

Рисунок 3. Схема комбинированного двухдискового сошника:

1 - два диска, 2 - двухканальный туконаправитель, 3 - трубчатый семяпровод, 4 - уплотнитель, 5 - распределитель семян, 6 - заделывающие рабочие органы

Сошники осуществляют ленточный высев семян с одновременным внесением основной и стартовой дозы удобрений на различной глубине.

Глубина заделки удобрений 30...60 мм, глубина заделки семян 20...50 мм, расстояние между удобрениями и семенами 10...20 мм, уплотнение почвы в зоне семенного ложа - 1,1...1,25 г/см³.

Локальное внесение основной дозы удобрений в два рядка ниже семян разделенных от них прослойкой почвы в сочетании со стартовым удобрением, приближенным к семенам, создает более благоприятные условия для прорастания семян. Одновременно, при этом, снижаются затраты по возделыванию и уходу за растениями поскольку сокращается число проходов агрегата.

Заключение

Самоходное шасси является удобной базой комплектования комбинированных агрегатов для мелкотоварного производства совмещающих несколько операций за один проход.

Литература

1. Вабищевич, А. Г., Прищепов, М.А., Барановский, И.А. Комбинированные агрегаты для мелкотоварного производства / А. Г. Вабищевич, М.А. Прищепов, И.А. Барановский // Агропанорама. - 2007. - №6 - 8 -13 с.

УДК 631.171

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Кузьмицкий А.В., Трофимчук С.С., Бойко Т.В. (БГАТУ)

С приближением очередного сезона сельскохозяйственных работ на первый план выходит вопрос, какую систему обработки почвы выбрать для предстоящего растениеводческого года: с плугом, или без, с глубоким рыхлением или с поверхностной обработкой, а, может быть, с прямым посевом? Эти вопросы приобретают особую значимость и актуальность в связи с мировым финансовым кризисом и необходимостью всемерной экономии энергетических

и материальных ресурсов. Необходимо также учитывать, что эффективное использование земельных ресурсов предопределяет возможность устойчивого развития сельского хозяйства и, соответственно, уровень продовольственной безопасности.

Оптимальные условия для жизнедеятельности растений складываются из оптимальной структуры почвы, содержание гумуса, азота, фосфора, калия и микроэлементов, наличия дождевых червей, оптимального водного режима, состояния эродированности почвы, уровня фотосинтетически активной радиации, устойчивости различных культур к болезням и вредителям. В основе формирования любой технологии лежит понимание системы взаимосвязи между элементами земледелия и факторами внешней среды. Различные системы обработки почвы и посева можно рассматривать в непрерывной последовательности от традиционной с использованием плуга до нулевой с прямым посевом.

Традиционная система земледелия с использованием плуга, который полностью переворачивает почву и сильно ее рыхлит, вызывает разрушение структуры, кроме того при соприкосновении с воздухом почвенный углерод преобразуется в углекислый газ и улетучивается, в результате этого почва становится менее плодородной. Это также происходит вследствие удаления соломы или ее сжигания и заделки растительных остатков глубоко в почву, а также гибели агрономически полезной макро- и мезофауны почвы, микроорганизмов. Интенсивная обработка почвы оказывает отрицательное воздействие на качество почвы, воды, воздуха, а также на климат и ландшафты. Существенным недостатком обработки почвы плугом является повышенная опасность эрозии. Кроме того, в традиционном земледелии применяется значительное количество техники. Многочисленные проходы сельскохозяйственных машин по полю оказывают повышенную нагрузку на почву, что приводит к ее переуплотнению, уменьшению инфильтрации влаги и увеличению смыва верхнего слоя.

В настоящее время наряду с необходимостью защиты почвы все более актуальной становится внедрение сберегающего растениеводства. Технологии сберегающего растениеводства – это технологии, основанные на минимальной и нулевой обработке почвы в их системном понимании, дополняемые включением в процесс сельскохозяйственного производства передовых информационных технологий.

В основе сберегающих технологий лежат следующие принципы:

- отсутствие или минимизация механической обработки почвы;
- сохранение растительных остатков на поверхности почвы;
- использование севооборотов, включающих рентабельные культуры и культуры, улучшающие плодородие почв;
- интегрированный подход в борьбе с вредителями и болезнями;
- использование сортов, отзывчивых к ресурсосберегающим технологиям.

