

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В САДАХ

Георги Д. Костадинов^{1*}, Галина Г. Пархоменко^{2**},
Сергей А. Твердохлебов³, Артём В. Пономарёв³

¹ИПАЗР „Н. Пушкиarov“, Болгария

²ФГБНУ СКНИИМЭС Х, ³ФБГОУ ВПО КубГАУ – Россия

*e-mail: gdkostadinov@gmail.com

**e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru

Systematization of Devices for Soil Treatment in The Orchard

G. Kostadinov^{1*}, G. Parkhomenko^{2**}, S. Tverdohlebov³, A. Ponomarev³

¹ISSAPP „N. Pushkarov“ – Bulgaria, ²SKNIIMESKH – Russia, ³KubGAU – Russia

*e-mail: gdkostadinov@gmail.com

**e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru

Abstract

Analyses the technical and technological parameters of the machines accordingly developed and found application in the treatment of the soil in orchard in Russia and Bulgaria is made. Systematization of tilling machines for orchard is made. An analysis of various constructive solutions is made. Proposed is a classification of devices for the processing of soil in orchard.

Key words: tilling machines, working body, soil, orchard, systematization

ВВЕДЕНИЕ

Процесс обработки почвы в рядах садов производится на участках обхода растений и в промежутках между ними. При этом ряд рассматривается не в виде линии, а как полоса определенной ширины с размещенными в ней деревьями. Ширина этой полосы формируется при посадке и изменяется по мере развития деревьев (Пархоменко, 2012). Садовые технические средства выполняют обработку почвы в междурядьях (плуги, культиваторы, бороны) и в рядах (фрезы, выносные секции борон и культиваторов).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методом монографического обследования известных конструкций садовых почвообраба-

тывающих машин проведён анализ элементно-агрегатных компонентов, разработана классификация по нескольким признакам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Устройства, предназначенные для обработки почвы в рядах садов, могут иметь как пассивный, так и приводной рабочий орган с вертикальной или горизонтальной осью вращения (рис. 1). По управлению указанные устройства можно разделить на две группы: полуавтоматические и автоматические. К полуавтоматическим относится навесной фрезерный культиватор КФН-2 для обработки почвы в садах (Растрингин, 1969). Он состоит из рамы, двух выдвигных секций с рабочими органами – фрезами, механизма управления и привода. Управление секциями при

обработке почвы в ряду осуществляется операторами, которые с помощью гидроцилиндра гидросистемы машины вводят секции с рабочими органами между деревьями. К устройствам с полуавтоматическим управлением относится также фреза НФС–1,4 (Шамурзаев и Бекалдиев, 1973). Анализ показал, что простая механизация процесса обработки почвы в рядах садов при непосредственном ручном управлении рабочими органами или с использованием сервопривода не дает экономического эффекта, поскольку при этом нельзя получить высокой производительности почвообрабатывающего агрегата из-за естественного физического предела операторов и малой скорости движения агрегата. Полуавтоматическое управление связано с работой человека, находящегося сверху на почвообрабатывающей машине, в условиях запыленности, повышенной вибрации и высокой вероятности несчастного случая (Даскалов и Василев, 1990). В связи с этим управление рабочими органами для обработки почвы в рядах садов целесообразно осуществлять автоматически.



Рис. 1. Классификация устройств для обработки почвы в садах

Fig. 1. Classification of devices for processing soil in orchard

Все автоматические устройства можно разделить на две группы: устройства прямого и непрямого (косвенного) действия (рис. 1). В устройствах прямого действия усилие для отклонения рабочего органа при обходе дерева осуществляется непосредственно за счёт воздействия на специальный защитный элемент. Этой группе устройств не требуется дополнительной силы для смещения рабочих органов в ряд. Предлагаемое в патенте № 2276011 (Германия) орудие для обработки почвы в приствольных полосах способно за один проход обрабатывать почву в двух рядах. Орудие включает в себя основную раму с присоединенными к ней консолями. На конце каждой консоли расположены роторные почвообрабатывающий и выравнивающий рабочие органы. Над ротором с почвообрабатывающим рабочим органом размещён пассивный элемент, способствующий перекатыванию вокруг штамба. Принцип действия орудия для обработки рядов по патенту №134318 (Франция) аналогичен.

Устройства этой группы не удовлетворяют одновременно требованиям по допустимым повреждениям растений и необходимой полноте обработки почвы в реальных условиях работы.

Согласно классификации автоматических систем управления, устройства непрямого действия, предназначенные для обработки почвы в рядах садов, по виду алгоритма функционирования можно разделить на программные, астатические и следящие.

