическим включением поворота. Доступны модели с автоматической коробкой передач. В зависимости от модели установлены две или три скорости вала отбора мощности. Также оборудуются и фронтальным валом отбора мощности. Трактора оборудуются гидросистемами с различными циклами циркуляции масла, а именно 60 или 98 л/мин. Данный вариант предусматривает для приборов управления установку насоса мощностью 57 л/мин, а для тракторного подъемника – 41 л/мин. При очень высоком расходе масла нажатием кнопки можно одновременно включить оба варианта подачи масла. В наличии имеются три механических или четыре электронных прибора управления гидравлической системой.

Выпускаются четыре варианта кабины: с высокой крышей и откидывающимся люком, с местом для лобового стекла, PANORAMIC с круговым обзором и панорамным стеклом площадью 2,41 м², с низкой крышей для работы в стойлах. Управление функциями коробки передач, гидравлики, а также числом оборотов двигателя осуществляется с помощью серийного multifunctional джойстика (рисунок 1.5).

С целью повышения комфортабельности новые тракторы могут оснащаться бортовым компьютером, который регулирует следующие функции:

- настройку включения коробки передач на повороте;
- время и количество электронных приборов управления гидравликой.

Компания *John Deere* выпускает стандартные и специальные тракторы.



Рисунок 1.5 – Органы управления тракторов серии 6R

Стандартные тракторы. Новые модели 6175R, 6195R и 6215R оборудованы шестицилиндровыми двигателями, выполняющими все требования относительно выхлопных газов ступени IV. Данные тракторы заменяют три существующие модели 6R, имеющие новую концепцию управления, двигатели которых выполняют только требования ступени III.

Основные отличия современных тракторов заключаются в следующем:

- мощность двигателя на 5 л. с. больше мощности предыдущих моделей (объем 6,8 л, мощность 175 и 215 л. с.);
- снижен расход дизельного топлива, так как применяется технология SCR;
- большая продолжительность технического обслуживания: интервал замены масляных фильтров, топливных фильтров, масляных фильтров двигателя увеличен с 500 до 750 мото-ч;
- улучшена маневренность;
- улучшены условия работы водителя;
- стандартная коробка передач с четырехкратным включением под нагрузкой;
- бесступенчатая коробка передач;
- новая коробка передач с двойным сцеплением и автоматической настройкой в соответствии с условиями эксплуатации.

Специальные тракторы для садоводства и виноградарства. Тракторы серии 5GF, 5GN и 5GV специально разработаны для садоводства, виноградарства и других подобных областей эксплуатации, где требуется узкая колея. Несмотря на особенности конструкции, тракторы очень комфортабельны, обладают большой мощностью двигателя, гидравлической мощностью и маневренностью.

Выпускаются с открытой платформой для оператора или заново оформленной просторной кабиной, имеющей хороший обзор и большой выбор вариантов коробок передач, валов отбора мощности и опций гидравлики.

Компания John Deere представила новую серию тракторов 9R/9RT с более производительной гидравлической системой и большим запасом мощности по сравнению с аналогичными тракторами. Тракторы адаптированы для работы на холмистой местности и в суровых условиях. В новую серию входят три гусеничные модели (рисунок 1.6) и пять колесных тракторов, оборудованных новыми приборами освещения премиум-класса, позволяющими комфортно работать по ночам.



Рисунок 1.6 – Трактор John Deere серии 9RT



Рисунок 1.7 – Кабина CommandView II с сиденьем ActiveSeat

Серия 9R/9RT создана на основе доказавшей свою надежность серии 9000, и имеет следующие характеристики:

- максимальная мощность – 451–616 л. с. (97/68 EC);
- просторная, тихая, комфортная кабина (рисунок 1.7);
- эргономичные органы управления панели Command ARM;
- эксклюзивное сиденье John Deere ActiveSeat (с подвеской AirCushion на гусеничных моделях);
- повышенная производительность гидравлической системы;
- оптимизированная трансмиссия PowerShift с новым поколением автоматического привода с системой управления эффективностью Efficiency Manager (рисунок 1.8);
- – повышенная грузоподъемность навески до 9072 кг;
- – трехточечная навеска при выборе шин группы 48;
- – простое сервисное обслуживание благодаря легкому доступу ко всем сервисным точкам.



Рисунок 1.8 – Управление трансмиссия Power Shift с 18 передачами переднего и 6 передачами заднего хода

Компания *New Holland* выпустила новый специализированный трактор ТЗФ (рисунок 1.9) обладает повышенными эксплуатационными качествами в работе, и удовлетворяет требованиям садоводов, сочетая высокотехническое специальное оборудование и способность быстро и легко передвигаться в узких местах или под низкими навесами.



Рисунок 1.9 – Трактор New Holland Agriculture ТЗФ

Серия тракторов New Holland ТЗФ предназначена для нужд малых и средних садовых хозяйств, и виноградников, где требуются мощные, но компактные машины, универсальные, обладающие отличными характеристиками в диапазоне мощности от 36,8 до 53 кВт (от 50 до 72 л. с.).

Несмотря на чрезвычайную компактность, четыре модели серии Т3F обладают достаточной мощностью для интенсивного садоводства. Они оснащены трехцилиндровым двигателем FPT Industrial S8000 с турбокомпрессором и последующим охлаждением, мощность которого позволяет выполнять разнообразные специальные операции. Технология двигателя отвечает стандарту Tier 3 по низким выбросам, уровню шума и вибрации и максимальной эффективности топлива. Крутящий момент увеличился на 34 %, и достиг 295 Нм, что дает дополнительные преимущества в эксплуатации.

Легковесные тракторы серии Т3F свободно передвигаются между рядами благодаря очень узкому корпусу, размер которого равен всего 135 см в самом широком месте. Это дает возможность водителю без усилий маневрировать среди посадок, не повреждая и не пропуская ценный урожай, машина также идеально подходит для опрыскивания, культивации и перевозки по дорогам. Трактор легко выполняет крутые повороты, благодаря короткой колесной базе (186 см) и малому радиусу разворота (3,4 м). Раму ROPS можно полностью сложить для увеличения обзора и облегчения доступа в места с ограничением по высоте.

Работу гидросистемы обеспечивают два гидравлических насоса с общим постоянным расходом 84 л/мин: насос с расходом 52 л/мин отвечает за работу трех дистанционных клапанов и тормозов прицепа и обеспечивает большую эффективность торможения даже при транспортировке полностью нагруженного прицепа, а сервисный насос гидроусилителя руля производительностью 32 л/мин работает по требованию.

Грузоподъемность серии Т3F достигает 2277 кг. Все тракторы линейки оборудованы запатентованной и апробированной системой управления задним соединением Lift-O-Matic™, которая позволяет оператору поднимать, и опускать задние навески в заданное положение всего одним органом управления. Скорость опускания навески не зависит от ее массы, поэтому даже из положения максимального подъема навеска возвращается в работу мягко и плавно.

На тракторы Т3F можно устанавливать различные высокопроизводительные трансмиссии, которые удовлетворяют любым рабочим потребностям. Стандартная трансмиссия 12 × 12 Synchro Shuttle™ обеспечивает высокую эффективность работы, а скоростная опция позволяет развивать скорость до 40 км/ч там, где требуется.

Опция 20 × 20 Synchro Shuttle™ creeper может обеспечить низкую скорость (100 м/ч), что идеально подходит для специальных операций и ручной высадки.

Тракторы серии ТЗР отличает повышенная комфортность и долговечность. Подвески сидения гасят шум и вибрацию, обеспечивая идеальный комфорт и эргономику рабочего места оператора. Регулируемое сиденье обеспечивает неограниченный обзор. Органы управления просты, удобно расположены и сгруппированы так, чтобы не возникало усталости даже при длительной работе.

К основным преимуществам тракторов «Кировец» серии К-744Р (рисунок 1.10) относятся высокая производительность, отличная проходимость и маневренность, простота и надежность конструкции, ремонтпригодность, работа в комплексе со всевозможными как традиционными, так и современными широкозахватными комплексными почвообрабатывающими и посевными орудиями и машинами.



Рисунок 1.10 – Трактор «Кировец» серии К-744Р

В ходе модернизации трактора конструкторы завода сохранили характеристики, которые ценятся как в России, так и за рубежом:

- надежные неприхотливые отечественные двигатели ЯМЗ, ТМЗ мощностью от 300 до 420 л. с.;
- современные экономичные иностранные двигатели Mercedes Benz, Cummins мощностью от 306 до 428 л. с.;

- мощный гидронасос производительностью 180 л/мин и современный гидрораспределитель с пятью регулируемыми секциями, обеспечивающие агрегатирование со всеми современными орудиями;
- надежная трансмиссия собственного производства с переключением передач без остановки;
- мощная универсальная задняя трехточечная навеска;
- вместительный топливный бак, позволяющий работать в сезон без потерь времени на дозаправку;
- система сдвигания колес, обеспечивающая низкое давление на почву и увеличенную тягу в поле.

Заводу не только удалось сохранить высочайшие показатели производительности и эффективности, но и добавить целый спектр новых функций. Обновленная серия дополнена новыми характеристиками:

- меньшее количество деталей гидравлической системы и гидравлических соединений, новое всесезонное масло повышают надежность и позволяют работать при сверхнизких температурах (до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- воздухоочиститель новой конструкции с циклоном и радиаторы на К-744Р3 и К-744Р4 с увеличенной водяной секцией и системой откидывания масляной секции обеспечивают более простое обслуживание и надежную работу двигателя;
- уникальная сельхознавеска новой еще более универсальной конструкции подходит к отечественным и импортным орудиям как третьей, так и четвертой категории;
- новая опция EHR – электрогидравлическая система позиционирования сельхозорудий обеспечивает полноценную работу с оборотными плугами и другими навесными и полунавесными орудиями, не имеющими регулировочных опорных колес;
- в базовой комплектации тракторов проведена подготовка под установку систем ГЛОНАСС-мониторинга, обеспечивающих сбор и хранение более чем 15 параметров работы трактора;
- изменена внешняя облицовка трактора, которая сохраняет яркость и насыщенность окраски весь срок эксплуатации и не подвержена коррозии;
- комфортная кабина – улучшены шумо- и виброизоляция, имеются кондиционер-отопитель, защита от солнечного света.

Для поддержания парка тракторов «Кировец» в полной технической готовности региональные сервисные центры обеспечены необходимым оборудованием, запчастями; специалисты ежегодно проходят на заводе обучение и аттестацию.

Трактор Terrion АТМ 7360 ЗАО «Агротехмаш» разработан по заданию Минпромторга России совместно с немецким конструкторским бюро (рисунок 1.11). Обладает повышенной мощностью, и сочетает в себе передовые технологии ведущих заводоизготовителей тракторных комплектующих и узлов.



Рисунок 1.11 – Трактор Terrion АТМ 7360

Бесступенчатая коробка передач (CVT) фирмы ZF (Германия) и легкость управления машиной делают работу с широкозахватными орудиями экономичной и продуктивной. Интеллектуальная система трансмиссии анализирует нагрузку трактора, рабочую скорость и многие другие параметры и подбирает такое передаточное соотношение, которое обеспечивает требуемое тяговое усилие при минимальных оборотах и, соответственно, минимальный расход топлива.

Универсальность трактора Terrion АТМ 4200 получила подтверждение широким спектром работ, на которых он применяется, в различных регионах (рисунок 1.12). Не только в сельском хозяйстве, но и в лесной и дорожно-строительной отраслях оценили возможности трактора, позволяющие в зависимости от сезона и выполняемой работы комплектовать его различными агрегатами.

Полный контроль работы орудий и окружающей обстановки механизатор сохраняет не только днем, но и ночью благодаря большому количеству рабочих фар на кабине трактора, а комфортное сиденье на пневмоподвеске снижает утомляемость оператора.



Рисунок 1.12 – Трактор Terrion ATM 4200

Максимальная базовая комплектация дает возможность агрегатирования трактора без установки дополнительных опций с большинством существующих орудий и рассчитана даже на перспективные модели.

Компания «Ростсельмаш» осуществляет сборку тракторов Versatile полноприводные тракторы мощностью 100 л. с. – Versatile D 100 оснащены 6-цилиндровым дизельным двигателем производства фирмы Ford, и Versatile G 100 оснащены бензиновым мотором 318 V8 компании Chrysler. Производство постоянно обновляется, и сегодня выпускается четыре серии (ROW CROP, 2000, ННТ, DT) и 16 моделей машин тяговых классов 3–6. Последняя серия – гусеничные тракторы DeltaTrack с дельтовидными траками и мощностью 425 л. с.

Компоновка машин со срединным расположением топливных баков позволяет осуществить оптимальную развесовку по осям, не зависящую от количества топлива в каждый момент времени.

Серия *ROW CROP*. ROW CROP – тракторы с классической рамой (рисунок 1.13). Первые машины серии (для работы на пропашных культурах) с гидромеханической комиссией и примененным прямым отбором мощности были запущены в производство

еще в 1970-е гг. Благодаря широкому диапазону мощности эти тракторы можно использовать небольшие фермерские, так и средние агротехнические хозяйства. Они давно перестали быть только сельскохозяйственными тракторами, так как при агрегатировании дополнительными орудиями выступают в качестве погрузчиков, снегоуборочной и транспортной техники и др.



Рисунок 1.13 – Трактор 305 серии ROW CROP

Серия 2000. Шарнирно-сочлененные тракторы Versatile 2000 – высокопроизводительные надежные машины, которые подойдут средним и крупным хозяйствам. Они способны обрабатывать большие площади при любых технологиях земледелия – традиционных или ресурсосберегающих (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 – Трактор 2375 серии 2000

Серия ННТ. Эта линейка шарнирно-сочлененных полноприводных энергонасыщенных тракторов идеальна для крупных хозяйств и агрохолдингов (рисунок 1.15). Машина серии ННТ в 2010 г. вошла в Книгу рекордов Гиннеса, обработав за сутки на дисковании почвы 417 га.



Рисунок 1.15 – Трактор 435 серии ННТ

Серия Delta Track. Серия энергонасыщенных гусеничных тракторов с шарнирно-сочлененной рамой Versatile Delta Track с четырьмя дельтовидными траками способна удовлетворить не только любого хозяйственника, но и экологов. Такие машины обеспечивают высокую производительность, демонстрируют непревзойденную проходимость и при этом значительно меньше, чем колесная техника, уплотняют грунт (рисунок 1.16). Результатом совместной работы инженеров компаний Versatile и Camoplast (производители траков) стало оригинальное решение – изменяемая площадь контакта трака с грунтом, а по своему функционалу машины серии ДТ идут наравне с колесными аналогами.

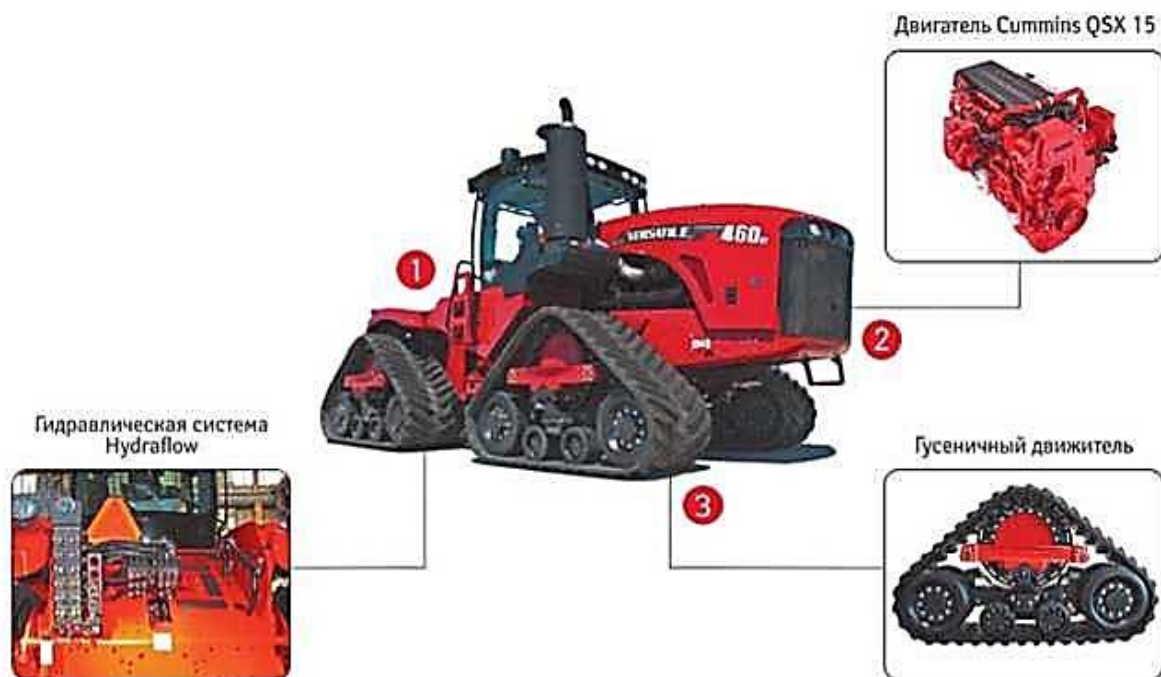


Рисунок 1.16 – Трактор серии Delta Track

Гидравлическая система (Closed Center Load Sensing Hydraulic System), оснащенная сенсорами нагрузки, обеспечивает регулировку и подачу давления по необходимости. Электронное управление гидравликой позволяет управлять операциями подъема, опускания, плавающего режима, нейтрального положения и программируемыми по времени самоцентрирующимися фиксаторами. Органы управления гидравлической системой обеспечивают точную регулировку потока от 0 до 208 л/мин (2100 мин^{-1}). Устанавливаемая опционально система HydraFlow®Plus увеличивает мощность потока до 284 л/мин.

Система привода разработана при сотрудничестве с Camoplast, и является самым передовым шасси в промышленности. В тракторах серии DeltaTrack используются системы, снижающие износ гусеничного хода, за счет уменьшения трения и нагревания. На тракторы Versatile серии 4WD устанавливается тягосцепное устройство маятникового типа, предназначенное для агрегатирования прицепных машин. Двухскоростной ВОМ позволяет выполнять различные операции.



Рисунок 1.17 – Трактор «Агромаш 85ТК»

Концерн «Тракторные заводы» («Агромаш»). Универсальный колесный трактор «Агромаш 85ТК» тягового класса 1,4 с колесной формулой 4×4 (рисунок 1.17). Мощность двигателя 85 л. с. В агрегате с навесным и прицепным оборудованием предназначен для выполнения комплекса работ в растениеводстве и животноводстве, а также погрузочно-разгрузочных, транспортных и уборочных работ в дорожной, строительной и коммунальной сферах.

Современный дизайн кабины, эргономичное расположение органов управления обеспечивают комфортные условия работы оператора. Трактор имеет синхронизированную коробку передач, а также передний мост балочного типа и оптимальную развесовку по осям (40 % – на переднюю ось, 60 % – на заднюю), что позволяет получить высокие тяговые характеристики. «АГРОМАШ-Руслан» – универсальный гусеничный трактор тягового класса 6,0 (рисунок 1.18). Мощность двигателя 340 л. с. Наиболее эффективен при выполнении работ по основной и ранневесенней обработкам почвы, на посеве сельскохозяйственных культур, при выполнении других работ.



Рисунок 1.18 – Трактор гусеничный «АГРОМАШ–Руслан»

Индивидуальная торсионная подвеска опорных катков в сочетании с резиноармированными гусеницами обеспечивает комфортные условия труда оператора на любых грунтах и асфальте. «Беларус 2022.3/2022В.3» предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ общего назначения, основной и предпосевной обработки почвы, посева в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, уборочных работ в составе высокопроизводительных уборочных комплексов, транспортных и погрузочно-разгрузочных работ (рисунок 1.19). Особенности: по выбросам вредных веществ трактор соответствует Tier II, реверсивный пост управления (2022В.3), кондиционер, комплект для сдваивания задних колес. Комплектация по заказу: передний ВОМ, переднее навесное устройство, быстросоединяемые разрывные муфты, дополнительный топливный бак вместимостью 100 л, дополнительное сиденье, балласт передний общей массой до 1200 кг.



Рисунок 1.19 – Трактор «Беларус 2022.3/2022В.3»

Трактор «Беларус 3022.1/3022ДЦ.1» предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ общего назначения, основной и предпосевной обработки почвы, посева в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, уборочных работ в составе высокопроизводительных уборочных комплексов, транспортных и погрузочно-разгрузочных работ (рисунок 1.20).



Рисунок 1.20 – Трактор «Беларус 3022.1/3022ДЦ.1»

Отличительные особенности: по выбросам вредных веществ соответствует Tier II, гидронавесная система с электроуправляемым распределителем EHS и HER-5 управления навесного устройства (ПНУ), передний вал отбора мощности (ВОМ), комплект для сдвигания задних колес, кондиционер в стандартной комплектации.

Комплектация по заказу: комплект для сдвигания передних колес, балласт передний общей массой до 1350 кг, сиденье с пневмо-подпрессориванием, гидросистема с пятью парами независимых выводов.

Фирма *Kubota* выпускает для европейского рынка, сельхозмашины и новые мини-тракторы (мощность от 20 до 40 л. с.). Техническое оснащение отвечает всем современным требованиям.

По данным производителя, новые мини-тракторы отличаются следующими характеристиками: малые габариты, удобные просторные кабины, разнообразное гидравлическое оборудование, двигатели с большим объемом цилиндров, гидростатическая коробка передач с тремя ступенями, транспортная скорость до 34 км/ч, передний мост, обеспечивающий маленький угол разворота, три независимых вала отбора мощности, до шести гидравлических контуров управления.

Три новых модели М7 (рисунок 1.21) оборудованы четырехцилиндровым двигателем *Kubota* (объем цилиндра – 6,1 л, диапазон мощности 130, 150 и 170 л. с.). Агрегат соответствует всем требованиям, предъявляемым к выхлопным газам ступени IV.

Коробку передач поставляет фирма *ZF*, среди поставляемых вариантов есть и модель с бесступенчатой коробкой передач.



Рисунок 1.21 – Новый трактор Kubota M7



Рисунок 1.22 – Центральная панель управления тракторов Kubota M7

Кабина трактора фирмы *Kubota* оборудована новым многофункциональным подлокотником для управления трактором (рисунок 1.22). К нему прилагаются две опции монитора 7 или 12 дюймов. У предлагаемых моделей тракторов – Standart, Premium, Premium K-VT различные коробки передач и системы гидравлики. Например, трактор Premium K-VT оборудован бесступенчатой коробкой передач с двумя автоматически изменяющимися скоростями фирмы ZF.

Электрификация приводов орудий. В будущем ожидается рост числа машинно-тракторных агрегатов с электрическим приводом. В последние годы имеет место устойчивый тренд по росту числа разработок машинно-тракторных агрегатов с электрическим приводом. Это обусловлено их следующими значительными преимуществами:

- увеличение КПД до 85 % и более (максимальный КПД у гидростатического привода не выше 60 %);
- хорошие регулировка и управляемость системами и орудиями агрегата;
- с охранение высокого КПД при частичной загрузке;
- простота передачи мощности;
- высокая надежность.

В частности, разработан трактор с четырьмя ведущими колесами, с электрическим отдельным приводом каждого колеса и гидропневматической отдельной подвеской колес, а также электрическими интерфейсами для обеспечения навесных орудий электроэнергией вовремя движения.

Фирма John Deere впервые применила в системе электрооборудования двух тракторов серии 7030 E-Premium генератор переменного тока мощностью 20 кВт (на отечественных тракторах устанавливаются генераторы мощностью 0,4–1 кВт) и напряжением 12 В. Привод генератора осуществляется от коленчатого вала двигателя, к которому он прифланцован. Эта мощность используется для привода вентилятора системы охлаждения, питания компрессора, водяного насоса и другого электрооборудования. Трактор может использоваться как электрогенератор для питания внешних потребителей тока через розетку напряжением 230 В или розетку трехфазного тока напряжением 230/400 В (мощность 5 кВт). Такая электрическая цепь закладывает основу для внедрения электроприводов на агрегатируемых орудиях.

Совершенствование двигателей, топливной аппаратуры, систем фильтрации и впуска воздуха. За последние годы резко возросли требования потребителей к двигателям на соответствие их показателям Евро-1, Евро-2 и Евро-3 в части токсичности, снижения уровня шума, повышения долговечности. Эти характеристики должны подтверждаться соответствующими сертификатами. В настоящее время ведутся работы по Евро-4.

Основными тенденциями развития двигателей являются:

- дальнейшее повышение мощности, которая достигла на тракторах 479 кВт (650 л. с.), а на самоходных кормоуборочных комбайнах – 735 кВт (1000 л. с.);
- повышение экономичности работы двигателей;
- уменьшение угара масла до 0,2 % от расхода топлива на номинальной мощности;
- снижение шумности путем внедрения вихревых камер, камер в поршне;
- внедрение турбонаддува, в том числе с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха;
- повышение долговечности двигателей путем применения более жесткого блока цилиндров, переноса распределительного вала вверх, на головку блока или в его верхнюю часть, применения гидротолкателей, повышения жесткости нижней головки шатуна, увеличения диаметра шеек коленчатого вала, применения новых материалов для изготовления поршня, нирезистовых вставок, переноса канавки поршневого кольца максимально вверх, напыления поршня, охлаждения поршня маслом из магистральной;
- применение термостатов и автоматического включения вентилятора и поворота его лопастей;
- внедрение третьего опорного пояса гильзы цилиндров;
- внедрение электронного управления подачей топлива на тракторах, в частности фирм John Deere, New Holland, Fendt, Valtra, AGCO, McCormick и др.;
- внедрение современной системы впрыска топлива с электронным управлением моментом впрыска.

Заметна тенденция увеличения использования тракторов с шестицилиндровыми двигателями, которые устанавливаются на все тракторы мощностью 74 кВт (100 л. с.) и более.

Наблюдается заметное снижение удельного расхода топлива (фирмы рекламируют удельный расход до 193–204 г/кВт·ч (142–150 г/э. л. с·ч) на экономичном режиме и масла на угар. Эти показатели у зарубежных двигателей достигаются благодаря следующему:

- совершенствованию процесса сгорания (увеличение давления впрыска до 1500–2500 атм.; пяти-, семидырчатые распылители) и появлению новых камер сгорания двигателей;

- применению усовершенствованных турбокомпрессоров и промежуточного охлаждения воздуха;
- улучшению теплового режима двигателей (автоматическое отключение вентиляторов при снижении температуры охлаждающей жидкости, что обеспечивает сокращение расхода топлива до 12 %);
- увеличению срока смены масла до 500 мото-ч.

Поршни ведущих фирм на двигателях новых моделей имеют нирезистовые вставки у верхнего кольца. Для изготовления крыльчаток вентиляторов двигателей, топливопроводов и ряда деталей топливной аппаратуры, воздушных и масляных фильтров широко используются пластмассы. При изготовлении деталей цилиндропоршневой группы и других деталей двигателей внедряются новые технологии, в частности изготовление разъема большой головки шатуна методом разрыва.

Повышены надежность и долговечность двигателей (некоторые фирмы называют моторесурс до 1520 тыс. мото-ч и среднюю наработку на отказ более 1000 ч).

Дальнейшее повышение эффективности использования машинно-тракторного агрегата достигается благодаря повышению крутящего момента двигателя. Эксплуатационный режим от максимальной мощности до максимального крутящего момента находится в диапазоне частоты вращения коленчатого вала 2200–1300 мин при постоянном удельном расходе топлива. Запас крутящего момента у большинства двигателей составляет 34–52 %: тракторов серии 6920 фирмы John Deere – 34–40 %, серии 8030 – 40, серии MT 700 фирмы Challenger – 52 %.

Новая система впрыска Dynatorque у двигателей фирмы Massey Ferguson значительно повышает запас крутящего момента в диапазоне частот вращения 1800–2200 мин, чем обеспечивается постоянная мощность.

В последнее время получают все большее распространение системы электронного управления впрыском топлива с механическим и гидравлическим приводами. Электронный блок управления направляет сигналы на форсунки с регулируемой подачей, управляя таким образом частотой вращения и мощностью двигателя. Такая система обеспечивает большой запас крутящего момента, цикловую подачу для запуска при низких температурах, сокращение

минимальных оборотов холостого хода и равномерность подачи при минимальных оборотах, уменьшение дымности выхлопа, автоматическую компенсацию подачи топлива при изменении высоты над уровнем моря и температуры окружающей среды.

Для повышения коэффициента наполнения, следовательно, мощности и сокращения расхода топлива, токсичности выхлопа на отдельных двигателях на один цилиндр устанавливают три или четыре клапана.

На тракторных двигателях более широкое применение получают турбонагнетатели с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха. На отдельных тракторах внедрен настроенный всасывающий трубопровод, что обеспечивает увеличение коэффициента наполнения, повышение экономичности, снижение токсичности выхлопных газов.

Одна из наиболее современных электронных систем впрыска топлива – Common Rail, обеспечивающая подачу топлива и впрыск его под высоким давлением форсункой, управляемой электроникой, в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Электронная система управляет форсункой с периодичностью в микросекунды на любом режиме работы двигателя. Система впрыска включает в себя трубопровод подачи топлива низкого давления, насос высокого давления, аккумулятор высокого давления (Common Rail), форсунку, систему подачи высокого давления.

Электронная система управления впрыском топлива под высоким давлением Common Rail на двигателях тракторов серии 8030 фирмы John Deere обеспечивает дополнительную мощность и резкий рост крутящего момента, особенно на пониженных частотах вращения. На тракторах John Deere серий 6020, 7030 и 8030 двигатели установлены на сайлентблоках, что уменьшает воздействие вибрации на остов.

Одно из основных условий представления новой модели трактора – новая модификация двигателя. В разработке их наблюдаются три тенденции: стремление в целом к повышению максимальной агрегатной мощности, увеличение количества моделей выпускаемых двигателей на основе базовой модели, комплектация тракторов существующими моделями двигателей, удовлетворяющими нормам по токсичности отработавших газов и одновременно подготовка новых модификаций двигателя, обладающих лучшими

мощностными и экономическими показателями и соответствующими нормам Евро-3. Например, фирма John Deere производит двигатели в шести странах мира – США, Аргентине, Мексике, Австралии, Франции, Гонконге. На основных производствах John Deere – Power System в Waterloo (США) и Saran (Франция) – фирма модернизирует существующие, и создает новые модели, которыми оснащаются тракторы как собственные, так и других фирм.

Некоторые характерные направления работы фирмы по совершенствованию двигателей видны на примере шестицилиндрового двигателя Power Tech Plus (рисунок 1.23), который применяется на тракторах серии 8R и выше в различных модификациях двигателей Power Tech фирмы John Deere (объем – 9 л, номинальная мощность двигателя на моделях 8445R – 345 л. с., максимальная – до 378 л. с.).



Рисунок 1.23 – Двигатель Power TechPlus

Несмотря на высокую мощность и большой запас крутящего момента двигателя Power Tech (9 л), расход топлива остается низким по следующим причинам:

– двигатель имеет четыре клапана на цилиндр, что обеспечивает высокие эффективность и мощность двигателя для обеспечения максимальной производительности;

- турбокомпрессор с изменяемой геометрией и системой впрыска высокого давления Common Rail (HR CR) создает условия для хорошей адаптации двигателя к изменениям нагрузки при высоком крутящем моменте на низкой скорости;
- высокопроизводительная система охлаждения VariCool с промежуточным охладителем – самодегазационный электронный топливный насос – снижает время простоев.



Рисунок 1.24 – Двигатель Power Tech (13 л)

Высокую эффективность показывает и двигатель Power Tech (13 л) в стандарте Stage II, обеспечивающий номинальную мощность 560 л. с., максимальную – 616 л. с. (рисунок 1.24).



Рисунок 1.25 – Двигатель с четырьмя клапанами на цилиндр в системе газораспределения

Для удовлетворения требований Евро-4 на токсичность фирма разработала, и устанавливает на свои тракторы (серия 7030) двигатели с четырьмя клапанами на цилиндр (рисунок 1.25).

При прочих равных условиях это позволит увеличить наполнение цилиндров на 22 %, повысить запас крутящего момента до 40 % со смещением его максимума в зону низких частот вращения 1200–1300 мин⁻¹.