Минимальная обработка почвы включает одну или ряд мелких обработок почвы культиваторами и (или) боронами. Солома и стерня находятся в виде мульчи в верхнем слое почвы. По мелко обработанной почве в мульчирующий слой осуществляется мульчированный посев. Мульчирующий слой уменьшает испарение влаги, устраняет опасность водной и ветровой эрозии. Расходы на топливо сокращаются. Плодородие почвы повышается, структура улучшается. Создаются благоприятные условия для развития почвенной фауны.

Нулевая обработка почвы предусматривает прямой посев, который производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы. Растительные остатки (стерня и измельченная солома), которые сохраняются на поверхности поля, способствуют задержанию снега, сокращению эрозионных процессов, улучшению структуры почвы, защите озимых культур от низких температур, накоплению питательных веществ. Значительно увеличивается популяция дождевых червей и почвенных микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности проветривают и перемешивают почву. Существенно снижаются производственные затраты, в том числе на топливо, сохраняется окружающая среда.

Для примера приведем сравнительные характеристики систем обработки почвы.

Таблица 1. Сравнительная характеристика систем обработки почвы

Виды обработки почвы	Особенности посева	Воздействие на почву	Характерные особенности технологий
Традиционная обработка почвы (с оборотом пласта)	После вспашки с оборотом пласта	Эрозия почвы	Осуществляется по хорошо обработанной и подготовленной к посеву почве; отвальной или безотвальной вспашке и ряду мелких обработок почвы. Технология интенсивная, высокзатратная. Растительные остатки на поверхности почвы отсутствуют. Почва легко подвержена водной и ветровой эрозии. Наблюдается повышенное испарение влаги и расхода топлива, ухудшается структура и плодородие почвы. Применяется при отсутствии химических средств защиты растений.
Безотвальная обработка почвы	После вспашки безотвальным способом	Эрозия почвы	
Минимальная обработка	Мульчированный посев	Уплотнение почвы	Осуществляется по мелко обработанной почве с созданием мульчирующего слоя из стерни. Мульчирующий слой уменьшает испарение влаги, устраняет опасность водной и ветровой эрозии. Расходы на топливо сокращаются. Плодородие почвы повышается, структура улучшается.
Нулевая обработка	Прямой посев	Наблюдается улучшение состояния почвы	Прямой посев производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы. Посев производится при сохранении стерни и равномерно разбросанной измельченной соломы. Стерня способствует задержанию снега и накоплению влаги. Подверженность ветровой и водной эрозии отсутствует. Повышается плодородие почвы. Сохраняется влага, экономится топливо. Сохраняется окружающая среда.

Понятно, что технологии минимальной и нулевой обработки почвы приводят к снижению прямых и косвенных энергетических затрат производственного процесса. При этом затраты на топливосмазочные материалы могут снизиться с 85 до 25 кг/га.

Эффективное применение технологий энергосберегающего растениеводства невозможно без высокопроизводительной и надежной техники.

Комплексы машин для возделывания сельскохозяйственных культур по энергосберегающим технологиям обеспечивают механизацию следующих технологических операций: подготовку почвы, посев, внесение удобрений, обработку посевов и являются оптимальными для использования на площади 2,5-3 тысячи га. Технологические комплексы машин подбираются таким образом, чтобы обеспечить оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур в любых агроклиматических условиях.

Рассмотрим подробное описание каждого типа машин для возделывания зерновых и масличных культур по технологиям энергосберегающего растениеводства.

Культиваторы. Типичным представителем культиваторов-плоскорезов является комбинированный культиватор Pegasus с шириной захвата от 3 до 6м предназначенный для рыхления почвы на глубину до 18см (рисунок 1). Достоинства этого культиватора заключаются в

равномерной работе стрельчатых лемехов по всей ширине захвата на заданную глубину, что позволяет экономичнее использовать ресурсы трактора.

Культиватор снабжен передними опорными колесами для агрегатирования с тракторами, не имеющими позиционного регулирования навесной системы.

