

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 631.1:631.58

**В.И. Беляев,  
Т. Майнель,  
Р. Тиссен**

## ТЕХНОЛОГИЯ STRIP-TILL: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

***Ключевые слова:** ресурсосбережение, сельскохозяйственная техника, технология Strip-Till, рабочие органы, консервирующее земледелие, классификация машин.*

### **Введение**

Согласно прогнозу численность населения Земли возрастет к 2050 г. до 9 млрд чел. При этом значительная часть людей по-прежнему будет «голодать». И хотя во многих странах мира значительные площади используются под сельское хозяйство, необходимо предпринять дополнительные усилия для повышения производства основных продуктов питания.

Все большее внимание следует уделять разработке новых технологий и машин для производства сельскохозяйственной продукции. А улучшение эффективности землепользования без истощающего использования природных ресурсов, таких как почва и влага, способствует процессу непрерывного консервирующего производства пищевых продуктов.

В связи с этим наблюдается тенденция расширения области применения консервирующих технологий обработки почвы и посева. К тому же анализ Фридриха и других явно показывает, что во многих странах мира они получили широкое распространение и более 111 млн га по всему миру используются по этим технологиям.

Однако до сих пор существуют значимые различия в интенсивности обработки почвы по вариантам применяемых технологий. Если, с одной стороны, можно говорить об отказе от плуга при консервирующей обработке почвы, то, с другой, можно назвать прямой посев без какой-либо предварительной обработки.

Технология Strip-till принадлежит к области консервирующей технологии обработки почвы и посева. Особенность ее заключается в обработке почвы полосами. В промежуточных областях почва остается нетронутой, и естественная структура остается неповрежденной, как при прямом посеве (рис. 1).