В устройствах непрямого (косвенного) действия перемещение рабочего органа для обхода дерева осуществляется за счёт энергии, подводимой извне, источником которой в общем случае является двигатель трактора. Подобное управление осуществляется рычагом (щупом), взаимодействующим непосредственно со штамбом дерева. В устройствах непрямого действия щуп оказывает не столь значительное силовое воздействие на штамб, исключая его повреждение (Воронин и Радовицкий, 1971).

Механические устройства по виду алгоритма функционирования являются программными. При получении сигнала от штамба срабатывает устройство, приводящее в заранее predetermined поперечное движение в горизонтальной плоскости с постоянными параметрами испол-

нительный механизм с рабочим органом, который затем возвращается в исходное положение.

Примером программного устройства может служить культиватор КСВ-2,5 (Моисеев и Кузнецов, 1957). Деревянный щуп (рис. 2) касается дерева и отклоняет упор механизма включения автомата секции, который через систему тяг и звеньев выводит наружный ролик из ячейки диска, включая его. На диске автомата имеется только один вырез, поэтому наружный ролик может опять попасть в него только тогда, когда сделает один оборот, т. е. повернется на 360°. При повороте автомата на 180° выдвижная секция будет отклонена в крайнее левое положение. При поворачивании автомата еще на 180° выдвижная секция будет отклонена в первоначальное правое положение. Данная конструкция имеет низкую эксплуатационную надёжность.

Типичными программными устройствами являются декавайнер «Сковема» по патенту № 2605177 (Франция), фреза с зубчато-реечным механизмом поперечного перемещения (Пеева и Димитров, 1979; Kovatchev and Tchopilsky, 1971).

Основным недостатком программных устройств является отсутствие в них позиционного соответствия между положениями рабочего органа и щупа, которые совершают поперечное движение в горизонтальной плоскости с мак-

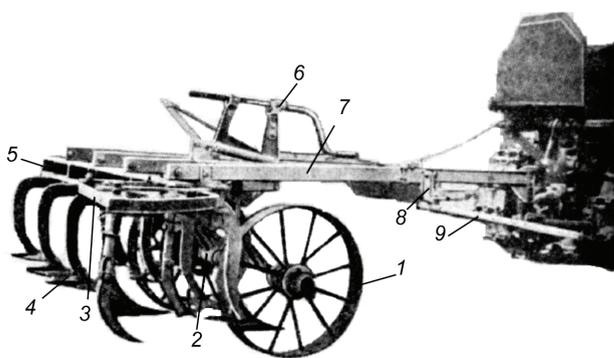


Рис. 2. Культиватор КСВ-2,5

1 – колесо, 2 – автомат, 3 – рама секции, 4 – рабочие органы, 5 – поперечная рама, 6 – механизм регулировки глубины, 7 – продольная рама, 8 – механизм включения, 9 – рычаг

Fig. 2. Cultivator KSV-2.5

1 – wheel, 2 – automatic, 3 – section frame, 4 – working bodies, 5 – transverse frame, 6 – depth adjustment mechanism, 7 – longitudinal frame, 8 – inclusion mechanism, 9 – lever

симальной амплитудой. Такие приспособления могут работать, если деревья расположены с равным интервалом и имеют идеально ровные стволы с прямыми штамбами. В устройствах данного типа невозможно приостановить процесс перемещения рабочего органа в ряд деревьев. Если по какой-либо причине начался процесс ввода, то он должен полностью завершиться, только после этого можно отвести рабочий орган.

Механический привод не пригоден, поскольку:

- требуются большие усилия на его включение, что может привести к повреждению щупом штамба;

- инерционность привода заставляет снижать рабочие скорости;

- сложная конструкция устройства содержит значительное количество звеньев.

Гидравлические устройства свободны от указанных недостатков. Основными положительными особенностями таких устройств являются:

- малые усилия при включении исполнительных механизмов;

- возможность получения больших исполнительных усилий;

- простота устройства, малый вес на единицу мощности;

- малые перемещения щупа;

- малая инерционность привода позволяет применять достаточно высокие скорости движения машины.

Применение гидропривода рабочих органов на машинах в садоводстве благоприятно с точки зрения функционального размещения конструктивных элементов машин (Fekete, 1980). Применение гидропривода повышает эксплуатационную надёжность садовых почвообрабатывающих машин по сравнению с устройствами, имеющими механический привод рабочих органов. Гидравлически управляемые рабочие органы при правильной регулировке не повреждают корневую систему и штамбы деревьев.