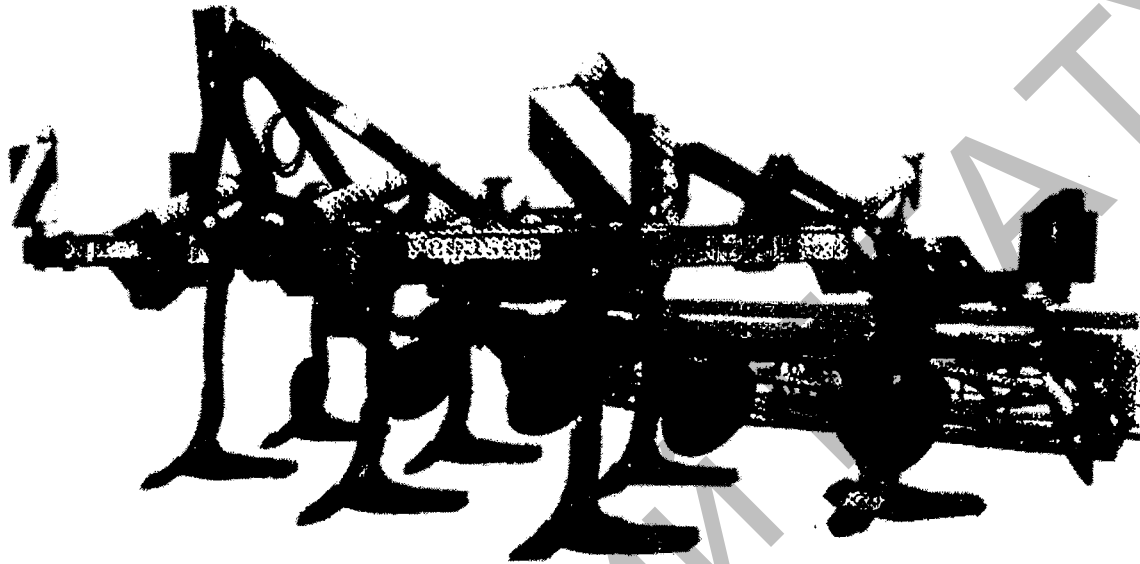


Рисунок 1. Устройство комбинированного культиватора Pegasus 4(.5003; 6003)

В конструкцию комбинированного культиватора входит пространственная рама, состоящая из центральной секции, на которой закреплена система подвески культиватора к трактору, и двух боковых секций, которые устанавливаются вертикально при помощи двух гидроцилиндров на время транспортировки культиватора. На раме в два ряда крепятся стойки стрельчатых лап. На дополнительных балках, которые закреплены сзади боковых секций, установлены парные сферические диски с помощью резиновых вставок для защиты от поломок. За дисками, на тандемной системе, крепятся трубчато-ребристые катки.

Во время работы культиватора первый ряд стрельчатых лап рыхлит почву лентами шириной, равной ширине захвата одного рабочего органа. Второй ряд аналогичных рабочих органов рыхлит оставшиеся необработанные участки с перекрытием в несколько сантиметров. При этом происходит полное подрезание корневищ сорных растений, рыхление и интенсивное перемешивание почвы на установленной глубине по всей ширине захвата орудия. Наклонные сферические диски, установленные попарно напротив стрельчатых лап первого ряда, производят выравнивание, перемешивание и измельчение почвы и растительных остатков. Трубчато-ребристые катки обеспечивают окончательное выравнивание и прикатывание обработанной почвы.

Перед началом работы культиватор в агрегате с трактором устанавливают на ровной площадке и выравнивают навеской трактора горизонтальность рамы, при этом следят, чтобы левая и правая секции в рабочем положении находились на одной линии с центральной частью рамы.

В случае необходимости этого добиваются изменением длины тяг, ограничивающих их нижнее положение. Затем, при первых проходах в поле, устанавливают глубину

Универсальный комбинированный агрегат Centaur (рисунок 2) - это многофункциональное почвообрабатывающее орудие для бесплужной обработки(отечественные аналоги АКМ-4, КПКМ-4, АКМ-6,КЧД-6) . Его конструкция обеспечивает широкий спектр применения - от поверхностной обработки стерни до глубокого рыхления почвы.



Рисунок 2. Устройство агрегата Centaur

На несущей раме установлены опорные транспортные колеса и навесное устройство соответствующей категории. По желанию устанавливается тормозная система. Передний и задний катки необходимы для регулировки глубины. В передней части рамы установлены в пять рядов сменные рабочие органы. За ними усыновлены в два ряда сферические диски. И заканчивает работу обрезиненный каток диаметром 500 или 800 мм на выбор.



