

Статья опубликована в «Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева», вып. 7(40), 2011г. С. 104-108.

УДК: 631.514

В.Е. Кропачев, А.И. Кацер, А.В. Ефимов, С.К. Манасян (проф. д.т.н.), А.А. Данцев (к.т.н)

Пружинная борона для прогрессивных технологий обработки почв. Проблемы, достигнутый уровень прогресса

В статье рассматривается прогрессивная технология обработки почв с помощью пружинных борон, ее преимущества в сравнении с классической технологией, авторами дается оценка возможности применения данной технологии в условиях Красноярского края, а также новые конструктивные особенности, повысившие ее эффективность.

Ключевые слова: борона пружинная, обработка почв, пружинный зуб.

Большинство предприятий Российской Федерации и ближнего зарубежья при выращивании сельхозкультур используют традиционные (классические) методы обработки почв – вспашка, культивирование, боронование, прикатывание и т.д. Все эти виды обработки почв рассчитаны на стандартный набор сельхозтехники, развитие и совершенствование которой идет в основном в направлении повышения автоматизации и комфорта управления, не меняя самого принципа и качества проведения агротехнической обработки почв.

Но, как показывает практика, сегодня, зарубежный сельхозпроизводитель все более часто начинает оснащать свои хозяйства техникой, которая позволяет отойти от традиционных методов обработки почв, используя в повседневной практике прогрессивную технику с новыми возможностями. Такая техника позволяет снизить расходы на подготовку поля перед посевом, уменьшить действие ветровой и водяной эрозии, улучшить структуру почвы, уменьшить количество сорняков и в конечном итоге повысить урожайность. Общеизвестно, что при применении классической технологии происходит истощение почв по минеральному и органическому составу, а также по влаге. Периодически надо давать полю «отдых», необходимый для насыщения почвы минеральными и органическими соединениями, восстановления микрофлоры и структуры почвы [1]. Новые технологии позволяют в целом снизить нагрузку на посевные поля, как за счет меньшего уплотнения почвы в нижних слоях, так и за счет более бережного обращения с ее структурами [2]. В более дальней перспективе это приведет к снижению доли паров, позволяя сезон за сезоном обеспечивать хороший уровень урожая. Новые прогрессивные виды сельскохозяйственной техники, при их использовании, позволяют расширить возможности аграриев, повысить эффективность хозяйствования, при малых расходах выполнить более широкий круг агротехнических операций и приемов для подготовки почвы.

Одним из видов такой техники являются пружинные бороны. Данная техника и технология уже длительное время применяется за рубежом, однако на территории России начала применяться сравнительно недавно. Во многом это обусловлено тем, что новые прогрессивные технологии позволяют осуществлять агротехнические приемы, идущие в разрез традиционной технологии обработки почв, а также имеющимся в наличии парком старой техники, замену которой на новую, из-за высокой цены, может позволить себе не каждое сельхозпредприятие.

Настоящая статья направлена на раскрытие преимуществ пружинных борон при решении задач подготовки почв для посева, в том числе в сравнении с традиционным оборудованием для обработки почв, а также при решении задач, возникающих из-за недостатков традиционной технологии, обобщить опыт создания и совершенствования данной техники в Красноярском крае.

Основы прогрессивной технологии обработки почв

Успешное применение прогрессивных технологий обработки почв направлено на работу, проводимую с пожнивными остатками, соломой, очисткой полей от сорняков, а также создания более благоприятных условий для сохранения и улучшения структуры и состава почвы (минерального, органического).

Сохранение пожнивных остатков под зиму и равномерное распределение соломы, вместо сбора пресс-подборщиком, сжигания или заделывания, представляет множество преимуществ, включая:

- удержание снега, задержка талых и ливневых вод;
- уменьшение потери влаги в результате испарений;
- улучшение органического состава почвы;
- снижение ветровой и водяной эрозии.

Заделка пожнивных остатков и равномерное распределенное соломы в почву улучшает ее структуру и до 10% сокращает потребность в применении удобрений [3].

Равномерное распределение соломы создает ряд преимуществ:

- улучшает контакт семян с почвой;
- предотвращает забивание рам посевных агрегатов;
- ликвидирует благоприятную среду для развития насекомых и грызунов;
- предотвращает засорение сорняками;
- предотвращает задержку азотного удобрения в соломе.

Первый этап работы с пожнивными остатками и соломой начинается во время уборки урожая. При классической технологии, уборочный комбайн распределяет их широкой лентой. Разделение поля на участке с более плотным и менее плотным покрытием ведет к образованию флюктуативных зон с различными характеристиками. В результате, при последующем посеве, наблюдаются неравномерные всходы и неравномерное созревание, что ведет к потере урожайности [4]. Поэтому очень важно добиться равномерного распределения остатков соломы. Этого возможно достичь применением пружинных борон.