На двигателе 6,8 л вводятся также специальные каналы для охлаждения верхней части гильзы цилиндра. Это позволяет понизить температуру верхней части гильзы на 55 °С (на двигателях рабочих объемов 8,1 и 12,5 л дополнительное охлаждение гильзы понижает ее температуру на 72 °С)

На двигателе также устанавливается аккумуляторная система впрыска Common Rail (давление 1350–1600 бар в зависимости от модели) с электронным управлением. Использование ее позволяет ввести двухстадийный впрыск топлива, а на режимах холодного пуска – многостадийную подачу топлива, что снижает жесткость работы, улучшает полноту сгорания, и облегчает условия холодного пуска.

На модели серий 7730 и 7930 установлены двигатели номинальной мощностью соответственно 138 и 160 кВт, хотя полный комплекс рассмотренных мер позволил компании создать еще две новые модификации мощностью 206 и 225 кВт (т. е. достичь форсирования 30,15 кВт/л (41 л. с/л).

При разработке новых двигателей по-прежнему много внимания уделяется уменьшению металлоемкости двигателей и повышению жесткости конструкций для более равномерного распределения механических и термических напряжений, что позволяет увеличить ресурс двигателя. Усиливаются внешние и внутренние ребра блока цилиндров, применяется литье блока под давлением, некоторые модели предполагают изменение фиксации гильзы цилиндров с верхнего пояса на его положение в середине гильзы. Предлагается отказаться в конструкции двигателя от гильз цилиндров и формировать зеркало цилиндра непосредственно в расточках блока цилиндров. Актуальным является струйное охлаждение днища поршня цилиндра маслом.

Для удовлетворения жестких требований Евро-4 фирма *Deere Power Systems* разработала дополнительный комплекс мероприятий, внедренных ранее: дальнейшее повышение давления впрыскивания до 1600–1800 бар; оптимизация формы камеры сгорания для улучшения смесеобразования, полноты сгорания топлива, снижения дымности; установка новых втулок клапанов и поршневых колец для уменьшения потребления масла на угар; установка турбокомпрессоров с изменяемой геометрией направляющего аппарата турбины для уменьшения дымности отработавших газов, особенно на режимах разгона двигателя; внедрение рециркуляции этих газов – перепуск до 12 % газов от турбины во впускной трубопровод с предварительным понижением их температуры в теплообменниках жидкостью из системы охлаждения. Для автоматического управления новым двигателем потребовался новый компьютер. По данным фирмы, он имеет в 2 раза больший объем памяти и в 5 раз большую мощность, чем прежний.

Фирма *Deere Power Systems* представила примеры конструктивных решений и образцы двигателей для тракторов серий 8R и 9R/RT, удовлетворяющих требованиям Евро-4. Аналогичные решения используются на двигателях рабочим объемом 9 и 13,5 л, устанавливаемых на тракторах серий 8R и 9R/RT. На двигателе 13,5 л в базовом варианте используются насосы-форсунки с механическим приводом от общего кулачкового вала и электронным управлением впрыскивания. На более мощной модели с рабочим объемом 13,5 л сохранилась разрезная конструкция поршня, имеющая отдельно головку поршня с кольцами и направляющую часть – юбку, соединяемые между собой поршневым пальцем (рисунк 1.26). Это обеспечивает сочетание хорошего уплотнения камеры сгорания и сокращения потерь на трение.



Рисунок 1.26 – Поршень двигателей John Deere



Рисунок 1.27 – Вентилятор с поворачивающимися лопастями фирмы Hagele

Интересным является конструктивное решение нижней головки шатуна. Постель шатунных вкладышей обрабатывается в цельном шатуне, затем его нижняя головка «разрывается» в узком сечении, что обеспечивает единственно возможное положение крышки относительно шатуна, а значит, неизменность геометрии подшипника, сокращение механических потерь. Степень сжатия для двигателей рабочим объемом 13,5 л претерпела определенную эволюцию: в исходном варианте она составляла 17, затем была понижена до 16 для уменьшения тепловой напряженности и удовлетворения норм на токсичность по окислам азота. На последних моделях она вновь восстановлена до 17, за исключением мод. 9620, где степень сжатия составляет 14,8.

Фирма *Hagele* предлагает вентилятор системы охлаждения с поворачивающимися лопастями (рисунок 1.27). В зависимости от потребности в охлаждении двигателя они могут устанавливаться в любой промежуточной позиции. Это обеспечивается благодаря цепи автоматического регулирования, интегрированной в регулирующий механизм. В отличие от вентиляторов с вязкостной муфтой здесь не происходит буксования, поглощающего мощность. Кроме того, установленные на концах лопастей гибкие наконечники имеют небольшие припуски, которые во время работы притираются в передней части к воздушной решетке. В результате предотвра-

ется рециркуляция воздуха, и повышается эффективность. За счет поворота лопастей вентилятора и изменения направления потока воздуха можно также осуществлять чистку радиатора.

Также ведется расширение производства гусеничных тракторов, это объясняется ужесточением требований к сохранению плодородного слоя почвы, так как гусеничные движители меньше уплотняют, и разрушают ее структуру, чем колесные. Кроме того, гусеничный трактор дает возможность более раннего и позднего (по срокам) проведения сельскохозяйственных работ. Широкому распространению гусеничных машин способствуют укрупнение земельных наделов и расширение контрактной системы ведения сельскохозяйственного производства в США и ряде стран Америки и Европы. Требование повышения мощности тракторов обострило проблему сцепления колес с почвой. Для реализации тяговой мощности решено применять гусеничные движители. Действительно, при мощности более 147 кВт затрудняется ее передача в полном объеме с помощью пневматических колес. Сдвигание колес обеспечивает двукратное увеличение контакта с почвой, соответственно, снижая удельное давление и уплотнение подпахотного слоя. Однако установка сдвоенных колес значительно увеличивает ширину трактора, и затрудняет его перемещение, что важно в условиях Западной Европы с мелкоконтурной структурой полей и развитой сетью асфальтированных и бетонированных дорог.

Гусеничный трактор имеет значительно большую площадь контакта, которая обеспечивается без увеличения ширины машины. Поэтому требования современного сельскохозяйственного производства по применению высокопроизводительных, сверхмощных тракторов могут быть обеспечены только при условии использования резиноармированных гусениц.

По сравнению с колесными тракторами аналогичной мощности гусеничная версия имеет меньшие габариты, массу, улучшенное сцепление с почвой, следовательно, большие тяговую мощность и КПД. Как показывает коммерческий анализ, гусеничный трактор особенно интересен для аграриев в диапазоне высоких мощностей.

В «битву гигантов» за рынок гусеничных тракторов включились фирмы John Deere, Case IH, New Holland, Same, Universal, Zetor, «Беларусь» и др.

В предстоящие годы конструкторы тракторов сконцентрируют внимание на таких аспектах как:

- соблюдение норм по выхлопным газам Stage 5;
- повышение производительности всего транспортного средства, т. е. не только двигателя, но и КПД всех функций, приводимых в действие трактором;
- дальнейшая разработка и оптимизация взаимодействия тракторов с агрегатами, а также продолжение разработок приводов для узлов трактора и машин.

Контрольные вопросы

1. Основные направления совершенствования сельскохозяйственной техники.
2. Основные направления совершенствования конструкций и систем тракторов.
3. С какой целью производители увеличили мощность электрической сети выпускаемых тракторов?
4. Как удалось понизить уровень вибрации на рабочем месте тракториста?
5. Особенности объемной гидромеханической трансмиссии (ОГМТ) – Vario.
6. В чем заключается принцип работы бесступенчатой трансмиссии Vario (рисунок 1.2).

Лекция 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ

Анализ развития ресурсосберегающих почвообрабатывающих технологий и техники свидетельствует, что преобладающим способом обработки почвы остается механический с учетом многообразия состояния почв, наличия равнинного, склонового и контурного земледелия, возможности борьбы с ветровой и водной эрозией, осуществления почво-, влаго- и энергосбережения. Внедрение технологий сберегающего земледелия способствует сокращению затрат труда и энергоносителей, восстановлению структуры, состава и биологического многообразия почв, сведению к минимуму загрязнения окружающей среды.

Анализ почвозащитных систем обработки почв позволяет выделить наиболее распространенные.

Минимальная нулевая обработка (no tillage) предусматривает в течение вегетационного периода лишь один контакт почвообрабатывающих орудий с почвой – во время посева. Посев производится, как правило, в узкие бороздки шириной 2,5–7,5 см одновременно с одной или несколькими дополнительными операциями. Для борьбы с сорняками интенсивно используются гербициды. При нулевой системе обработки экономия топлива может достигать 70–80 %.

Гребневая обработка (ridge tillage). В этом случае почва не обрабатывается до посева. Одновременно с посевом 1/3 поверхности почвы обрабатывается стрельчатыми лапами или очистителями рядков, формирующими гребни. Посев проводится в гребни высотой 10–15 см. Для борьбы с сорняками применяются гербициды в сочетании с культивацией.

Полосная обработка (strip tillage). Как и в случае гребневой обработки, при полосной обрабатывается около 30 % поверхности почвы фрезерными, дисковыми рабочими органами или пассивными рыхлителями. Как правило, эта операция совмещается с посевом. Сорняки уничтожаются гербицидами в сочетании с культивацией.

Мульчирующая обработка (mulch-tillage). Перед посевом проводится рыхление почвы с одновременным измельчением и сохранением на поверхности почвы крупностебельных остатков пропашных предшественников. Глубина обработки определяется возделываемой культурой.

На европейском рынке почвообрабатывающей техники одной из наиболее ликвидных позиций является отвальный плуг. Ужесточение требований к качеству обработки почвы привело к повсеместному распространению технологии гладкой вспашки и резкому увеличению производства оборотных плугов.

В зарубежной практике основными орудиями для отвальной обработки почвы являются оборотные плуги, которые предназначены для гладкой пахоты без свальных гребней и развальных борозд. Пахота проводится челночным способом без разбивки поля на загонки.

Основные тенденции развития конструкций лемешно-отвальных плугов: увеличение ширины захвата за счет количества корпусов; создание плугов с регулируемой шириной борозды и переменным захватом; увеличение числа типоразмеров плужных корпусов, что обеспечивает более точный подбор их для различных почвенноклиматических условий; широкое применение оборотных или поворотных плугов; создание модульной конструкции плугов, позволяющих собирать их из отдельных блоков или секций; применение современных материалов.

Фирма Rabe Agri GmbH предлагает широкий спектр навесных и полунавесных оборотных плугов серии Ravo (рисунок 2.1), которые обеспечивают оптимальную обработку почвы с соблюдением всех агротехнических требований, что существенно повышает интенсивность прорастания семян, появления всходов, проникновения корней в почву. Конструкция плугов предусматривает четырехступенчатую или бесступенчатую установку



Рисунок 2.1 – Семикорпусный оборотный плуг фирмы Rabe Agri GmbH

При использовании плугов на каменистых почвах защита корпусов осуществляется с помощью срезного болта или гидравлической системы защиты HydroAvant. В конструкции некоторых моделей предусмотрена возможность установки плуга для пахоты как в борозде, так и вне ее (On-Land), благодаря чему они могут применяться со всеми типами тракторов – колесными, гусеничными, со сдвоенными шинами.

Высота рамы плугов серии Ravo составляет 80 см, расстояние между корпусами – 100 см. Регулировка глубины обработки почвы, ширины захвата корпуса плуга (изменяется бесступенчато от 35 до 55 см) и других параметров производится из кабины трактора посредством гидравлической системы.

Фирмой Gregoire Besson (Франция) представлена широкая гамма полунавесных оборотных плугов оригинальной конструкции с различным количеством пар корпусов и возможностью работы в агрегате с другими орудиями.

Многокорпусные полунавесные плуги состоят из двух рам (передней и задней), шарнирно соединенных между собой, что позволяет более плавно копировать рельеф поля.



Рисунок 2.2 – Многокорпусный плуг с дополнительными катками для крошения почвы фирмы Kverneland (Норвегия)

Заднее опорное колесо имеет механическую или гидравлическую регулировку и прикреплено к раме на шарнире. В плугах предусмотрена возможность автоматического контроля глубины вспашки и тягового сопротивления. Предусмотрены также различные варианты предохранения от поломок (механические, гидравлические).

В транспортном положении поворотная рама плуга с корпусами фиксируется в горизонтальном положении. Шарнирный передок плугов обеспечивает поворот на 110° . Зубчато-реечный механизм оборачивания плуга приводится в действие двумя гидроцилиндрами, и обеспечивает работу с постоянным усилием и без рывков в ходе цикла перевода плуга из одного рабочего положения в другое. Плуги могут быть оборудованы различными типами плужных корпусов, 11 типами отвалов и 6 типами предплужников, адаптированных ко всем типам почв и растительного покрова.

Различные модификации 2–12-корпусных оборотных плугов производит фирма *Lemken* (Германия). Корпуса могут жестко крепиться на раме или снабжаться различными предохранительными устройствами. Рабочая ширина захвата плугов регулируется. Плужные корпуса могут иметь отвалы с различной рабочей поверхностью. Для дополнительной разделки почвенных комков плуги снабжаются прикатывающими катками различной конструкции.

У плугов *EuroDiamant 8* и *EuroDiamant 10* предусмотрено четырехступенчатое регулирование ширины захвата каждого корпуса: 33, 38, 44 и 50 см. Плуги *VariDiamant 10* имеют гидравлическое бесступенчатое регулирование ширины захвата корпуса от 33 до 55 см.

Установка плужных корпусов сбоку рамы и новейшая форма стоек создают большое свободное пространство между корпусами, предотвращая забивание плуга пожнивными остатками.

Фирма *Kverneland* производит навесные, полунавесные и прицепные оборотные плуги для гладкой вспашки с различным числом корпусов (до 14 пар) и серию плугов для загонной вспашки с числом корпусов от 2 до 12. Как правило, плуги оборудуются приспособлениями (катки, боронки и т. д.) для дополнительного крошения почвы и выравнивания поверхности поля (рисунок 2.2).

Корпуса всех моделей плугов, выпускаемых этой фирмой, снабжены предохранительными устройствами (чаще всего пружинными возвратного действия), что позволяет использовать их на полях, засоренных камнями. Все плуги имеют возможность изменения ширины захвата (ширина захвата одного корпуса может варьировать от 35 до 50 см).

В последние годы во многих странах мира, в том числе в Российской Федерации, разработаны, и проверены на практике различные приемы безотвальной обработки почвы. На смену обычным плугам приходят чизельные плуги и культиваторы. Они способствуют лучшему сохранению и накоплению влаги в почве, положительно влияют на физические свойства и биологическую активность почвенных микроорганизмов, предотвращают развитие водной и ветровой эрозии, не оставляют развальных борозд и свальных гребней. После прохода этих агрегатов на поверхности почвы остается стерня, способствующая увеличению накопления снега и меньшему промерзанию почвы в результате максимального увлажнения пашни, снижению отрицательного воздействия

на почву водной и ветровой эрозии, а также осуществляется разрушение «плужной подошвы». На маломощных почвах глубокорыхлители и чизельные плуги используют для углубления пахотного слоя в сочетании с внесением повышенных доз органических и минеральных удобрений. Безотвальная обработка, широко применяемая в условиях недостаточного увлажнения, в степных районах, подверженных ветровой эрозии и на склоновых землях, обеспечивает рыхление почвы (при этом наиболее плодородная ее часть остается на своем месте), подрезание сорных растений и сохранение на поверхности пашни до 50–80 % стерни и растительных остатков.



Рисунок 2.3 – Глубокорыхлители Labrador фирмы Lemken Германия

В странах Западной Европы для проведения глубокой обработки почвы используют глубокорыхлители Labrador (рисунок 2.3) фирмы Lemken (Германия), Howard Paraplow фирмы Kongskilde (Дания), Bison фирмы Gaspardo (Италия), Helios SP фирмы Gregoire Besson (Франция) и др. Рабочие органы типа «парашюта» обеспечивают разуплотнение почвы и хорошее крошение обработанного пласта, оставляя при этом ровную поверхность поля.

Для рыхления почвы по отвальным и безотвальным фонам с углублением пахотного горизонта, послеуборочного рыхления и предпосевной обработки стерневых и мульчированных агрофонов, обработки залежных почв и пастбищных угодий предлагаются различные глубокорыхлители. Они обеспечивают дополнительное крошение верхнего слоя почвы и его выравнивание, равномерное распределение растительных остатков. Орудия могут комплектоваться комкодробильными катками, мульчирующими дисками, зубовыми боронками, фрезами и др. Наряду с основной безотвальной обработкой почвы глубокорыхлители оснащаются бункерами с механическим или пневматическим приводом для внесения минеральных удобрений.

Современные разработки направлены на автоматическое регулирование, в том числе управляемую через GPS автоматическую настройку ширины борозды, заглубление и подъем плуга на поворотных полосах или автоматическое регулирование глубины обработки на культиваторе.

Соблюдение глубины обработки у полунавесных культиваторов до сих пор обеспечивается, как правило, с помощью установленных на раме опорных колес и следующего за ними катка. На равнинных участках такая технология дает сравнительно постоянное соблюдение заданной глубины обработки (нагрузка опорных колес при этом относительно постоянная). При работе на пересеченной местности культиваторы, в особенности широкозахватные, работают слишком глубоко при пересечении холмов и выглубляются при прохождении через низины. Принятые системы усиления тяги, которые всегда действуют через дышло культиватора, а не через трехточечный гидropодъемник, хотя и обеспечивают в этих условиях хорошую адаптацию к рельефу, но не дают равномерной передачи нагрузки на трактор.



Рисунок 2.4 – Система для поддержания заданной глубины обработки в соответствии с рельефом фирмы Lemken GmbH & Co. KG

В новой системе, разработанной фирмой Lemken GmbH & Co. KG (рисунок 2.4), регулировка нагрузки опорных колес регистрируется непрерывно, и служит для гидравлического регулирования позиции катка (разработка награждена серебряной медалью выставки Agritechnica-2013). Если опорная нагрузка снижается, каток приподнимается – культиватор входит в почву до момента, пока не будет достигнута установленная опорная нагрузка, и наоборот. Действие усилителя тяги, несмотря на новую систему регулировки, остается практически постоянным. Новая система снижает нагрузку на водителя, и обеспечивает постоянное качество работ.

Для обработки стерни фирма Amazone производит компактную дисковую борону Catros. При поверхностной обработке стерни верхний слой почвы должен быть разрыхлен, измельчен, выровнен и, затем снова уплотнен. Так, непосредственно после уборки можно достичь благоприятных условий для прорастания падалицы зерновых и семян сорняков. Компактная дисковая борона Catros (рисунок 2.5) имеет два ряда агрессивно установленных сферических дисков и опорный каток полосного уплотнения. Данная дисковая борона очень компактна и маневренна. Стойки дисков на раме закреплены при помощи эластичных резиновых демпферов, выпол-

няющих также роль механизма защиты от перегрузок (рисунок 2.6). В отличие от машин с жестким креплением рабочих органов, сферические диски производят сплошную обработку почвы таким образом, что следы впереди идущего трактора не просто присыпаются почвой, а полностью обрабатываются на заданную глубину. Качество работы, обеспечиваемое дисковой бороной Catros, означает, что даже на невыровненных полях возможна сплошная поверхностная обработка почвы. За счет резино-клинового катка дисковая борона Catros оставляет прикатанные полосы на поверхности поля, что обеспечивает оптимальное закрытие почвы, а значит, условия для прорастания падалицы зерновых и семян сорняков. Так как каток уплотняет поверхность поля полосами, то между ними остается пространство с частично уплотненной почвой. Это предотвращает сплошное заплывание почв, даже на почвах, подверженных переуплотнению.



Рисунок 2.5 – Catros 5001-2TS

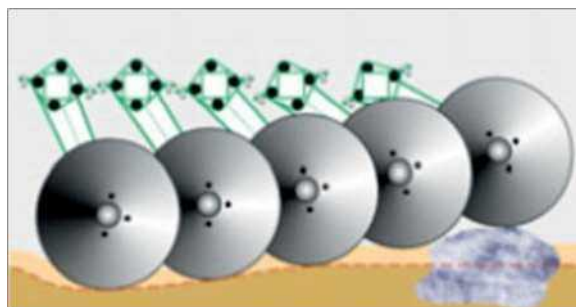


Рисунок 2.6 – Пружинные демпферы с предохранительным механизмом Catros

Поскольку компактная дисковая борона Catros обеспечивает высокую производительность, низкий износ и работу без засорения, то во многих хозяйствах именно она приходит на смену стержневым (дисковым) культиваторам.

Полный набор Catros включает в себя навесные машины с шириной захвата от 3 до 6 м, а также прицепные – от 3 до 7,5 м и со сцепкой 9 и 12 м.

Основной областью применения мульчирующего культиватора Senius (рисунок 2.7) являются обработка почвы с интенсивным смешиванием, среднеглубинная и глубокая обработка почвы. Дополнительно Senius может быть использован для поверхностной обработки стерни, а также предпосевной подготовки почвы весной.



Рисунок 2.7 – Мульчирующий культиватор Senius 6003-2TS

Фирма Amazone производит модели Senius с трехточечной навеской и прицепные модели Senius T шириной захвата 3, 3,5 и 4 м. Машины Senius T серийно оснащены резино-клиновым катком для обратного уплотнения почвы и в качестве транспортного шасси, а на навесных орудиях устанавливается по виду выполняемых работ.

Широкое распространение почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, а также проблемы энергосбережения и экологической безопасности оказывают принципиальное влияние на состояние и развитие современной почвообрабатывающей техники. В мировой практике все чаще разрабатываются новые комплексы комбинированных машин, совмещающих от трех до шести технологических операций за один проход. При этом изготавливаются типы комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, культиваторов, дисковых борон и других машин со сменными рабочими органами.

Компании Kverneland Group изготавливает культиватор CLC pro Cut (рисунок 2.8) который не забивается растительными остатками при обработке почвы после длинностебельных культур, куку-

рузы, подсолнечника или рапс. Благодаря комбинации режущих дисков с двумя рядами лап удалось снизить тяговое сопротивление агрегата. Модель CLC pro Cut имеет такую же прочную раму, как культиватор модели CLC pro, на который установлены один ряд передних режущих дисков и два ряда лап. Машина может оснащаться жесткой (3 и 3,5 м) или складывающейся рамой (4 и 4,5 м) для работы со всеми типами тракторов мощностью до 325 л. с.



Рисунок 2.8 – Культиватор CLC pro Cut компании Kverneland Group

Можно выделить четыре рабочие зоны орудия



Рисунок 2.9 – Передние режущие диски диаметром 450 мм регулируются из кабины



Рисунок 2.10 – Стойки CLC



Рисунок 2.11 – Выравнивающие лапы



Рисунок 2.12 – Каток Astiflex
диаметр 580 мм

1. Режущие диски прорезают стерню для облегчения прохождения стоек сквозь почву. Могут заглубляться до 5 см, причем давление на диск может регулироваться из кабины трактора рисунок 2.9. Каждый диск установлен на подшипнике, не требующем обслуживания, а дисковые стойки приподнимаются при наезде на камни.

2. Два ряда стоек CLC могут работать на глубину от 5 до 30 см рисунок 2.10. Возможно оснащение их рабочими органами Кнок-Он (от 80 до 345 мм). Расстояние между широкими лапами изменяется в диапазоне от 350 до 420 мм (в зависимости от рабочей ширины), чтобы не допускать забивания растительными остатками.

3. За стойками размещены задние выравнивающие лапы, которые закрывают борозду, и создают хорошо выровненный слой рисунок 2.11. Они располагаются в непосредственной близости от заднего ряда стоек, чтобы сделать машину как можно компактнее.

4. Предлагаемый ассортимент катков для работы на всех типах почв и оптимального уплотнения включает в себя: прутковый каток 0550 мм – 90 кг/м; двойной прутковый каток 0400 мм – 160 кг/м; катки Актиринг 0540 мм – 160 кг/м, Актифлекс 0580 мм – 160 кг/м, Актипак 0565 мм – 220 кг/м, Флекслайн 0585 мм – 220 кг/м (рисунок 2.12).

Таблица 2.1 – Техническая характеристика культиватора CLC pro Cut

Показатель	Значения для различных моделей CLC pro Cut			
	300	350	400F	450F
Число лап	7	9	11	13
Рабочая ширина, м	3	3,5	4	4,5
Транспортная ширина, м	3	3,5	2,85	2,85
Расстояние между рядами, мм	810			
Высота под рамой, мм	870			
Среднее расстояние между лапами, мм	420	385	350	350
Мощность (min/max), л. с.	120/240	135/270	185/300	190/325

Гарантия хорошего урожая, уменьшение производственных затрат и предотвращение эрозии почвы являются главными целями узкополосной системы обработки почвы (технология strip tillage). Для достижения этих целей при различных климатических и агротехнических условиях компанией Kverneland Group разработана концепция машины для работы по технологии strip tillage – модель Kultistrip (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Модель Kultistrip компании Kverneland Group

Особое расположение различных рабочих зон Kverneland Kultistrip позволяет получать борозду определенной рыхлости, без каких-либо растительных остатков всего за один проход. Процент прорастания семян высокий, что обеспечивает отличные урожаи. При использовании на Kverneland Kultistrip переднего бункера фосфорные или азотные удобрения могут вноситься непосредственно под корневую систему растений. Кроме того, простым переключением кнопок на панели управления можно вносить в почву навозную жижу.

На прочной раме нового культиватора Kverneland Kultistrip установлены ряды рабочих органов, формирующих узкую полосу обработанной почвы. Их регулировка дает возможность получать ширину междурядий в диапазоне от 45 до 75 см. В 2015 г. компания Kverneland предлагает ограниченную серию жестких и складывающихся рам с рабочей шириной до 6 м. Отдельные ряды рабочих органов соединены с помощью подпружиненной системы параллелограмма, чтобы лучше отслеживать рельеф почвы.

Ряды рабочих органов разработаны таким образом, чтобы они были как можно короче, и способствовали уменьшению подъемной силы. На культиваторе установлены большие диски Ø 520 мм для вскрытия верхнего слоя почвы и разрезания длинных растительных остатков. Следующие за ними специальные катки могут перемещать большое количество растительных остатков из зоны культивирования, тем самым создавая уникальное семенное ложе без остатков.

После удаления растительных остатков почва может быть взрыхлена на глубину до 30 см. Специально разработанные стойки глубоко входят в почву с минимальным нарушением ее структуры по краям подготовленного семенного ложа. В зависимости от почвенных условий и скорости выполнения работ существует три разных типа стоек (прямые, полуизогнутые и изогнутые). Это позволяет машине выполнять операции на скорости 10–12 км/ч.

Трубка для внесения удобрений или навозной жижи закреплена непосредственно за задней частью культивирующей лапы, и имеет независимую регулировку по глубине, что позволяет вносить удобрения непосредственно под корни растений. Это обеспечивает оптимальное усвоение растениями питательных веществ, и приводит к повышению урожайности.

Постоянно действующая гидравлическая система защиты от перегрузки не допускает повреждения машины. Ширина и форма семенного ложа могут быть легко изменены путем регулирования положения боковых дисков. Температура почвы в приподнятом над поверхностью семенном ложе повышается быстрее, чем это происходит в необработанных зонах.

Культиваторы Kverneland Kultistrip комплектуются различными прикатывающими катками – пальцевым, прутковым и катком Farmflex, которые могут быть адаптированы к требованиям определенных почвенных и погодных условий, а также ко времени проведения работ.

Большое внимание уделяется созданию новых рабочих органов, повышению их долговечности, надежности. Так, фирма Vaderstad изготавливает диски из специальной стали М-55, которые имеют удвоенную прочность по сравнению с металлом обычных рабочих органов. Упрочнение рабочих органов осуществляется наплавкой легированных сплавов, высоколегированными и металлокерамическими вставками и др. (рисунок 2.14).



Рисунок 2.14 – Упрочнение рабочих органов

Целью совершенствования почвообрабатывающей техники является создание благоприятных условий для прорастания семян и дальнейшего развития растений. Равномерные всходы создают основу для хорошего развития посевов с использованием сниженных доз удобрений и средств защиты растений.

При создании новых машин и модернизации находящихся в производстве фирмы-производители уделяют повышенное внимание сохранению почвы (защите почвы) и дают соответствующие рекомендации:

- установлено, что отклонение от заданной глубины заделки семян более чем на ± 10 мм приводит к потере около четверти урожая;
- при уплотненной почве урожайность зерновых снижается до 19 %;
- каждый сантиметр глубины колеи – это около 10 % перерасхода топлива;
- при внедрении высокоточных технологий с 1 кг семян можно получить 40–70 кг зерна (против 12 кг при экстенсивных технологиях) при затратах топлива 1 кг на 7–9 кг зерна (против 2–3 кг);
- система Xpress (фирма Amazone) дает возможность повысить производительность на 50 %;

- шахматный посев (фирма Monesem) повышает урожайность кукурузы до 30 %;
- гибридные плуги работают на 14–23 % экономичнее навесных;
- применение многофункциональных машин обеспечивает повышение производительности труда до 60–65 % и снижение расхода топлива на 1,5–2 кг/га.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете основные виды обработки почвы?
2. Перечислите конструктивные особенности многокорпусного оборотного плуга.
3. В чем заключается принцип работы глубокорыхлителя Labrador от фирмы Lemken и его конструкции?
4. Объясните работу механизма контроля за глубиной обработки на примере культиватора от фирмы Lemken.
5. Объясните назначение резино-клиновых катков, установленных на дисковых боронах Catros от фирмы Amazone.
6. В чем заключается преимущество комбинированных агрегатов над многомашинными?
7. Назовите основные рабочие зоны культиватора фирмы Kverneland Group.

Лекция 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОСЕВНЫХ МАШИН

Современные сеялки должны обеспечивать высокоточное выполнение технологических процессов, ведь от точности глубины заделки семян и расположения их зависит величина урожая (в пределах 5–20 %).

В связи все большее значение приобретают дальнейшее внедрение интеллектуальных и автоматизированных систем, роботизации, логистики, широкое применение электроники и систем точного земледелия.

Все большее распространение электрических приводов для дозирования семян, сенсоров для контроля потока и подсчета семян, а также управляемых с помощью GPS электронных систем регулирования укладки семян показывает основное направление разработок в области посевной техники.

Так, фирма Kverneland применила электрический привод с управлением из кабины трактора с помощью ISOBUS (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Сеялка Monopill SE фирмы Kverneland

Сеялка Monopill SE рекомендуется для крупных хозяйств и подрядчиков. Она идентична механической сеялке Monopill S в базовой комплектации, за исключением устройств распределения семян, которые приводятся в движение непосредственно от двигателя с рабочим напряжением питающей сети 12 В. Это позволяет

избавиться от таких механических частей, как коробка передач, карданные валы и цепи. Предлагаемые разнообразные функции и гарантия безопасности при эксплуатации сеялки Monorill SE основаны на современных технологиях и обеспечивают универсальность в работе.

Одновременно существует тенденция к увеличению ширины захвата и вместимости емкостей для семян и удобрений, рабочей скорости. Современные пунктирные сеялки показывают высокую точность высева при рабочей скорости 10–12 км/ч (при благоприятных условиях – 15 км/ч). Разработан комплекс мер по улучшению заделки семян в почву и их всхожести. С целью повышения равномерности заделывания семян по глубине сеялки с дисковыми сошниками оборудуют прикатывающими катками.

Применение многофункциональных машин позволяет за один проход выполнять все операции предпосевной обработки почвы и посев, что обеспечивает повышение производительности труда до 60–65 % и сокращение расхода топлива на 1,5–2 кг/га по сравнению с применением однооперационных агрегатов.

В последние годы в мировой практике прослеживается дальнейшее увеличение числа электронных управляющих и регулирующих устройств в области посевной техники, начиная от выбора способов и глубины посева сельскохозяйственных культур, а также закладки через GPS технологических колеи. Закладка технологических колеи на пневматических сеялках (особенно при смене ритмов колеи и при различной ширине захвата) зачастую связана со сложными перенастройками. Для формирования технологических колеи компания Alois Pttinger Maschinenfabrik GesmbH (Австрия) предложила систему Intelligent Distribution System (рисунок 3.2) (награждена серебряной медалью Agritechnica-2013).



Рисунок 3.2 – Система Intelligent Distribution System



Рисунок 3.3 – Высевающий аппарат сеялки точного высева мод. PCS

Предлагаемая система позволяет устанавливать требуемое расстояние технологической колеи, ширину следа, включение специальной технологической колеи, систему двойной технологической колеи и отключение половины высевающих аппаратов с правой или левой стороны сеялки. При этом количество высеваемых семян автоматически уменьшается при включении технологической колеи и отключении половины сеялки. Ширина захвата посевного агрегата, размер технологической колеи и ритм колеи выбираются на управляющем терминале, а система Section Control обеспечивает качественный посев клиньев засеваемого участка поля.