Рисунок 3. Рабочие органы агрегата Centaur

Стабильная глубина обработки за счёт применения опорных катков спереди и сзади. Оптимальное качество обработки почвы благодаря применению различных рабочих органов в зависимости от глубины обработки. Перемешивание, выравнивание и крошение почвы при помощи двух рядов сферических дисков с эластичными резиновыми элементами. Уплотнение почвы после прохода агрегата посредством клиновидного катка.

Во время работы агрегата каждый ряд рабочих лап рыхлит почву. При этом происходит полное подрезание корневищ сорных растений, рыхление и интенсивное перемешивание почвы на установленной глубине по всей ширине захвата орудия. Так как стойки вышеуказанных рабочих органов имеют высоту 0,8м, небольшую толщину и расстояние между ними составляет около 80см работы орудия, как по стерне, так и на парах происходит практически без забивания. Наклонные сферические диски, производят выравнивание, перемешивание и измельчение почвы и растительных остатков. Каток обеспечивает окончательное выравнивание и прикатывание обработанной почвы.

Таблица 2. Техническая характеристика

Различные модели агрегата «	3002	4002	5001	6001
Ширина захвата, м	3	4	5	6
Глубина обработки, см	До 25	До 25	До 25	До 25
Количество рабочих орга-	15	19	24	30
Вес, кг	3230	3750	10000	10270
Мощность трактора, л.с.	120-180	180-240	240-300	270-360

Обработка почвы с помощью этого культиватора провоцирует прорастание падалицы, улучшает условия разложения органической массы и целесообразна с точки зрения экологии, т.к. происходит механическая борьба с сорняками путем заделки быстровсхожих семян сорных растений в низлежащие слои почвы. Происходит интенсивное перемешивание пожнивных остатков с почвой и разрушение капилляров почвы, что в значительной степени сокращает потери.

Дискаторы. Дисковая борона Catros(отечественные аналоги АДН-2,5, АДН-4Р и др.) предназначена для рыхления и подготовки почвы под посев, для уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков, разделки пластов почвы, предпосевной подготовки почвы без предварительной вспашки и обработки после уборки толстостебельных культур, с одновременным прикатыванием обработанной почвы.

Дисковая борона состоит из следующих основных, узлов и механизмов: рамы бороны; дисков; опорных резиновых катков; гидравлической системы.

Основная рама бороны сварной конструкции со складывающимися секциями. На секции основной рамы навешена подвижная рама, на которую крепятся стойки с рабочими органами, т.е. дисками, в два ряда.

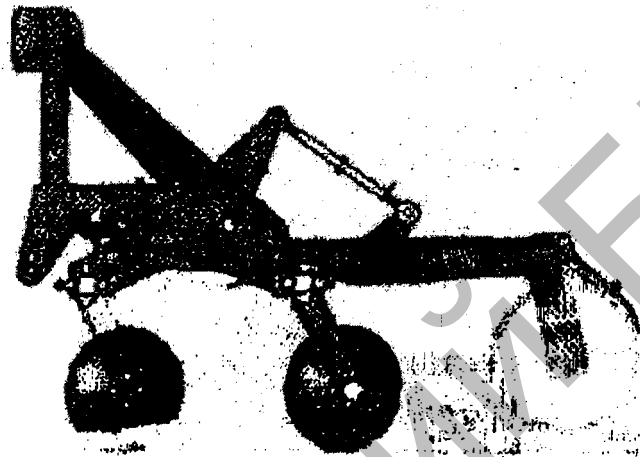


Рисунок 4. Устройство дисковой бороны Catros

Рабочий процесс протекает при «плавающем» положении гидрораспределителя трактора. Дисковая борона Catros 6000 оснащена гидросистемой, которая приводит в действие гидроцилиндры для складывания машины в транспортное положение и обратно.

Технологический процесс дисковой бороны заключается в следующем. Диски бороны при движении агрегата заглубляются на установленную глубину обработки. Благодаря интенсивному перемешиванию растительных остатков, создается оптимальный контакт семян сорняков и падалицы с почвой. Опорные дисковые катки уплотняют обработанную почву, что позволяет защитить ее от эрозии. Окончательное выравнивание поверхности поля возможно пружинным выравнивателем типа «Эксакт».

