

## Лекция 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  $110^\circ$ . 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 «параплау» 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

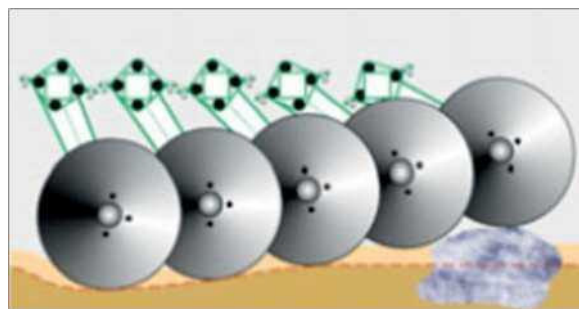


Рисунок 2.6 – Пружинные демпферы с предохранительным механизмом Catros

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 Actiflex  
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 Knock-On (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  $\pm 10$  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.