Разработана новая инновативная концепция, реализующая в одной машине высев зерновых и однозерновой посев (например, кукурузы или подсолнечника). Компания Alois Pttinger Maschinenfabrik GesmbH предложила комбинированную сеялку точного высева модели PCS, оснащенную сенсорными контрольными датчиками продольного распределения семян и регистратором пропусков или дублирования семян (отмечена серебряной медалью Agritechnica-2013). Схема работы высевающего аппарата сеялки представлена на рисунок 3.3.

Сеялка может использоваться на посеве зерновых, кукурузы с одновременным внесением минеральных удобрений или без него, посеве кукурузы с подсеваемыми культурами (эрозионная защита). Многократное использование агрегата расширяет спектр эксплуатации, и снижает эксплуатационные затраты.

Эта комбинированная машина позволяет сэкономить на приобретении собственной однозерновой (пунктирной) сеялки. Переключение с рядкового посева на однозерновой осуществляется просто и комфортно.

Для пунктирного посева кукурузы и бобовых многие фирмы предлагают машины с усовершенствованной технологией разрознения семян, которая обеспечивает высокую точность закладки даже при рабочей скорости до 15 км/ч. С учетом пожеланий практиков относительно машин пунктирного сева для зерновых и рапса на выставке Agritechnica-2013 также впервые было продемонстрировано новое оригинальное техническое решение. На платформе существующей пневматической сеялки компанией HORSCH Maschinen GmbH была реализована инновативная система дозировки (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Машина для пунктирного сева зерновых и рапса компании HORSCH Maschinen GmbH

Семенной материал подается из центральной емкости с помощью центрального дозирующего устройства. Эти предварительно дозированные семена пневматически подаются в рикошетный распределитель, откуда и попадают в соответствующий высевочный ряд. Таким образом, до сошника подача семенного материала осуществляется обычно, без дополнительных изменений в стандартной сеялке. Каждый высевочный ряд имеет на верхней стороне сошника дозирующее устройство для разрознения потока семян из распределителя. В этом дозирующем устройстве беспорядочный, дозированный только по объему поток семян дорабатывается, и семена по одному подаются в трубку. В результате на выходе из дозирующего устройства получается упорядоченный и однозерновой поток семян. Новая технология пунктирного посева зерновых обеспечивает высокую чистоту отделения семян, что позволяет сохранить производительность рядковых сеялок даже на скорости 10–12 км/ч. Новый однозерновой дозирующий механизм может при частоте до 120 Гц реализовать норму высева в 240 семян/м² при рабочей скорости 12 км/ч и расстоянии между рядками 15 см.

Система Seedector базируется на новом техническом решении измерения материалопотоков с помощью радарной техники (рисунок 3.5). При этом отражение посылаемых микроволн от движущегося материалопотока или от отдельного зерна используется для измерения пропускного объема или подсчета зерен. Сенсорную систему с интегрированной интеллектуальной электроникой мож-

но использовать в сеялках для контроля блокировки семяпроводов, проверки отключений или измерений повторной укладки семян в режиме реального времени. Новую измерительную систему отличают простота и гибкость конструкции, компактность, невысокая стоимость и нечувствительность к загрязнениям. Эти преимущества по сравнению с оптическими решениями создают для радарной технологии значительный потенциал использования в сельхозтехнике, например, в пневматических разбрасывателях удобрений и сеялках.

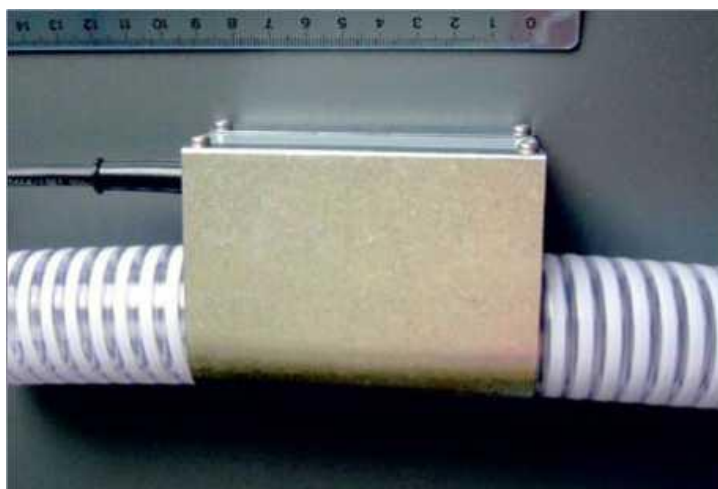


Рисунок 3.5 – Радарная техника для измерения материалопотоков в режиме реального времени MSO Messtechnik und Ortung Seedector

Среди новинок следует отметить и механическую сеялку точного высева Kverneland Monopill, подготовленную для работы с приложением GEOseed® (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Сеялка Kverneland Monopill с приложением GEOseed®

Подразделение Kverneland Group, специализирующееся на проектировании и производстве посевной техники, внедрило новые стандарты для электронного оборудования и программного обеспечения, используемого на механических сеялках точного высева с электрическим приводом: все сеялки Kverneland Monopill оснащены электроприводом нового поколения e-drive II.

Электрический привод второго поколения e-drive II был разработан для удовлетворения требований профессиональных фермеров и подрядчиков.

Все сеялки Monopill с e-drive II способны работать с приложением GEOseed®. Можно заказать новую машину, уже оснащенную датчиками, или доустановить их позже. Использование GEOseed® позволяет высевать семена по параллельной или ромбовидной схеме. Это увеличивает урожайность, оптимизирует процессы, и экономит средства.

Идеальное распределение семян позволяет наиболее эффективно использовать питательные вещества, свет и воду, а во время сбора урожая приводит к снижению рисков повреждения растений, что также повышает урожайность. В то же время, в сочетании с уже известной среди аграриев системой GEOcontrol, точное и равномерное распределение позволяет снизить норму высева семян, избежать перекрытия на засеянных участках, а также незасеянных мест.

Фермеры, занимающиеся органическим земледелием, могут добиться еще большей пользы от применения системы GEOseed®, так как она позволяет осуществлять междурядную культивацию под углом 90° к направлению посева, что также значительно снижает риски повреждения растений благодаря их точному размещению.

Современные сеялки фирмы Amazone могут оснащаться гидравлической системой изменения глубины заделки и электрической системой изменения нормы высева. Системы управляются компьютером AMATRON+ и системой GPS или ГЛОНАСС (рисунок 3.7).

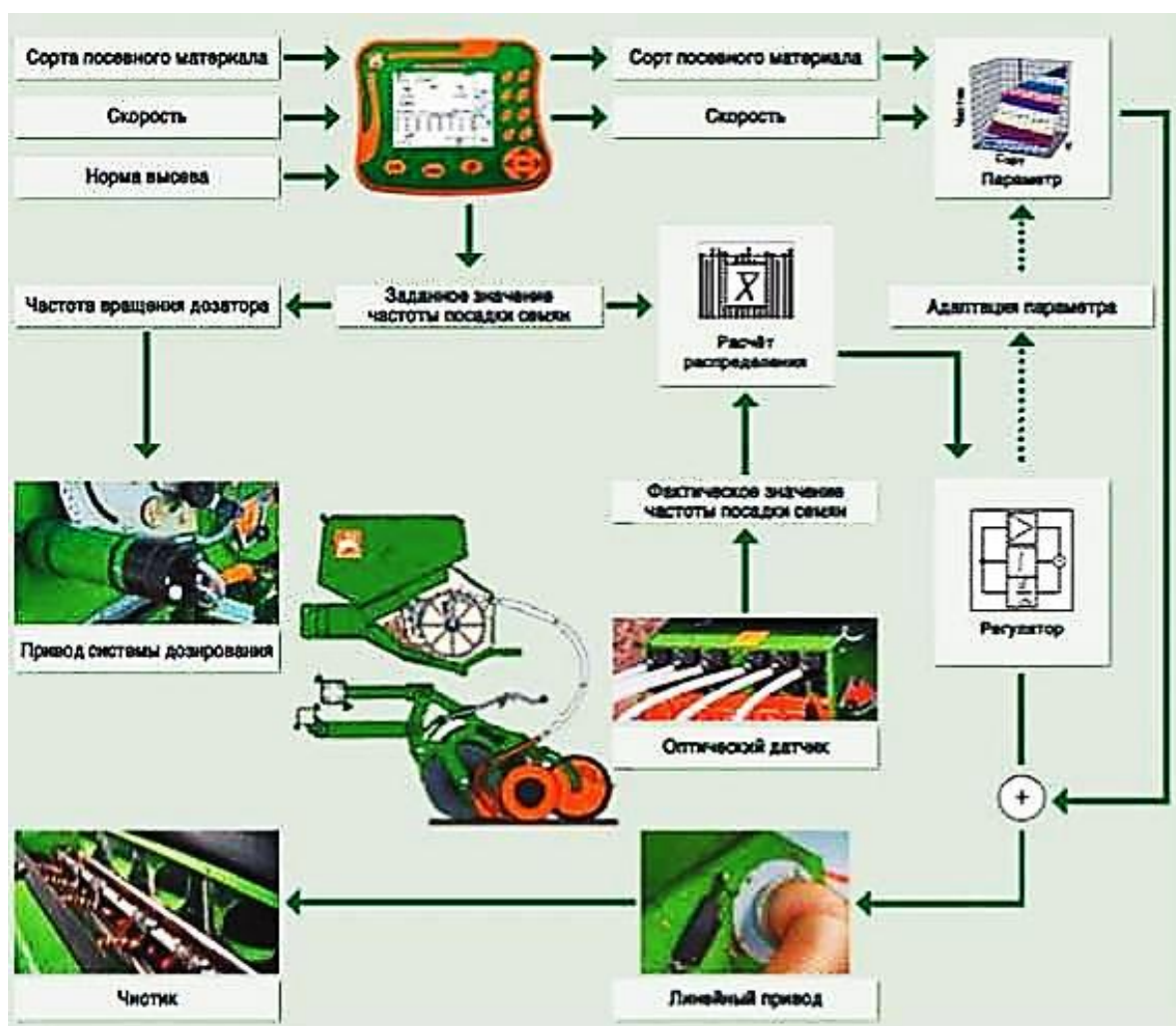


Рисунок 3.7 – Схема управления нормой высева семян сеялками Amazone, с учетом специфики участков полей

Новая система smart Control для сеялок точного высева EDX компании Amazone впервые позволяет осуществлять автоматическую регулировку положения чистика в режиме онлайн, т. е. во время использования агрегатов, подстраиваясь под изменения размеров посевного материала, а также под различную скорость движения для оптимального качества высева.

Сеялка Primera DMC рисунок 3.8 с шириной захвата 3; 4,5; 6; 9 м или 12 м универсально используется как для прямого и мульчированного посева, так и для посева после традиционной обработки почвы. На ней установлены долотовидные сошники Amazone с параллелограммной подвеской с междурядьем 18,75 см. Ведение долотовидных сошников по глубине осуществляется так называемыми «двойными катками», наклонно расположенными слева и справа за каждым сошником. Эти «двойные катки» обеспе-

чивают точное ведение сошника даже при высокой скорости посева. Одновременно эти катки создают боковое давление на посевную борозду с двух сторон, так что даже при влажных условиях она надежно закрывается рыхлой почвой.



Рисунок 3.8 – Primera DMC для прямого и мульчированного посева

Расположение сошниковых модулей на продольных траверсах в четыре ряда со смещением относительно друг друга создает большое пространство между ними в 75 см. Таким образом, обеспечивается достаточно маленькое расстояние между сошниками 18,75 см и хорошее прохождение соломы без засорения. Посев на каменистых почвах не представляет особых проблем благодаря интегрированной системе защиты от камней Revomat. В качестве опции на Primera DMC есть возможность одновременно сеять и вносить удобрения. Машина работает на скорости до 18 км/ч, и отличается высокой производительностью, низкой тяговой потребностью и широким спектром применения.

При наличии бортового компьютера AMATRON+ выполнение различных функций при посевных работах значительно упрощается. Например, выполнение настройки нормы высева, а также изменение нормы высева возможно посредством бортового компьютера. Благодаря широким возможностям электрогидравлического управления компьютера AMATRON+ все функции можно регулировать из кабины трактора. При этом компьютер отслеживает и закладывает технологическую колею. Наличие интегрированного серийного интерфейса позволяет использовать AMATRON+ в комбинации с GPS-терминалом для дифференцированного посева.

Кроме того, АМАТРОН+ можно применять в качестве универсального бортового компьютера вместе с распределителями удобрений и опрыскивателями.

Европейские производители сеялок, разбрасывателей минеральных удобрений и агрегатов для защиты растений увеличили свои продажи благодаря многочисленным инновациям. В 2013 г. производство увеличилось на 9 % – до 3000 млн долл. В равной мере вырос и рынок в Европе – до 2400 млн долл. Особенно высоким спросом пользовались агрегаты для защиты растений. Большинство производителей удерживали свои продажи на высоком уровне, но затем появились признаки ослабления спроса.

Контрольные вопросы

1. Какие современные технологические решения реализованы и внедрены в сеялке Monopill SE от фирмы Kverneland?
2. Опишите работу универсальной высевальной системы Pttinger Maschinenfabrik GesmbH.
3. В чем заключается принцип работы высевальной системы, устанавливаемой на пневматические сеялки фирмой HORSCH Maschinen GmbH?
4. Какими обладает возможностями система GEOseed устанавливаемая на сеялках Kverneland Monopill?
5. Особенности и устройство конструкции современных сеялок, выпускаемых фирмой Amazone.

Лекция 4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Применение удобрений является одной из причин высоких затрат в растениеводстве, поэтому точная дозировка и распределение удобрений особенно важны. В последние годы производители разбрасывателей удобрений предпринимают большие усилия для выполнения этих требований.

В Германии каждый второй проданный разбрасыватель минеральных удобрений оборудован так называемой регулировкой потока массы. Количество вносимого удобрения измеряется и регулируется автоматически и индивидуально для левой и правой стороны разбрасывателя удобрений. Изменения свойств соскальзывания удобрений тоже распознаются и компенсируются индивидуально для каждой стороны. Автоматика дозировки ЕМС использует взаимосвязь между потоком проходящих удобрений и движущим моментом, необходимым для выбрасывающего диска. Оптимальное положение для включения заслонок дозатора точно рассчитывается для каждого вида удобрений и ширины захвата. При определении местоположения заслонок дозатора учитываются также индивидуальные летучие свойства различных удобрений.

Благодаря регулировке, во время передвижения по пашне достигается автоматическая, точная дозировка необходимого количества удобрений при помощи сенсорных систем и программного обеспечения, когда одновременно работает автоматическое управление, а оператор отдыхает. Кроме того, упрощается документирование результатов работы и их хранение. У последующего поколения разбрасывателей минеральных удобрений будет полностью автоматическая система для измерений и настройки, регулирующая не только дозировку, но и распределение удобрений.

Разработка разбрасывателей минеральных удобрений отмечена применением сенсорных системам, которые частично автоматизируют различные задачи или облегчают их выполнение.

Конструкторы уделяют особенно большое внимание следующим аспектам:

- гидравлические приводы разбрасывающих дисков;

- регулировка количества вносимых удобрений в зависимости от скорости передвижения;
- автоматическая настройка количества вносимых удобрений, включаемая нажатием кнопки;
- автоматическая настройка части запланированного внесения удобрений при помощи компьютера и данных со спутников;
- учет направления ветра при расчете внесения удобрений;
- взвешивающие устройства для определения изменения текучести удобрений;
- автоматизация процессов при развороте в конце поля (все необходимые для этого функции разбрасывателя включаются автоматически);
- простая перестройка с обычного разбрасывания на разбрасывание по краю поля осуществляется с терминала трактора;
- электрика ISOBUS для настройки всех функций с места оператора;
- увеличение вместимости баков;
- расширение возможностей комбинирования с подходящими агрегатами.

При поверхностном внесении твердых минеральных удобрений по-прежнему прослеживается тенденция преимущественного развития центробежных разбрасывателей удобрений, конструкция которых в наибольшей степени отвечает современным требованиям. Их совершенствование идет в направлении роста производительности путем увеличения основных технических параметров (скорость, ширина захвата и вместимость бункера) и использования средств электронного контроля и управления, повышения надежности благодаря использованию более прочных коррозионно-стойких материалов, совершенствования компоновочных схем и отдельных элементов конструкции, равномерности распределения удобрений по ширине захвата и более точному дифференцированному дозированию на каждом конкретном участке.

Качество внесения удобрений, определяющее урожайность сельскохозяйственных культур, зависит от ряда факторов, основными из которых являются частота вращения распределяющих дисков, количество и форма лопаток, установленных на диске, угол их установки, место подачи удобрений на диск, изменение угла

наклона диска к горизонту, направление вращения и форма дисков, увеличение числа потоков удобрений, поступающих на распределяющие диски, предварительная раскрутка потока удобрений, поступающих на диск, выбор и поддержание оптимального перекрытия смежных проходов агрегата, стабильность подачи массы удобрений на распределяющие диски.

Настройка на дозу внесения осуществляется для каждого вида удобрений с учетом его физико-механических свойств (влажность, гранулометрический состав), агрохимических характеристик (содержание действующего вещества).

Для этих целей используются таблицы, графики, тарифовочные кривые, полученные в результате многочисленных лабораторных и полевых опытов. Широко применяются различные приборы и оборудование, в том числе электронные, облегчающие работу по настройке машины на заданные дозу и качество внесения, а также современные средства коммуникации. Так, фирма Amazone при эксплуатации своих машин предоставляет интерактивный доступ к базе данных Amazone-DngService по WAP и мобильному телефону для повышения надежности при настройке разбрасывателей удобрений непосредственно в поле.

Для обеспечения равномерной подачи удобрений на диски большинство фирм использует медленно вращающиеся (частота вращения -180 мин^{-1}) пальцевые ворошилки, которые обеспечивают бесперебойную подачу удобрений, а также шиберные заслонки специальной формы. Удобрения подаются на диск, набирают необходимую скорость, и разбрасываются согласно установленной ширине захвата без разрушения гранул.

Широкую номенклатуру машин для внесения твердых минеральных удобрений выпускают фирмы Kuhn (Франция), Rauch, Amazone (Германия), Bredal (Дания), Agrex (Италия), а также ряд отечественных предприятий.

Опираясь на высокий уровень техники для внесения минеральных удобрений с большим количеством автоматических настроек для оптимизации распределения удобрений на поворотных полосах, краях полей, а также при работе на ветру, многие фирмы провели значительные усовершенствования своей техники.

Так, впервые на выставке Agritechnica-2013 была представлена первая в мире автоматическая система АХМАТ для онлайн-

измерения распределения удобрений и регулировки дискового разбрасывателя удобрений в зависимости от сорта удобрений и желаемой ширины захвата. С помощью коротковолновых датчиков и автоматической системы настройки разбрасывателя удобрений впервые достигнута высокая точность распределения удобрений. Вращающаяся вокруг разбрасывающего диска, снабженная микроволновыми устройствами стрела бесконтактно регистрирует веер разбрасывания, и с помощью вращающегося дна емкости с дозирующим отверстием полностью автоматически адаптирует рисунок разброса в соответствии с необходимой шириной захвата. Во время разбрасывания рисунок разброса постоянно контролируется и при необходимости осуществляется автоматическое регулирование точки сброса удобрений на распределяющий диск. Новое полностью автоматическое регулирование разбрасывателя удобрений на желаемую ширину захвата обеспечивает по сравнению с традиционными технологиями большую точность, причем без тестирования разбрасывания в поле.

За разработку автоматической системы онлайн-излучения распределения удобрений АХМАТ фирма Rauch удостоена золотой медали выставки (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Разбрасыватель удобрений Rauch АХМАТ

Важной задачей является оперативное определение необходимых доз внесения удобрений в почву. Обычно расчет дозы удобрений производится на основе анализа почвенных проб в лаборатории, что требует большого количества времени и затрат. Используя ручные приборы Nutri-Stat-Lab on Chip фирмы MMM tech support (Германия) и Optifert Nutrient фирмы Pessl Instruments (Австрия) можно определить количество питательных веществ (N, P, K) прямо в поле (рисунок 4.2, а, б). Приготовленный из почвенных проб водной раствор исследуют с помощью специальных сенсорных датчиков. Благодаря быстрой готовности результатов и низким затратам увеличивается число проводимых анализов. Данные приборы удостоены серебряных медалей на выставке Agritechnica-2013.



а



б

Рисунок 4.2 – Приборы для определения содержания питательных веществ в почве:

а – прибор Nutri-Stat-Lab on Chip; б – датчик Optifert Nutrien

Фирма Amazone предлагает навесные, а также прицепные распределители удобрений различного класса производительности, с шириной захвата от 10 до 52 м, объемом бункера от 500 до 8200 л. Все распределители Amazone оснащены системой SBS (Soft Ballistic System) для бережной подачи минеральных удобрений. Малая частота вращения диска и длинные распределительные лопатки способствуют бережному и равномерному ускорению гранул удобрений до достижения ими оптимальной скорости.

Регулировка нормы внесения удобрений в зависимости от скорости движения на распределителе в первую очередь рекомендуется для тракторов с переключением передач под нагрузкой, для использования полной мощности. Электрическая регулировка шибберных заслонок дополнительно предлагает индивидуальную регулировку нормы внесения слева и справа. Управление этими элементами осуществляется посредством пакетов оснащения Tronic или Hydro через бортовой компьютер AMATRON 3, терминал CCI-100 или AMAPAD.

С помощью взвешивающего устройства можно оптимизировать также продольное распределение.

Системы с дифференцированным внесением азота известны с давних пор. Некоторые компании предлагают проведение исследований почвенных проб с поддержкой GPS. По результатам составляется карта, служащая основой для дифференцированного внесения удобрений в сочетании с AMATRON 3, AMAPAD или другими терминалами ISOBUS. С помощью этого метода обеспечивается снабжение питательными веществами, и создаются оптимальные с точки зрения питания условия для роста растений.

Сенсорные системы позволяют находить иные возможности повышения урожайности. В качестве индикаторов для определения уже внесенного или требуемого количества азота используют биомассу, высоту растений или содержание хлорофилла. Эти данные определяют с помощью сенсорных систем и посредством современных бортовых компьютеров, таких как AMATRON 3, терминал CCI-100 или AMAPAD, рассчитывают и регулируют оптимальную норму внесения удобрений. Сенсорные системы могут определять различные данные в режиме реального времени и регулировать комплексные системы распределения.

Благодаря функции Switch Point автоматическое отключение секторов распределения можно будет впервые настраивать в зависимости от сорта удобрений и ширины захвата (рисунок 4.3). Данные можно взять из таблиц распределения и ввести в терминал. Этот сервис облегчает пользователю обращение с техникой GPS-Switch (рисунок 4.4). Пользователь также может проверить и оптимизировать порядок своих действий на разворотной полосе без терминалов и включения GPS.

Фирмой Amazone разработаны высокоточные системы включающие в себя приборы для позиционирования на местности, ввода базы данных по характеристикам участков поля: исполнительные механизмы для непрерывного регулирования заданных норм внесения; программное обеспечение для управления исполнительными механизмами. В процессе движения производится непрерывное изменение норм внесения или распределения удобрений. Отключение секций на штангах опрыскивателя значительно повышает точность внесения средств защиты растений при обработке краев полей и клиньев и объезде препятствий.

Схематическое изображение Switch Point

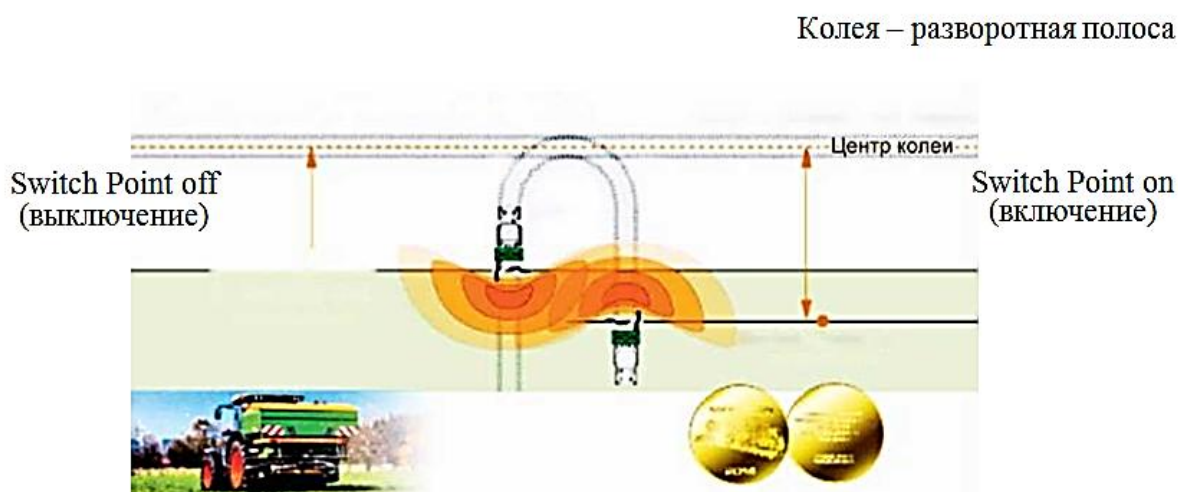


Рисунок 4.3 – Схема распределителя минеральных удобрений ZA-TS с Switch Point

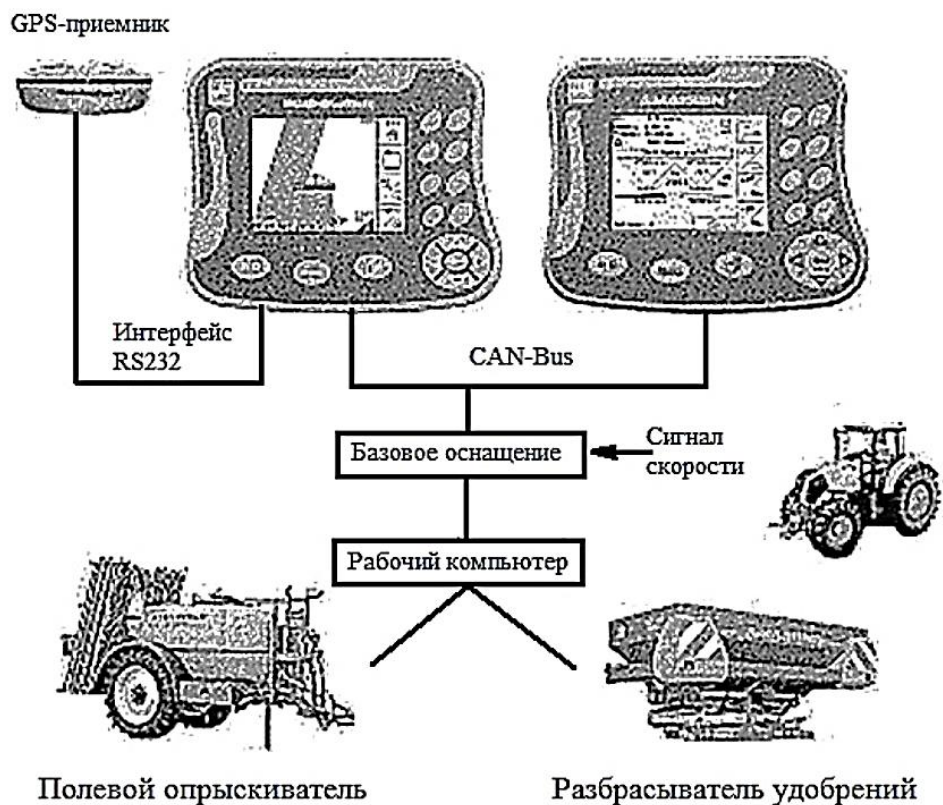


Рисунок 4.4 – Схемы управления работой распределителя минеральных удобрений опрыскивателей СЗР фирмы Амазоне с оборудованием GPS-Switch

Применение этих систем повышает эффективность использования минеральных удобрений и средств защиты растений, снижает заболеваемость растений.

Важнейшими критериями при подборе машин для технологии являются экономические показатели: средний размер поля и общая площадь, масштаб и структура хозяйства. Ассортимент машин Amazone с различной шириной захвата обеспечивает оптимальный выбор каждого из составляющих элементов технологии. К тому же многие машины многофункциональны, и могут быть применены для нескольких технологических операций, так что и в небольших хозяйствах возможно оптимальное использование техники.

Машины для внесения жидких минеральных удобрений. Машины для внесения жидких органических удобрений выпускают фирмы Bauer (Австрия), Fliegl, Kotte-Landtechnik (Германия), Joskin (Бельгия), Maugum Citagri, Pichon, Sodimas, Jantil, Samara (Франция), Samson (Дания) и др. (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Машина для внесения жидких органических удобрений фирмы Kotte-Landtechnik (Германия)

Для внесения жидких органических удобрений (ЖОУ) зарубежные фирмы выпускают машины, различные по грузоподъемности (от 2000 до 36000 л), системам загрузки и распределения, высокому уровню автоматизации. По типу систем загрузки они могут быть вакуумными, в которых заполнение цистерны осуществляется вакуумным насосом (при всасывании создается вакуум, а при внесении – избыточное давление), насосными – вместо вакуумного используется винтовая или ротационный насос, вакуумно-насосными – дополнительно к вакуумному насосу устанавливается центробежный насос.

По мере роста грузоподъемности машины оснащаются двух-, трех- и четырехосными ходовыми системами, оборудованными шинами низкого давления для уменьшения давления на почву.

При поверхностном внесении с целью уменьшения загрязнения окружающей среды дефлекторные системы распределения удобрений заменяются широкозахватными (9, 12, 15 и 18 м) штанговыми распределительными системами, оборудованными волокушно-шланговыми рабочими органами, обеспечивающими направленное внесение удобрений к корневой системе растений.

Увеличивается номенклатура машин для внутривспашечного внесения жидких органических удобрений при основной обработке почвы, на лугах и пастбищах и при междурядной обработке пропашных культур. Это обусловлено ужесточением требований к защите окружающей среды. Машины, как правило, оборудованы устройствами, позволяющими в автоматическом режиме включать систему подачи удобрений только после заглубления рабочих органов и выключать ее перед их выглублением в конце рабочего хода.

Повышению качества внесения удобрений и надежности работы машин как для поверхностного, так и внутрпочвенного внесения способствует применение распределительных головок с измельчающими устройствами с приводом от гидромотора.

Большинство машин оборудованы устройствами, предотвращающими вытекание удобрений после окончания технологического процесса.

В последнее время наметилась тенденция разработки универсальных шасси, позволяющих за счет сменных емкостей формировать агрегаты для внесения твердых и жидких (поверхностно и внутри-почвенно) органических удобрений, а также транспортные средства для перевозки материалов малой плотности.

Расширяется оснащение современных машин для внесения жидких органических удобрений электронными системами, позволяющими измерять и фиксировать основные параметры их работы и автоматически управлять работой основных блоков, узлов, рабочих органов, обеспечивающими оптимальные рабочие условия, повышение безопасности и комфортности труда оператора. Так, немецкая фирма Kotte Landtechnik разработала систему контроля проходимости шлангов распределителя жидких органических удобрений FlowCheck (удостоена серебряной медали на выставке Agritechnica-2013) (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Система контроля проходимости шлангов распределителя жидких органических удобрений FlowCheck

Устройство представляет собой сенсорный датчик, контролирующий поток в каждом распределительном шланге. Если поток прерывается, водитель получает акустический сигнал, а светодиодный дисплей показывает, в каком шланге произошел затор. Благодаря этой автоматической сигнализации предотвращаются пропуски при внесении удобрений из-за засорившихся распределительных шлангов. Для защиты от внешних воздействий датчик помещен в специальный бокс, поэтому возможна очистка сельхозмашины с использованием очистителей высокого давления. Датчик подходит и для дооснащения имеющейся техники.

Техника для защиты растений. Технология ISOBUS дает возможность с сиденья трактора напрямую управлять всеми элементами регулировки на опрыскивателе. Современная техника обладает большим потенциалом по управлению количеством вносимых химических средств. Основной целью данной технологии является внесение оптимального количества опрыскивающей жидкости на единицу площади, необходимого для защиты растений от болезней и вредителей. Чтобы добиться такого управления внесением удобрений существует технология на базе GPS.