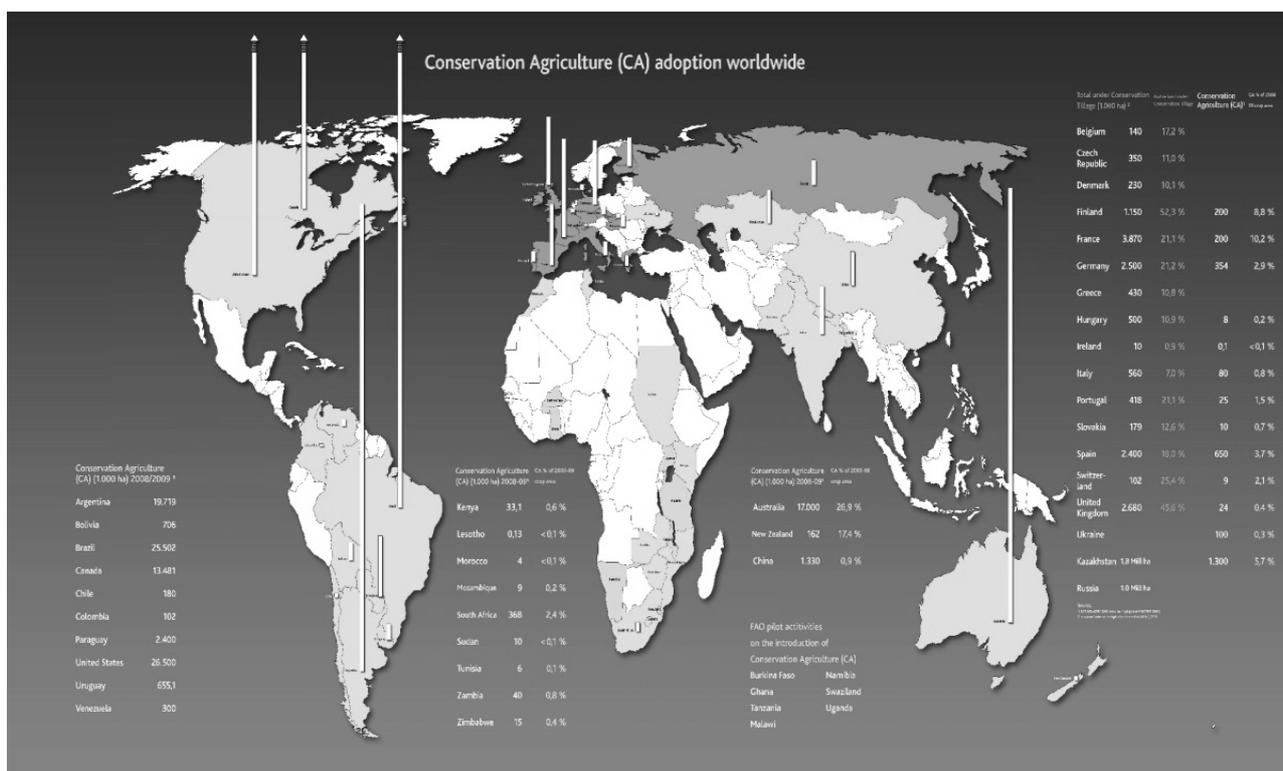


Рис. 1. Консервирующие технологии в мире [Dr. Jana Epperlein]

Где применима технология Strip-till при данной характеристике в области консервирующих технологий, еще предстоит выяснить опытным путем. Это во многом зависит от агроклиматических условий местности и набора конструктивных элементов машин. Типичным представителем этого класса являются машины из Северной Америки. Там они используются, как правило, для рядкового посева культур. Чтобы получить представление об этой технике, необходимо выделить отдельные ее составляющие и дать оценку функциональных характеристик.

### Обзор конструкций машин для технологии Strip-till

Концептуально конструкция машин для Strip-till состоит из множества секционных элементов на каждый обрабатываемый ряд, которые, в свою очередь, скомплектованы из различных единичных составляющих. Они выбираются в зависимости от условий применения.

Все секции крепят на раму машины, где также можно установить многие другие элементы (например, бункер семян и удобрений). Различия существуют лишь в возможностях копирования поверхности почвы.

Рама машины имеет опорную ось и соединяется прицепным устройством с трактором. Сдвижной механизм ее позволяет уменьшать ширину машины во время движения при транспортировке (рис. 2).



Рис. 2. Типовая машина для Strip-till из Северной Америки

### Функциональные задачи конструктивных элементов [www.hiniker.com]

При рассмотрении отдельных секций, которые имеются на различных машинах для Strip-till, можно выявить следующие пять функциональных задач:

- **Разрезание почвы.**

Рабочие органы – режущие диски, причем возможна их комбинация с органами для глубокой обработки. Широко распространен монтаж дисков перед лапой. Диск (без угла наклона) имеет задачу – предварительно разрезать почву, а точнее, разрезать пожнивные остатки. Эта функция аналогична функции предплужника на плугах. Как результат, сокращается разбрасывание почвы следующей за ним лапой и упрощается ее работа. Естественно, при этом можно избежать забивания рабочих органов. Особенно этот эффект явно виден при работе на тяжелой глинистой почве [1] (рис. 3).

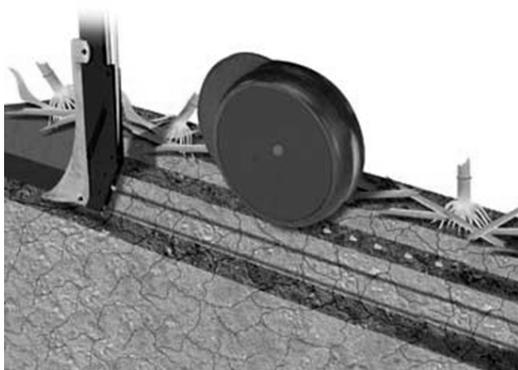


Рис. 3. Комбинация рабочих органов машины для консервирующей обработки (Conservation tillage Systems and Management, 1992. [www.orthmann.com](http://www.orthmann.com)) [2]

В практике существуют различные формы дисков. На легких почвах достаточно закрытого диска, так как он проникает в почву с меньшим усилием. Его предпочитают другим формам в том случае, если дополнительные условия не требуют применения альтернативных форм. На тяжелых почвах или при больших количествах пожнивных остатков предпочтительнее зубчатые диски, которые благодаря своей форме активнее входят в почву.