Гидравлическим устройством оснащен садовый широкозахватный культиватор КСШ-5Б, относящийся к астатическим устройствам, оснащён гидросистемой, предназначенной для автоматического управления рабочим органом (поворотной лапой) в ряду деревьев. Культива-

тор имеет недостатки конструкции, приводящие к плохому подрезанию сорных растений и недостаточно интенсивному рыхлению при вводе и выводе из ряда выдвигной секции с рабочим органом (Худолей, 1964), что обусловлено его инерционностью. Отмечается (Шишков и кол., 1979), что следствием существенной инерционности при перемещении рабочего органа культиватора является большая необработанная площадь и малая скорость движения, снижающая производительность.

К астатическим устройствам относится также плуг со щупом и гидроприводом по заявке № 2450033 (Франция), почвообрабатывающее орудие по патенту № 336323 (Германия). У астатических устройств, как и у программных, не существует статического соответствия между положениями щупа и рабочего органа. Крайние положения рабочего органа ограничиваются внешними упорами или самим гидроцилиндром.

Характер и параметры движения (периодичность обхода, амплитуда и скорость в относительном движении) не могут быть заданы заранее и зависят от поступательной скорости агрегата, от интервалов между деревьями и расстояния между рабочим органом и осью ряда, которые непрерывно изменяются при движении в существенных пределах (Пархоменко, 2000). Таким образом, рабочий орган не должен перемещаться по заранее установленной траектории, когда управляемая величина независимо от режима работы объекта управления сохраняет постоянное значение, т. е. в астатическом режиме. Рабочий орган не должен отводиться полностью из ряда, а лишь пропорционально перемещению щупа, копирующего штамп дерева (Арнаут, 2014). Необходимо устройство, осуществляющее слежение, при этом управление производится в соответствии с задающим воздействием, содержащим текущую информацию об относительном расположении рабочего органа и дерева. Сущность следящего управления заключается в том, что перемещение рабочего органа прямо пропорционально перемещению щупа. В следящих устройствах исполнительный механизм воспроизводит закон движения щупа при наличии обратной связи. Наличие отрицательной обратной связи по регулируемым параметрам, к которым относят перемещение объекта управления (рабочего органа) или его

производные (скорость, ускорение), является характерным признаком следящего устройства (Пархоменко и кол., 2006). Отрицательная обратная связь уменьшает суммарное воздействие элементов автоматического устройства.

Следящие устройства по типу исполнительного механизма могут быть гидравлическими, электрогидравлическими и пневматическими.

Гидравлическим следящим устройством оснащены устройство для междурядной обработки почвы (Мусурмонов и кол., 2013), приспособления ПМП-0,6 и ПРВН-72.000, культиватор эшелонированный садовый КЭС-5, культиватор Н-7 фирмы “Холдер” – Германия (рис. 3).

Рабочий орган культиватора Н-7 (окучник), обрабатывающий почву в ряду деревьев, перемещается посредством четырехзвенного механизма. Известна универсальная виноградниковая машина УНЛМ-3,5 (Караиванов и Петракиев, 1974), представляющая собой улучшенную УНЛМ-2,0 (Димов, 1979). Машина может производить культивацию с одновременной обработкой почвы в междурядье и в двух рядах. Крайняя точка рабочего органа, обрабатывающего почву в ряду деревьев, перемещается по траектории, описываемой уравнениями конхоиды и окружности (Нанков, 1983). Вместе с тем, при работе этой машины были отмечены ее недостатки. Машина плохо рыхлит почву в междурядьях, кроме того крайние рабочие органы, функционирующие в непосредственной близости к деревьям, не регулируются по глубине обработки. Такая регулировка необходима для установки меньшей глубины крайним рабочим

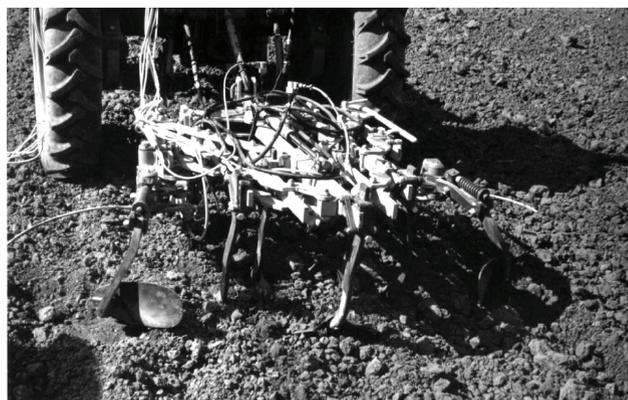


Рис. 3 – Культиватор Н-7 в работе
Fig. 3 – Cultivator H-7 working

органам, формирующим границу защитной зоны вокруг штамба, во избежание повреждения корневой системы деревьев (Манов и кол., 1968).