Принцип работы пружинных борон основан на вибрационном воздействии рабочих органов бороны (пружинных стержней) на комья земли, пожнивные остатки и солому. Возбуждение автоколебательных движений рабочих органов пружинных борон происходит в результате соединения двух динамических воздействий: со стороны тягача на прицепную борону (движение по полю на определенной скорости) и воздействие на пружинный зуб бороны комьев почвы. Так как комья распределены хаотично в пространстве, то спектр возникающих колебаний характеризуется тем, что низкочастотная составляющая имеет большую амплитуду. В результате происходит знакопеременное динамическое (ударное) воздействие на комья, что способствует их разрушению. Хаотическое распределение комьев в пространстве приводит к хаотизации вибраций рабочих органов бороны и, как следствие хаотизации воздействия на комья. Это приводит к повышению гомогенности почвы, ее капиллярности и, как следствие, увеличивает ее влагоудерживающую способность. При этом соответствующей регулировкой угла наклона пружинных зубьев возможно добиться как равномерного распределения соломы по полю, так и ее заделывания в почву вместе с пожнивными остатками. Данная операция, становится одной из актуальных, так как на ряду с ее полезностью для плодородия почвы, сжигание соломы на полях законом запрещено. Для хозяйств, не имеющих животноводческих комплексов, где солома используется как

подстилка, солома на полях является проблемой. Равномерно распределив солому по полю и заделав ее в почву, хозяйства экономят до 10% удобрений.

При бороновании, проводимой после уборки урожая выполняется следующий агротехнический прием, равномерное распределение соломы по полю и заделка соломы и пожнивных остатков в почву. Данная операция достигается регулировкой угла наклона пружинного зуба бороны к почве и скоростью движения бороны по полю.

Боронование озимых посевов, выполняемое с помощью пружинной бороны, не повреждает сам посев, провоцирует ранние всходы однолетних сорняков, которые гибнут впоследствии от мороза, а также вытаскивают на поверхность корневую систему уже взошедших сорняков (вычесывание), что также способствует их дискриминации. Данный эффект достигается регулировкой угла наклона пружинного зуба и регулировкой его заглубления при обработке почвы.

Весной при подготовке к посеву с помощью пружинной бороны можно также равномерно распределить солому по полю. Это способствует созданию защитного слоя из соломы на поверхности поля. Такой слой при жаркой погоде предотвращает пересыхание земли, защищает почву от ветровой и водной (дождевой) эрозии.

Классически применяемые в сельском хозяйстве для подготовки почвы зубовые и дисковые бороны имеют следующие недостатки:

- ограниченная ширина пашни, боронуемой за один проход. Ширина борон в рабочем (разобранном) положении редко превышает 10м, что обусловлено ограничениями, вытекающими из необходимости транспортировки борон (в транспортном состоянии) по существующим дорогам, а также мощностью применяемых тракторов. Ограничивающим здесь фактором является достаточно большая металлоемкость и громоздкость традиционных борон, обусловленная применением относительно тяжелых рабочих органов. Наконец ограничение ширины боронования за один проход заставляет проходить поле большое количество раз, а это уже вопрос ресурсосбережения (временных, технологических, трудовых затрат и использования ГСМ), напрямую влияющего на финансовые затраты;

- меньшая степень разрушения и разрыхления комьев земли, образующихся в процессе боронования, а также меньшее разрушение капиллярности почвы (относительно пружинных борон);

- частое засорение рабочих органов, особенно у зубовых борон остатками сорняков, пожнивными остатками и другими инородными предметами, в результате чего снижается качество боронования;

- рабочие органы (зубья и диски), а также узлы их крепления к раме, часто выходят из строя в результате попадания и застревания инородных тел (камней, металлического мусора и др.), что приводит к затратам на ремонт и простою тракторов;

- нет функции заделывания пожнивных остатков и равномерного распределения соломы по пашне;

Пружинная борона практически лишена этих недостатков: более легкая конструкция (не используются тяжелые зубья или диски) позволяет существенно расширить фронт боронования (уменьшить количество проходов по пашне). За один проход становится возможным обработать более 20м пахотного поля, как следствие, достигается экономия горюче-смазочных материалов в 1,5 - 2 раза. За счет относительно меньшей массы торсионных подвесов бороны и принципа их действия, при бороновании почвы, обеспечивается щадящий режим нагрузок на трактор. Также, в результате этого снижается давление на почву, происходит ее меньшее уплотнение в нижних слоях, что облегчает ее насыщение кислородом. Более легкая конструкция также позволяет на ее уровне решить быстрый переход от транспортного положения к рабочему и назад. В качестве рабочего органа в такой бороне используются пружины, которые при движении по земле вибрируют, не только повышая ее разрыхляемость, но и интенсивно разрушая крупные комья земли и

капилляры [3]. То есть качество обработки почв возрастает, достигается равномерность всходов, сокращается количество сорняков на полях, повышается урожайность полей.