Требования, предъявляемые к современным опрыскивателям для защиты растений:

- баки для опрыскивающей жидкости должны иметь большую вместимость;
- ширина захвата – до 40 м;
- высокий клиренс;
- большая высота подъема опрыскивающих штанг;
- снижение раскачивания опрыскивающих штанг;
- автоматическая адаптация штанг к контуру местности;
- освещение форсунок для работы в темноте;
- пневматическая подвеска опрыскивателя;
- электрическое включение вентиля индивидуально каждой форсунки;
- короткие расстояния при установке трубопроводов: опрыскивающее средство после включения должно незамедлительно поступать в форсунки;
- автоматический подъем опрыскивающих штанг на необходимую высоту в конце поля и при развороте;

- отключение участков штанги при обработке полей с неравномерными формами;
- автоматическая заливка баков, которая отключается при достижении необходимого уровня заполнения;
- мойка и чистка опрыскивающих элементов с сиденья оператора;
- небольшое остаточное количество опрыскивающей жидкости и ее несложное удаление.

Ведущие европейские производители опрыскивающей техники при разработке современных конструкций руководствуются законодательной базой, основанной на представленном Комиссией ЕС проекте типовых правил по дальнейшему применению средств защиты растений. Одно из основных учитываемых требований – охрана окружающей среды и здоровья потребителей.

Машины для защиты растений – это преимущественно прицепные и самоходные штанговые опрыскиватели, а также специальное оборудование к ним. Фирмы Berthoud, Norac (Канада), RDS France, Hardi-Evrard S.A. (Франция), MB M. Beune, Delvano (Бельгия), John Deere, Amazonen-Werke S.A и другие выпускают весь спектр опрыскивающей техники, позволяющей своевременно, качественно и с минимальной нагрузкой на окружающую среду осуществлять защиту сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней.

Среди приоритетов фирм – международная логистика, постоянный контакт с потребителями продукции, применение новейших технических и технологических достижений в области использования жидких средств химизации. Характерная особенность – взаимозаменяемость сборочных узлов и отдельных комплектующих, поставляемых специализированными фирмами (насосы, форсунки, гидроприводы, двигатели для самоходных опрыскивателей, электронное оборудование и др.). Надежность машин закладывается на стадии конструирования; полный контроль при изготовлении и осуществлении всех технологических операций.

Система управления положением штанг Boom Guidance фирмы Horsch (Германия) обеспечивает точное и безопасное ведение штанг опрыскивателя над посевами (рисунок 4.7). Технической базой этого решения является разработка независимой подвески штанг к шасси опрыскивателя, которая гасит колебания машины

при работе на полях со сложным рельефом. При этом штанга реагирует на изменения высоты стеблестоя, что позволяет проводить опрыскивание с расстояния 30 см до верхушек растений на скорости до 30 км/ч. Эта технология стала возможной благодаря использованию быстродействующего пропорционального гидравлического клапана и усовершенствованию программы управления с гироскоп-сенсорикой.

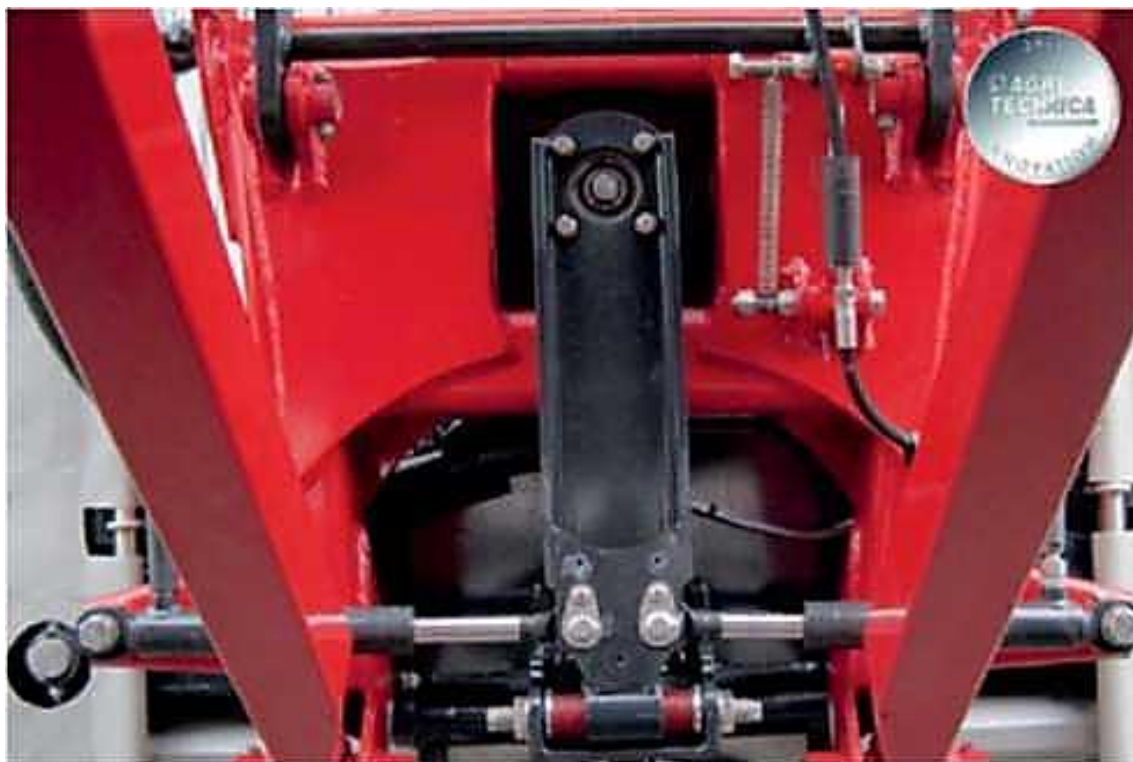


Рисунок 4.7 – Система управления положением штанг Boom Guidance

Использование полуактивных демпфирующих систем на штангах опрыскивателей с системой Swing Cut (фирма Lemken, Германия) позволяет регулировать горизонтальные колебания штанг (рисунок 4.8). С помощью трехмерной камеры регистрируются движения штанг, и при превышении установленных крайних показателей подключается активное демпфирование. Таким образом, обеспечивается непрерывное реагирование на ситуацию движения.



Рисунок 4.8 – Система Swing Cut

Система контроля Curves-Control-Application (С-С-А) фирмы Herbert DAMMANN (Германия) регулирует расход вносимых материалов таким образом, что среднее значение нормы внесения по каждой секции соответствует заданному нормативу (рисунок 4.9).

Это происходит после расчета показателей в модуле движения на поворотах. При этом используются такие данные, как измеренный сенсорным датчиком радиус поворота, измеренная датчиком на колесе скорость на поворотах, характеристики машины и норма внесения. Этот расчет позволяет выяснить величину отклонений от заданного норматива в отдельных секторах в процентах. Компьютер компенсирует отклонения в секциях, регулируя дозу внесения путем переключения форсунок, изменения напора опрыскивания в секции или комбинации обоих параметров.

Компанией Claas совместно с фирмой Isaria разработан оптический сенсорный датчик для растений CROP SENSOR ISARIA с двумя сенсорными головками, который вычисляет потребность в азоте (рисунок 4.10). Головки смонтированы справа и слева на несущей раме, навешенной спереди. Рама движется над растением на заранее определенном расстоянии. Благодаря активным светодиодам с датчиком можно работать в ночное время. Частота измерения автоматически адаптируется к условиям окружающей среды.

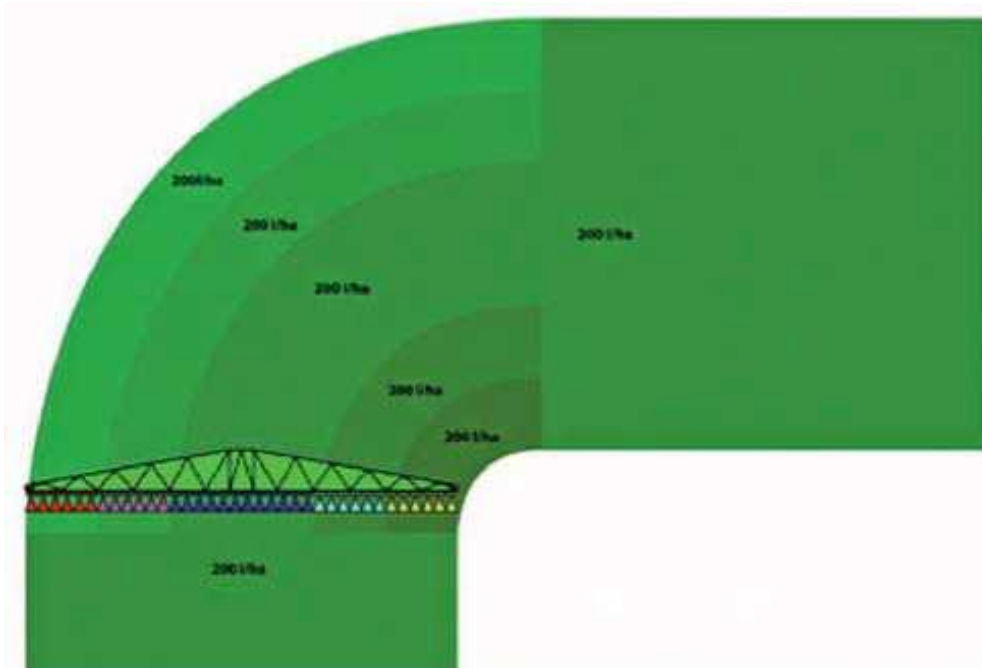
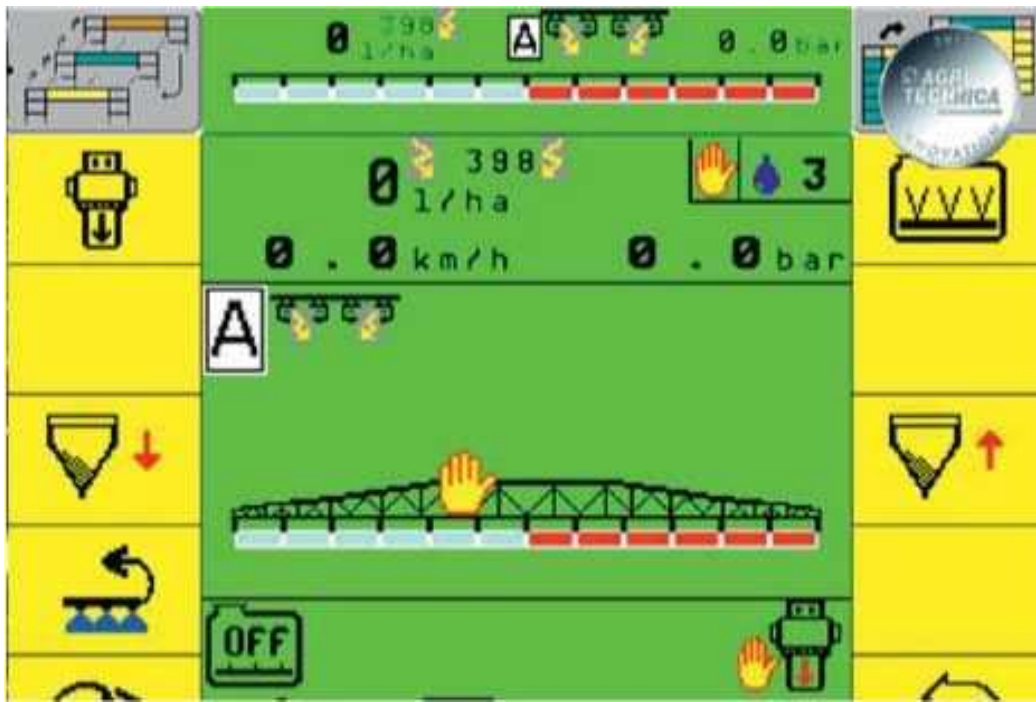


Рисунок 4.9 – Система контроля Curves-Control-Application (C-C-A)



Рисунок 4.10 – Сенсорный датчик CROP SENSOR ISARIA

Датчик CROP SENSOR ISARIA измеряет показатель азота, полученного растением на момент измерения, сравнивает его с заданным показателем, а затем высчитывает недостающее или дополнительное количество питательных веществ. Если датчик работает на участке поля, где растения растут неравномерно, например, пострадали от засухи или морозов, то рекомендуемое для этих участков поля количество вносимых удобрений возвращается к предварительно установленному базовому показателю. Датчик можно использовать при работе с любыми культурами, независимо от времени и метода внесения удобрений.

CROP SENSOR ISARIA – единственный датчик для измерения азота. Он может работать с системой ISOBUS, т. е. настраиваться с бортового компьютера любого трактора, независимо от его марки.

Система автоматической поддержки высоты и наклона Distance Control компании Amazone облегчает работу механизатора. Автоматизация осуществляется за счет ультразвуковых датчиков и бортового компьютера. Штангу настраивают один раз на оптимальную высоту 50 см.

Функция Auto-Lift, которой оснащены все опрыскиватели со складыванием Profi, дает возможность автоматически приподнять штангу на определенную высоту при отключении последней секции на разворотной полосе. При повторном включении штанга вновь автоматически опускается.

Автоматизацию процессов заполнения, смешивания и очистки обеспечивает пакет Comfort. Во время заполнения всасывающий вентиль автоматически отключается при достижении заданного уровня заполнения. Во время обработки интенсивность смешивания автоматически регулируется в соответствии с актуальным уровнем в баке. Оснащение для повышения производительности при проведении мероприятий по защите растений сформулированы под общим понятием Amazone Speed-Spraying. Многократно демпфируемые штанги Amazone с системой Distance Control позволяют развивать высокую скорость (до 20 км/ч).

Контрольные вопросы

1. Какие режимы работы на современных разбрасывателях удобрений, имеют автоматическую регулировку?
2. Какие параметры и режимы работы разбрасывателя удобрений влияют на выполняемой операции?
3. Назовите функции, выполняемые системой АХМАТ фирмы Rauch при внесении минеральных удобрений.
4. Как осуществляется дифференцированное внесение удобрений разбрасывателями с поддержкой GPS?
5. Как работает технология ISOBUS?
6. Перечислите ряд требований, которые предъявляются к современным опрыскивателям.
7. Как работает система управления положением штанг Boom Guidance?

Лекция 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

Благодаря позитивной динамике доходов фермеров в западно-европейском аграрном секторе в последние годы увеличился спрос на кормоуборочные машины и тележки-погрузчики.

По расчетам экспертов, он будет стабильным до тех пор, пока колебания цен на молоко будут держаться в актуальных рамках.

При низких ценах на молоко (особенно в 2010 г.) спрос на кормоуборочные машины отставал от общей тенденции рынка. В 2011 г. цены поднялись и оставались на высоком уровне, поэтому данная отрасль стала возрождаться, и приблизилась к общей тенденции.

Основные тенденции в развитии технических средств для кормопроизводства:

- повышение производительности машин путем увеличения их энергонасыщенности, оптимизации основных рабочих параметров, совершенствования компоновочных схем, а также более широкого внедрения средств электроники и автоматизации;
- повышение надежности работы машин и максимальное продление срока их службы путем введения в конструкцию защитных устройств, предохраняющих рабочие органы от поломки, применение новых высокопрочных материалов и т. д.;
- улучшение качества заготавливаемых кормов благодаря использованию более совершенной конструкции рабочих органов, контролю выполнения технологического процесса с помощью средств электроники, а также более широкого использования новых перспективных технологий;
- повышение ремонтпригодности машин и удобство их сервисного обслуживания;
- активное использование электронных приборов и средств автоматизации технологического процесса;
- создание специализированных комплексов машин с оптимальными согласованными между собой параметрами (в том числе на базе универсальных энергетических средств), охватывающих всю технологическую цепочку от скашивания растительной массы до раздачи корма животным;

– гармонизация (синхронизация) работы машинно-тракторных агрегатов.

Лидерами производства кормоуборочной техники остаются крупные зарубежные фирмы-производители – Claas, Krone (Германия), John Deere, Case IH, New Holland (США), Kuhn, Lely (Франция), Pottinger (Австрия), Taarup (Дания), Kverneland, Vicon (Kverneland Group) и др.

Кормоуборочные комбайны. В последнее время кормоуборочные комбайны были усовершенствованы в области коротковолновой инфракрасной спектроскопии (NIRS), с помощью которой до сих пор можно было определить только содержание сухого вещества в убранный массе. Новая техника позволяет определить содержание таких веществ, как протеин, крахмал и сахар. Наряду с оптимизацией менеджмента кормопроизводства и объективизацией расчета качества силоса для всех задействованных партнеров с помощью этой технологии можно подготовить обширную документацию всего процесса. Для кормоуборочных комбайнов разработаны системы регулирования моторов, позволяющие приспосабливаться к различным условиям уборки, в результате кормоуборочный комбайн постоянно работает в оптимальном с точки зрения потребления мощности и производительности диапазоне числа оборотов, что позволяет снизить расход ТСМ.

Спрос на самоходные кормоуборочные машины с измельчителями в Европе значительно возрос после начала производства биогаза. В настоящее время производители в ЕС ожидают скорее сокращения рынка до 1000 ед. и менее (по всему миру в год продается примерно 3000 ед.). Машины с двигателем мощностью от 600 до 800 л. с. образуют основной сегмент реализации, хотя увеличивается и реализация машин с двигателем мощностью 1000 л. с. и более.

Некоторые из основных характеристик современных кормоуборочных комбайнов:

– автоматическое управление двигателями, соответствующее актуальному спросу на мощность и управление коробкой передач со следующими функциями: скорость вперед управляется нагрузкой машины, коробка передач регулирует скорость передвижения, не влияя на число оборотов агрегатов измельчителя;

- двигатель управляется таким образом, что передача мощности постоянно находится в диапазоне сниженного расхода топлива;
- бесступенчатая адаптация длины измельчения к содержанию влаги, сжатого материала осуществляется используемым редуктором длины резки и измельчающим барабаном с широким спектром длин резки – в конце трубы выброса постоянно замеряется влажность сжатого материала;
- немедленная остановка подающих питающих органов с автоматическим разъединением;
- эффективно работающие приспособления corncracker полностью размалывают початки кукурузы, и высвобождают из них питательные вещества;
- наличие разнообразных уборочных жаток;
- автоматика рулевого управления для использования полной ширины захвата жаток, работающая с сигналами спутников;
- система связи online обеспечивает связь между машиной и бюро на ферме, а также с ответственной мастерской дилера, обладает всеми важными наружными функциями, необходимыми для эксплуатации, например: для оптимального управления одновременно несколькими кормоуборочными машинами.

Фирма John Deere предлагает новые кормоуборочные комбайны серии 8000:

- 8100 с 9 л. двигателем John Deere мощностью 380 л. с.;
- 8200 с 9 л. двигателем John Deere мощностью 430 л. с.;
- 8400 с 13,5 л. двигателем John Deere мощностью 540 л. с.;
- 8500 с 13,5 л. двигателем John Deere мощностью 585 л. с.;
- 8600 мощностью 625 л. с., данная модель оборудована более широким питающим каналом.

Также планируют производство дополнительных моделей мощностью до 1000 л. с.

Их основные отличия:

- общая масса снижена на 800 кг;
- имеется модель с более широким питающим каналом для трудносыпучего материала;
- новые жатки для уборки растения целиком;
- независимые от рядков початкосрыватели кукурузы с шириной захвата от 6 до 9 м;

- по желанию жатки могут быть оборудованы автоматикой рулевого управления;
- новый ножевой барабан с 48, 56 или 64 ножами;
- возможность автоматической настройки длины измельчаемого материала;
- новый зерновой процессор с интенсивным разламыванием зерна;
- возможность демонтажа зернового процессора с помощью крана в течение нескольких минут;
- система дозировки средств для силосования оборудована двумя баками для средств с различной концентрацией;
- кабина оснащена разнообразным электронным оборудованием и автоматикой для кондиционирования воздуха;
- с помощью дистанционного управления можно непосредственно на дисплее дать ответ сторонним специалистам по настройке и увеличению мощности.

Внедрение синхронизированной работы (гармонизации) кормоуборочного комбайна и транспортного средства обеспечивает повышение производительности и экономию топлива.

Так, фирма Krone продемонстрировала на выставке Agritechnica-2013 автоматический предохранитель от перегрузок Laser Load для самоходных кормоуборочных комбайнов серии BIG X, который был удостоен серебряной медали (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Автоматический предохранитель от перегрузок Laser Load для самоходных кормоуборочных комбайнов серии BIG X

Управляемый лазерный сканер опознает движущееся параллельно с кормоуборочным комбайном или следом за ним транспортное средство и управляет силосопроводом. Лазерная головка передвигается электромоторами вверх и вниз, что позволяет создать трехмерное изображение. Для правильного расчета радиуса сброса с помощью математических алгоритмов определяется верхняя кромка транспортного прицепа. Использование Laser Load минимизирует потери кормов, способствует снижению нагрузки на механизатора.

Кормоуборочные комбайны Krone BIG X 700, 850 и 1100 оснащаются системой Vari Stream, обеспечивающей стабильную работу барабана-измельчителя и ускорительного барабана.

Пресс-подборщики для рулонных тюков. Рынок пресс-подборщиков для рулонных тюков в Западной Европе сократился. В Германии ежегодно реализуется около 2000 таких машин и 400 пресс-подборщиков для крупногабаритных тюков.

Технологические тенденции в данном секторе:

- автоматическая адаптация скорости трактора к загрузке пресса с помощью систем Tractor Implement Management (TIM);
- разносторонняя эксплуатация для изготовления силоса (для сена и соломы);
- тележки-подборщики с гидравлическим приводом;
- увеличение производительности, например, для работы измельчителей с очень мощными роторами и широким спектром длины резки;
- более сильное уплотнение тюков;
- эффективная упаковка тюков и системы обвязки сеткой;
- система снятия и укладки тюков, при использовании которой оператору не нужно останавливать машину;
- сенсорный датчик для измерения влажности материала, который управляет усилием прессования, и адаптируется к условиям эксплуатации.

Технология формирования и упаковки рулонов совершила колоссальный прорыв с появлением новейшего пресс-подборщика FastBale фирмы Kverneland (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Пресс-подборщик FastBale

Новинка была разработана и выпущена на заводе Kverneland Group в г. Равенна (Италия), который специализируется на производстве пресс-подборщиков. Модель FastBale имеет две уникальные характеристики: во-первых, это единственный в мире непрерывно работающий рулонный пресс-подборщик с фиксированной камерой, во-вторых, – единственная машина такого рода, имеющая также функцию упаковки рулонов (опция).

Инновационная конструкция машины включает в себя две последовательно расположенные камеры. Как только скошенная масса достигает нужной плотности в камере предварительного прессования (где формируется примерно $2/3$ рулона), она отправляется в основную камеру пресс-подборщика, где процесс продолжается и рулон достигает своего максимального размера в диаметре – 1,25 м. Как только формирование одного рулона завершилось, немедленно запускается процесс прессования скошенной массы в камере предварительного прессования, а готовый рулон, заключенный в сетку, тем временем передается из основной камеры на поле или обмотчик. Таким образом, машина работает непрерывно.

Чтобы обеспечить простую, но надежную передачу рулона на обмотчик, инженеры разработали параллельное крепление рамы обмотчика. Это позволяет обмотчику опускаться при приеме рулона из основной камеры пресс-подборщика. После этого обмотчик вновь приподнимается, и рулон обматывается двумя «рукавами» пленки. В отличие от традиционных механизмов, обмотка в Kverneland FastBale происходит в вертикальной плоскости.

После завершения процесса обмотки обмотчик опускается, а его задний ролик приподнимается, высвобождая упакованный рулон на землю.

Оригинальная конструкция пресс-подборщика с обмотчиком делает его очень компактным – Kverneland FastBale намного короче, чем любая из аналогичных машин, представленных на рынке.

После нескольких этапов испытаний машина была представлена на выставке SIMA-2015, жюри которой присудило новинке серебряную медаль за инновации. Полевые испытания и возможные доработки с учетом различных сельскохозяйственных культур продолжатся в течение всего 2015 г., прежде чем модель поступит в продажу.

Разработка Fast Bale – это результат значительных инвестиций Kverneland Group в свой завод по производству пресс-подборщиков и очередной шаг к тому, чтобы стать лидером в этой области.

Контрольные вопросы

1. Пути совершенствования кормозаготовительной техники.
2. Как в кормоуборочных комбайнах определяется содержание протеина, крахмала и сахара в убранной массе?
3. Назовите основные характеристики работы современных кормоуборочных комбайнов.
4. Перечислите основные тенденции совершенствования технологического процесса заготовки прессованного сена на примере рулонных пресс-подборщиков.

Лекция 6. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

За несколькими исключениями, производителями и продавцами зерноуборочных комбайнов на мировом рынке являются крупнейшие компании – производители сельскохозяйственной техники. Лидеры в этой области – фирмы Claas, John Deere, New Holland, Case IH, Ростсельмаш, Agco и Deutz-Fahr, которые имеют производственные и товаропроводящие структуры по всему миру.

Характерной особенностью комбайновой продукции зарубежных фирм является разнообразие производимых комбайнов как по базовым моделям, так и по их модификациям. Больше всего моделей выпускают фирмы Claas – 29, New Holland – 22, Laverda – 13 (с учетом рисовых модификаций), John Deere, Massey Ferguson и Challenger – 12. Это служит показателем востребованности комбайнов различными сельхозтоваропроизводителями.

С учетом запросов потребителей, компании-производители расширяют серии комбайнов, отличающихся по ширине захвата, производительности, мощности двигателей и оснащенности сменными приспособлениями для уборки различных культур. Комбайн должен четко вписываться в систему точного земледелия, обеспечивающую максимальную эффективность сельскохозяйственного производства при минимальных затратах энергетических, трудовых и материальных ресурсов и минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду. Анализ конструкций представленных комбайнов подтвердил ранее сформулированные тенденции развития мирового комбайностроения по итогам предыдущих выставок. Наряду с этим по ряду технических решений были представлены новинки, которые свидетельствуют о новых направлениях совершенствования комбайнов.

Основными тенденциями в развитии и совершенствовании зерноуборочных комбайнов остаются:

- постоянное увеличение производительности комбайнов и мощности их двигателей;
- сокращение до минимума потерь и повреждений зерна;
- обеспечение устойчивости протекания технологического процесса уборки в различных агротехнических и климатических условиях;

- повышение комфортабельности и безопасности эксплуатации;
- снижение отрицательного воздействия на почву путем уменьшения удельного давления колес машин на почву, а также внедрения привода на все колеса и резиноармированных гусениц;
- широкое применение современных систем управления и контроля технологических процессов на базе электронных вычислительных устройств, вплоть до спутниковых систем определения координат машины для подсчета убранных площадей и средней урожайности отдельных участков полей.

Повышение производительности комбайнов традиционных конструкций достигается путем увеличения размеров жаток, обмолачивающих устройств, сепарирующих органов, мощности двигателей, а также использования гидротрансмиссий, гидропривода рабочих органов и электроники. Самые мощные комбайны имеют производительность более 90 т/ч, что позволяет заменять одним комбайном два меньшей производительности. Таким образом, комбайностроительные фирмы удовлетворяют потребность в мощных машинах крупных производителей зерновых культур и компаний, выполняющих подрядные работы в сельском хозяйстве.

Обращает на себя внимание чрезвычайно большой диапазон параметров базовых моделей комбайнов. Одна и та же фирма выпускает комбайны с шириной молотилки как меньше 1 м, так и больше 1,5 м. Самый малогабаритный зерноуборочный комбайн выпускает фирма Sampo Rosenlew (Финляндия) с шириной молотилки 780 мм и массой до 3400 кг, а самые большие – фирмы Claas (Lexion 780, мощность двигателя 477 кВт), John Deere (9880i STS, 347 кВт) и New Holland (CR 100, 479 кВт).

По-прежнему заметна тенденция повышения производительности комбайнов за счет увеличения мощности двигателей и габаритов молотильно-сепарирующих органов. Предпочтение отдается молотильным барабанам Ø 600–650 мм и более, клавишным соломотрясам длиной более 4 м. Для комбайнов высокой производительности характерны двигатели мощностью более 235–257 кВт. Фирма Claas первой применила двигатели мощностью 368 кВт (500 л. с.).

Однако не все зарубежные фирмы наращивают производство высокопроизводительных комбайнов (класс выше 12 кг/с) за счет сокращения производства комбайнов меньшей производительности. Большинство выпускают комбайны разных классов, четко реагируя на рыночную конъюнктуру.

Предлагаемые компаниями-производителями хедеры шириной захвата 3–12 м обеспечивают оптимальную загрузку молотилок при разной урожайности. Равномерность подачи уборочного материала в молотильно-сепарирующее устройство обеспечивается различными конструкциями хедеров и наклонных камер. Например, фирмы устанавливают на хедеры шнеки с пальцами, расположенными по спирали по всей длине (рисунок 6.1), а в комбайнах фирмы Massey Ferguson равномерность подачи уборочного материала обеспечивается путем установки перед шнеком хедера по всей ширине захвата ленточного транспортера из секций прорезиненных лент (рисунок 6.2). В комбайнах фирмы John Deere длина наклонной камеры увеличена до 1980 мм, что позволило уменьшить углы входа и таким образом обеспечить плавную подачу уборочного материала в молотильно-сепарирующее устройство.



Рисунок 6.1– Жатка фирмы Claas



Рисунок 6.2 – Жатка Powerflow фирмы Massey Ferguson

Для быстрого устранения забивания хедера и наклонной камеры уборочным материалом некоторые компании устанавливают на свои машины реверсивное устройство с электро- или гидроприводом, которое прокручивает шнек хедера и транспортер наклонной камеры в обратную сторону.

В настоящее время на рынке представлены комбайны с различным исполнением молотильно-сепарирующих устройств: классические (бильно-клавишные), аксиальные роторные и роторные комбинированные.

Совершенствование классической схемы молотилки идет в направлении увеличения диаметра молотильных барабанов, активизации работы подбарабанья и отбойного битера, создания двухбарабанных молотильных аппаратов. Причем в двухбарабанных молотилках один из молотильных барабанов может играть роль активатора-ускорителя: первый барабан в комбайнах фирмы Claas и второй – фирмы Massey Ferguson. Одним из барабанов в любом случае является бильный.

Аксиально-роторные молотильные аппараты совершенствуются в основном в трех направлениях: модернизация заходной части – импеллера (увеличение числа заходов, изменение конструкции лопастей и подбарабанья); совершенствование конструкции ротора (форма бичей, их расположение, увеличение длины ротора

до 3560 мм, диаметра – до 800 мм (таблица 6.1); модернизация подбарабанья всего ротора (увеличение угла обхвата до 142°, введение секционной деки с различным расположением планок на каждой секции).

Таблица 6.1 – Размеры роторов современных зерноуборочных комбайнов

Модель (фирма)	Диаметр, мм	Длина, мм
CH 660, CH 670	700	3560
MF 9895 (Massey Ferguson)	800	3550
CR 9060 (New Holland)	432	2638
CR 9080 (New Holland)	559	2638
AF 2388 X-clusive (Case IH)	762	2790
AF 7010 (Case IH)	762	2623
AF 8010 (Case IH)	762	2623
9880i STS (John Deere)	750	3130
9560i STS (John Deere)	600	3130
PCM-181 (ОАО «Ростсельмаш»)	762	3200

Оригинальная конструкция аксиально-роторной молотилки разработана ОАО «Ростсельмаш». На модернизированном роторном комбайне установлено подбарабанье, вращающееся вокруг ротора с небольшой частотой (до 10 мин⁻¹). Предусмотрен реверс вращения.

Комбинированные молотильно-сепарирующие устройства сочетают в себе классический бильный барабан для обмолота хлебной массы и аксиальный двухроторный соломосепаратор. На моделях Lexion 570, 580 и 600 фирмы Claas клавишный соломотряс заменен двумя продольно расположенными и вращающимися в противоположных направлениях роторными сепараторами. Соломистая масса подается к ним отбойным битером с винтовой поверхностью левого и правого направлений. Количество комбайнов с комбинированным роторным молотильно-сепарирующим устройством по сравнению с прошедшими годами заметно увеличилось.