• **Очистка рядка.**

Очищающие элементы, встроенные перед лапой, должны освобождать рядок от пожнивных остатков. При этом значительно сокращается отодвигание пожнивных остатков идущей лапой и неопределенный сброс количества пожнивных остатков. Как правило, используются два параллельно работающих в продольном направлении и возможно заменяющих друг друга элемента в форме диска. Эти инструменты эксплуатируются в различных формах.

Некоторые производители машин крепят очищающие инструменты перед режущим диском. При этом может устанавливаться небольшое расстояние между ведущим колесом и лапой на переднем плане. Однако для технических культур эта модель не рекомендуется.

При открытой конструкции профиля дисков они могут агрессивнее и эффективнее входить в пожнивные остатки, и диски не проскальзывают впустую через оставшуюся массу жнивья.

• **Рыхление.**

Основной рабочий орган – это лапа со стойкой, которая входит в почву до требуемой глубины и рыхлит полосу почвы. Ширина почвенного канала зависит от формы лапы и сошника (Р. Тиссен, М. Фил). Угол наклона лапы обеспечивает заглубление сошника в почву и влияет на затраты мощности трактора. В любом случае через форму можно добиться того, чтобы рабо-

чие органы во время работы обеспечивали равномерность глубины обработки. Если они работают в тяжелых условиях (глубина достигает 30 см), технические характеристики от завода «Yetter» следующие [3].

• **Заглубление в почву.**

Рыхление почвы лапой на заданную глубину достигается при помощи боковых ограничений. Чтобы обеспечить работу без забивания, конструируют рабочие органы в форме дисков. Они проходят по бокам возле лап и должны быть установлены так, чтобы копировать поверхность почвы. В зависимости от производителя они различаются по форме, размеру и установке.

• **Измельчение.**

Последний элемент в каждом ряду – это каток, который отвечает за измельчение комков почвы, прикатывание полос и земляных валов. Уплотнение вала и заглубление различных рабочих органов будет осуществляться зависимо от их выбора, что определяет качество посева.

Вышеописанные пять функциональных задач конструктивных элементов каждой секции, которые можно найти почти во всех классических представленных на рынке продуктах, из области машин для технологии Strip-till.

На примере некоторых конструкций машин поясним вышеописанное положение дел. В качестве примера для детального анализа представим основные концепции (рис. 4).

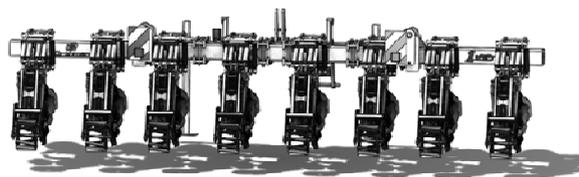


Рис. 4. Машина Toolbars серии 925 фирмы Orthmann [[www.orthmann.com](http://www.orthmann.com)]

**Характеристики эксплуатации машины следующие:**

- Рабочая скорость 8-12 км/ч.
- Потребляемая мощность 20-25 л.с. на каждый метр ширины захвата, в зависимости от типа почвы; при планировании следует исходить из того, что сошник установлен на рабочую глубину 20 см.
- Параметры рамы: брус прямоугольного сечения 180x180 мм (7"х 7").
- Перевод в транспортное положение: рама просто складывающаяся (например, 1500 серия) или параллельно складывающаяся (например: 925-я серия).
- По количеству рядков (6, 8, 12, 16, 24) при расстоянии между ними 75 см.

• Возможны разные дополнительные опции, например, вспомогательное шасси, оснащение механизмом управления и т.д.

Различия проявляются лишь при установке некоторых элементов на раме и их заглаблении во время работы. Поэтому попытаемся классифицировать представленные на рынке машины.