Гидравлическое следящее устройство культиватора КСГ-5 (рис. 4) состоит из гидроцилиндра, щупа с упором, лапы, гидрораспределителя, предохранительного клапана, рычагов и тяги механизма связи щупа с золотником и лапой. Щуп при встрече с деревом поворачивается вокруг оси шарнира и через систему тяг смещает золотник гидрораспределителя вперед. Начинается отвод лапы. Остановка щупа в любом положении приводит к остановке лапы в соответствующем положении. После прохода дерева, щуп под действием пружины перемещается вперед, перемещает золотник в крайнее заднее положение и происходит возвращение лапы. При работе культиватора наблюдаются

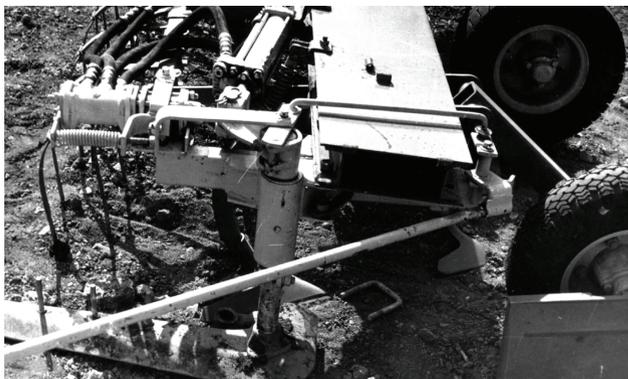


Рис. 4. Культиватор КСГ-5
Fig. 4. Cultivator KSG-5

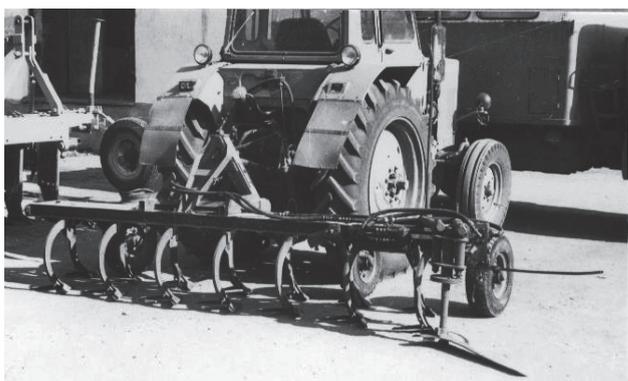


Рис. 5. Модернизированный культиватор КСГ-5
Fig. 5. Modernized cultivator KSG-5

отказы гидравлического следящего устройства, связанные с чрезмерным нагревом масла (Пархоменко и Пархоменко, 2015).

Известен культиватор КСМ-5, включающий уже две поворотные секции и одновременно обрабатывающий междурядье и оба ряда. Однако при эксплуатации почвообрабатывающей машины с двумя выдвижными секциями усложняется контроль за управлением левой автоматической секцией, которая обычно находится вне видимости. Кроме того культиватор КСМ-5 не выполняет агротребований по обработке почвы в рядах садов при скорости движения более 4 км/ч, хотя его рабочая скорость 4,5-6,0 км/ч.

К машинам с гидравлическим следящим устройством и приводным рабочим органом относится фреза садовая ФС-0,9. Для выдвижения ротора в ряд и отвода его от дерева в конструкции фрезы предусмотрен механизм управления, состоящий из гидрораспределителя, гидроцилиндра, копира (щупа). У фрезы ФС-0,9 были отмечены недостатки: большое усилие при контакте щупа со штамбом и малая производительность вследствие небольшой скорости движения (1,21 км/ч).

Фреза ФА-0,76 с гидравлическим следящим устройством предназначена для обработки почвы в рядах садов (рис. 6). Фреза имеет горизонтальную ось вращения.