Из-за меньшего сечения, чем у зуба или диска, пружины, значительно в меньшей степени засоряются инородными предметами, а при попадании твердого предмета не выходят из строя, отклоняясь от исходного положения, и за счет пружинения возвращаются в положение до прохождения препятствия.

Для почв Красноярского края необходимо отметить, что на сегодняшний момент большинство черноземных почв и серых лесных почв, расположенных на удобных для сельского хозяйства территориях, почти полностью освоены. Для более половины всей пашни Красноярского края требуется проведение почвозащитных и противоэрозионных мероприятий. До недавнего времени, как почвозащитные мероприятия, так и работы по сохранению плодородных земель проводились в очень малых объемах. Недостаточные возможности использования сельскохозяйственной техники привели к тому, что 20% пашни до недавнего времени не обрабатывалось, а еще столько же обрабатывалось плохо [5, 6, 7].

В таких условиях главной целью для увеличения производства продовольствия в крае является сохранение и повышение плодородия уже освоенных земель, а также эффективное освоение почв южной подзоны тайги [7, 8]. Стоит отметить, что за последние годы уже были получены хорошие результаты применения новых, инновационных, в том числе, ресурсосберегающих, технологий. На протяжении нескольких последних лет Красноярский край занимает лидирующие места в Сибирском федеральном округе по собираемому с одного гектара урожаю. Однако многие проблемы, в том числе с истощением почв, еще предстоит решить. Применение новой техники, в том числе возможностей пружинных борон, позволяет снизить отрицательное воздействие на почву, сократить количество паров, поддерживать плодородие полей на хорошем уровне, своевременно давая почве возможность восполнять минеральные и органические вещества, влияющие на ее плодородие кислород и влагу.

Также следует учитывать, что обрабатываемые в настоящее время земли Красноярского края, а также имеющиеся в резерве, в отличии от многих сельхозугодий зарубежья, нередко расположены в сильно пересеченной местности, на большом расстоянии друг от друга. Эти факторы необходимо учитывать при выборе техники и технологий для обработки почв.

Прогрессивные технологии могут раскрыть свой потенциал в полной мере, только при их грамотном и своевременном использовании, а это уже вопрос подготовки специалистов-аграриев, разработки учебных программ, получения навыков при работе на реальной технике в полевых условиях.

Новые конструктивные особенности пружинной бороны

В 2009г. при поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности предприятием ООО «ТЕХНОРОС» была разработана конструкторская документация и изготовлен опытно-промышленный образец пружинной бороны с характеристиками, отвечающими требованиям краевых сельхозпроизводителей.

Особенности полей сельхозпроизводителей Красноярского края накладывают на исполнение пружинных борон следующие требования:

- 1) обширность и удаленность полей одного хозяйства - требует от прицепной техники мобильности и удобной транспортируемости;
- 2) пересеченность местности и частая смена рельефа - накладывает условие по устойчивости при транспортировке;
- 3) большой спектр почвенного состава - обуславливает требования износостойчивости и адаптируемости зубьев под различные условия эксплуатации;
- 4) большая засоренность полей сорняками и инородными предметами - требует от борон повышенной поломкоустойчивости и оперативной ремонтопригодности.

Для обеспечения мобильности и транспортируемости в основу разработанной бороны был заложен принцип рамных поворачиваемых конструкций с набором быстросменных секций и их элементов.

Для обеспечения устойчивости бороны при транспортировке по пересеченной местности в конструкцию заложена расширенная колесная база.

Для адаптивности бороны под разные условия эксплуатации в ее конструкцию заложен рычажный подвес колес основной рамы.

Изготовленный опытно-промышленный образец бороны успешно прошел эксплуатационные испытания в хозяйстве «Родник» Балахтинского района.

Для обеспечения износостойчивости пружинных зубьев бороны и их большей адаптивности под условия эксплуатации при разработке конструкторской документации на борону, была предложена специальная геометрия зуба, которая позволяет повысить эксплуатационные и технологические возможности данной сельскохозяйственной техники. Что было подтверждено испытаниями.