### Классификация предлагаемых на рынке конфигураций машин

Проведенный литературный и рыночный поиск показал, что в начале развития машин для Strip-till выбирался простой путь, известные марки обрабатывающих машин и машин для рядкового внесения удобрений дополняли друг друга, точнее, соответствовали задачам Strip-till технологий. Рамы, как выше было описано, были укомплектованы соответствующими требуемыми элементами.

Дальнейшим шагом развития было достижение улучшенного контурного копирования почвы и более качественных результатов работы. При этом рабочие органы могли заглабляться в почву по отдельности.

Если проводить классификацию имеющихся на рынке машин, то необходимо сделать это по трем типам.

**Тип I.** Режущий и рыхлящий органы жестко закреплены на раме. Они расположены по рабочей ширине над опорными колесами в глубине. Очищающий, проникающий в землю и рыхлящий элементы встроены так, что могут копировать почву. Типичный производитель машин этой серии фирма Carrotech (рис. 5).

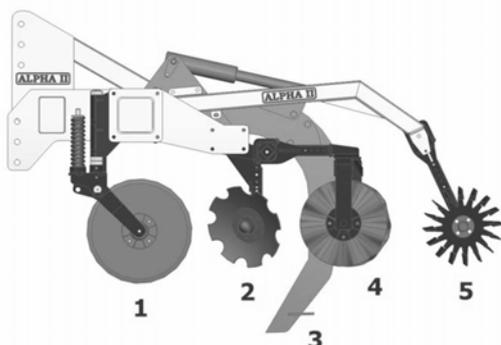


Рис. 5. Машина фирмы Carrotech [www.carrotech.ca.za]

**Тип II.** На раме закреплены отдельные секции через параллелограммный механизм. Таким образом, по сравнению с типом I, достигается наилучшее копирование почвы рабочими органами поперек направления обработки. Отдельные элементы могут быть также абсолютно индивидуально прикреплены к раме секции (рис. 6). Производителем этой конструкции является, например, фирма Strip-Cat.

Эта конструкция чаще всего представлена на рынке производителем.

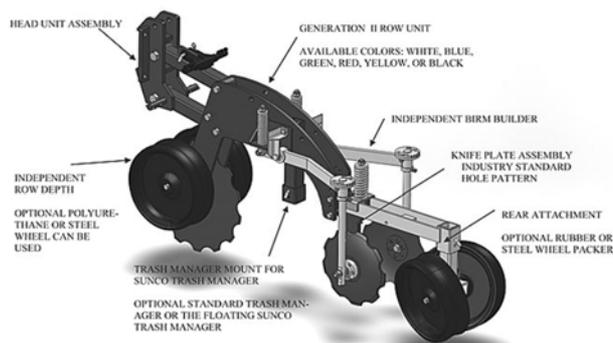


Рис. 6. Машина фирмы Strip-Cat [www.twindiamondsind.com]

Регулировка заглабления рабочих органов производится с помощью колёсной пары в области режущего инструмента.

Некоторые производители предлагают также для этой задачи диски (рис. 7).

Производители этой конструкции, например, фирмы Dawn, Environmental Tillage System и Orthman. Последняя сочетает обе конструкции инструмента для рыхления.

Если рассмотреть созданный устройством фирмы Environmental Tillage System почвенный профиль, можно представить себе, что при этих условиях, например, корни кукурузы будут намного лучше развиваться (рис. 8).