Фирма Moulet (Франция) представила разнообразные конструкторские решения для активизации работы клавишных соломотрясов и решет очистки комбайна. Над клавишами соломотряса устанавливаются блоки струн, которые во время работы соломотряса колеблются, создавая дополнительное воздействие на соломистый ворох (рисунок 6.3). Одновременно они увеличивают пространственную решетку вороха, повышая его скважность. Это способствует выделению зерна из вороха и сокращению потерь зерна за соломотрясом. Аналогичный блок струн устанавливается над решетками очистки в месте поступления на них зерна.

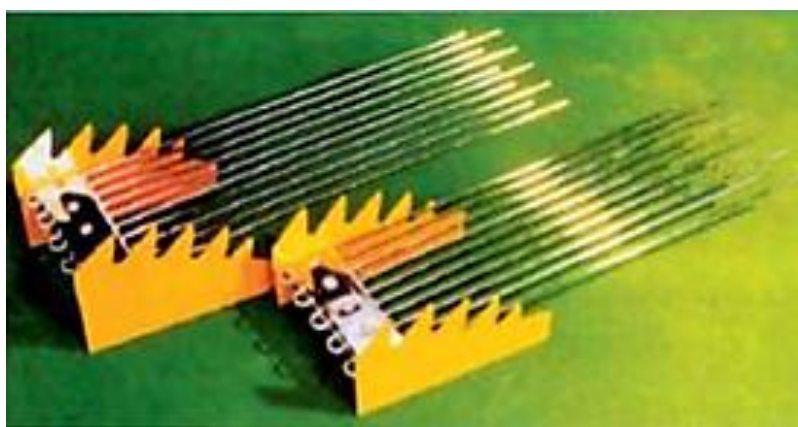


Рисунок 6.3 – Блоки струн для клавиш соломотряса

Зерноочистительные устройства комбайнов обычно имеют две стрясные доски, однако на высокопроизводительных комбайнах используется дополнительное третье решето с обдувом от вентилятора с двумя выходными патрубками. В очистках используются радиальные или турбинные вентиляторы, частота вращения которых регулируется клиноременными вариаторами, управляемыми посредством гидроцилиндров или электродвигателей.

Компании применяют также различные приспособления для стабильной работы очистки при движении комбайнов на склонах. Например, система очистки 3-D фирмы Claas предназначена для работы на склонах до 20 %. В этой системе зерновой ворох выравнивается по ширине решет в результате их дополнительной боковой вибрации (рисунок 6.4). Некоторые комбайны фирмы Deutz-Fahr имеют решета, состоящие из двух половин, которые выравниваются на боковых склонах путем поворота вокруг продольных осей.

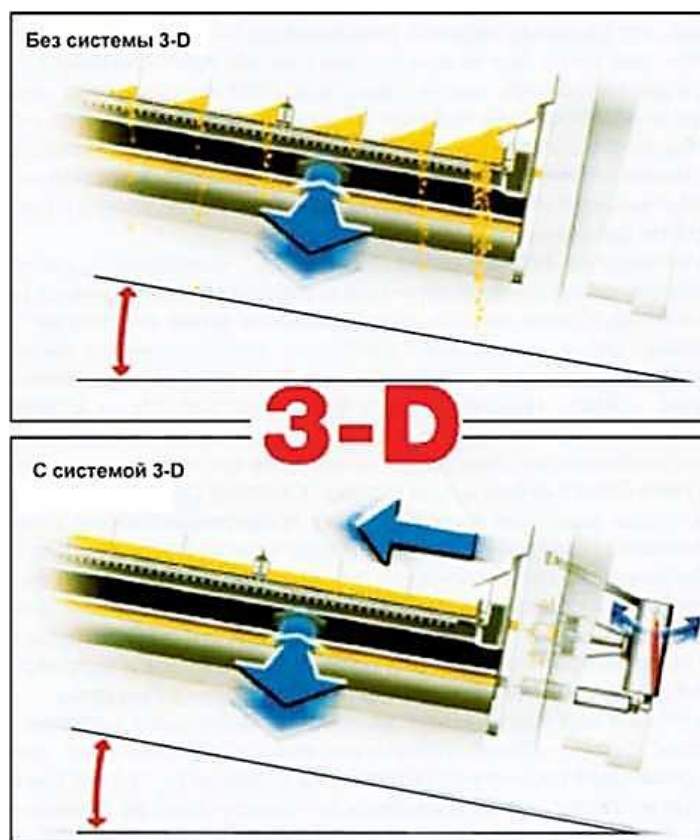


Рисунок 6.4 – Схема работы системы 3D

Вместимость бункеров увеличилась у наиболее мощных комбайнов до 10–12 м³, а время их разгрузки сокращается до 100 с.

С каждым годом расширяется применение гидропривода ведущих колес с бесступенчатым изменением поступательной скорости, что дает возможность выбирать оптимальный скоростной режим и рациональнее использовать пропускную способность комбайна. Особенно большое внимание уделяется комплексу мер, направленных на сокращение потерь и повреждений зерна, которые, по данным фирм, составляют до 1 %.

Все комбайны, выпускаемые ведущими компаниями, имеют центральное расположение кабины. Обычно комбайны компонуются таким образом, что за кабиной размещается бункер, за ним устанавливается двигатель. Такая компоновка способствует снижению шума и вибрации на рабочем месте оператора. Например, уровень шума в кабинах комбайнов New Holland снижен до 76 дБА. Справа от оператора обычно располагается многофункциональный рычаг управления, с его помощью контролируются движение комбайна вперед-назад, подъем-опускание хедера, срочная остановка работы хедера и некоторые другие функции.

Увеличивается производство комбайнов, оснащенных системой GPS, обеспечивающей автоматическое регулирование режимов работы комбайнов в зависимости от урожайности зерна и рельефа поля. Некоторые фирмы выпускают комбайны, оборудованные системой GPS, рассчитанной на спутниковую связь с наземными объектами.

Фирма Claas предлагает покупателям четыре серии комбайнов (Dominator, Меда, Medion и Lexion) мощностью от 92 до 431 кВт. Одна из особенностей комбайнов – наличие систем копирования рельефа поля Claas Contour и Auto Contour. Система Claas Contour следит за тем, чтобы давление жатки на почву поддерживалось на установленном водителем уровне. Электрогидравлическая система Auto Contour обеспечивает автоматическое копирование рельефа поля жаткой в поперечном и продольном направлениях, а также поддерживает заданные высоту среза и давление на почву. Для уборки кукурузы комбайны комплектуют приставками различной рядности и устройством Autopilot для автоматического вождения вдоль рядка кукурузы.

Для уборки зерновых культур на почвах с небольшой несущей способностью фирма Claas предлагает вместо передних шин движитель с резиновой гусеничной лентой. Эта система Terra-Trac снижает давление на почву, и дает возможность убирать хлеб во влажных условиях. Для уборки трав, различных культур комбайны по заказу комплектуются подборщиком валков, приспособлениями и приставками для уборки кукурузы, подсолнечника, рапса, сои, риса.

Зерноуборочные комбайны серии Dominator фирмы Claas (три модели) предназначены для выполнения уборочных работ в хозяйствах небольшого и среднего размеров. Оборудованы шестицилиндровыми двигателями с электронным управлением впрыска топлива, классическим молотильно-сепарирующим устройством, четырехклавишным соломотрясом. Установленные над клавишным соломотрясом зубовые ворошители интенсифицируют процесс сепарации. Жатки оборудованы сегментно-пальцевым режущим аппаратом, ход ножа равен 84 мм, что превышает расстояние между центрами сдвоенных пальцев, составляющее 76,2 мм. Для устранения забивания используется реверс рабочих органов с гидроприводом. Комбайн Dominator 130 оснащен механической трансмиссией, два остальных – гидростатической.

Комбайны серии Medion являются дальнейшим развитием комбайнов Dominator. Они имеют более мощные двигатели, увеличенную ширину молотилки, комфортабельные кабины, гидростатические трансмиссии. По заказу могут оснащаться мобильным компьютерным терминалом АСТ (Agrosom Computer Terminal). С его помощью картируют поля по урожайности, отслеживают выполнение заказов и решают другие задачи. Основное отличие комбайнов серии Mega от предыдущей – новая схема обмолота и увеличенная ширина молотилки. Молотильное устройство, получившее название APS (accelerated pre separation – ускорение перед обмолотом), состоит из барабана-ускорителя с подбарабаньем, основного молотильного барабана Ø 450 мм и отбойного битера, подающего массу на соломотряс. Число зубовых ворошителей, интенсифицирующих процесс сепарации клавишным соломотрясом, увеличено до двух. Кроме того, с этой целью на клавиши можно устанавливать дополнительные зубчатые элементы. Зерно, выделенное на открытых снизу клавишах соломотряса, попадает на общую скатную доску. Транспортная доска очистки имеет ступень перепада, на которой ворох, обдуваемый воздухом, проходит предварительную очистку. На конце соломотряса имеются сенсорные датчики, определяющие уровень загрузки соломотряса, сигнал от них передается в кабину. Сигнал об уровне потерь поступает от датчиков, расположенных за решетным станом. При забивании жатки используется реверс подающих органов жатки и наклонного транспортера. Жатки комбайнов, начиная с ширины захвата 4,5 м, предлагаются в складывающемся варианте для транспортных перевозок. На комбайнах повышена комфортабельность благодаря установке более просторной кабины, добавлено сиденье для помощника комбайнера. На многофункциональный рычаг, расположенный справа, выведены кнопки управления рабочими функциями машины, которые в процессе работы приходится часто изменять (направление и скорость движения комбайна, положение жатки и мотовила, включение устройства копирования почвы). Самая мощная модель этой серии Mega 370 является новинкой, она появилась на рынке после выставки Sima-2005.

На комбайнах серии Lexion используется такое же молотильно-сепарирующее устройство APS, как и на комбайнах серии Mega, однако диаметр молотильного барабана увеличен с 450 до 600 мм,

ширина молотилки в зависимости от модели составляет 1420 или 1700 мм (последняя – самая большая в мире). В отличие от комбайнов предыдущих серий на комбайнах серии Lexion зазор между подбарабаньем и барабаном-ускорителем настраивается электрогидравлическим механизмом с рабочего места водителя и контролируется устройством защиты от перегрузок. На комбайнах Lexion 510–560 над клавишным соломотрясом вместо зубовых ворошителей используется система «мультисепарации» остаточного зерна MSS, представляющая собой барабан с эксцентриковым пальчиковым механизмом (рисунок 6.5). Пальцы захватывают солому, вытряхивают и ускоряют ее продвижение, улучшая тем самым сепарацию зерна. Глубина проникновения пальцев в солому и интенсивность их работы регулируются в зависимости от условий уборки. На моделях 570, 580 и 600 клавишный соломотряс заменен двумя продольно расположенными и вращающимися в противоположных направлениях роторными сепараторами. Соломистая масса подается к ним отбойным битером с винтовой поверхностью левого и правого направлений (рисунок 6.6).



Рисунок 6.5 – Система выделения зерна MSS



Рисунок 6.6 – Молотильно-сепарирующее устройство и роторный сепаратор комбайнов Lexion

На комбайнах серии Lexion установлены двигатели с электронной системой управления подачей топлива и четырьмя клапанами на каждый цилиндр в системе газораспределения.

В зависимости от условий уборки комбайнер, управляя из кабины движением режущего аппарата, может бесступенчато изменять расстояние между ним и шнеком жатки на 20 см вперед и 10 см назад от обычного положения. Жатку можно переоборудовать для уборки рапса. В этом случае режущий аппарат выдвигается еще на 30 см вперед, между ним и шнеком жатки устанавливается стальная проставка, дополнительно монтируются один или два боковых ножа. При забивании рабочих органов жатки и наклонного транспортера используется реверс с гидроприводом. Управление положением жатки и мотовила, направлением и скоростью движения комбайна, включение системы копирования почвы осуществляются одним многофункциональным рычагом с кнопками.

Бортовая электронная информационная система Cebis на комбайнах серии Lexion контролирует и управляет технологическим процессом (частотой вращения барабанов и вентилятора, положением подбарабаней, открытием жалюзи решет и т. д.), основные параметры которого выводятся на монитор. С помощью этой системы комбайнер имеет возможность выбрать запрограммированную настройку на уборку одной из 24 культур. Система Cebis отличается большим объемом памяти и возможностью записи результатов (намолот, влажность зерна, географические координаты)

на магнитную карту, которые затем могут быть использованы с помощью домашнего компьютера для получения карт урожайности. Дополнительно предлагается информационная система, сопоставляющая параметры, полученные от системы управления комбайном в конкретных условиях уборки со своим банком данных по полеводству.

Фирма Claas по заказу устанавливает на комбайнах серии Lexion лазерное устройство Laser Pilot. Инфракрасный лазерный сенсор, установленный на жатке, сканирует на расстоянии 14 м стеблестой шириной 3 м, и определяет его границу. Полученные данные используются для автоматического вождения комбайна, вычисления убранной площади и урожайности.

Комбайны с обозначением в марке Montana – крутосклонные, позволяющие выполнять уборку при движении поперек склона до 17 %, вдоль – до 6 %. На комбайнах Montana используются электрогидравлическая двухступенчатая коробка передач и Overdrive – привод. При увеличении нагрузки гидромотор автоматически повышает подачу масла, и соответственно увеличивается крутящий момент. В случае буксования одного из ведущих колес при движении по диагонали склона комбайнер может включить блокировку дифференциала.

Комбайн Lexion 600 (рисунок 6.7) – новинка фирмы Claas является усовершенствованной модификацией комбайна Lexion 580. С целью улучшения прохождения обрабатываемой массы и сокращения потребления энергии изменена конструкция приемной зоны роторных соломосепараторов. В настоящее время он является самым мощным комбайном в мире: на нем установлен восьмицилиндровый двигатель Daimler Chrysler мощностью 431 кВт (586 л. с.) с V-образным расположением цилиндров и электронным управлением впрыском топлива. При возрастании нагрузки и снижении частоты вращения коленчатого вала на 100 мин⁻¹ мощность двигателя повышается на 41 кВт. Он имеет самый большой по вместимости бункер (12 м³) и максимальную скорость движения (30 км/ч), которую обеспечивает двухступенчатая коробка передач с функцией Overdrive. Привод на все четыре колеса оснащен регулятором пробуксовки: при срабатывании датчиков гидромоторы обеспечивают подстраивание частоты вращения или крутящего момента.



Рисунок 6.7 – Зерноуборочный комбайн Lexion 600

На комбайне использована усовершенствованная система очистки Jet Stream, имеющая два канала подачи воздуха на решета, восемь турбин вентилятора вместо шести, электрорегулировку открытия жалюзи решет, увеличенную до 150 мм высоту первой ступени перепада. На входе в наклонную камеру осуществляется отсос пыли, в результате чего уменьшается запыленность в зоне жатки, и улучшается визуальный контроль протекания технологического процесса. Новинка комбайна – регулятор загрузки молотилки Cruise Pilot. В зависимости от толщины массы в наклонной камере и нагрузки на двигатель он оптимизирует скорость движения комбайна. В зависимости от условий уборки на комбайне может быть использована одна из двух систем автоматического вождения: GPS Pilot или Laser Pilot. GPS Pilot для определения границы хлебостоя использует сигналы глобальной системы навигации (GPS), а Laser Pilot – электронно-оптических сенсоров, установленных на комбайне. Солома за комбайном укладывается в валок или измельчается и вместе с половой распределяется по всей ширине захвата комбайна. Для выгрузки бункера требуется не более 2 мин.

Фирма John Deere предлагает потребителям зерноуборочные комбайны серий CWS, WTS, CTS и STS. На комбайнах последних трех серий в обозначении марки используется буква *i*, характеризующая, по утверждению фирмы, «интеллигентность», «умное решение», проявление «сообразительности» комбайнов благодаря использованию в их конструкциях электронных средств контроля и

управления технологическим процессом, в том числе системы автоматического вождения Auto Trac, регулятора загрузки молотилки Harwest Smart, датчика влажности зерна с высокой точностью измерения, системы измерения и картирования урожайности Green Star. Регулятор загрузки молотилки в зависимости от подачи хлебной массы или уровня потерь зерна (по выбору) управляет рабочей скоростью комбайна. Система вождения на базе GPS позволяет осуществлять разбивку поля на загоны и параллельное автоматическое вождение в загоне на полях больших размеров, а комбинация системы автоматического вождения и регулятора загрузки молотилки – достичь за счет равномерной загрузки молотилки высоких наработки и качества работы.

На комбайнах серий CWS и WTS молотильно-сепарирующее устройство состоит из молотильного барабана и следующего за ним молотильного битера меньшего диаметра с сепарирующей решеткой (рисунок 6.8). Величина зазора между барабаном и подбарабаньем выводится на экран монитора, и изменяется с помощью гидропривода из кабины. Над клавишным соломотрясом для более интенсивного выделения зерна установлен барабан с эксцентриковым пальчиковым механизмом (кроме моделей серии CWS). Эффективность очистки увеличена путем применения на пяти- или четырехтурбинном вентиляторе двух воздухопроводов с равномерным распределением воздушного потока. Первый из воздухопроводов осуществляет предварительную очистку зерна. Зерновой ворох из-под барабанов на очистку подается шнеками (кроме моделей серии CWS).



Рисунок 6.8 – Система обмола и сепарации хлебной массы серий CWS и WTS

На жатках шириной захвата более 5,5 м устанавливается шнек со спиральным расположением пальцев. Режущий аппарат в зависимости от вида и состояния убираемой культуры, может быть выдвинут вперед на 100 мм, а также повернут на 9° для изменения угла среза.

Копирование поля в поперечном и продольном направлениях обеспечивает интегрированная автоматическая система управления жаткой Contour Master или Header Trak. Забивание наклонного транспортера устраняется включением реверса с помощью ножной педали. Автоматическая система регулирования (АМЕ) оптимизирует процесс уборки: на основе предварительно введенных данных об убираемых культурах автоматически устанавливаются регулировочные параметры барабана, подбарабанья, вентилятора и других рабочих органов.

По заказу комбайны могут быть оборудованы системой выравнивания Hillmaster для работы на склонах до 11 % и системой измерения и картирования урожая GreenStar. Управление скоростью и направлением движения комбайна, положением жатки и мотовила, величиной давления на почву осуществляется одним многофункциональным рычагом с кнопками. На высокомоощных моделях при повышении нагрузки, например, выгрузке зерна на ходу мощность двигателя повышается на 7 %.

На зерноуборочном комбайне 9780i CTS вместо клавишного соломотряса установлены два продольно расположенных и вращающихся в противоположных направлениях роторных сепаратора с зубьями (рисунок 6.9). Молотильное устройство состоит из молотильного, реверсивного и подающего барабанов. Последний вращается в направлении, противоположном вращению молотильного барабана, обеспечивая верхнюю подачу массы к сепаратору. Зерновой ворох из-под барабанов на очистку подается шнеками. Зерновой бункер оборудован открывающейся с помощью электропривода на угол 45° крышкой. Центральный загрузочный шнек с шарнирным соединением при загрузке автоматически поднимается вверх, и освобождает пространство бункера для зерна. Комбайн оснащен гидростатической трансмиссией, шестицилиндровым дизельным двигателем с турбонаддувом, охлаждением наддувочного воздуха и топливным насосом с электронной системой управления.



Рисунок 6.9 – Зерноуборочный комбайн 9780i CTS

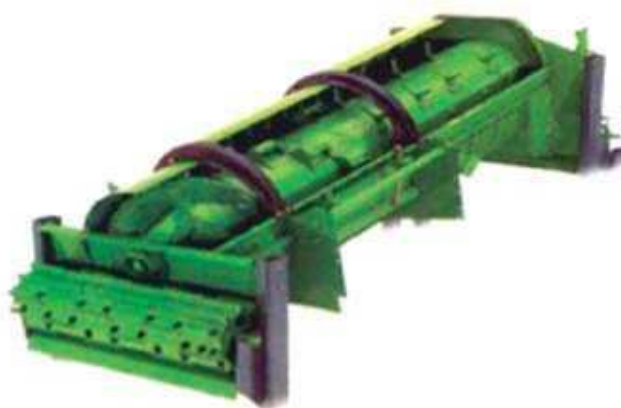


Рисунок 6.10 – Ротор зерноуборочного комбайна 9880i STS

Основная особенность ротора зерноуборочного комбайна 9880i STS (рисунок 6.10) в том, что кожух ротора в молотильно-сепарирующем устройстве выполнен трехступенчатым по длине, причем каждая последующая ступень имеет больший диаметр, чем предыдущая, и расположена эксцентрично. На первой ступени происходит подготовка массы к обмолоту, на второй – обмолот и сепарация, на третьей – окончательная сепарация. При прохождении хлебной массы через роторное молотильно-сепарирующее устройство она не прессуется, а разрыхляется, вследствие этого уменьшаются затраты мощности на обмолот, а также повреждение зерна. Достоинства такой конструкции особенно проявляются при обмолоте влажной массы. Зазор в молотильном устройстве, частота вращения ротора и вала вентилятора очистки регулируются нажатием кнопок в кабине.

Комбайн 9880i STS – второй по мощности в мире после Lexion 600 фирмы Claas. Шестицилиндровый дизель мощностью 347 кВт и рабочим объемом 12,5 л оснащен турбонаддувом, охладителем наддувочного воздуха, топливными насос-форсунками, четырьмя клапанами на каждый цилиндр в системе газораспределения, электронной системой регулирования впрыска топлива. Установленный на комбайн измельчитель Premium фирмы Recordwerken Sweden AB оснащен вентилятором, который не только увеличивает дальность разбрасывания измельченной соломы, но и отделяет солому от половы при формировании валков.

В середине 2013 г. фирма John Deere начала сотрудничать с финским производителем комбайнов Sampo-Rosenlew. Целью сотрудничества был выпуск комбайнов, которые могут приобретать мелкие фермеры. Первые плоды данного сотрудничества появились в начале 2014 г., когда был выпущен комбайн W440 мощностью 238 л. с. с шестиклавишным соломотрясом и зерновым бункером вместимостью 7600 л. Затем добавилась меньшая модель под названием W330 мощностью 216 л. с. с пятиклавишным соломотрясом, зерновым бункером вместимостью 6500 л, общей шириной менее 3,3 м.

По заказу клиентов обе модели могут быть оборудованы барабаном предварительного обмолота, который вымолачивает часть зерна, а молотильный барабан без забивки подает обмолачиваемый материал, что на 20 % увеличивает производительность обмолота. Комбайны оборудованы эффективной системой домолачивания, передающей дополнительно обмолоченный материал на днище для кондиционирования, что снижает нагрузку на молотильный барабан. В 2015 г. появится и автоматическая система рулевого управления.

По данным производителя, новый комбайн W330 PTC был разработан для мелких фермерских хозяйств, которые ищут производительную, но компактную уборочную машину. Спрос на такие машины существует во многих странах Европы. Он объясняется высокими ценами на зерно в последние годы (мелкие фермерские хозяйства заинтересованы в выращивании зерновых культур). Комбайн W330 PTC оснащен пятиклавишным соломотрясом, шестицилиндровым двигателем мощностью 210 л. с., который соответствует нормам выхлопных газов ступени IV.

Если комбайн W440 можно приобрести, как с барабаном предварительного обмолота (РТС), так и без него, то комбайн W330 можно приобрести только с РТС. По данным фирмы John Deere, данный барабан должен на 20 % увеличивать производительность при обмолоте, так как он уменьшает количество мелкой соломы, попадающей на соломотряс, т. е. снижает нагрузку на соломотряс. В качестве опции предлагается проводной барабан-сепаратор, установленный над клавишами соломотряса. Данный барабан должен обеспечивать эффективное отделение зерен, оставшихся в соломе.

Особого внимания заслуживает домолачивающее устройство, которое предположительно имеется только на комбайне фирмы John Deere. Невымолоченное зерно не возвращается назад к главному барабану, а передается дальше к домолачивающему устройству, где вымолачивается, не нагружая основную систему обмолота. Вместимость зернового бункера составляет 5200 л, скорость выгрузки – 55 л/с, высота выгрузки – 3,3 м с возможностью увеличить до 4 м.

В кабине комбайна W330 установлен сенсорный дисплей для индикации основных технических характеристик, на каждом приводном валу – сенсорные датчики, предупреждающие комбайн о забивке и обеспечивающие бесперебойную работу комбайна на полную мощность.

Для повышения износостойкости и срока эксплуатации, а также упрощения технического обслуживания и ремонта дно клавиш соломотряса выполнено из высококачественной стали, а днище для кондиционирования можно демонтировать без применения инструментов.

Если комбайн John Deere W440 прежде реализовывался только в Польше, Турции и Германии, то теперь, после внедрения новой модели W330, обе модели будут предлагаться на всех европейских рынках (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Техническая характеристика комбайнов модельного ряда W фирмы John Deere

Показатель	W330	W440
Мощность двигателя, л. с.	216	253
Число клавиш соломотряса	5	6
Вместимость зернового бункера, л	5200	6500
Ширина жатки, м	3,90–5,10	4,50–6,90

Особенности современных зерноуборочных комбайнов фирмы John Deere

Аксиальные комбайны. В серию комбайнов S, работающих по аксиальному принципу, с 2014 г. включены модели, у которых, по данным производителя, есть основополагающие новшества для повышения производительности: на моделях с переменным потоком сжатого материала установлен новый подающий барабан с восемью лопастями, которые, благодаря большому отверстию между отдельными рядами, более равномерно подают поток материала к участку питателя. При эксплуатации в сложных условиях, этот элемент конструкции должен способствовать повышению производительности машины. Кроме того, улучшается качество соломы.

Изменения в системе очистки рассчитаны на тех европейских фермеров, которые эксплуатируют машины на склонах и включают в себя:

- усовершенствованная подача материала, которая должна гарантировать равномерную подачу к органам обмолота, в том числе при работе на склонах;

- улучшенное управление потоком воздуха, которое может компенсировать отклонение от направления (снос) сжатого материала на склонах;

- сдвоенное основное решето и улучшенная регулировка схода с решет снижают влияние склонов на поток материала.

Новый цифровой процессор и улучшенная индикация позволят более точно информировать оператора о потерях зерна и оптимизировать точную настройку производительности комбайна.

Модель T550 была переработана к сезону 2014 г. Теперь на модели установлена известная по серии W кабина Deluxe. В будущем ряд функций, которые прежде входили в основную оснастку, по желанию можно будет приобрести дополнительно. Эти изменения существенно снизят стоимость модели T550.

С помощью новой интерактивной настройки комбайна (ICA), которая предусмотрена для всех комбайнов серий W, T и S, клиенты могут проводить оптимизацию производительности своих комбайнов. Благодаря наличию данной системы для всей линейки комбайнов John Deere, предприятие намерено возглавить область оптимизации комбайнов. Для того чтобы сделать систему как можно более удобной для пользователей, в подлокотник был встроен дисплей, а по заказу может поставляться сенсорный дисплей. Для сведения потерь к минимуму и улучшения качества зерна и соломы система предлагает оператору различные стратегии уборки, а также возможность выбора между одной или несколькими целями оптимизации. Оператор может сконцентрировать свое внимание на качестве зерна, пропускной способности, чистоте зерна или качестве соломы. По данным фирмы John Deere, в результате в течение уборочного сезона могут быть достигнуты существенная экономия при каждом скашивании и лучшее качество урожая.

Все новые комбайны фирмы John Deere с коробкой передач ProDrive имеют систему управления, электроника которой регулирует число оборотов двигателя в зависимости от текущей нагрузки. При подъеме комбайна в гору двигатель работает на полную мощность и с максимальным числом оборотов. На ровной местности или при спуске комбайна со склона мощность и частота вращения двигателя снижаются, что позволяет снизить расход топлива и достичь существенной экономии. Благодаря возможности бесступенчатого переключения скоростей коробки передач ProDrive облегчается маневрирование при развороте.

Новые жатки John Deere серии 600X с регулировкой стола дополняют линейку имеющихся. Серия 600X в ограниченном количестве появится к уборочному сезону 2014 г. Уборочная жатка является новой разработкой, и благодаря новым функциям может быть в течение 8 мин перенастроена на другой вид убираемой культуры. По данным производителя, к новинкам оборудования относятся интегрированные ножи для уборки рапса и возможность настройки

жатки на мониторе в кабине с адаптацией на соответствующий вид убираемой культуры. Жатки 600X поставляются с шириной захвата от 6,7 до 12,2 м, с позиционированием стола от 400 до 1200 мм. Жатки оснащены шестью сенсорными датчиками для определения расстояния от земли и копирования почвы, системами автоматической настройкой хедера, быстрой адаптации питающего шнека или скребка, а также прочным приводным валом ножей.

Недавно фирма New Holland (NH) ввела в производство новый комбайн под названием CR10.90 (рисунок 6.11). По данным фирмы NH, комбайном CR10.90 за 8 ч работы намолочено 798 т пшеницы, и установлен 15 августа 2014 г. мировой рекорд, зарегистрированный в Книге рекордов Гиннеса. Прежний рекорд был перекрыт более чем на 120 т. По данным предприятия, средняя производительность комбайна CR10.90 достигала 99,7 т/ч, наивысшая производительность составила 135 т/ч при расходе топлива 1,12 л на 1 т намолоченного зерна, средняя урожайность убранной пшеницы – 9,95 т/га. Наблюдателями при установлении мирового рекорда были третейские судьи из Книги рекордов Гиннеса.



Рисунок 6.11 – Модель CR 10.90

Комбайн оборудован жаткой с ленточным транспортером, расположенным между ножами и питающим барабаном, который подает скошенную массу к питающему шнеку. Максимальную тягу при меняющихся условиях уборки обеспечивает гусеничная ходовая часть. Автоматическое рулевое управление обеспечивает точность ведения колеи в 1–2 см, при этом постоянно выдерживается полная ширина захвата.

По данным предприятия, это первый комбайн, произведенный в Европе, который соответствует классу 10. Производитель характеризует его как самый высокопроизводительный в мире. Прежде этого титула был удостоен комбайн Claas Lexion 780, внедренный в производство в 2010 г.

Основные характеристики комбайна CR 10.90:

- мощность двигателя – 652 л. с.;
- ширина захвата – 12,5 м;
- вместимость зернового бункера – 14 500 л;
- дизельный двигатель FIAT, соответствует всем законодательным требованиям, предъявляемым к выхлопным газам.



Рисунок 6.12 – Монитор и устройства управления

Внутренний объем новой кабины составляет $3,7 \text{ м}^3$, площадь стекол – $6,3 \text{ м}^2$, дно кабины с уклоном вперед дает возможность панорамного обзора, позволяя без помех видеть жатку. Новинкой является оформление внутренней части кабины: панель управления выполнена в форме «удлиненной руки водителя». Новый многофункциональный джойстик управления с самовозвратом облегчает точную настройку рабочей скорости. Предусмотрены два варианта сидений с различным уровнем комфортабельности: комфортабельное с тканевой обивкой, с подогревом и активной вентиляцией, а также кожаное сиденье класса люкс, с большим диапазоном регулировки высоты и автоматической настройкой в соответствии с массой водителя.

Большой цветной монитор IntelliView IV с диагональю экрана 26,4 см позволяет контролировать все основные рабочие параметры (рисунок 6.12). Монитор установлен на роликах 0 и может быть передвинут в удобное для водителя положение. При необходимости в кабине можно установить второй монитор.

Для работы ночью имеется комплект прожекторов со светодиодами HID и LED; лампочки предназначены для дальнего освещения (до 500 м). Прожектор выгрузного шнека и четыре рабочих прожектора на корме облегчают работу в поле после наступления темноты.

Материал, скошенный жаткой, обмолачивается двойным ротором (Twin Rotor-System), известным по другим машинам NH. По данным производителя, пропускная способность роторов обеспечивает оптимальное качество зерна. Техника обмолота двойными роторами Twin-Pitch адаптирована к часто встречающимся в Европе влажным условиям уборки урожая (рисунок 6.13). Новые регулируемые стальные направляющие листы (дефлекторы) ротора облегчают уборку очень густых насаждений зерновых культур. Сжатый материал быстро и равномерно подается к роторам, питающим барабаном, расположенным под углом в 90°. Инородные тела (камни) удаляются из барабана без прерывания подачи потока материала. Новая форма захвата на питающем барабане способствует щадящей обработке сжатого материала и сохранению качества соломы. По информации производителя, все это достигается без дополнительного расхода энергии.