Таблица 3. Техническая характеристика дисковой бороны Catros

Различные модели дисковой бороны Catros	3001	4001	4001	5001-2	6001-2
Ширина захвата, м	3	4	5	5	6
Глубина обработки, см	до 12	до 12	до 12	До 12	до 12
Рабочая скорость, км/ч	до 15	до 15	до 15	До 15	до 15
Производительность, га/ч	до 3,5	до 4	до 4,4	До 5	до 6
Количество пар дисков	12	16	16	20	24
Вес, кг	1700	2050	2550	2950	3300
Мощность трактора, л.с.	90-120	120-160	130-170	150-200	180-240

С помощью регулируемых тяг возможно перемещение дисковых рядов относительно друг друга. Стойки дисков крепятся к раме болтами, а в месте соединения поставлены амортизирующие резиновые элементы. Для точной установки глубины обработки предусмотрены опорные резиновые катки, установленные сзади рабочих органов машины. Путем перестановки или поворота эксцентриковых пальцев, достигается регулировка глубины обработки. Для регулировки глубины обработки предусмотрены четыре положения пальцев в верхней части рамы и нижней части. Верхние шесть отверстий определяют глубину обработки путем регулирования хода опорных катков. Более точная регулировка глубины обработки достигается поворотом эксцентриковых пальцев с позиции 1 (мелко) до позиции 4 (глубоко).

Бороны. Бороны пружинные КН (отечественный аналог АБ-9, АБ-12 и др.) предназначены для равномерного распределения измельченной соломы, заделки химикатов и для подготовки твердого семенного ложа. Основные конструктивные особенности: 2 гидроцилиндра для регулировки прижимного усилия; секция бороны состоит из 5-ти брусьев; брусья могут устанавливаться отдельно друг от друга для работы по густой стерне; возможно отдельное регулирование высоты секций; простота установки глубины обработки. Класс трактора – 2, рабочая ширина до 24 м, глубина обработки 5...7,5 см.



Рисунок 5. Бороны пружинные КН

Бороны представлены сцепкой с центральным брусом на ходовых колесах. К центральному брусу шарнирно крепятся боковые брусья рамы, имеющие по паре колес - одни колеса предусмотрены для транспортировки, а другие используются во время работы (рисунок 5).

В транспортном положении секции бороны поднимаются вертикально, а боковые секции заводятся назад и фиксируются пружинным запорным устройством.

Конструкция сцепки предусматривает возможность установки емкости для ядохимикатов. В рабочем положении боковые секции фиксируются в один ряд с помощью стяжных тросов, идущих к сцепке. Машины шириной захвата 17 м и более имеют двойной стяжной трос 16 мм. Машины шириной захвата 16 м и менее имеют одинарный стяжной трос 16 мм.

Бороны оборудованы системой снижения давления. Пружины предназначены для уменьшения давления и установлены под углом для снижения натяжения. Секции бороны состоят из пяти брусьев с закрепленными на их пружинными зубьями, при этом длина секции 183 или 244 см, размеры брусьев 1,5 см на 76 см. U-образная конструкция сцепки имеет два стержня и втулки из углеродистой стали с полостью для обеспечения смазки. Сцепка может смещаться при поворотах во время движения. Таким образом, секции не будут мешать друг другу на резких поворотах. Брусья секции могут быть настроены отдельно друг от друга для

работы по густой стерне. Передние ряды могут быть установлены под углом для уменьшения износа зубьев.

Для выполнения различных технологических операций и более равномерной обработки почвы можно осуществлять настройку высоты рамы. Регулирование высоты рамы используется для выравнивания секций и осуществляется с помощью специального рычага на раме каждой секции. При необходимости регулирование можно осуществлять с помощью гидравлического цилиндра. Тяжелая борона имеет функцию регулирования контроля глубины обработки для всех видов операций. Это уникальная система, так как глубина обработки может составлять 7,5 см для более мягких почв, а также сохраняется равномерность обработки при глубине 5,0-7,5 см на более твердых почвах.

Сеялка D9 (D9/40, D9/60, D9/120). Сеялка типа D9 (отечественный аналог СЗ-3,6) предназначена для рядового посева семян сельскохозяйственных культур. Данная сеялка вполне может использоваться для посева с минимальной обработкой почвы и для обычного посева.



Рисунок 6. Сеялка D9/120 в работе

Основные достоинства этой сеялки: большой бункер, легкая загрузка, простая предварительная проверка нормы высева, равномерная глубина высева, центральная регулировка давления сошников и выравнивателя.