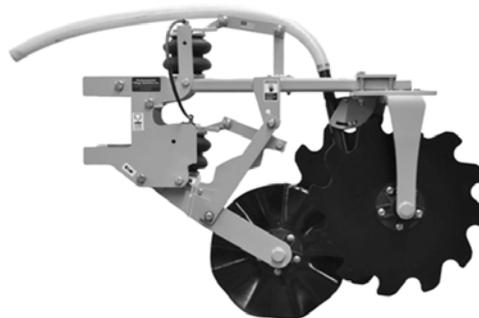


Рис. 7. Рабочие органы машины фирмы Dawn [www.dawnequipment.com]

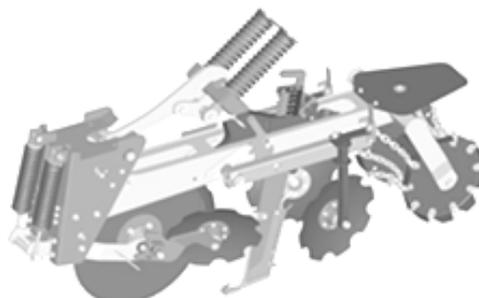


Рис. 8. Рабочие органы машины фирмы Kuhn Krause «Row Unit Gladiator» [www.kuhkrause.com]

**Тип III.** У фирмы Kuhn Krause есть машина с системой Gladiator, на которой режущий рабочий орган прикреплен к раме ма-

шины (тип I). Орган для рыхления – лапа, прикрепленная параллелограммом к раме машины (тип II), которая также обеспечивает заглабление. Таким образом, тип III представляет собой особенность управления рабочими органами. Это означает, что орган для измельчения должен быть, соответственно, устойчивым и очень надежным в эксплуатации. Невозможно вывести элемент измельчения из строя, не воздействуя при этом на проникновение в глубину органа для рыхления.

Элементы этой конструкции спроектированы очень компактно. Благодаря режущему органу совмещена функциональная задача для рыхления во время работы. Это может быть преимуществом при различных почвенных условиях, особенно на засушливых почвах. В конструкции исключена возможность выхода из строя элемента измельчения.

Для всех трех типов машин действуют следующие технические возможности оснащения пяти групп рабочих органов и их функций:

- **Резание** (основная задача) и проникновение в глубину в типе II (дополнительная задача) включают:

- дисковый инструмент (диаметр 500-650 мм);
- волнистый или гладкий диск (неподвижно крепится и регулируется по высоте);
- дополнительный скребок для земли (с частично регулируемой силой нажима);
- элементы проникновения в глубину (в типе II это колеса или колесообразные детали в области режущего инструмента).

- **Очистка:**

- роликовые дисковые/звездообразные рабочие органы (диаметр 330-400 мм);
- сложная конструкция с зубчатыми дисками;
- простая конструкция со звездообразными профилирующими элементами (частично рядом с режущим инструментом).

- **Рыхление** (основная задача) и внесение удобрений (дополнительная задача):

- лапчатая конструкция (на некоторых машинах диски с параметрами 25x75 (100) мм), глубина рыхления 150-330 мм;
- управление внесением удобрения на рукоятке является стандартной конструкцией;
- частично регулируется глубина внесения удобрения, независимо от глубины рыхления.

- **Заглабление в почву:**

- гладкие, вогнутые или волнистые диски (диаметр 400-500 мм);
- автоматическое копирование почвы/ограниченная глубина хода;
- регулируемый угол наклона.

- **Измельчение** (основная задача) и проникновение в глубину в типе III (дополнительная задача):

- прикатывающий элемент (с помощью дополнительной конструкции катка выполняются такие функции, как, например, обратное уплотнение обработанной полосы);
- примеры конструкций: ударный каток, цепной каток, решетчатый каток, гладкий каток (диаметр 400-450 мм, ширина 400-450 мм);
- отбойный щиток для наилучшего измельчения.

Как было отмечено ранее, некоторые рабочие органы Strip-Till происходят из серии машин рядкового внесения удобрений и почвообрабатывающих. Фирма Hiniker, например, может убрать в Strip-Till рабочие органы для рыхления, заглабления и измельчения и заменить их рабочими органами пропашного культиватора. Благодаря этому спектр использования этой машинной конструкции расширяется (рис. 9).



Рис. 9. Рабочие органы фирмы Hiniker в конструкции в виде рядовой мотыги [www.hiniker.com]

### Выводы

Проведенный анализ объясняет принципы функционирования машин для технологии Strip-Till и задачи отдельных рабочих органов.