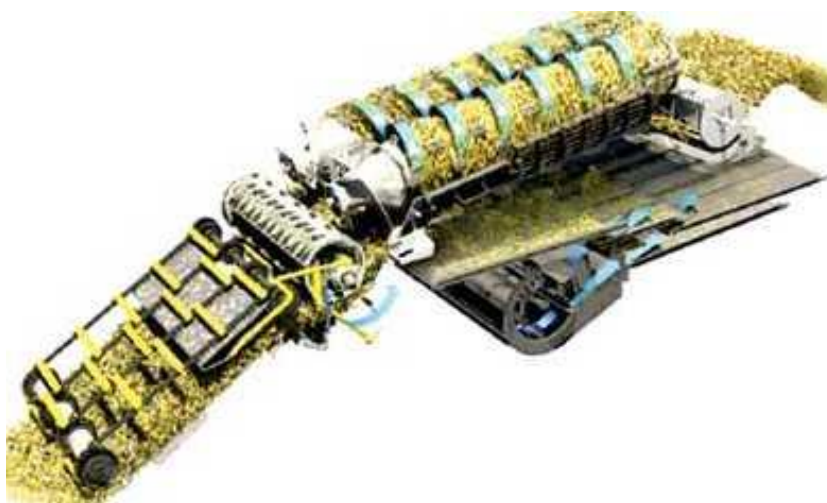


Рисунок 6.13 – Органы подъема, обмолота и отсева

Машина оборудована гусеничным ходом. Гусеничная ходовая часть предусмотрена с подвеской, являющейся у данной модели стандартной оснасткой. У других моделей она устанавливается только в качестве опции. Данная гусеничная ходовая часть обеспечивает превосходное тяговое усилие, небольшое уплотнение почвы и высокую комфортабельность передвижения.

Вместимость зернового бункера составляет 14500 л, скорость выгрузки до 142 л/с увеличивает интервалы выгрузки, что тоже приводит к повышению производительности. Выгрузной складывающийся шнек длиной 10 м адаптирован к большой ширине захвата и может загружать даже очень высокие транспортные тележки для перевозки зерна.

Модели ТС и СХ остались без изменения, модели CR 7/8/9 заменяют модели СХ 8000-CR 9000. В названиях моделей комбайнов серий CS, CSX, СХ и CR фирма New Holland перешла от трехзначных к четырехзначным обозначениям (например, было CS 540, стало CS 6050), одновременно увеличив их мощность в среднем на 20 кВт, таблицы 6.3, 6.4.

Таблица 6.3 – Техническая характеристика комбайнов ТС и СХ

Показатели	ТС 5000	СХ5000/ СХ6000	СХ7000/ СХ8000	СХ8000/ СХ9000
Число моделей	3	4	5	5
Мощность двигателя, л. с.	175–258	300–333	299–449	360–420
Ширина захвата скашивания, м	3,96–6,1	4,0–7,32	6,1–10,7	6,1–12,5
Тип конструкции	Тангенциальный молотильный барабан		Аксиальный молотильный барабан	
Диаметр барабана, м	1,3	1,3/1,52	1,3/1,56	–
Число роторов	–	–	–	2
Диаметр ротора, мм	–	–	–	432/559
Длина ротора, мм	–	–	–	2638
Число клавиш соломотряса	5	5/6	5/6	
Вместимость бункера, л	5200–6400	7000–9300	9000–11500	9500–12500

Таблица 6.4 – Техническая характеристика комбайнов модели CR

Модель	Класс машины	Диаметр ротора, мм	Мощность двигателя, л. с.	Вместимость бункера, л	Площадь решет, м ²
CR 7.90	7	432	449	9500	5,4
CR 8.80	8	432	490	11500	5,4
CR 8.90	8	559	490	11500	6,5
CR 9.80	9	559	517	12500	6,5
CR 9.90	9	559	517	14500	6,5
CR 10.90	10	55	652	14500	6,5

Молотильное устройство комбайнов серии CS включает в себя молотильный (Ø 607 мм) и реверсивный (395 мм) барабаны и центробежный сепаратор (590 мм). На комбайнах двух других серий за сепаратором установлен барабан «кватро» (отбойный битер), а на серии CX (рисунок 6.14) диаметр молотильного барабана увеличен с 606 до 750 мм. Дообмолот колосков на серии CS осуществляется основным барабаном, а на серии CX – роторным устройством.



Рисунок 6.14 – Зерноуборочный комбайн серии CX 8000

На зерноуборочных комбайнах CR 9060 и CR 9080, унифицированных на 60 % с серией CX, молотильно-сепарирующее устройство – двухроторное (рисунок 6.15). Поступающая от наклонного транспортера хлебная масса шнековым питателем разделяется на два потока и подается к продольно расположенным роторам, которые вращаются в противоположных направлениях. Солома на вы-

ходе попадает под воздействие отбойного битера, и направляется в измельчитель. Наклонный транспортер, подающий массу к роторам, оснащен устройством защиты от попадания посторонних предметов в молотилку, которые идентифицируются акустическими датчиками. При обнаружении постороннего предмета приводы на транспортер, молотильный аппарат и трансмиссия комбайна отключаются. Двигатели с электронным регулированием подачи топлива способны дополнительно повышать мощность при разгрузке бункера на ходу на 20 %.

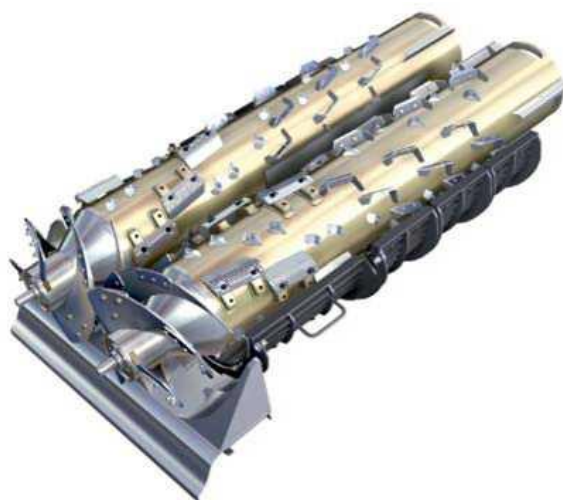


Рисунок 6.15 – Двухроторное молотильно-сепарирующее устройство комбайнов серии CR

ОАО «Ростсельмаш» предлагает новые модели зерноуборочных комбайнов. Каждая модель имеет свои специфические характеристики, подходящие под те или иные условия эксплуатации. Модернизации подверглись практически все серийные комбайны. В связи с этим завод ввел новые обозначения машин. Так, модернизированный Acros 530 получил новое имя Acros 550, Acros 580 стал Acros 585, Acros 590 Plus теперь именуется Acros 595 Plus, Torum 740 переименован Torum 750, а обновленный Torum 760 обозначается как Torum 780, кроме того, началось производство совершенно нового зерноуборочного комбайна RSM-161 для уборки агрофонов повышенной сложности. Torum – один из самых высокопроизводительных в мире роторных зерноуборочных комбайнов (рисунок 6.16). Эта мощная машина способна за один сезон убрать свыше 2 тыс. га различных культур, обмолачивая от 40 т зерна в час, т. е. около 300 т за смену (8 ч).

Помимо высокой производительности и экономичности, эти комбайны отличает способность эффективно работать на засоренных и влажных фонах. Это обусловлено применением в конструкции технологического тракта уникальной системы обмолота Advanced Rotor System (ARS), которая включает в себя три инновационных решения: битерную наклонную камеру, ротор с вращающейся декой и бесступенчатый привод ротора.



Рисунок 6.16 – Комбайн Torum 750

Наклонная битерная камера обеспечивает большую пропускную способность и меньшее энергопотребление благодаря технологии Feed & Boost. Трехзаходный ротор позволяет производить обмолот в трех точках, а вращающаяся самоочищающаяся дека – работать на влажных фонах. Бесступенчатый привод ротора служит гарантией быстрой и точной настройки молотилки.

Битеры наклонной камеры разравнивают, и ускоряют сжатую массу перед входом в ротор. Реализация принципа «равномерно подать и ускорить» (Feed & Boost) обеспечивает стабильность технологического процесса и снижение энергопотребления узла. Преимущества камеры проявляются при работе на неравномерных валках или при повышенной влажности и засоренности убираемой культуры. Практика показала, что по сравнению с традиционными планчатыми транспортерами подобная схема увеличивает пропускную способность наклонной камеры на 20 %, при этом энергопотребление снижается на 15 %. Для удобства и сокращения затрат времени на подключение адаптеров все зерноуборочные комбайны Torum оснащены единым гидроразъемом.

Привод ротора осуществляется через планетарный вариатор, и управляется гидромотором, благодаря чему достигается точная и плавная регулировка скорости вращения ротора во всем рабочем диапазоне.

Advanced Rotor System – это уникальная, не имеющая аналогов система обмолота, которая обеспечивает значительное повышение производительности роторного комбайна, особенно на уборке в сложных условиях. Вращающаяся дека обеспечивает большую площадь обмолота, что позволяет использовать весь потенциал роторного молотильного устройства, повысить его производительность. Кроме того, это обуславливает возможность работать на влажных или засоренных хлебах, рисе за счет предотвращения образования застойных (мертвых) зон и способности деки к самоочищению.

Вращение деки обеспечивает ее самоочищение, предупреждает возникновение «мертвых» зон в зазоре, зависание массы и забивание ротора. Кроме того, на 8–10 % снижается энергопотребление процесса обмолота. Дека имеет три молотильные секции, которые позволяют выставлять молотильный зазор в одном сечении. Благодаря этому масса обмолачивается трижды за один оборот ротора. Этот же принцип позволяет устанавливать увеличенные молотильные зазоры. Для зерновых культур молотильный зазор устанавливается в пределах 16–20 мм. Дополнительная регулировка не требуется при работе в любых условиях.

На Tozum применена двухкаскадная система очистки. Дополнительный продуваемый каскад создается еще одним решетом. Система отлично сбалансирована: стрясная доска и нижнее решето движутся в одну сторону, а массивная часть верхнего решета – в противофазе. Площадь очистки составляет 5,2 м².

Техническая характеристика комбайнов Tozum приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Техническая характеристика комбайнов серии Torum

Показатель	Torum 750	Torum 780
Двигатель	OM 460 LA MTU (Mercedes) экологического стандарта Stage IIIa	
Мощность, л. с.	425	506
Тип МСУ	Роторный, с вращающейся декой	
Диаметр/длина ротора, мм	762/3200	
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	250–1000	
Угол охвата деки ротора	360°	
Вместимость зернового бункера, тыс. л	10,5	12
Длина выгрузного шнека, м	5,7	6,8
Высота выгрузки, м	5,2	5,4
Скорость выгрузки, л/с	105	
Габаритные размеры (без жатки в транспортном положении), мм	8931 × 3677 × 3950	
Масса (с измельчителем, без жатки, без топлива), кг	16350	

Двухместная подрессоренная герметизированная кабина Comfort Cab II с панорамным остеклением и усиленной шумоизоляцией отвечает самым современным требованиям эргономики. В стандартную комплектацию входят климат-система, охлаждающая камера, система аудиоподготовки, что обеспечивает комфортные условия работы оператора.

RSM-161 – зерноуборочный комбайн 7 класса с двухбарабанным (четырёхэлементным) молотильно-сепарирующим устройством (МСУ) – Tetra Processor (рисунок 6.17). Новинка года впечатляет своими характеристиками: комбайн способен обработать за сезон свыше 2 тыс. га разнообразных культур в условиях сложных агрофонов. Совмещает в себе все преимущества роторных и барабанных машин: бережно относится к зерну и соломе, эффективно работает с засоренными, влажными культурами, убирает зерновые, зернобобовые, пропашные.



Рисунок 6.17 – Комбайн RSM-161

При проведении сравнительных испытаний машина показала свое превосходство над семью аналогичными комбайнами иностранного производства, опередив их по производительности минимум на 19 % (таблица 6.6).

Серия Vector представлена тремя моделями однобарабанных комбайнов –Vector 420, Vector 410, Vector 450 Track (таблица 6.7). Это бюджетная техника, которая подходит для хозяйств с небольшими посевными площадями. Машины мод. 420 и 410 опционально оснащаются копнителями, т. е. дают больше вариантов обработки незерновой части урожая.

Таблица 6.6 – Сравнительная характеристика комбайнов
(по результатам испытаний)

Показатель	RSM-161	New Holland CX 8970, 8080, 8090	John Deere W650, 660 T660, 670	Claas Lexion 640, 650, 660, 670
<i>Общие параметры</i>				
Производительность, т/ч	25	23,6	Н. д.	Н. д.
<i>Молотильно-сепарирующая группа</i>				
Тип МСУ	Тангенциальное. Битер питателя, барабан молотильный, битер сепарирующий, барабан-сепаратор, битер отбойный	Тангенциальное. Барабан молотильный, битер сепарирующий, барабан сепаратор, битер отбойный	Тангенциальное. Барабан молотильный, битер направляющий, битер подающий, барабансепаратор, битер отбойный, для серии W барабан и отбойный битер	Тангенциальное. Битер-ускоритель, барабан молотильный, битер отбойный
Диаметр молотильного барабана, мм	800	750	660	600
<i>Система очистки</i>				
Тип системы	Ветрорешетная двухкаскадная		Ветрорешетная двухкаскадная со шнековой подачей	Ветрорешетная двухкаскадная
Площадь продуваемой части системы, м ²	6,0	6,5 (проспект)/ 4,8 (измерения)	5,0 (проспект)	5,8 (проспект) / 4,3 (измерения)
<i>Бункер</i>				
Вместимость бункера, тыс. л	9/10,5	10,5	9, 11/11	10,5
<i>Моторная установка</i>				
Марка двигателя	Cummins QSL8,9	Iveco -Cursor 9	John Deere	Caterpillar C-10
Номинальная мощность двигателя, л. с.	365	333, 364, 394, 455	320, 350/350, 400	280, 313, 355, 390

Таблица 6.7 – Техническая характеристика комбайнов серии Vector

Показатель	Vector 420	Vector 410	Vector 450 Track
Производительность за 1 ч эксплуатационного времени (по протоколам МИС)	13,5 т		4,12 га
Двигатель	Cummins	ЯМЗ/236НД	ЯМЗ/236 БК
Мощность, л. с.	220	210	255
Тип МСУ	Однобарабанное		
Диаметр/длина барабана, мм	800/1180		
Частота вращения барабана (с понижающим редуктором), мин ⁻¹	335–1050 (200–450)		
Угол охвата подбарабанья	130°		
Вместимость зернового бункера, тыс. л	6		
Ширина захвата жатки, м	5/ 6/ 7/ 9		
Высота выгрузки, м	3,48	5	
Скорость выгрузки, л/с	50		
Габаритные размеры (без жатки в транспортном положении), мм	7938 × 3559 × 4010		7940 × 3900 × 4000
Масса (с измельчителем, без жатки, без топлива), кг	11075		16810

Особо следует отметить Vector 450 Track с гусеничным ходом (рисунок 6.18). Он имеет еще одно уникальное свойство – изменяемое пятно контакта. Достигается это за счет низкого расположения и подпружинивания переднего колеса. При пустом бункере колесо находится в верхнем положении, при котором пятно контакта минимально. При движении по дорогам (особенно асфальтовым) это способствует повышению комфорта и снижению износа гусениц. При заполнении бункера колесо опускается, и площадь контакта трака с грунтом возрастает на 20 % до максимальной величины.



Рисунок 6.18 – Комбайн Vector 450 Track

Такое решение позволило снизить удельное давление на почву до рекордных $0,5 \text{ кг/см}^2$. Это в 1,3–1,5 раза меньше, чем у комбайнов других производителей. (Для сравнения: давление на грунт колесного комбайна с полным бункером составляет порядка $2,5 \text{ кг/см}^2$).

Серия зерноуборочных машин Acros представлена однобарабанными комбайнами трех моделей: Acros 595 Plus, Acros 585, Acros 550. Обновленные машины получили более мощные двигатели, усовершенствованную гидро- и электропроводку, улучшенное рабочее место, единый гидрозазем, позволяющий максимально быстро производить подключение рабочих органов и предупреждающий попадание загрязнителей в гидросистему (рисунок 6.19, таблица 6.8).



Рисунок 6.19 – Комбайны серии Acros

Кроме того, все машины серии теперь оснащаются новой наклонной камерой с повышенной пропускной способностью, которая предоставляет комбайнеру, расширенный угол обзора рабочей зоны (более 194°) и упрощенную процедуру агрегатирования адаптеров, что гарантирует бесперебойную работу на сложных агрофонах.

Таблица 6.8 – Техническая характеристика комбайнов серии Acros

Показатель	Acros 595 Plus	Acros 585	Acros 550
Производительность за 1 ч эксплуатационного времени (по протоколам МИС)	19,84 т	4,15 га	
Двигатель	Cummins /6LТАА		ЯМЗ/236БЕ2
Мощность, л. с.	325	300	280
Тип МСУ	Однобарабанное		
Диаметр/длина барабана, мм	800/1480		
Частота вращения барабана (с понижающим редуктором), мин ⁻¹	335–1050 (200–450)		
Угол охвата подбарабанья	130°		
Вместимость зернового бункера, тыс. л	9		
Ширина захвата жатки, м	5/ 6/ 7/ 9		
Высота выгрузки, м	4,3/4,7		
Скорость выгрузки, л/с	90		
Габаритные размеры (без жатки в транспортном положении), мм	8850 × 3880 × × 3940	8600 × 3880 × × 3940	
Масса (с измельчителем, без жатки, без топлива), кг	14330	13380	

Другое важное новшество – влагозащищенный бункер, обеспечивающий защиту зерна от внезапного дождя и не имеющий аналогов на рынке.

Молотильный аппарат состоит из бильного барабана, подбарабанья и отбойного битера. В приводе барабана использовано устройство Posi-Torque для автоматического натяжения ремня при увеличении крутящего момента. Забивание деки устраняется с помощью устройства глубокого сброса Jam Control.

Попадание камней в молотилку предотвращает камнеуловитель. Зерновой ворох, поступающий с подбарабанья и соломотряса, проходит двухступенчатую очистку. Для домолота используется автономное устройство.

Жатка комбайнов серии Power Stream оснащена планетарным приводом ножей типа Schumacher, гидроприводом мотовила, гидромеханическим устройством копирования рельефа поля Level Glide, а по заказу – электрогидравлической системой Auto Contour.

В наклонной камере установлен битер с гребенками, и убирающимися пальцами. Гидравлический реверс рабочих органов жатки и наклонной камеры включается из кабины.

Вибропобудитель с двумя гидропульсаторами на дне бункера ускоряет выгрузку влажного зерна, а система Smart Launch последовательного включения выгрузных шнеков защищает их от перегрузки, и снижает риск забивания. В подрессоренной, герметизированной, двухместной кабине Comfort Cab установлена информационная система Adviser с жидкокристаллическим монитором, ситуационным кадрированием и голосовым оповещением.

Широкий выбор адаптеров и дополнительных приспособлений позволяет использовать комбайн в течение всего сезона уборки.

Все машины этой серии отличаются простотой настроек, бережным отношением к зерну и соломе, высокой производительностью и способностью эффективно работать на сложных фонах. Благодаря высокоинерционному молотильному барабану Ø 800 мм комбайны серии легко справляются с влажными, перекрученными, засоренными хлебами, причем по удельной эффективности обмолота не уступают двухбарабанным комбайнам. Усовершенствованная система очистки с возможностью регулировки решет из кабины позволяет быстро реагировать на изменяющиеся условия уборки и поддерживать стабильно высокую степень очистки зерна.

Фирма Massey Ferguson предлагает зерноуборочные комбайны трех серий: Activa, Beta и Segea. Они комплектуются жатками Freeflow (свободная подача материала) или Powerflow (принудительная) с системой Autolevel автоматического копирования поверхности поля до 8 %. На последней между режущим аппаратом и шнеком по всей ширине установлен дополнительный транспортер. Забивание жатки и наклонного транспортера устраняется включением электропривода реверса рабочих органов.

Комбайны Activa имеют классическое молотильно-сепарирующее устройство: молотильный барабан, отбойный битек, соломотряс. Дополнительный обмолот и сепарацию обеспечивает модуль ABC, состоящий из секции пальцев, расположенных под отбойным битеком (рисунок 6.20). За счет модуля угол охвата барабана увеличивается на 14°. В зависимости от длины стеблей и влажности убираемой культуры положение секции относительно отбойного битера можно изменить поворотом ее на определенный угол. Клавиши соломотряса четырехкаскадные с «активным периметром»: каждый каскад высотой 210 мм выполнен в виде штампованной решетки как горизонтальная часть клавиш. Для дообмолота колосков используется основной молотильный барабан. Выгрузной шнек бункера башенного типа обеспечивает производительность выгрузки 85 л/с. Двигатели оснащены электронной системой впрыска топлива Common Rail. Монитор Agritronic, расположенный на правой стойке кабины, информирует о высоте среза жатки, режимах работы узлов и систем комбайна. Управление скоростью и направлением движения комбайна, положением жатки и мотовила осуществляется одним многофункциональным рычагом. Трансмиссия трехскоростная гидростатическая.



Рисунок 6.20 – Модуль ABC комбайнов серии MF 7200 Activa

На комбайнах Beta и Cerea молотильное устройство состоит из молотильного барабана, промежуточного битера и роторного сепаратора (рисунок 6.21). Масса барабана может быть увеличена путем установки дополнительных балансирных брусьев, что способствует поддержанию постоянной частоты вращения при обмолоте в тяжелых условиях. При благоприятных условиях уборки подбарабанье роторного сепаратора электромотором поворачивается вокруг него в необходимое положение. На комбайнах серии Beta скошенная масса к наклонному транспортеру подается подающим барабаном с убирающимися пальцами. Контроль технологического процесса и режимов работы рабочих органов осуществляет монитор Agritronicplus. Производительность выгрузного шнека бункера башенного типа 105 л/с. Трансмиссия четырехскоростная гидростатическая.

Две более мощные модели Cerea оснащены камнесборником, дообмолачивающим устройством и восьмиклавишным соломотрясом. Для реверса рабочих органов жатки и наклонного транспортера используется гидромотор. С помощью электропривода регулируются величина открытия жалюзи решет очистки, надставки бункера, частота вращения вентилятора. Бортовой компьютер Data-vision информирует об урожайности убираемой культуры, убранной площади, общем количестве обмолоченного зерна, величине потерь, режимах работы и состоянии систем и рабочих органов комбайна, необходимости проведения технического обслуживания.

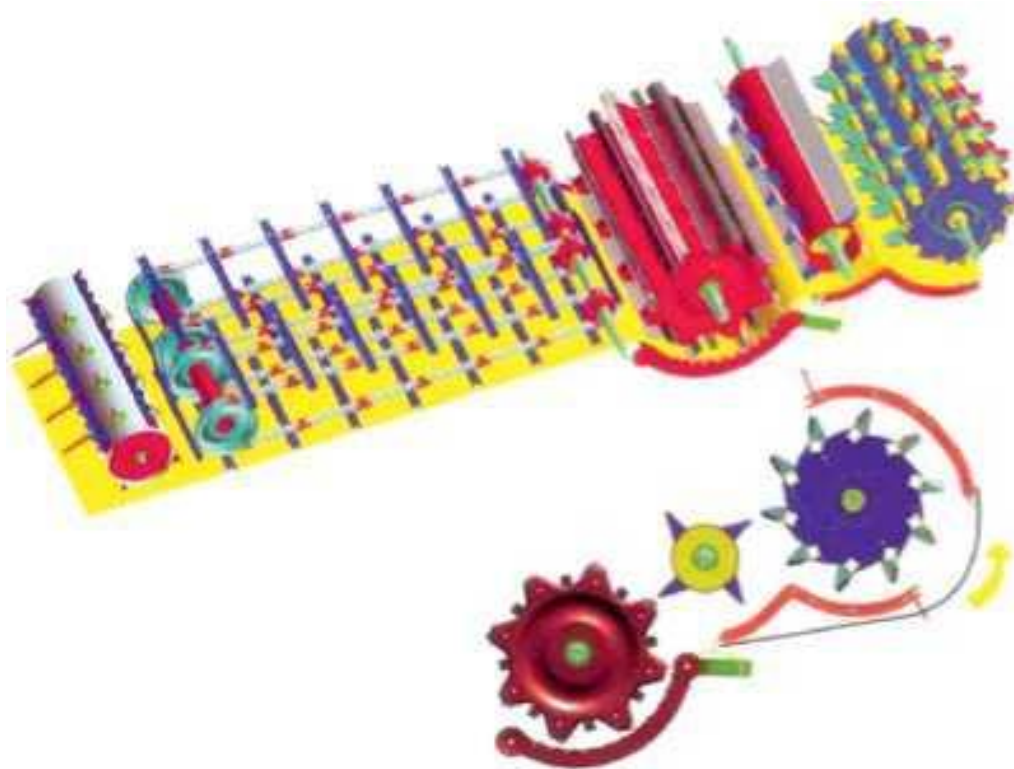


Рисунок 6.21 – Молотильно-сепарирующее устройство комбайнов Beta и Cerea

Он дает возможность оптимизировать давление жатки на грунт, поддерживать необходимую высоту среза, правильное соотношение скорости комбайна и частоты вращения мотовила и др. Данные считываются с дисплея, и могут быть распечатаны на принтере. Управление скоростью и направлением движения комбайна, положением жатки и мотовила, режимом «прокрутки» информации на мониторе бортового компьютера осуществляется одним многофункциональным рычагом. Электронная система Constant Flow позволяет оптимизировать загрузку молотилки путем автоматического изменения скорости комбайна.

Комбайны серий Beta и Cerea по заказу оснащаются системой автоматического выравнивания корпуса молотилки на склонах с поперечным уклоном 20 % и продольным 8 %. Выравнивание осуществляется с помощью подвижных бортовых редукторов (рисунок 6.22). При этом жатка копирует рельеф поля, а корпус комбайна поддерживается в горизонтальном положении. Такие комбайны имеют привод на все четыре колеса, в обозначение их марки добавляются буквы AL.

Новинка на выставке – роторный зерноуборочный комбайн MF 9895 (рисунок 6.23). По сравнению с роторными комбайнами этой фирмы MF 9690 и MF 9790, выпускаемыми для американского рынка, он имеет более мощный двигатель и ротор увеличенных размеров – он является самым большим из всех роторов комбайнов других производителей.

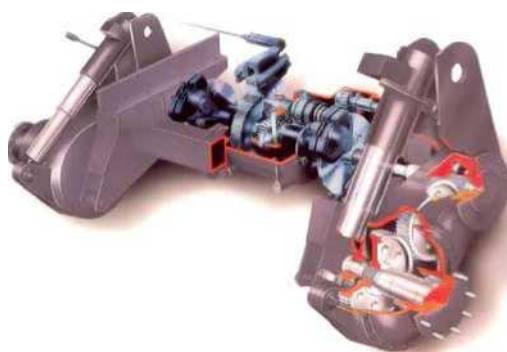


Рисунок 6.22 – Бортовые редукторы для крутосклонных комбайнов Beta и Cerea

Конструкция ротора с гидростатическим приводом и реверсом обеспечивает прием хлебной массы от битера, ее обмолот, сепарацию и выгрузку соломы. При изменении нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя частота вращения ротора автоматически поддерживается постоянной.

Зерноуборочные комбайны фирмы Fendt по технологии обмолота, сепарации и очистки аналогичны комбайнам фирмы Massey Ferguson.

Линейка комбайнов, предлагаемых фирмой Fendt, состоит из комбайнов с соломотрясом модельных рядов E: 179 и 209 л. с., L: 243 и 301 л. с., C: 306 и 360 л. с., а также гибридных комбайнов модельного ряда P и X: 379,404 и 496 л. с.



Рисунок 6.23 – Роторный зерноуборочный комбайн MF 9895

С недавних пор на моделях *L* и *C* внедряются интересные технические новшества, которые приведены далее.

Модельный ряд L (рисунок 6.24). На этих машинах устанавливается уже известная для тракторов концепция управления под названием Fendt Variotronic, которая объединяет все функции в одном терминале, встроенном в правый подлокотник. На данном терминале можно выполнять все настройки машины, например, изменять число оборотов молотильного барабана и расстояние между подбарабаньем.



Рисунок 6.24 – Комбайн модельного ряда L

Модельный ряд С. Данный модельный ряд был дополнительно оборудован автоматическим управлением и системой удержания колеи.

Система наведения и удержания колеи под названием Vario Guide следит за тем, чтобы жатка всегда скашивала по всей ширине захвата, в результате этого увеличивается пропускная способность при обмолоте. Для управления данной системой используются сигналы GPS спутников и Glonass. Кроме того, система подготовлена и для работы с запланированной европейской системой Galileo. Благодаря параллельному использованию различных систем спутников отклонение от заданных параметров снижается до нескольких сантиметров.

Две системы компенсации обеспечивают более высокую производительность на склонах.

По информации фирмы Fendt, шестирядный измельчитель соломы – новшество в данном сегменте комбайнов.

Боковое выравнивание. Система получила название Para Level-Version 6.25. Параллелограмм смещается и компенсирует до 20 % наклона, молотилка и все сепарирующее устройство, а также система очистки остаются в горизонтальном положении, все подготовлено на полную мощность для обмолота зерна. Серийные машины с системой Para Level оборудованы приводом на все колеса, поэтому у них более высокая тяга и надежность на склонах.



Рисунок 6.25 – Технология Para Level

Передвижение по холмам. В данном случае за работу отвечает система под названием Integrale (рисунок 6.26). Гидравлические цилиндры на заднем мосту компенсируют наклоны при подъеме вверх до 30 %, а при спуске с горы – до 10 %.

Комбинирование систем Para Level и Integrale обеспечивает машине полностью горизонтальное положение даже на очень крутых склонах.



Рисунок 6.26 – Компенсация при передвижении по холмам

Центром системы обмолота является система MCS (Multi Crop Separator, рисунок 6.27). При легко обмолачивающихся культурах и сухих погодных условиях деку сепаратора заднего барабана можно поднять вверх, после чего она будет бездействовать. Оборудованы жатками шириной захвата от 4,8 м до 7,6 м.

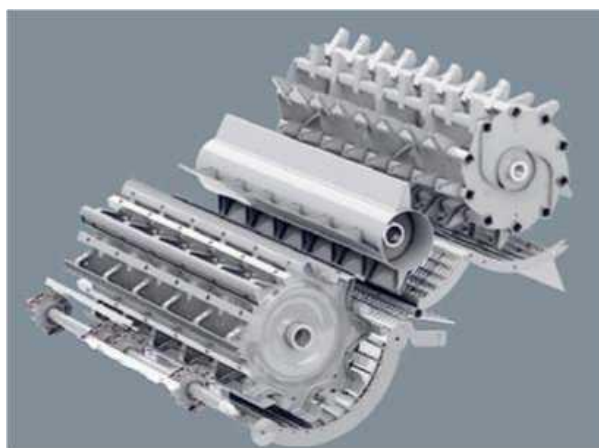


Рисунок 6.27 – Система Multi Crop Separator

Оба модельных ряда *L* и *C* могут поставляться в двух вариантах. Наряду со стандартной жаткой с питающим шнеком выпускается жатка Power Flow для скашивания высоких зерновых с увеличенным расстоянием между ножами и питающим барабаном, а скошенный материал подается к питающему шнеку ленточным транспортером.

Модели серии *E* оборудованы классическим молотильно-сепарирующим устройством. На других комбайнах обмолот и сепарация зерна осуществляются тремя барабанами: молотильный Ø 600 мм, реверсивным и сепарирующим. Равномерную подачу массы к молотилке обеспечивает дополнительный транспортер между режущим аппаратом и шнеком жатки Powerflow, расположенный по всей ее ширине. Клавиши соломотряса на этих комбайнах в передней части открыты, отсепарированное зерно на очистку попадает по скатной доске. Крупногабаритная кабина с панорамным остеклением, низким уровнем шума (76 дБА) оборудована кондиционером, сиденьем на пневматической подвеске, бортовой информационной системой и многофункциональным рычагом. Выгрузку зерна из зернового бункера осуществляет шнек с верхним расположением. Контроль и управление режимами работы зерноуборочных комбайнов осуществляются с помощью бортовой информационной системы Fieldstar. На экране терминала находится основное меню, непосредственным нажатием на пункты которого можно выбрать команды подменю. Пункты меню и команды можно выбрать также с помощью кнопок многофункционального рычага.