В сдвоенном пружинном зубе, содержащем центральную перемычку между двумя пружинами, удлиненные цилиндрические концы которых представляют собой параллельные друг другу рабочие стержни, каждый рабочий стержень, на расстоянии 200-250мм от его конца, имеет изгиб в форме радиусного выступа (см. Рисунок 1). Выполнение на рабочем стержне радиусного изгиба позволяет повысить равномерность распределения соломенных остатков за счет появления в конструкции зуба самоочищающегося элемента, задерживающего излишки соломы.

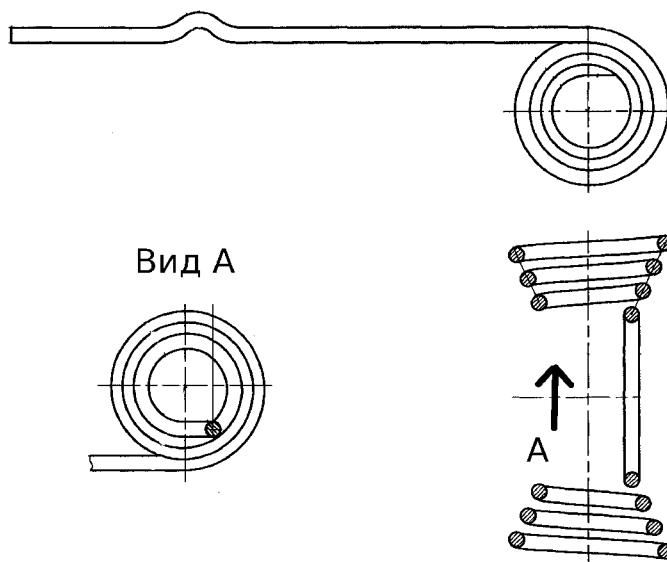


Рис. 1 Пружинный зуб бороны

При движении сдвоенного пружинного зуба изгиб, расположенный на каждом рабочем стержне, захватывает пучок соломы. Радиусный изгиб растягивает пучок соломы до его разрыва за счет силы трения о поверхность обработки. При этом из-за радиусной формы изгиба части пучка соломы не застревают в элементе.

В сравнении с известными конструкциями рабочих органов других борон, представленная конструкция обеспечивает уменьшение неравномерности распределения соломенных остатков.

На представленную, на Рисунке 1 конструкцию зуба получен патент (№97024 от 27.08.2010г. по Заявке 2010119180).

Перевод бороны в транспортное положение и наоборот, а также настройка и регулировка максимально механизированы, а доля физического труда сводится к минимуму, за счет применения гидроцилиндров и домкратов.

В конструкции предусматривается регулировки угла наклона пружинных зубьев с помощью винтовых домкратов посекционно, что обеспечивает возможность выполнения одной бороной различных агротехнических приемов, а также позволяет адаптировать борону под особенности конкретных полей. В зависимости от угла наклона пружинных зубьев к боронуемой поверхности, скорости обработки поля и заглубления зубьев в почву (регулируется настройками бороны) возможно получать различные технологические режимы для обеспечения требуемых показателей - рыхление, удаление сорняков, заделывание пожнивных остатков, равномерное распределение и заделка соломы в почву. Для примера, при минимальном угле наклона пружинных зубьев (близком к вертикальному положению) рыхление почвы улучшается за счет круговой вибрации пружин в почве, а при максимальном угле наклона эффективно распределяется солома и заделываются пожнивные остатки.

При этом, работая на разных скоростях (от 6 до 18км/ч) и заглублении зубьев, можно достичь оптимального режима работы пружинных зубьев (автоколебательные движения) для конкретного типа почвы и ее структурного состояния.

Необходимость развития и внедрения прогрессивных технологий обработки почв

Прогрессивная технология обработки почв пружинными боронами только в последние годы начала находить все большее применение у российских аграриев. Увеличение парка импортной техники, обмен опытом с зарубежными сельхозпроизводителями, дефицит рабочих кадров на селе - все это требует повышения эффективности методов ведения хозяйствования.

На сегодняшний момент в Красноярске создан опытно-промышленный образец пружинной бороны, адаптированной под условия полей краевых сельхозпроизводителей. Опытно-промышленный образец успешно прошел испытания в реальных полевых условиях.

Для ускорения освоения новой техники и грамотного использования ее возможностей, для качественного выполнения различных агротехнических приемов, необходимо вести работу с краевыми аграриями. Разработать учебно-методические программы для подготовки специалистов-механизаторов, наладить процесс обучения, в том числе на реальной технике в полевых условиях, провести оснащение данного образовательного процесса кадрами, техникой, инвентарем и инструментами.