При соприкосновении щупа со штамбом срабатывает гидроцилиндр, и ротор фрезы отклоняется в междурядье и затем возвращается в ряд. Фреза имеет подвижную раму в виде шарнирного параллелограмма, на который ус-

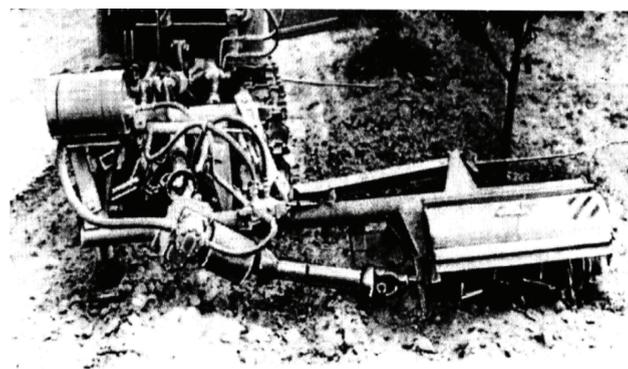


Рис. 6. Фреза ФА-0,76 в работе
Fig. 6. Rotary tiller FA-0.76 working

тановлен редуктор, соединенный карданными валами с ВОМ трактора и ротором. Гидросистема фрезы автономна. Шестеренный насос установлен на корпусе редуктора и приводится от его первичного вала цепной передачей. На раме установлен бак, из которого масло поступает к шестеренному насосу, и от гидрораспределителя в бак. Гидрораспределитель имеет предохранительный клапан. Для удержания ротора в ряду растений в поршневой полости гидроцилиндра создается избыточное давление.

При работе фрезы ФА-0,76 был отмечен ряд недостатков (Пархоменко, 2007). Помимо чрезвычайного нагрева масла в гидросистеме и связанных с этим длительных простоев агрегата, у ФА-0,76 ограничена маневренность. С целью устранения недостатков фреза была переоборудована, в результате чего стало возможным обрабатывать сады с шириной междурядья 7...8 м (Бабий и Розум, 1978). Приводятся результаты сравнительных испытаний садовых фрез с горизонтальной осью вращения, оснащенных гидравлическими следящими устройствами с шарнирным параллелограммом в качестве механизма перемещения рабочего органа (Kovatchev and Tchipilsky, 1971). В качестве объектов исследования использовались фрезы: ФА-0,76 (Болгария), «Зиг-заг» (Италия), «Рота-фрут» и «Арборикалча» (Франция). В качестве показателей сравнительной оценки машин были приняты крошение почвы, полнота уничтожения сорняков и степень повреждения штамба щупами устройств. По всем показателям были получены сравнительно небольшие различия в результатах, которые находятся в пределах агротребований. Но итальянские фрезы фирмы «Зиг-заг» и французские фирмы «Арборикалча» и «Рота-фрут» не применяются в условиях сельскохозяйственного производства России. Наибольшее распространение получила болгарская фреза ФА-0,76.

Отмечаются большая необработанная площадь и малая производительность фрезы. ФА-0,76 была модернизирована (Пархоменко, 2008) в части усовершенствования гидравлического следящего устройства (рис. 7).

Известно ротационное устройство с игольчатыми рабочими органами, оснащённое гидравлической следящей системой (Пономарёв, 2014). Исследуемый рабочий орган (рис. 8) состоит из

ротора, на цилиндрической поверхности которого размещены прямые иглы с конусной заточкой. Ротор получает вращение в результате пассивного взаимодействия иглы с пластом при поступательном движении почвообрабатывающей машины под действием тягового усилия трактора.

Во время работы иглы перекатываются по почве в ряду многолетних насаждений, заглубляясь на 10-15 см, тем самым осуществляется процесс рыхления. Взаимодействие иглы с



Рис. 7. Модернизированная фреза ФА-0,76
Fig. 7. Modernized rotary tiller FA-0.76



Рис. 8. Ротационный рабочий орган
Fig. 8. Rotary working body

корнем дерева осуществляется по касательной, тем самым исключается его повреждение. Указанное ротационное устройство монтируется на плуг садовый чизельный, который является универсальным, выполняет заданный технологический процесс обработки почвы полей на разную глубину и междурядий садов на глубину, дифференцировано изменяющуюся по мере удаления от дерева соответственно архитектонике расположения корневой системы.

Плуг садовый чизельный по патенту № 237638 (РФ) работает следующим образом. Перед выполнением технологической операции устанавливается глубина обработки, при этом рабочие органы занимают положение, определенное схемой расстановки в соответствии с архитектоникой расположения корневой системы деревьев в зависимости от удаления от штамба. При функционировании плуга садового чизельного с дифференцированно изменяющейся глубиной крайние рабочие органы выполняют плоскорезную обработку почвы (10–15–22 см), а средний (центральный) – чизелевание (до 45 см). При этом нижняя образующая борозды после прохода рабочих органов зигзагообразна, копирует расположение корневой системы деревьев по глубине залегания (Твердохлебов, 2009). При заглублении долото рабочего органа внедряется в пласт почвы. Пласт деформируется и происходит сдвиг (скол) слоя почвы. Лапы не стремятся создать поверхность раздела, перемещаясь внутри пласта, а занимают положение, соответствующее распространению формируемой трещины, т.е. вдоль поверхности сдвига (скола). При этом разрушение пласта осуществляется не по линиям скольжения, а по их огибающим – поверхностям отрыва, что приводит к дальнейшему распространению трещины, характеризующемуся значительно меньшей концентрацией напряжений, чем при ее возникновении, то есть перемещение подвижных элементов рабочего органа в почве связано с минимальными затратами энергии. Вследствие непостоянства площадей поверхности сдвига (скола) и наличия микротрещин, пустот и неоднородностей (концентраторов напряжений) внутри обрабатываемого пласта, возникают знакопеременные перемещения (колебания) подвижных элементов рабочего органа (лап) с небольшой амплитудой. При воздействии знакопеременных нагру-