Одно из опорных колес сеялки является приводным и роликовой цепью соединено с бесступенчатой коробкой передач. Один из выходных валов коробки соединен с валом дозирующих катушек. Дозирующий аппарат представлен комбинацией двух катушек для обычных семян и для мелких, в зависимости от высеваемой культуры. Высевающие катушки закрыты крышками с уплотнительной резинкой для предотвращения попадания пыли и влаги. Эти же крышки используются для определения нормы высева.

Другой выходной вал коробки соединен с перемешивающим валом внутри бункера для предотвращения слеживания семян. Перемешивающий вал легко отключается.

Для прокладки технологической колеи средняя сеялка сцепки D9/120 оснащается устройством прокладки технологической колеи, т.е. происходит отключение нескольких дозирующих аппаратов в зависимости от ритма и ширины колеи. Это устройство связано с гидросистемой сеялки и работает автономно в заданном режиме. Возможно также ручное управление. А на сеялке D9/60 предусмотрен бортовой компьютер, аналогичный установленному на сеялке DMC-601.

На основании составленных технологических карт определены прямые затраты на возделывание зерновых культур по различным технологиям (диаграмма 1).

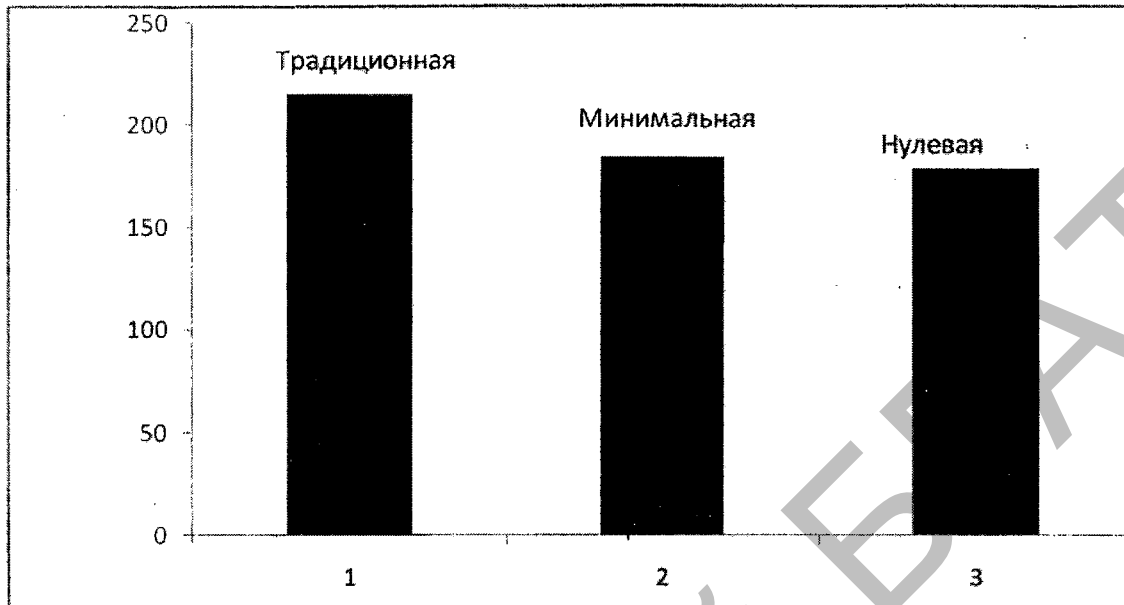


Диаграмма 1. Прямые затраты при возделывании зерновых по традиционной, минимальной и нулевой технологиям.

Постоянное применение мелкой обработки почвы с созданием мульчирующего слоя из растительных остатков и измельченной до мелкокомковатого состояния почвы создает благоприятные условия для гумусообразования даже при посеве однолетних растений, а сокращение темпов минерализации органического вещества почвы способствует восполнению ее плодородия.

Сельское хозяйство нашей страны должно быть переориентировано на внедрение энергосберегающих технологий. При правильном применении сберегающее земледелие может стать эффективным инструментом для повышения уровня жизни на селе и обеспечения его стабильного развития.