Выводы

Новая прогрессивная технология боронования почв позволяет расширить возможности сельхозпроизводителей, повысить эффективность их хозяйствования. За счет возможности различных вариантов настройки и регулировки данного оборудования, пружинная борона обеспечивает выполнение широкого спектра агротехнических приемов. За счет применения данной техники достигаются следующие эффекты:

- удержание снега на полях;
- задержка талых и ливневых вод;
- уменьшение потери влаги в результате испарений;
- улучшение органического состава почвы;
- снижение ветровой и водной эрозии;
- более широкий фронт боронования (экономия ГСМ и времени на обработку пашни);

- поддержание «здоровой» структуры почвы;
- реализация нулевой технологии обработки почв [3] и др.

В Красноярском крае, с учетом особенностей местных полей [9] разработана документация и выпущен опытно-промышленный образец пружинной бороны, успешно прошедший испытания в реальных полевых условиях. В конструкции бороны применена новая конструкция сдвоенного пружинного зуба (Патент на «Сдвоенный пружинный зуб» № 97024 от 27.08.2010г.), обеспечивающего более равномерное распределение соломы по пашне.

Для внедрения данной разработки, необходимо выпустить установочную серию (первую промышленную партию) пружинных борон. Для более качественного и быстрого продвижения данной техники на краевом рынке необходимо разработать учебно-методические программы для подготовки специалистов-механизаторов, наладить процесс обучения, в том числе на реальной технике в полевых условиях, провести обеспечение данного образовательного процесса кадрами, техникой, инвентарем и инструментами.

Проект «Пружинная борона для прогрессивных технологий обработки почв в хозяйствах сельхозпроизводителей Красноярского края» поддержан Красноярским краевым фондом поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках «Конкурса по внедрению научно-технических разработок в Красноярском крае» в 2011г. Что позволит выпустить первую установочную партию и положит начало серийному выпуску пружинных борон на территории края. Даст возможность познакомить сельхозпроизводителей с преимуществами данного вида техники, закрепит за ней определенный имидж. Все это наряду с большей доступностью (местное производство, постоянное наличие запасных частей, сервис) вооружит сельхозпроизводителей новой импортозамещающей техникой.

Библиографический список

1. Рудой Н.Г. Результаты полевых опытов зональной агрохимической лаборатории. Агрохимическая характеристика почв СССР. Средняя Сибирь. М.: Наука, 1971. С. 63-67.
2. О состоянии окружающей среды Красноярского края в 2000 году. Под ред. Мальцева Ю. М. // Государственный комитет по охране окружающей среды Красноярского края, 2001.
3. Борисова Е. А. Непаханое поле // Эксперт ONLINE: еженед. Интернет-изд. 2010. 16авг. URL: http://expert.ru/expert/2010/32/nepahanoe_pole/ (дата обращения 29.09.2011).
4. Лейберт А.А. Плюсы «нулевой» обработки почвы. Размышления агронома // газета Мариинского района Кемеровской области «Вперед». 2010. 30 июля. URL: http://no-till.ru/view_experiences.php?id=2
5. Безруких В.А., Кириллов М.В. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии. Красноярск: Кн. из-во, 1993. С. 192.
6. Безруких В.А., Елин О.Ю. Аграрное природопользование как одно из стратегических направлений развития Центральной Сибири // Проблемы современной экономики, 2008 N 4(28).
7. Шапарев Н.Я. Антропогенное влияние на земельные ресурсы Красноярского края // Красноярский научный центр СО РАН, Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск. URL: <http://nature.krasn.ru>. (дата обращения 19.06.2009).
8. Бугаков П.С., Горбачев С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1981. С. 120.
9. Протокол межрайонного совещания сельхозпроизводителей по проблемам оснащения машинами, аппаратами, и прицепной техникой для прогрессивной обработки почв и подготовки семенного материала. 12.05.2009.

Spring harrow for progressive technologies of soil processing. The problems, the achieved level of progress.

There is the progressive technology of soil processing with the help of spring harrows in article, its advantages in comparison with classical technology, authors give an estimation of an opportunity of application of the given technology in conditions of Krasnoyarsk region, and also the new design features which have increased its efficiency.

Key words: a spring harrow, soil processing, a spring tooth.

Б.Е. Кропачев

13 кп

А.И. Кацер

Кацер

А.В. Ефимов

Ефимов

С.К. Манасян

Манасян

А.А. Данцев

Данцев