зок внутри почвы возникают волны, которые в областях локальных нарушений сплошности дифрагируют, вызывая повышение напряжений, приводящих к разрушению пласта по так называемым линиям наименьших связей. При знакопеременном приложении нагрузки разрушению пласта почвы способствуют разнонаправленные деформации, неоднородность которых обусловлена существенным различием скоростей распространения волн и их интерференцией. Так первая волна колебательного процесса, возникающая при заглублении рабочего органа и взаимодействии лап с почвой, отрываясь от поверхности сдвига (скола) в виду ее опережающей скорости (по сравнению с относительной скоростью лап), способствует возникновению второй волны деформаций с перепадом напряжения и т.д. Наложение волны колебательного процесса рабочего органа на имеющееся напряженно-деформируемое состояние пласта почвы способствует накоплению разрывов межагрегатных связей в пределах напряженных микрообъемов, вследствие чего проявляется синергизм эффектов, приводящий к переходу пласта в рыхленое состояние на разные уровни внутренней самоорганизации, которые определяются качеством крошения почвы (Пархоменко, 2015). Исследования показали, что плуг садовый чизельный качественно выполняет безотвальное рыхление с недорезом пласта по ширине захвата и соответствует агротехническим требованиям, предъявляемым к машинам для обработки почвы в садах, виноградниках, хмельниках, ягодниках и основной глубокой обработки почвы в полевых условиях (Пархоменко и кол., 2012).

В патенте № 277035 (Чехия) описана конструкция навесного культиватора для глубокого рыхления почвы в садах. Культиватор состоит из рамы с навесным устройством, опирающимся на два поворотных колеса; диска и чизельной лапы. Чизельная лапа жестко соединена со стойкой и имеет шарнирно закрепленные подвижные части с приводом колебательного движения в вертикальной плоскости от ВОМ трактора. Стойка имеет Т-образную форму и также приводится в колебательное движение с помощью эксцентрикового механизма относительно точки шарнирного крепления к раме. В процессе работы диск прорезает почву с растительными остатками, а чизельная лапа движется сле-

дом за диском, поднимая и разрыхляя пласт на большую глубину, не повреждая корневую систему деревьев.

В патенте № 2322780 (РФ) описан способ обработки почвы в садах на глубину, дифференцированно изменяющуюся по мере удаления от дерева соответственно архитектонике расположения поверхностных корней, по формуле:

$$h=k(b+(R-r)tga), \quad (1)$$

где r – расстояние от штамба до зоны минимальной глубины обработки почвы; R – расстояние от штамба до зоны максимальной глубины обработки почвы; b – минимально необходимая глубина обработки почвы; α – угол расположения корневой системы дерева относительно поверхности почвы; k – коэффициент разрыхления.

Известен способ разноглубинной обработки почвы в садах плугом, устанавливаемым с наклоном в сторону междурядий для того, чтобы первый корпус заглублялся меньше (на 10-12 см). Однако такая обработка почвы не отвечает условиям влагосбережения. Кроме того агрегат имеет низкую производительность.

Дисковое орудие по а.с. № 129411 оборудованное батареями сферических дисков, выполненных с постепенно уменьшающимися диаметрами для разноглубинной обработки почвы, также не отвечает условиям влагосбережения.

Электрогидравлическое устройство для автоматического управления поворотными лапами культиваторов для садов по а.с. № 190113 содержит щуп, который включает электромагнитный дроссель, двухпозиционный золотниковый гидрораспределитель и гидроцилиндр. При работе устройства щуп передает импульсы при соприкосновении со штамбом гидрораспределителю. Аналогичный принцип работы у культиватора с электрогидравлическим механизмом отвода рабочих органов по заявке № 23034552 (Франция), устройства по патенту № 4585071 (США).