Литература

1. Высшее образование. Первая ступень. Специальность – 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства/ Образовательный стандарт Республики Беларусь. ОСРБ 1-74 06 01- 2007 Минск, Министерство образования Республики Беларусь, Гос. Учреждение образования «Республиканский институт высшей школы», введен в действие постановлением Мин.обр.РБ от 02.05.2008г. №40.– 2008.– 36с. (разработчики Шило И.Н., Мисун Л.В., Новиков А.В., Кольга Д.Ф., Пархоменко М.Л.)
2. Высшее образование. Первая ступень. Специальность – 1-74 06 02 Техническое обеспечение процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Образовательный стандарт Республики Беларусь. ОСРБ 1-74 06 02 - 2007 Минск, Министерство образования Республики Беларусь, Гос. Учреждение образования «Республиканский институт высшей школы», введен в действие постановлением Мин.обр.РБ от 02.05.2008г. №40.– 2008.– 34с. (разработчики Шило И.Н., Мисун Л.В., Груданов В.Я., Ловкис В.Б., Бренч А.А.)
3. Высшее образование. Первая ступень. Специальность – 1-36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники / Образовательный стандарт Республики Беларусь. ОСРБ 1-36 12 01- 2007 Минск, Министерство образования Республики Беларусь,

Гос. Учреждение образования «Республиканский институт высшей школы», введен в действие постановлением Мин.обр.РБ от 02.05.2008г. №40.— 2008.— 34с. (разработчики Шило И.Н., Мисун Л.В., Кузьмицкий А.В., Радишевский Г.А., Солонский М.А., Балакин М.А., Попов В.Б.)

4. Высшее образование. Первая ступень. Специальность – 1-54 01 01 Метрология, стандартизация и сертификация (по направлениям) / Образовательный стандарт Республики Беларусь. ОСРБ 1-54 01 01-06 – 2008 Минск, Министерство образования Республики Беларусь, Гос. Учреждение образования «Республиканский институт высшей школы», 2008 . – 32с. (разработчики Шило И.Н., Ловкис В.Б., Степанцов В.П., Кузьмицкий А.В.).

УДК 678. 027.3: 678. 046

ЗАЩИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ СЕЛЬСКОХО- ЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Струк В.А., Андрикевич В.В., Авдейчик С.В.,
Антонов А.С., Рыскулов А.А., Овчинников Е.В. (ГГАУ)*

Проведен анализ структуры и триботехнических характеристик защитных покрытий из ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ), полученного по технологии термогазодинамического синтеза (ТГД).

Введение

Фторсодержащие компоненты (ФК) нашли широкое распространение в машиностроении и химической промышленности при создании покрытий, обеспечивающих защиту деталей машин, механизмов и технологического оборудования, в т. ч. в узлах трения, от разрушения под действием различных эксплуатационных факторов – коррозионных сред, температурных, сдвиговых напряжений и др. [1-3]. Сочетание служебных характеристик фторкомпонентов различного состава, строения и молекулярной массы – термостойкости, химстойкости, низкого коэффициента трения обуславливают заданный технический ресурс изделий с защитными покрытиями.

Наиболее широкое применение в машиностроении получили защитные покрытия из политетрафторэтилена [1-3], фторсодержащих олигомеров «Эпилам» и «Фолеокс» [4, 5]. Разработаны различные технологии нанесения защитных покрытий на рабочие поверхности деталей, основанные на использовании растворов, суспензий [1, 2], радикальных продуктов [6], порошков фторкомпонентов [1, 2]. Технологический режим формирования оказывает определяющее влияние на геометрические параметры, адгезионные, триботехнические, теплофизические и антикоррозионные характеристики защитных покрытий, которые в значительной степени зависят от молекулярной массы фторкомпонентов и фазовой структуры.

Цель настоящей работы состояла в установлении особенностей реализации защитных функций покрытий, сформированных на твердых подложках из фторкомпонентов различной молекулярной массы по растворной и ротапиринтной технологиям.

Материалы и методика исследований

В качестве объектов исследований были выбраны фторсодержащие материалы различной молекулярной массы, технологии синтеза и состава – продукты термогазодинамического синтеза (ТГД-синтеза), называемые ультрадисперсным политетрафторэтиленом (УПТФЭ). Промышленно выпускаемый продукт ТГД-синтеза – УПТФЭ представляет собой порошкообразную дисперсию с размером частиц не более 1 мкм. Покрытие из частиц УПТФЭ формировали механическим натиранием – ротапиринтным способом.