Выполнена классификация машин в зависимости от применяемых рабочих органов. Установлено, что чем выше требования к заглаблению рабочих органов, тем дороже техническая конструкция машины.

Какие технические конструкции являются важными и рациональными для каждого из регионов, должны показать дальнейшие исследования. Первые опыты, проведенные в различных местах Западной Европы и Алтайском крае, обнадеживающие.

Необходимо выявить уровень интенсификации обработки почвы и влияния параллельного внесения удобрений при использовании технологии Strip-Till в конкретных условиях по видам возделываемых культур.

Где в Европе и на Алтае можно использовать технологию Strip-Till и с какой интенсивностью обработки почвы, позволит установить совместная программа научных исследований, в т.ч. международный немецко-российский проект «Кулунда», реализуемый в Алтайском крае.

**Библиографический список**

1. Schilling Dr.- Ing. E.E. Landmaschinen, 2. Band, Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung, 2. Auflage, Kцln, 1962.

2. Tiessen R. U. An Investigation into the Interactive Effect between a Simple Tillage Tool and the Soil, M. Phil. Thesis, University of Newcastle, 1992.

3. Wessels M. Werkzeugkonzepte für die streifenweise Bodenbearbeitung in der Landwirtschaft, Diplomarbeit, Universität Bremen, 2011.



УДК 631.171:621.78

**А.А. Багаев,  
Ц.И. Калинин,  
В.Г. Горшенин**

**ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ ЭЛЕКТРОДНОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ ПО МОЩНОСТИ**

*Ключевые слова:* электродный нагреватель воды, передаточная функция.

**Введение**

В сельском хозяйстве горячую воду широко используют в системах отопления, процессах кормоприготовления, мастерских, для удовлетворения санитарно-гигиенических нужд, для мытья посуды на животноводческих фермах, сепараторов, пастеризаторов, молокопроводов, автоцистерн, молочных танков и т.д. Перечисленные технологические процессы являются весьма энергоемкими.

Вопросам энергосбережения и повышения энергоэффективности электротермических устройств и других электротехнологических аппаратов в последнее время уделяется значительное внимание [1].

Вместе с тем серьезные недостатки теории электродного нагрева, используемой в настоящее время, не обеспечивают максимальной теплопроизводительности и минимальных затрат электроэнергии в процессе функционирования электродных водонагревателей, т.е. не обеспечивают оптимального протекания электротермического процесса [2-4]. Причиной является то, что известные эмпирические формулы справедливы только для определенных условий проведения электротермического процесса и дают недопустимые погрешности при их изменении. Этому же способствует и целый ряд принимаемых при математическом моделировании упрощающих допущений. В частности, принимаются неизменными во времени на-

грева мощность, напряжение, ток и температура. Указанные условия соблюдены в работе, посвященной экспериментальному получению передаточной функции электродного водонагревателя по его кривой разгона [5]. Вместе с тем признано, что к методам идентификации систем, основанным на «подгонке» передаточной функции под экспериментальные данные, следует относиться с большой осторожностью [6]. Предпочтение целесообразно отдавать методам получения передаточных функций на основе математических моделей, построенных с использованием фундаментальных законов физики. Кроме того, принятые допущения соответствуют установившемуся режиму работы установки [5].

Однако если изменяется хотя бы одна из вышеперечисленных величин, что имеет место в действительности, то процесс следует считать переходным, т.е. динамическим. Вместе с тем в настоящее время отсутствует математический аппарат, позволяющий реализовать непрерывные законы регулирования мощности устройства в функции температуры нагреваемой среды.

Оптимизация режимов работы электродной установки и повышение ее энергоэффективности требуют применения регулирования параметров нагрева на основе анализа динамических характеристик нагревателя, описываемых передаточными функциями.

Классификация способов повышения энергоэффективности электродного нагрева жидких сред представлена на рисунке.