Примером пневматического устройства может служить орудие для обработки почвы в междурядьях и рядах многолетних насаждений, описанное в патенте № 160254 (Австрия). Основными деталями устройства являются ползун, перемещающийся вдоль по направляющим, ось с дисковым ножом, пневмоцилиндр и щуп. На трактор навешивается также резер-

вуар для сжатого воздуха, с помощью которого осуществляется управление приспособлением. В качестве управляющего органа используется щуп, связанный с пневмоклапаном. При соприкосновении со штамбом щуп воздействует на клапан, осуществляется подача воздуха в пневмоцилиндр и происходит смещение дискового ножа, обходящего дерево. В исходное положение нож возвращается под действием пружины.

Гидравлические устройства обладают преимуществами по сравнению с электрическими и пневматическими. Гидравлические устройства обеспечивают большую жесткость передачи движения, что весьма важно для достижения высоких динамических качеств автоматических устройств (Пархоменко и кол., 2003). В то же время связь поршня с газом в пневматических устройствах и якоря с магнитными полями в электрических весьма упругая и податливая. Малая инерционность подвижных звеньев гидравлических следящих устройств обуславливает их высокое быстродействие. К достоинствам гидравлических устройств следует отнести также возможность их использования в любую погоду, поэтому они нашли широкое распространение в автоматических устройствах мобильных сельскохозяйственных агрегатов, часто работающих при неблагоприятных погодных условиях. Немаловажным фактором, способствующим этому, является также наличие на тракторе источника гидравлической энергии, который позволяет использовать до 30% всей мощности двигателя (Пархоменко и кол., 2004). Поэтому автоматические устройства с гидравлическими элементами значительно дешевле электрических и пневматических, для работы которых необходима установка соответствующих источников (Пархоменко и кол., 2005).

ВЫВОДЫ

- Механизация процесса обработки почвы в рядах садов при непосредственном ручном управлении рабочими органами или с использованием сервопривода не дает экономического эффекта. Управление рабочими органами для обработки почвы в рядах садов целесообразно осуществлять автоматически гидравлическим следящим устройством.

• Широкое распространение в условиях сельскохозяйственного производства России получила болгарская фреза ФА-0,76.

• Разработанная классификация позволяет систематизировать устройства для обработки почвы в садах.

ЛИТЕРАТУРА

Арнаут, В.А., 2014. Гидроследящее устройство ГМА-1. Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. В: Международной научно-практической конференции. Минск, 23-24 октября 2014 г. В 2 ч. Ч. 1, БГАТУ, с. 138-140.

Бабий, П., Розум, М., 1978. Обработка грунта в садах. *Механізація сільського господарства*, № 5, с. 16-18.

Воронин, В.Я., Радовицкий, А.Л., 1971. Тенденции развития средств автоматического управления сельскохозяйственных машин по уходу за растениями. *Автоматизация машин по уходу за садами и виноградниками*, с. 33-44.

Даскалов, Д., Василев, Г., 1990. Устройство за автоматично регулиране работната ширина на машини обработващи почвата в реда на овощни градини и лозя. *Селскостопанска техника*, № 3, с. 33-37.

Димов, С., 1979. Проучване върху възможностите за дълбоко разрохване на почвата в междуредията на машините с универсалната навесна лозерска машина УНЛМ-2. *Селскостопанска техника*, № 6, с. 15-25.

Караванов, И., Петракиев, А., 1974. Прогрессът в механизацията на българското лозарство. *Селскостопанска техника*, № 6, с. 22-27.

Манов, Л., Гогова, К., Димов, С., Стойчев, В., 1968. Механизация на обработката на почвата в редовете на овощните градини. *Селскостопанска техника*, № 8, с. 71-86.

Моисеев, Н.Ф., Кузнецов, М.М., 1957. Машини и орудия для садоводства и виноградарства, 355 с.

Мусурмонов, А.Т., Ниёзов, Т.Б., Мусурмонов, А.А., 2013. Обоснование параметров устройств для обработки почвы в рядах садов. *Селскостопанска техника*, №3, с. 3-12.

Нанков, Х., 1983. Изследване върху абсолютните гранични траектории при вътрередова почвообработка в трайните насаждения. *Селскостопанска техника*, № 4, с. 43-55.

Пархоменко, Г.Г., 2000. Совершенствование технологического процесса обработки почвы в рядах многолетних насаждений. Дисс. канд. техн. наук, Зерноград.

Пархоменко, Г.С., Пархоменко, С.Г., Пархоменко, Г.Г., 2003. Расчёт рабочих режимов и расчёт на

ПЭВМ состава тяговых машинно-тракторных агрегатов. В: XLII Междунар. научно-техн. конф. ФГОУ ВПО “Челябинский государственный агроинженерный университет”, С. 315-320.