С помощью терминала настраиваются, а затем автоматически поддерживаются высота среза и давление жатки на почву с копированием поверхности поля (в поперечном направлении до 8°), частота вращения мотвила в зависимости от скорости движения и скорость движения в зависимости от нагрузки на молотильный барабан (при снижении частоты вращения барабана более чем на 10 % скорость снижается). На терминале в любое время можно запросить план технического обслуживания комбайна с последующим его распечатыванием. В бортовую информационную систему встроена система самодиагностики. По заказу комбайны оснащают системой картирования урожая. Информация о намолоте зерна поступает от датчика в зерновом элеваторе.

Особенность наиболее мощных моделей 8300 и 8350 – наличие восьмиклавишного соломотряса. Это позволяет увеличить ширину молотилки до 1680 мм (рисунок 6.28). Оснащены шестицилиндровыми дизельными двигателями с турбонаддувом, охлаждением наддувочного воздуха, четырехклапанной на каждый цилиндр системой газораспределения, электронным регулированием топливоподачи.

Фирма Deutz Fahr предлагает две серии комбайнов, по четыре модели в каждой. На комбайнах серии 54 молотильно-сепарирующее устройство состоит из барабана предварительной сепарации, основного молотильного барабана и отбойного битера, а на серии 56 с обозначением в марке Н устанавливается классическое молотильно-сепарирующее устройство.



Рисунок 6.28 – Зерноуборочный комбайн 8300 фирмы Fendt

Молотильное устройство с обозначением HTS состоит из молотильного барабана \varnothing 600 мм и сепарирующего, между которыми расположен промежуточный битер с сепарирующей решеткой (рисунок 6.29). При благоприятных условиях работы расстояние между сепарирующим барабаном и подбарабаньем изменяется поднятием барабана из кабины с помощью электропривода. Частота вращения молотильного барабана, вала вентилятора очистки, зазоры между барабаном и подбарабаньем регулируются с помощью электропривода из кабины. Вместимость бункеров может быть увеличена на 1 м^3 гидравлическим выдвиганием вверх допол-

нительной секции. Трансмиссия гидростатическая, трехступенчатая. На серии 56 устанавливается система Autoscontrol, обеспечивающая продольное и поперечное копирование поля жаткой, и система автоматического выравнивания Balance (по заказу), позволяющая сохранять горизонтальное положение комбайна при движении поперек склона до 20 %, на подъем и вниз по склону – до 6 %.

Небольшие модели комбайнов Deutz Fahr – C7205 и C7205 TS оборудованы пятью клавишами соломотряса, а более крупные C7206 и C7206 TS – шестью. Две последующие модели называются C7205 TSB и C7206 TSB. У них интегрированная система компенсации наклона машины, горизонтально настраивающая решетку и вентилятор на холмистой местности, снижая тем самым потери при обмолоте зерна. Система компенсирует до 20 % поперечного наклона и 6% продольного при подъеме и спуске с холма.



Рисунок 6.29 – Молотильное устройство комбайнов серии 56

Основные изменения, внесенные в конструкцию машин:

- сегментные подбарабаны, которые можно заменить в течение нескольких минут;
- независимая электронная настройка машин;
- турбосепаратор, обеспечивающий более высокую производительность при обмолоте;
- зерновой бункер вместимостью от 8500 л (C7205) до 9500 л (C7206);
- жатки с шириной захвата до 9 м.

Фирма Laverda наряду с равнинными зерноуборочными комбайнами выпускает крутосклонные и рисозерноуборочные комбайны. Если в обозначении модели есть буквы AL – комбайн крутосклонный, LS – оснащен системой Levelling System автоматического выравнивания корпуса машины при движении поперек склона до 20 %, вдоль склона – до 8 %, при этом жатка копирует рельеф поля в продольном и поперечном направлениях, rice – рисозерноуборочный, 4WD – полноприводный.

МСУ комбайнов состоит из молотильного барабана Ø 600 мм и расположенной за ним системы сепарации Multi Crop Separator (MCS), включающей в себя отбойный битер Ø 400 мм и сепарирующий пальцевый барабан Ø 600 мм с двухсекционным подбарабаньем, причем передняя секция расположена под отбойным битером. На рисоуборочных моделях вместо бильного устанавливают штифтовый барабан и соответствующее подбарабанье.

При благоприятных условиях обмолота хлебной массы система MCS может быть отключена путем поворота в нерабочую зону (с помощью электропривода) двухсекционного подбарабанья вокруг сепарирующего барабана (рисунок 6.30).

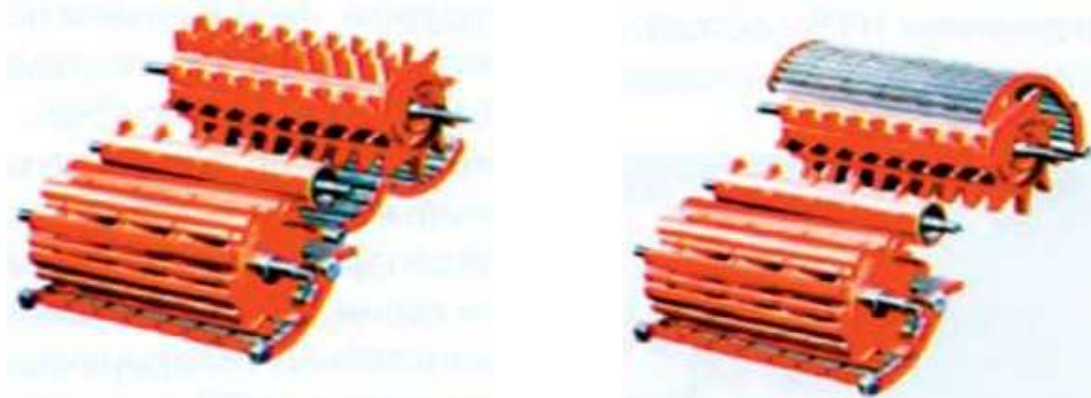


Рисунок 6.30 – Молотильно-сепарирующее устройство с системой сепарации MCS

Зерноуборочные комбайны 225 Rew, 255 Rew и 256 Rew имеют в системе обмолота Rew-модуль. Он состоит из поста-барабана (Rew-барабан) и расширенного подбарабанья (сегмент Rew). При уборке труднообмолачиваемых культур угол обхвата подбарабанья увеличивается до 120°, площадь – на 20 %.

Фирма Case IH полностью перешла на производство роторных комбайнов и предлагает потребителям три модели: AF 2388 Exclusive с двигателем мощностью 242 кВт, AF 7010 – 260 кВт и AF 8010 – 335 кВт (рисунок 6.31). Молотильно-сепарирующее устройство этих комбайнов представляет собой ротор, наклонно расположенный вдоль комбайна. За ротором размещен отбойный битей, отводящий солому за пределы молотилки. На этих моделях по сравнению с прежними три лопасти на входе ротора заменены шнековым питателем, изменена конструкция загрузки ротора в зоне сепарации. На комбайнах установлены дизельные двигатели с турбонаддувом, охлаждением наддувочного воздуха и электронным управлением подачей топлива.



Рисунок 6.31 – Роторный зерноуборочный комбайн AF 8010

Мощность зерноуборочных комбайнов компании Challenger находится в диапазоне мощности комбайнов фирмы Massey Ferguson. Большинство из них по конструкции и параметрам являются аналогами комбайнов этой фирмы. Наименее мощный из них СН 640 с классической схемой обмолота зерна и пятиклавишным соломотрясом предназначен для уборки зерновых, кукурузы, риса, сои, бобов и семян трав. Поставляются два типа подбарабанья: с обычным просветом между прутками для обмолота зерновых и с увеличенным диаметром и просветом – для кукурузы. Для уборки риса комбайн комплектуется барабаном и подбарабаньем с зубьями, на которых для повышения долговечности установлены упрочненные спиральные скребки.

Модели СН 644, СН 645 и СН 646 предназначены для хозяйств с небольшими и средними размерами посевных площадей. В молотильном устройстве за основным подбарабаньем с независимой регулировкой молотильного зазора на входе и выходе расположено подбарабанье с «активным» битером (Active Beater Concave), увеличивающее угол охвата на 14°. Клавиши соломотряса четырехкаскадные с закрытым дном и перфорированными «активными» стенками, повышающими эффективность сепарации.

Комбайны СН 648 и СН 652 предназначены для средних и крупных хозяйств. Обозначение AL в марке свидетельствует о наличии системы автоматического выравнивания корпуса при работе поперек склона до 20 %, вдоль склона – до 8 %. Дополнительное выделение зерна из массы осуществляет находящийся за молотильным барабаном роторный сепаратор (Ø 600 мм) с подбарабаньем. При благоприятных условиях уборки он отключается путем поворота подбарабанья в верхнее положение над сепаратором. В отличие от предыдущих моделей на жатках Freeflow этих комбайнов перед наклонной камерой установлен подающий валец, распределяющий скошенную массу по всей ширине транспортера наклонной камеры, этим обеспечивается равномерность подачи массы, и снижается мощность, необходимая для обмолота.

Комбайны СН 654 и СН 658 с восьмиклавишными соломотрясами предназначены для использования в крупных хозяйствах и подрядных организациях. Это – аналоги зерноуборочных комбайнов 7274 Segea и 7278 Segea фирмы Massey Ferguson. По заказу поставляются с системой автоматического выравнивания корпуса молотилки Auto Level для работы на склонах. На жатке Powerflowскошенная масса от режущего аппарата к шнеку подается принудительно ременным транспортером, расположенным между ними. Обмолот осуществляется молотильным барабаном и роторным сепаратором, между которыми находится битер. Для дообмолота вороха используется отдельное устройство. Необходимая загрузка молотилки обеспечивается включением функции Constant Flow, в результате в зависимости от нагрузки на молотильный барабан автоматически изменяется скорость комбайна.

Два зерноуборочных комбайна серии 600 (рисунок 6.32) аксиально-роторные – более мощные и современные аналоги роторного комбайна MF 8780 фирмы Massey Ferguson.



Рисунок 6.32 – Роторный зерноуборочный комбайн СН 660

Ротор на комбайнах расположен горизонтально, имеет гидростатический привод с электронным управлением: частота вращения ротора поддерживается постоянной при изменениях частоты вращения коленчатого вала двигателя. Семь секций подбарабанья охватывают ротор на 170°. Оснащены двигателем Caterpillar С-9 рабочим объемом 8,8 л, четырехдиапазонной гидростатической трансмиссией. Кабина оборудована сиденьем с пневматической подвеской, регулируемой рулевой колонкой, кондиционером, навигационной системой Fieldstar и центром управления урожаем Harvest Management с цифровым дисплеем. Производительность выгрузного шнека 78,3 л/с.

Инновационные разработки ОАО «Ростсельмаш». Наряду с базовыми требованиями покупателей сельхозтехники производители отмечают рост потребительских ожиданий, многие из которых связаны, как ни странно, с серьезным падением уровня профессионального мастерства механизаторов.

Сельхозпроизводитель нуждается в максимально простой в использовании технике, не требующей больших затрат физического и умственного труда, функциональной и эстетичной.

В связи с этим ОАО «Ростсельмаш» разрабатывает ряд инноваций, касающихся прежде всего электронной начинки машин, «интеллектуального опционала». Среди них можно отметить:

- системы улучшения комфорта оператора, проекционные дисплеи на лобовом стекле, автовождение, решения по самодиагностике и устранению неисправностей и др.;

- роботизированные системы исполнительных органов для уборочных комбайнов;

- автоопределение качества готового продукта (например, уровень дробления или сорности зерна), в том числе с помощью мобильных лабораторий;

- интеграцию систем управления машины и менеджмента хозяйства – расчет оптимального маршрута работы, координация логистики, статут-отчеты, прогнозы финансового плана и т. д.

Политика следования индустриальным трендам. ОАО «Ростсельмаш» поступательно развивает технологии и ассортимент согласно общемировым тенденциям снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости производства и эксплуатации техники: разрабатывает машины, позволяющие реализовать интенсивные технологии; сокращает потери аграриев за весь сельскохозяйственный цикл путем повышения эффективности оборудования и др. Кроме того, предприятие планирует внедрять следующие разработки:

- рекуперативные системы для уборочных комбайнов в прикладном применении;

- энергосберегающие компоненты и решения в составе узлов и агрегатов уборочных комбайнов;

- антифрикционные решения в механических агрегатах уборочных комбайнов;

- ассистирующие и информационные системы для уборочных комбайнов;

- модульная архитектура основных систем уборочных комбайнов;

- системы подготовки собранного урожая для уборочных комбайнов;
- комплексное улучшение экологического профиля уборочных комбайнов;
- повышение энерговооруженности уборочных комбайнов в разрезе применяемых конструкционных материалов;
- повышение эффективности силовых приводов (powertrain) для уборочных комбайнов, в том числе мотор – колесо и мотор – редукторные решения;
- ГЭМ-приводы для узлов и агрегатов уборочных комбайнов;
- ИМ-приводы для отдельных агрегатов уборочных комбайнов;
- использование силовой электроники во вспомогательных системах уборочных комбайнов;
- эргономные решения и компоненты промышленного дизайна для уборочных комбайнов;
- миниатюризация исполнительных органов и энергопотребляющих систем комбайнов без потерь производительности.
- однако, помимо следования очевидным тенденциям, компания намерена вести плотную работу в направлении реализации потребительских инсайтов.

Австрийской фирмой BISO, специализирующейся на производстве оснастки для комбайнов, в особенности на производстве жаток, внедрена новая суперлегкая жатка. Рама жатки облегченной конструкции изготовлена из алюминия, скомбинированного с высокопрочной сталью, по технологии, взятой из самолетостроения и транспортной техники. Благодаря этому масса жатки с шириной захвата 16 м на 800 кг меньше массы обычной жатки для комбайна. На корму комбайна больше не нужно устанавливать грузы, что позволяет сэкономить на всем комбайне до 1000 кг.

Рама является основой для создания новой жатки Vario (Рисунок 6.33). Выбор названия Vario обусловлен тем, что расстояние между ножом и питающим шнеком (225–800 мм) можно регулировать по горизонтали. Таким образом, можно без потерь убирать и низкие, и высокие растения.

Все модели Ultralight предусмотрены с опциями для регулировки угла скашивания, настройки ножей для рапса, регулировки зубьев мотовила, управления узлами из кабины.

Для транспортировки очень широкой жатки служит новая тележка с принудительно управляемым задним мостом, которая точно копирует колею на узких поворотах.

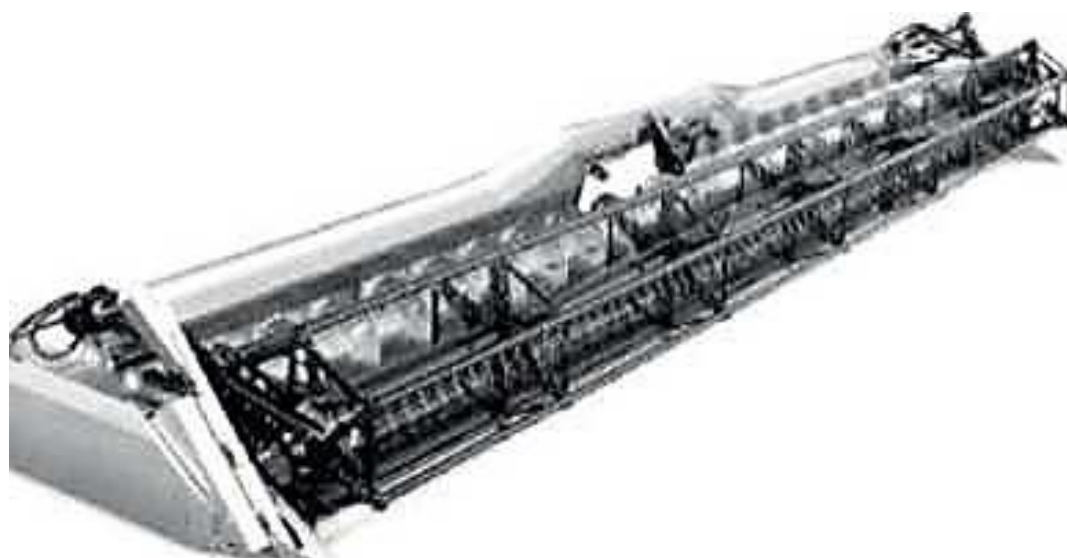


Рисунок 6.33 – Суперлегкая жатка Vario

Преимущества жатки:

- ширина захвата 7,7, 9,2 и 16 м;
- значительное снижение массы (до 800 кг) с увеличением устойчивости, комбинирование алюминия с высококачественной прочной сталью;
- минимальная вибрация благодаря крутильно-жесткой раме и двухсторонним приводам ножей и питающего шнека;
- режущий брус ножами, смещающийся по горизонтали на 600 мм;
- прекрасная подача сжатого материала как низких хлебов, так и рапса;
- интегрированный, гидравлически откидываемый вертикальный нож для скашивания рапса не только сверху, но и с боковых сторон;
- гидравлическая регулировка угла жатки при полеглых хлебах на различных почвах.

Несмотря на колебания в регионах, спрос на комбайны, особенно на таких крупных рынках сбыта, как Германия, Англия и Франция, остается стабильным. В ЕС ежегодно реализуется 7000 машин (примерно 15 % комбайнов, продаваемых во всем мире), в предстоящие годы рынок будет более слабым, чем в предыдущие. В Центральной и Восточной Европе динамику рынка прогнозировать сложно.

Растет спрос на комбайны с высокой производительностью, так как короткие периоды и сложные условия уборки требуют более быстрой работы без простоев. В последующие десять лет эксперты ожидают рост потребления машин производительностью до 100 т/ч. Для этого во многих секторах потребуются новые разработки и технические решения, например:

- машины с соломотрясами будут заменены гибридными и роторными комбайнами;
- более высокая мощность двигателей;
- дополнительная помощь при обмолоте и сепарации, например, роторы и ступени падения;
- увеличенные и более гибко применяемые жатки, например, ленточные;
- увеличенные зерновые бункеры;
- большая масса машин требует принятия мер к бережному обращению с почвой, например, применения гусеничной ходовой части, снижения массы за счет применения пластмассы и карбона;
- улучшенная автоматизированная настройка всех основных функций путем применения многочисленных сенсорных датчиков; при этом должно учитываться состояние насаждений до начала работы машины;
- сенсорные датчики, измеряющие нагрузку на жатке, двигателе и подающей цепи питающего канала, количество поданного обмолоченного материала, и адаптирующие скорость передвижения к обмолоту;
- данные о погоде вычисляются и вводятся в систему обмолота комбайна с целью учета ожидаемых погодных условий при настройке машин;

- данные спутников позволяют комбайнам самостоятельно распределять свои убираемые площади;
- современные системы для контроля и инструктирования по техническому обслуживанию;
- технические решения по улучшению процесса логистики на уборке зерновых и кукурузы на зерно.
-

Контрольные вопросы

1. Назовите основные направления совершенствования конструкций зерноуборочных комбайнов.
2. Пути повышения производительности зерноуборочных комбайнов.
3. Особенности конструкции аксиально-роторных молотильных аппаратов.

Лекция 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ДЛЯ УБОРКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Уборка корнеплодов сахарной свеклы. В мировой практике уборки корнеплодов сахарной свеклы сохраняется тенденция повышения производительности и качества работы свеклоуборочной техники путем увеличения ширины захвата, вместимости накопительных бункеров, рабочей скорости, внедрения электронных систем управления технологическим процессом, применения эффективных способов уборки с учетом конкретных почвенных и хозяйственных условий и др.

Многие фирмы выпускают самоходную свеклоуборочную технику с промежуточными бункерами, применение которых обеспечивает непрерывную уборку и одновременную перегрузку корнеплодов в транспортные средства без остановки технологического процесса. В стандартный комплект оборудования современной зарубежной свеклоуборочной техники, как правило, входят системы контроля и управления технологическим процессом.

Вместе с тем ведутся научный поиск и разработки, изготавливается свеклоуборочная техника и для небольших по площади хозяйств.

В конструкциях машин находят применение активные ботвосрезающие аппараты, которые производят последующую доочистку головок корнеплодов, копачи роторного и вибрационного типов, эффективные системы очистки корнеплодов от примесей, устройства для автоматического вождения по рядкам свеклы, системы электронного контроля за технологическим процессом.

За рубежом ведутся работы по созданию семейства унифицированных свеклоуборочных машин по принципу блочно-модульного построения в двух-, трех- и шестирядном исполнении в зависимости от зональных условий, размера посевных площадей и наличия энергетических средств для агрегируемой техники, а также самоходных высокопроизводительных комбайнов, выполняющих все технологические операции за один проход агрегата по полю.

С целью снижения давления на почву свеклоуборочная техника европейских стран оснащается сдвоенными шинами, специальными двигателями с изменяемой шириной колеи и системами гусеничного хода. Широкий выбор погрузчиков-очистителей дает возможность грузить корнеплоды из кагатов в транспортные средства или перегружать их на расстояние более 13 м.

Следует отметить, что практически вся зарубежная уборочная техника оснащена электронными системами управления и контроля, а индикаторные устройства входят в стандартный комплект оборудования современных самоходных машин, включающий в себя просторные кабины с хорошим обзором, эргономичными сиденьями, удобно расположенными выключателями и многофункциональными рычагами.

Свеклоуборочная техника зарубежных фирм, как правило, оборудуется автоматическими системами для направления машин по рядкам, регулирования и сохранения, заданных высоты среза ботвы и глубины хода копачей.

Система автоматического вождения современных свеклоуборочных комбайнов включает в себя ползковые копир-водители (сенсоры), датчики, электронный блок и исполнительный механизм. Копир-водители выполнены в виде двух соединенных между собой щупов, которые своими концами касаются двух соседних рядков свеклы. При отклонении машины в сторону от рядков копир-водители, оставаясь в междурядьях, изменяют свое положение относительно машины. Сигнал об этом перемещении с помощью тяги передается на датчик, и с него поступает в электронный блок, с которого после обработки сигнала подается команда на электромагнитные клапаны, открывающие доступ масла в гидроцилиндры управляющих колес. После корректировки положения машины относительно рядов копир-водители занимают нейтральную позицию. На большинстве свеклоуборочных комбайнов копир-водители располагаются перед ботвоуборщиком, а на некоторых, например, Terra DOS фирмы Holmer (рисунок 7.1) – перед ботвоуборщиком и перед выкапывающим устройством.

Система автоматического контроля высоты среза и глубины подкапывания устроена аналогично. В качестве исполнительных органов применяются гидроцилиндры подъема ботвосрезающего устройства и копателя.



Рисунок 7.1 – Самоходный свеклоуборочный комбайн Terra DOS фирмы Holmer

Система автоматического контроля высоты среза и глубины подкапывания устроена аналогично. В качестве исполнительных органов применяются гидроцилиндры подъема ботвосрезающего устройства и копателя.

Фирма Grimme представила шестирядный самоходный свеклоуборочный комбайн Rexog 620, который по требованию заказчика может оснащаться высокопроизводительным ботвоизмельчителем FM300 или усовершенствованным ботвоудалителем FT300 с интегральной системой укладки ботвы в междурядье. Комбайн оборудован двигателем мощностью 360 кВт, установленным на шарнирной раме с двумя управляемыми осями, комфортабельной кабиной и двумя терминалами управления CCI 200, способными работать в системе ISOBUS.

Применение активного шнекового ковша с теребильным устройством обеспечивает качественное удаление почвенных и растительных примесей. Кольцевой элеватор подает корнеплоды в бункер вместимостью 22 т, подвижное днище бункера в комбинации с широким выгрузным элеватором позволяют производить быструю и бережную выгрузку корнеплодов.

В стандартной комплектации машина оборудуется очисткой, состоящей из трех звездчатых сепараторов, а по требованию заказчика может оснащаться вальцовой очисткой.

Благодаря наличию динамической системы стабилизации BaSys (Balance System) и специальной ходовой системы комбайн может убирать сахарную свеклу на крутых склонах, и имеет транспортную скорость до 40 км/ч.

Кабины современных свеклоуборочных комбайнов соединяют в себе современный дизайн с хорошим обзором и эргономичным рабочим местом. Они изготавливаются со звуко- и шумоизоляцией, сохраняя при этом высокую степень остекления. Панорамные лобовые стекла дают возможность обзора без искажения. Благодаря низкой кромке лобовых стекол обеспечивается хороший обзор ботвоудалителя и выкапывающего устройства, при этом не изменяется удобное положение оператора.



Рисунок 7.2 – Органы управления и контроля свеклоуборочной техники

В кабине комбайна SF-20 фирмы Franz Kleine (рисунок 7.2) находятся сиденье водителя на пневмоподвеске с расположенным на подлокотнике multifunctionальным джойстиком управления основными функциями комбайна, регулируемая по высоте и углу наклона рулевая колонка, центральный терминал управления с бортовым компьютером. Бортовой компьютер объединяет в себе функции информационного обеспечения, регистрации, управления и контроля. На большом дисплее отображается вся важнейшая информация о рабочем состоянии свеклоуборочного комбайна.

Некоторые свеклоуборочные комбайны (Terra DOS) оснащаются видеокамерами внешнего наблюдения и мониторами.

Для создания оптимальных рабочих условий кабины оснащаются автоматическими климатическими установками, автомагнитолами и системами громкой связи для мобильного телефона. Ночная подсветка джойстика, центрального терминала и крыши кабины способствует оптимальному освещению элементов управления, снижает утомляемость оператора при работе в темное время суток.

Компания ROPA внедряет новый свеклокопатель Tiger 5 с тремя мостами, ходовой стабилизирующей системой, предотвращающей раскачивание машины, а также системой компенсации на склонах.

Новшеством является ходовая часть с качающимся передним мостом и двумя задними. Стабилизирующие центры переднего и задних мостов соединяются гидравликой. На склонах машина сохраняет горизонтальное положение, выкапывающий агрегат самостоятельно копирует поверхность почвы.

По информации производителя, данная система улучшает ведение агрегата по рядкам на нужной глубине, а также обеспечивает равномерное распределение нагрузки на всех мостах.

Другие отличия свеклокопателя Tiger 5:

- увеличен размер колес;
- бункер для свеклы площадью 43 м³;
- шестицилиндровый двигатель с мощностью 626 л. с., соответствующий всем нормам выхлопных газов;
- бесступенчатая коробка передач, состоящая из трех масляных двигателей;
- при вскапывании свеклы скорость агрегата Tiger 5 ограничена электрическим приводом до 18 км/ч, на трассе он передвигается бесступенчато со скоростью до 40 км/ч без переключения скоростей и прерывания тягового усилия;
- торможение осуществляется дисковыми тормозами, интегрированными в мостах и для защиты от грязи установленными в масляной ванне;
- чувствительное управление улучшает соблюдение необходимой глубины вскапывания;
- новая выгрузная лента транспортера складывается в 3 раза, ширина составляет 2000 мм;

- автоматика загрузки бункера обеспечивает равномерное заполнение бункера и тем самым – равномерное распределение массы;
- учет урожая производится при помощи двух ультразвуковых сенсорных датчиков, все загрузки бункера суммируются и записываются в память банка данных, которые затем могут передаваться системой ISOBUS;
- новая кабина с улучшенным, интуитивным управлением и большим монитором размером 12,1 дюймов;
- быстрая перестройка с передвижения по трассе на передвижение по полю осуществляется с помощью автоматики.

Возделывание и уборка картофеля и овощей. Разработка новой техники для производства картофеля, овощей и других корнеплодов определяется постоянно растущими требованиями получения экологически чистой продукции, по возможности с минимальными повреждениями и пригодной для длительного хранения.

Современные мощные тракторы дают возможность нарезать три гребня за один проход агрегата и применять шестирядные сажалки. При посадке картофеля в подготовленную почву эти сажалки одновременно формируют высокий гребень, что устраняет необходимость дальнейшего окучевания.

Специалисты фирмы Grimme (Германия) предложили комплект машин и оборудования для возделывания и уборки картофеля и овощей по новой технологии MAXI-Bett. По этой технологии, например, картофель высаживается в три ряда в предварительно сформированную гряду шириной 2,7 м. Для данной технологии разработаны: грядообразователь VF270, сепаратор почвы CS 240 (или фреза RT 280), картофелепосадочная машина GL 33T и уборочный комбайн элеваторного типа GT 300. Транспортная ширина всех машин находится в пределах 3,3 м. По сравнению с двухрядным возделыванием картофеля на грядах новая технология обеспечивает на практике повышение производительности каждой машины на 50 % и увеличение полезной площади под возделываемые культуры до 10 %.

В ряду новых машин для картофелеводства, предлагаемых фирмой Grimme, новый прицепной двухрядный копатель-валкоукладчик WR200 (рисунок 7.3), оборудованный 1,5-метровым приставным транспортером. Конструкция данного копателя обеспечивает низкий процент повреждения корнеплодов.



Рисунок 7.3 – Двухрядный копатель-валкоукладчик WR-200

В развитии картофелеводческой техники последних лет наблюдается тенденция роста пропускной способности, что требует тщательного отделения нежелательных примесей и бережного обращения с клубнями. Впервые разработана новая оригинальная пневматическая система для более бережного отделения клубней от камней и комьев земли. По сравнению с обычными системами сортировки она позволяет заметно увеличить производительность уборки, эффективность отделения примесей и оптимизировать рабочие процессы в машине. За разработку пневматического сепаратора примесей Airsep фирма Grimme награждена золотой медалью выставки Agritechnica-2013 (рисунок 7.4).



Рисунок 7.4 – Пневматический сепаратор примесей Airsep

При машинной уборке картофеля и овощей широко используется послеуборочная обработка убранных продуктов на стационарных пунктах и линиях. С целью повышения товарных качеств обрабатываемой продукции многими фирмами выпускаются машины различной производительности для мойки клубней и корнеплодов, щеточные машины для «сухой мойки». Их встраивают в линии для товарной обработки продукции.

Передвижной сортировальный пункт фирмы Grimme выпускается в различных модификациях, в которые входят приемный бункер, блоки отделителя примесей и предварительной сортировки мелкой фракции, двухпоточный переборочный стол с освещением на шесть-восемь рабочих, сортировка для выделения мелкой фракции, несколько ленточных конвейеров для отвода выделенных примесей, мелкой фракции и отходов.

Многие зарубежные фирмы, в том числе Samro SA (Швейцария), Miedema, Climax (Нидерланды) и Grimme (Германия), предлагают складское оборудование для картофелехранилищ: приемные бункеры, транспортеры-удлинители, складские загрузчики и др. Примером может служить загрузочный элеватор Miedema серии LBV (рисунок 7.5), оснащенный микропроцессорным управлением, и предназначенный для загрузки картофеля, столовых корнеплодов, лука в хранилища навалного и секционного типов различной вместимости или транспортные средства.



Рисунок 7.5 – Загрузочный элеватор Miedema LBV фирмы Miedema (Нидерланды)

Конструкция ремня транспортера позволяет использовать его не только для клубневых, но и зерновых культур.

В последние годы картофель и овощи хранят в больших контейнерах. Многие фирмы-производители предлагают различное оборудование для загрузки и выгрузки их из контейнеров.

Для управления микроклиматом в хранилищах наряду с температурой и влажностью воздуха в качестве регулируемых показателей для системы управления вводится значение влажности в штабеле и содержание углекислого газа в хранилище.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют электронные системы контроля за технологическим процессом в уборке корнеплодов сахарной свеклы?
2. Что включает в себя система автоматического вождения свеклоуборочных комбайнов?
3. Назовите особенности оборудования современных свеклоуборочных комбайнов.
4. Какие существуют новые сельскохозяйственные машины для картофелеводства?
5. Назовите комплект машин и оборудования для возделывания и уборки картофеля.

Лекция 8. ВЫСОКОТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭЛЕКТРОНКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В настоящее время в мировом сельскохозяйственном производстве в рамках ресурсосберегающих технологий все шире внедряются инструменты автоматизации сельскохозяйственной техники с использованием навигационных систем GPS, включающих в себя контроль качества посева, опрыскивания, внесения удобрений, уборки урожая, что является первым шагом на пути освоения систем точного земледелия.

Особенно отчетливо это проявилось в рамках выставки «Агросалон», где основной объем разработок отечественных и зарубежных производителей так или иначе был связан с использованием технологий точного земледелия.

Понятие «технологии точного земледелия» подразумевает прежде всего картирование (картографирование) сельскохозяйственных угодий (границы полей, содержание питательных почвенных веществ, урожайность) как основы повышения плодородия почвы. Особое значение имеет также внедрение систем параллельного (автоматического и ручного) вождения, а также дифференцированного внесения удобрений в режимах offline и online.