Пархоменко, Г.С., Пархоменко, С.Г., Пархоменко, Г.Г., 2004. Моделирование на ПЭВМ по программному комплексу МВТУ усовершенствованной силовой САР трактора МТЗ-80. В: XLIII Междунар. научно-технич. конф. ФГОУ ВПО “Челябинский государственный агроинженерный университет”, с. 22-26.

Пархоменко, Г.С., Пархоменко, С.Г., Пархоменко, Г.Г., 2005. Расчёт в MATHCAD рабочих режимов тягово-приводных машинно-тракторных агрегатов. Достижения науки – агропромышленному производству. В: XLIV Междунар. научно-технич. конф. ФГОУ ВПО “Челябинский государственный агроинженерный университет”, с. 271-275.

Пархоменко, Г.С., Пархоменко, С.Г., Пархоменко, Г.Г., 2006. Моделирование на ПЭВМ следящей системы с нелинейным колебательным объектом регулирования. В: XLV Междунар. научно-технич. конф. ФГОУ ВПО “Челябинский государственный агроинженерный университет”, с. 34-38.

Пархоменко, Г.Г. 2007. Устройство для обработки почвы в рядах многолетних насаждений. *Тракторы и сельхозмашины*, № 6, с. 11-13.

Пархоменко, Г.Г., 2008. Усовершенствование обработки почвы в рядах многолетних насаждений. *Достижения науки и техники АПК*, № 4, с. 43-44.

Пархоменко, Г.Г., 2012. Обработка почвы в рядах садов и виноградников. Процессы, устройства. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing (ISBN 978-3-659-30811-6), 148 с.

Пархоменко, Г.Г., Твердохлебов, С.А., Максименко, В.А., 2012. Экспериментальное определение влияния режимов функционирования и параметров рабочих органов на качественные и энергетические показатели плуга садового чизельного. В: Агроинженерная наука в сфере АПК: инновации, достижения. Сб. науч. трудов VII междунар. конф., Зерноград, СКНИИМЭСХ, с. 24-34.

Пархоменко, Г.Г. 2014. Результаты модернизации гидравлических следящих устройств для обработки почвы в рядах многолетних насаждений. *Селскостопанска техника*, № 1, с. 3-7.

Пархоменко, Г.Г., 2015. Трансформация рабочих органов почвообрабатывающих машин. *Селскостопанска техника*, № 1, с. 17-26.

Пархоменко, Г.Г., Пархоменко, С.Г., 2015. Теоретическое исследование механизмов перемещения рабочих органов для обработки почвы. В: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства. Сб. науч. докладов Междунар. научно-технич. конф. ФГБНУ ВИМ, с. 18-22.

- Пеева, С., Димитров, Т.**, 1979. Почвообрабатывающие машины за обработка на реда в трайните насаждения. *Селскостопанска техника*, № 7, с. 61-69.
- Пономарёв, А.В.**, 2014. Разработка энергосберегающего технического средства для обработки почвы в междурядьях садов одновременно с приствольной зоной двух рядов. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс], Краснодар, №03(097), С. 520-532 IDA [article ID]: 0971403078, Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/78.pdf>
- Растринин, П.**, 1969. Обработка междустовых пространств в виноградниках. *Техника в сельском хозяйстве*, № 6, с. 22-24.
- Твердохлебов, С.А.**, 2009. Параметры процесса обработки почвы универсальным рабочим органом по контуру залегания корневой системы плодовых деревьев в междурядьях сада. Дисс. канд. техн. наук, Краснодар.
- Худoley, А.В.**, 1964. Механизация обработки приствольных полос в садах. *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*, № 2, с. 52-55.
- Шамурзаев, А., Бекалдиев, Ш.**, 1973. Новый агрегат для ухода за садами. *Сельское хозяйство России*, № 3, с. 27-28.
- Шишков, С., Даскалов, Д., Мирасчиев, Б., Демирев, Ж.**, 1979. Изследване на кинематиката на защитната зона в трайните насаждения. *Селскостопанска техника*, № 4, с. 11-17.
- Fekete, G.**, 1980. A kertészeti betakarító gépek hidrosztatikus munkaszerv – hajtásai. *Járművek, mezőgazd., gépek*, 27, № 2, 49-51.
- Kovatchev, S., Tchipilsky, Y.**, 1971. Ricerche sulla qualità di alcuno frese a spostamento laterale. *Frutticoltura*, 33, № 1, 27-33.