С точки зрения управления сельхозпроизводством, точное земледелие – стратегия, позволяющая принимать правильные решения на основе использования информационных технологий с извлечением данных из множества источников. Главное отличие такого подхода от традиционного заключается в том, что каждое поле рассматривается как совокупность участков, неоднородных по рельефу, почвенному покрову и химическому содержанию различных веществ. Это подразумевает дифференциальное применение доз удобрений и средств защиты растений. Точное земледелие дает возможность проводить мониторинг по отдельным участкам поля, а также качественно выполнять все полевые работы в круглосуточном режиме. Географическая привязка обеспечивается с помощью приемников системы GPS.

Прогресс в области компьютерной техники и информационных технологий, развитие средств космической связи, появление сельскохозяйственных машин, способных дифференцированно выполнять технологические операции, обусловили появление и внедрение технологий точного земледелия.

Современные электронные системы, используемые в системе точного земледелия, развиваются по следующим направлениям:

- совместимость бортовых компьютерных систем различных фирм;
- расширение номенклатуры и дальнейшее совершенствование средств автоматического управления работой отдельных сельскохозяйственных машин;
- совершенствование электронных систем по использованию возможностей спутниковой навигации для управления отдельной машиной, группой машин и всем циклом производства сельскохозяйственной продукции;
- расширение технического использования системы Интернет (World Wide Web).

Усложнение сельскохозяйственных машин, условия их использования, повышающиеся требования к качеству выполнения технологического процесса вызывают необходимость широкого внедрения различных систем электроники. На многих машинах применение терминалов, базирующихся на GPS и ISOBUS и поддерживаемых современным программным обеспечением, уже является обязательным условием. Не менее важным для сельскохозяйственной практики является документирование рабочих процессов, прохождения продукции и контроля ее качества. Для этого в настоящее время предлагается множество программ и программных решений.

Происходит дальнейшее развитие современных электронных систем, используемых в технологиях точного земледелия, расширение технического использования сети Интернет. Наибольшее распространение в технологиях точного земледелия получили разработки в области использования систем спутниковой навигации, совершенствуется и расширяется номенклатура приборов и оборудования для получения информации о параметрах плодородия поля и состоянии посевов, необходимой для принятия решений при дифференцированном внесении удобрений. Прослеживается тен-

денция универсализации контроллеров. Повышается технический уровень и многообразие электронных средств контроля и управления, применяемых на тракторах и сельскохозяйственных машинах.

Основные проблемы широкого внедрения электроники в сельскохозяйственное производство – взаимозаменяемость и совместимость различных систем бортовых компьютеров и их компонентов. В последние годы ведущие мировые производители электронного оборудования достигли договоренности об использовании международного стандарта ISO 11783 (ISOBUS) для электронной информационной связи между тракторами и сельскохозяйственными орудиями. Система ISOBUS дает возможность стандартизировать компьютерную технику и программное обеспечение, лучше использовать, комбинировать и координировать работу машин и орудий, автоматизировать настройку машин и орудий на различные операции, осуществлять обмен данными между системами, находящимися в полевых условиях и офисным компьютером сельхозпредприятия, между электронными системами различных производителей. Она работает на основе шинной связи CAN bus.

В сети CAN основные узлы (контроллеры, датчики и приводы) соединяются через последовательную шину (специальный кабель). Данные, передаваемые одним узлом, рассылаются по сети всем станциям. Тип передаваемых данных (например, норма внесения удобрений или средств защиты растений) обозначается идентификатором, стоящим в начале сообщения, который определяет приоритет сообщения. Такой тип рассылки сообщений называется схемой адресации, ориентированной на содержимое. Каждый идентификатор уникален. Никакая пара узлов сети не может послать сообщения с одинаковыми идентификаторами. Используемый протокол передачи данных не требует назначения физических адресов конкретным принимающим компонентам сети. Сеть относительно легко конфигурируется и позволяет производить обмен данными между двумя любыми узлами без перегрузки центрального компьютера.

Работоспособные терминалы ISOBUS и концепции обслуживания предлагаются теперь многими производителями. В настоящее время сотрудничество ряда немецких фирм позволило реализовать первую в мире межфирменную концепцию удобных в об-

ращении систем управления для совместимых с ISOBUS сельхозмашин. Для реализации концепции предприятия совместно выпустили соответствующий современным требованиям терминал ISOBUS с эргономичным дизайном, отмеченный серебряной медалью выставки (рисунок 8.1).

Фирма Reichardt разработала совместимую с ISOBUS систему автовождения Ultra Guidance PSR ISO, не зависимую от трактора. Это позволяет пользователю выбирать системы вождения и транспортные средства независимо от производителя в соответствии с особенностями своего хозяйства и использовать их универсально (рисунок 8.2).



Рисунок 8.1– Терминал ISOBUS для реализации межфирменной концепции управления машинно-тракторными агрегатами



Рисунок 8.2 – Система автовождения Ultra Guidance PSR ISO

Анализ информационных материалов и экспонатов выставок показал, что наибольшее распространение в технологиях точного земледелия получили разработки в области использования систем спутниковой навигации. Все они могут быть объединены в два основных блока: системы, регулирующие движение машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях, и многофункциональные электронные системы управления сельскохозяйственной техникой и сельскохозяйственным производством в целом.

Для управления машинно-тракторным агрегатом в основном используются два класса приборов: системы параллельного вождения и автопилоты, использующие космические навигационные системы NAVSNAR (США) и ГЛОНАСС (Россия). При этом на машину устанавливается GPS-приемник, отслеживающий ее координаты и передающий их в бортовой компьютер.

Система параллельного вождения предполагает участие механизатора в управлении самоходной машиной по схеме: измерение текущих координат машины – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение механизатором рулевого колеса для сохранения маршрута. Система состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и указателя курса. Текущее положение машины определяется с помощью GPS-приемника, а запоминание маршрута, вычисление отклонения от него и управление индикацией осуществляет специализированный процессор. Указатель курса – это ряд светодиодных индикаторов в пластиковом корпусе. Перед началом работы механизатор выбирает маршрут движения, устанавливает расстояние между последовательными проходами и чувствительность указателя курса. Если при движении по полю индикаторы светятся в центре, машина идет правильно. В случае отклонения индикации от центра механизатор вращением рулевого колеса корректирует направление движения.

Вместо светодиодного индикатора в системе параллельного вождения используется графический дисплей, формирующий условное изображение машины, обрабатываемого прохода и линий сетки для визуализации движения. Система вождения со специальным программным обеспечением позволяет создавать и использовать карты обработки полей с запоминанием траектории движения машины.

Автопилотирование отличается тем, что отклонения от маршрута устраняются без вмешательства механизатора специальным исполнительным механизмом, подключенным к гидравлике трактора. В последнее время появились исполнительные механизмы, устанавливаемые на рулевую колонку. Такой механизм на базе электродвигателя входит в систему параллельного вождения и передает усилие на рулевое колесо через резиновый валик. Механизатор в любой момент времени может взять управление машиной на себя.

Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide Plus включает в себя яркие светодиодные индикаторы отклонения от маршрута, жидкокристаллический дисплей, хорошо читаемый даже при сильной солнечной засветке, служебный экран для диагностики состояния системы в полевых условиях и интегрированный приемник сигналов GPS. Все элементы системы объединены в узкопрофильном корпусе. Установка и пуско-наладка системы занимают несколько минут. Полное управление системой осуществляется с помощью трех кнопок. Для дополнительного удобства управления можно использовать шестикнопочный выносной пульт управления.

При работе системы на посеве или внесении удобрений она справляется с пропусками, обусловленными подъездными дорогами или другими естественными препятствиями, благодаря функции вождения на основе шаблона A+. Система обеспечивает параллельное вождение агрегатов с точностью 30 см на основе бесплатного дифференциального сервиса EGNOS. Для расширения функциональных возможностей она может быть модернизирована.

Для добавления функции автоматического управления система оснащается устройством AgGPS EZ-Steer. В этом случае она использует данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus, для управления специальным электромотором, подключенным с помощью фрикционного ролика к рулевому колесу трактора. Устройство AgGPS EZ-Steer (по данным фирмы) хорошо зарекомендовало себя на обработке почвы, внесении удобрений, средств защиты и уборке урожая. При посевных работах фирма рекомендует использовать эту систему вместе с приемниками AgGPS 252 или AgGPS 332, которые обеспечивают точность параллельного вождения 10 см. Приемники используют техноло-

гию The Choice, смысл которой заключается в том, что в едином корпусе вместе с приемником GPS поставляется декодер DGPS поправок от дифференциальных маяков, спутникового дифференциального сервиса Omnistar и дифференциального сервиса WAAS/EGNOS. Такая комбинация позволяет использовать тот дифференциальный сервис, который обеспечивает наиболее полное покрытие работ в данном районе.

Для полного автоматического вождения трактора в режиме автопилота на основе наиболее передовых и точных технологий пространственного позиционирования DGPS (дифференциальный режим реального времени) и RTK (кинематика в реальном времени) можно модернизировать систему AgGPS EZ-Guide Plus до системы Trimble AgGPS Autopilot.

Новая система автоматического вождения AgGPS EZ-Guide 500 обеспечивает картирование, управление движением с точностью до 2,5 см и отключением секций штанг опрыскивателя. Она оснащена цветным дисплеем с экраном, размер которого в 3 раза превышает размер экрана дисплея системы AgGPS EZ-Guide Plus. Механизатор может выбрать один из шаблонов автоматического вождения и настроить дисплей на двумерное или трехмерное изображение, по которому контролируется местонахождение машины и то, что при этом было сделано.

Анализ информационных материалов и экспонатов выставок показал, что продолжается дальнейшее совершенствование и расширение номенклатуры электронных средств контроля и управления, применяемых на тракторах и сельскохозяйственных машинах (более подробная информация содержится в соответствующих разделах данной работы).

На тракторах ведущих зарубежных фирм внедряются и совершенствуются электронные системы управления подачей топлива, положением колес тракторов с независимой подвеской, гашением колебаний сидений, выравниванием кабины на склоне, переключением передач под нагрузкой не только внутри диапазона, но и между диапазонами, скоростными и нагрузочными режимами бесступенчатой трансмиссии.

В новых разработках фирм Same, John Deere и других различные управляющие функции (заглубление и выглубление плуга, включение механизма блокировки дифференциала, передач переднего или заднего хода и др.) могут быть запрограммированы, и выполнены путем нажатия кнопки. Некоторые фирмы осуществляют программирование по принципу «обучения»: выполненный вручную один цикл действий запоминается и, затем системой управления выполняется автоматически.

Системы автоматического контроля и управления функциями плугов позволяют сократить объем часто повторяющихся операций, выполняемых механизатором на поворотной полосе, обеспечивают автоматическое регулирование ширины захвата, глубины вспашки, корректировку направления движения агрегата, информируют о глубине вспашки, времени работы, обработанной площади, пройденном расстоянии и скорости движения.

Электронные средства, устанавливаемые на посевных агрегатах, используются для контроля процесса высева семян, нормы высева, распределения их в борозде, глубины заделки семян, дозы и равномерности внесения в почву удобрений, уровня семян и удобрений в бункере. Механизатор получает информацию о скорости движения, пройденном расстоянии, засеянной площади, времени работы.

На машинах для внесения удобрений основными контролируемые показателями являются норма внесения удобрений, равномерность их распределения и дальность разбрасывания. Большинство современных систем автоматического контроля можно использовать с системой глобального позиционирования (GPS) для обеспечения дифференцированного внесения удобрений.

Автоматизированные устройства на базе электроники в опрыскивателях позволяют регулировать норму расхода рабочей жидкости, а также обеспечивают поддержание необходимого рабочего давления, включение в работу распылителей нужного типоразмера, стабилизацию штанги в горизонтальной плоскости, выдают на табло значения различных показателей. Отличительная особенность их – использование универсальных измерительных средств на основе единого перепрограммируемого микропроцессорного модуля с энергонезависимой памятью и возможностью управления рабо-

той не только опрыскивателей, но и машин для внесения удобрений и посевных агрегатов. Расширяется внедрение систем, позволяющих работать в условиях координатного земледелия.

На зерноуборочных комбайнах в настоящее время определены следующие направления использования средств автоматизации и электронизации: контроль и регулирование параметров работы двигателя, частоты вращения валов рабочих органов; автоматическое регулирование технологической загрузки; контроль потерь зерна на МСУ, уровня заполнения бункеров; контроль и управление высотой среза, давлением жатки на почву, копированием рельефа поля; программирование технологических настроек комбайна на уборку определенной культуры; автоматическое выравнивание комбайна или решет очистки при работе на склонах; автоматическое вождение комбайна; поиск и диагностирование неисправностей; измерение количества намолоченного зерна и убранной площади с привязкой к координатам в поле (картирование).

Компания Amazone в течение многих лет целенаправленно разрабатывает эффективный комплекс машин для точного и интеллектуального растениеводства как для фермерских хозяйств Европы, так и для больших современных сельхозпредприятий и агрохолдингов (рисунок 8.3). Все понятия и действия вокруг электронного обеспечения обобщены ключевым словом «IT-Farming». Электроника открывает новые возможности. С одной стороны, она позволяет получать параметры, влияющие на урожайность, а также автоматизирует их документирование и оценку. С другой стороны, сенсорные технологии, технологии управления и регулирования позволяют экономить производственные средства, максимально реализовывать потенциал урожайности при бережном отношении к окружающей среде.

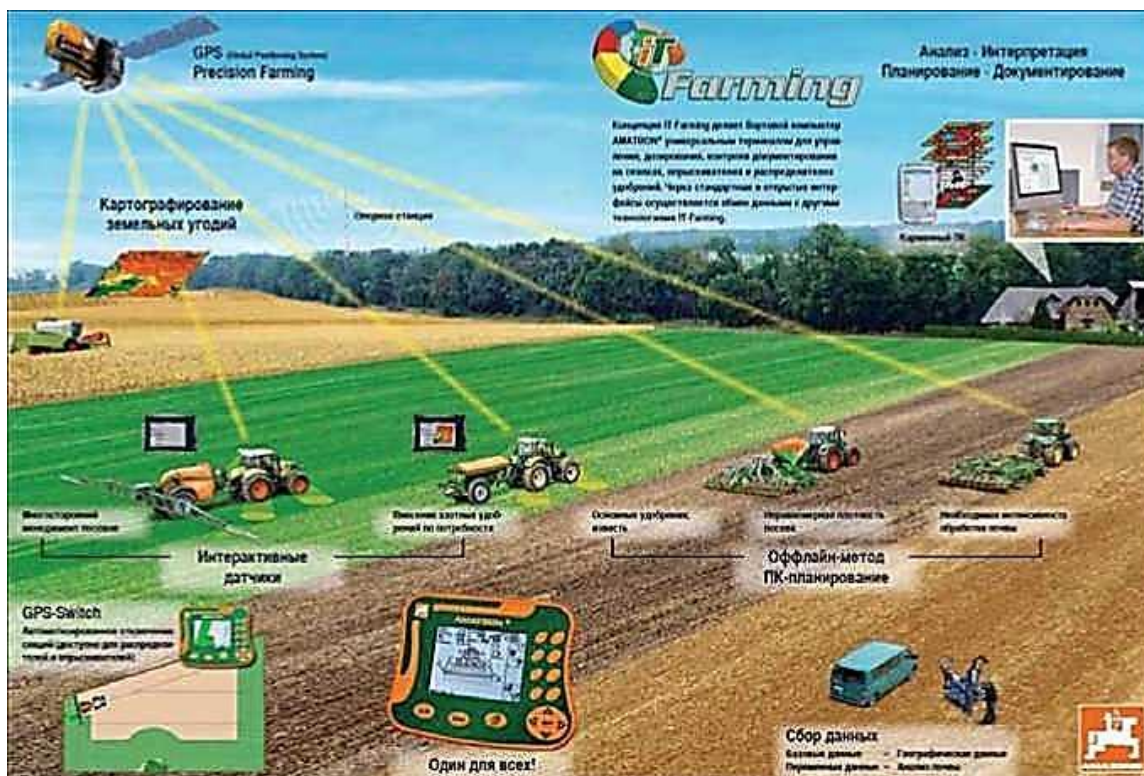


Рисунок 8.3 – Комплексная система машин для точного и интеллектуального растениеводства компании Amazone

Четыре основных направления использования сельхозмашин – обработка почвы, посев, внесение минеральных удобрений и защита растений – определяют следующие тенденции их модернизации: увеличение рабочей ширины захвата машин, вместимости бункеров, совершенствование компьютеров для управления машинами и улучшения качества их работы.

Для управления машинами компании Amazone предлагает универсальные терминалы, адаптированные под ту или иную машину. Основой их использования является электронное дистанционное управление определенными функциями, а также отображение соответствующих параметров, таких как обработанная площадь, норма расхода или давление. Если они оснащены функцией регулировки, то на них имеется интерфейс для подсоединения прочих электронных приборов.

Универсальный терминал AMATRON 3 оснащен интерфейсом для удобной связи с документацией (например, карты полей) и использования функции GPS Switch, GPS Track и GPS Maps.

Имеются также два других ISOBUS-терминала: CCI-100 и АМА-РАD. Терминал CCI-100 является результатом сотрудничества с несколькими производителями сельхозмашин в объединении под названием CCI (Competence Center ISOBUS e. V.). Он служит базой для постепенного перевода всех машин и агрегатов Amazone на стандарт ISOBUS. АМАРАD обладает большей производительностью и рассчитан для работы с будущими интеллектуальными приложениями. Так, с помощью АМАРАD можно управлять и контролировать работу нескольких машин одновременно.

Электронная служба оптимизации машин (СЕМОS) фирмы Claas является интерактивной системой ассистирования, которая содержит в себе настройки всех узлов и агрегатов комбайна для различных культур и условий уборки и постепенно приводит водителя к оптимальной настройке машины (рисунок 8.4).

Становится возможной целостная оптимизация процесса уборки зерновых с помощью системы ассистирования. Современные комбайны снабжаются запрограммированными в информационной системе параметрами настроек для средних условий уборки, однако водитель зачастую лишь незначительно изменяет эти параметры при адаптации к конкретным условиям работы.



Рисунок 8.4 – Система СЕМОS фирмы Claas

Следствием этого является то, что большинство комбайнов работают с производительностью и качеством ниже технического потенциала машины. Система CEMOS анализирует текущую ситуацию, систематически разрабатывает на этой основе оптимизационные шаги, и предлагает их водителю. При этом она учитывает и заданные основные настройки и варианты оборудования. Водитель может принять рекомендацию по настройке или запросить альтернативный вариант. Если он принимает рекомендацию, то после настройки сенсоры сообщат, изменилось качество работы или нет. Дополнительно система CEMOS заблаговременно сообщит водителю об увеличении доли раздробленных зерен при интенсивном вымолачивании, а также о технических границах выбранной настройки. Водитель может самостоятельно в диалоге с системой максимизировать качество и производительность работы комбайна.

Компания Claas вводит новый многофункциональный терминал компьютера. Терминал – это консоль компьютера, устройство для ввода и показа данных, дисплей, который используется для воспроизведения данных.

Ранее компания применяла на своих сельскохозяйственных машинах модель S3, затем она была заменена двумя моделями нового поколения – S7 и S10. Модель S7 и в будущем останется базовой для всех систем рулевого управления Claas. У модели S10 появилось множество дополнительных функций. Оба варианта терминала можно эксплуатировать и в сторонних машинах. В корпус интегрирован серийный двухчастотный приемник для различных корректирующих сигналов, начиная от EGNOS, и заканчивая RTK. Если оператор захочет поменять сигнал корректировки, то нет необходимости перестраивать антенну. В основном оборудовании S7 и S10 работают с EGNOS, RTK и российской системой GLONASS.



Рисунок 8.5 – Терминал S7

При необходимости использования терминала исключительно для функции рулевого управления следует выбирать S7, а если нужны дополнительные функции, больше подойдет S10.

Оборудование S10 в основном подходит для рулевой системы управления, кроме того, имеется возможность при помощи ISO-BUS управлять навесными агрегатами, и параллельно пользоваться четырьмя входами для камер. Для выполнения специальных задач предлагается большой выбор эталонных линий и менеджмента заявок, а также множество функций для специальных условий эксплуатации. Функции S10 можно расширить, добавив к нему другие модули. Новые терминалы дают больше комфорта при развороте, могут автоматически адаптироваться к появляющимся контурам препятствий и объехать эти препятствия. Новинкой является и отдельное персональное меню. Пользователь может оформить себе персональный доступ и самостоятельно внести в меню до двенадцати наиболее часто используемых функций.

Терминал S7 выполняет функции базового для всех систем рулевого управления фирмы Claas.

Отличительная тенденция развития электронных систем на самоходных кормоуборочных комбайнах – их унификация с системами, предназначенными для зерноуборочных комбайнов. Они обеспечивают измерение и контроль режимов работы основных рабочих органов, технического состояния двигателя и узлов машины, высоты среза жатки, скорости движения, убранной площади, автоматическое регулирование загрузки комбайна.

Золотые медали выставки Agritechnica-2009 были вручены фирмам Claas и New Holland за разработку электронных устройств, позволяющих в автоматическом режиме обеспечивать оптимальное наполнение транспортных средств при любых внешних условиях (день, ночь, туман и т. д.). В основе работы устройств – трехмерное сканирование и цифровой анализ изображений в формате 3D, что позволяет силосопроводу и его дефлектору полностью автоматически ориентироваться на контуры прицепа. Это снижает нагрузку на оператора, значительно повышает качество труда, эффективность и надежность работы комбайна (рисунок 8.6).

Электронные средства, применяемые на пресс-подборщиках, информируют механизатора о плотности прессования, и управляют процессами загрузки прессовальной камеры, обвязки рулонов или тюков и их выгрузки. Встроенные диагностические системы обеспечивают обнаружение и индикацию сбоев. На рулонообмоточных машинах полностью контролируется процесс упаковки рулонов или тюков в пленку. Наиболее совершенные из них работают в едином технологическом процессе с пресс-подборщиком без его остановки, в автоматическом режиме. Большинство последних моделей зарубежных полуприцепов-подборщиков оборудовано электрогидравлическими дистанционными системами управления, позволяющими управлять всеми необходимыми операциями из кабины трактора.



Рисунок 8.6 – Система автоматического наведения силосопровода на прицеп фирмы New Holland

Фирма Pottinger (Австрия) разработала для полуприцепов-подборщиков систему автоматической заточки ножей, что позволяет оптимизировать качество измельчения подбираемой массы, повысить эффективность работы машин.

Также этой фирмой совместно с фирмой John Deere разработана электронная система, которая позволяет регулировать скорость движения полуприцепа-подборщика в зависимости от мощности подбираемого валка и при необходимости прекратить движение трактора (рисунок 8.7). Работа системы основана на показаниях ультразвуковых датчиков, установленных спереди трактора, и позволяет повысить производительность работы машины и снизить нагрузку на оператора.



Рисунок 8.7 – Полуприцеп подборщик фирмы Pottinger с электронной системой регулирования скорости движения

Компания Kverneland Group расширила линейку универсальных терминалов ISOBUS, выпустив новую мод. IsoMatch Tellus GO (рисунок 8.8). Этот новый многофункциональный терминал с одним экраном предоставляет фермеру самую важную информацию для простого и эффективного управления любым навесным ISOBUS совместимым оборудованием.



Рисунок 8.8 – Терминал мод. IsoMatch Tellus GO

Tellus GO специально разработан для упрощения процесса управления машиной. Впервые терминал IsoMatch Tellus GO был представлен на Международной сельскохозяйственной выставке SIMA в феврале 2015 г. в Париже. Для начала работы необходимо лишь нажать на кнопку включения в кабине трактора. Нет никаких трудностей в управлении данными: терминал автоматически отображает оборудование на экране.

Фермер получает возможность полностью контролировать работу техники в нужном для него режиме. Легкая настройка работы машины осуществляется нажатием экранных клавиш семидюймового сенсорного экрана во время движения. Задача управления навесным оборудованием никогда не решалась так просто.

IsoMatch Tellus GO – это первый шаг фермеров на пути к точному земледелию. Простота использования приложения IsoMatch GeoControl дает возможность повысить эффективность работы машин, а также сэкономить время и затраты. Приложение включает в себя функции ручного управления, управления отдельными секциями, настройки норм внесения. При использовании этого терминала с разбрасывателями удобрений, опрыскивателями или сеялками, работа по технологии точного земледелия осуществляется одним нажатием на кнопку. Чтобы определить возможность экономии при выполнении какой-либо операции, фермеру достаточно воспользоваться приложением IM Calculator, которое можно бесплатно скачать на сайте: www.kverneland.group.com.

Универсальный язык ISOBUS позволяет стандартизировать связь между различными тракторами, машинами и терминалами. Kverneland Group является лидером в области ISOBUS-разработок и гарантирует полную совместимость своего нового терминала Iso-Match Tellus GO со всеми машинами, работающими по стандартам ISOBUS. К преимуществам этого относится отсутствие необходимости приобретать отдельный терминал для каждой машины – можно использовать один для нескольких.

В 2015 г. компанией Kverneland Group представлено множество единиц техники и способов его использования с электронным оборудованием Iso Match, цель которого – предоставление возможностей по более простому и эффективному ведению сельского хозяйства. Одним из таких решений является специальное приложение Iso Match Simulator. С помощью этого инструмента фермер легко поймет стандарты ISOBUS и принципы точного земледелия. Приложение имитирует все функции машин, использующих Iso Match Tellus GO и ISOBUS, включая работу на определенном поле. Это облегчает процесс обучения и практического использования всех функций перед началом эксплуатации и покупки самого оборудования. Приложение IsoMatch Simulator можно скачать бесплатно по ссылке: <http://ien.kvernelandgroup.com/Brands-and-Products/iM-FARM-ING/IsoMatch>.

Контрольные вопросы

1. Назовите инструменты автоматизации сельскохозяйственной техники с использованием навигационных систем GPS.
2. По каким направлениям развиваются электронные системы, используемые в системе точного земледелия?
3. Каковы основные проблемы широкого внедрения электроники в сельскохозяйственное производство?
4. Какие разработки в области точного земледелия имеют наибольшую востребованность у сельхозтоваропроизводителей?
5. Назовите электронные средства контроля и управления, применяемые на тракторах и сельскохозяйственных машинах.
6. Каковы отличительные особенности GPS внесения удобрений от других средств защиты растений?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на влияние кризиса в течение последних лет, производители сельскохозяйственной техники продолжают работу по ее совершенствованию. Ими предлагаются новые технологии и оборудование с целью повышения конкурентоспособности сельхозтоваропроизводителей.

Анализ рынка сельскохозяйственной техники показывает, что, несмотря на высокий уровень обеспеченности – энерговооруженности сельского хозяйства, происходит активный процесс ее обновления, замены на более прогрессивную и производительную.

В стремлении максимально удовлетворить запросы сельхозтоваропроизводителей деятельность фирм направлена на повышение технического уровня, качества и надежности техники, эффективности машинных технологий, более широкое внедрение почвозащитных технологий (щадящих, энергосберегающих), защиту окружающей среды и почв от неблагоприятных внешних воздействий.

Производители сельскохозяйственной техники более активно применяют достижения агроинформатики, электроники, интеллектуальные, автоматизированные и роботизированные системы, альтернативные источники энергии, новые технологии технического обслуживания и ремонта; проводят мероприятия по повышению уровня профессиональной подготовки кадров.

Одним из приоритетных направлений в создании современной сельхозтехники является обеспечение высокой производительности и качественного выполнения работ в оптимальные агротехнические сроки с высокой степенью точности и минимальными затратами материально-технических средств.

В настоящее время достигнут высокий технико-технологический уровень в конструировании и изготовлении сельскохозяйственной техники. Фирмы, производящие технику, ее совершенствуют, заметно расширяют деятельность по созданию машин для реализации новых прогрессивных, высокоэффективных, ресурсосберегающих технологий, внедрения высокоточного и «разумного земледелия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блог компании RoboHunter [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://geektimes.ru>.
2. Каталог продуктов Trimble для сельского хозяйства [Текст]. – 2011. – 15 с.
3. Козубенко, И. С. Оценка на дистанции: инновационное решение для сельскохозяйственного бизнеса [Текст] / И. С. Козубенко // Поле деятельности. – 12.2013– 01.2014. – № 12/№ 1. – С. 26–27.
4. Контроллеры Trimble серии Juno: Juno 3В и Juno 3D : руководство пользователя [Текст] / Trimble Navigation Limited, 2012. – 108 с.
5. Пильникова, Н. В. Повышение эффективности применения ресурсосберегающих технологий точного земледелия [Текст] : автореф. дис. ... канд. экон. наук / Н. В. Пильникова. – Красноярск, 2012. – 19 с.
6. Точное земледелие : практикум [Текст] / А. И. Завражнов [и др.] ; под ред. М. М. Константинова. – Мичуринск : Изд-во МичГАУ, 2012. – 116 с.
7. Рунов, Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – 2-е изд., исправ. и дополн. [Текст] / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – СПб. : АФИ, 2012. – 120 с.
8. Система параллельного вождения «Штурман» [Текст] : Руководство по эксплуатации. – 24 с.
9. Система параллельного вождения Trimble EZGuide 250 [Текст] : инструкция по эксплуатации. – Краснодар : Калина Агро. – 14 с.
10. Точное земледелие : учеб. пособие [Текст] / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин, В. Э. Буксман, С. М. Сидоренко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 376 с.
11. Точное земледелие [Текст] : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – СПб. : Изд-во «Лань», 2017. – 376 с. : ил.
12. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) : учеб.-практ. пособие [Текст] / под ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. – СПб. : Пушкин, 2009. – 397 с.

13. Трубилин, Е. И. Сельскохозяйственные машины [Текст] : учеб. пособие / Е. И. Трубилин, Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2008. – 225 с.

14. Трубилин, Е. И. Компьютерные технологии в агроинженерной науке и производстве [Текст]: учеб. пособие / Е. И. Трубилин, Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, – 2010. – 224 с.

15. Труфляк, Е. В. Современные зерноуборочные комбайны [Текст] : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 320 с.

16. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства [Текст] / В. И. Черников, А. А. Ежевский, В. Ф. Федоренко. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 284 с. 261.

17. Современные технологии и оборудование для систем точного земледелия [Текст] : науч.-аналит. обзор / Т. А. Щеголихина, В. Я. Гольдяпин. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 80 с.

18. Claas Telematics. Claas Academy [Текст] . – 115 с.

19. Claas Telematics. [Текст] Проспект. – 28 с.

20. Cruizer II. Руководство по эксплуатации [Текст]. – 28 с.

21. EASY. Системы параллельного вождения Claas [Текст] / Проспект. – 40 с.

22. Farm Navigation [Текст] : руководство пользователя. – 24с.

23. GPS Pilot [Текст] : руководство по эксплуатации. – 152 с.

24. Leica mojoMINI [Текст] : руководство по эксплуатации. – 104 с.

25. Lexion 770–620 [Текст] : руководство по эксплуатации. Claas. – 1052 с.

26. Matrix Pro GS [Текст] : руководство пользователя. – 76 с.

27. Trimble. Планшетный компьютер для жестких условий эксплуатации [Текст] : руководство по эксплуатации. – Trimble Navigation Limited, 2011. – 115 с.

28. Зубарев, Ю. Н. Зарубежный опыт применения технологии точного земледелия) [Электронный ресурс] / Ю. Н. Зубарев // Информационное агентство «Светич» – Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/tochnoezemledelie/zarubezhnyi-opyt-primeneniya-tehnologii-.html>.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Лекция 1 Машинно-технологическое обеспечение сельского хозяйства	6
Лекция 2 Современные конструкции почвообрабатывающих орудий	46
Лекция 3 Современные конструкции посевных машин	63
Лекция 4 Совершенствование конструкции технических средств для внесения удобрений и защиты растений.....	73
Лекция 5 Совершенствование конструкции технических средств для заготовки кормов.....	90
Лекция 6 Совершенствование конструкции зерноуборочных комбайнов.....	97
Лекция 7 Совершенствование техники для уборки корнеклубнеплодов и овощей	151
Лекция 8 Высокоточные технологии. Электроника и автоматизированные системы управления.....	160
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	177
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	178

Курс лекций

**Трубилин Евгений Иванович,
Брусенцов Анатолий Сергеевич**

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Курс лекций

В авторской редакции

Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. – 10,6. Уч.-изд. л. – 8,3.

Кубанский государственный аграрный университет.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13