

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДИСКОЛАПОВЫХ И ДИСКОЧИЗЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

А. Жук, канд. техн. наук,
ГНУ ВИМ Россельхозакадемии

Приведен анализ конструкций почвообрабатывающих агрегатов, содержащих многодисковые и двухдисковые секции и диски на индивидуальных стойках, а также лапы на жестких и пружинных стойках и глубокорыхлители при их различном размещении и разных параметрах. Дана оценка их приспособленности к выполнению разных агроприемов обработки почвы.




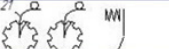



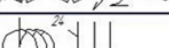
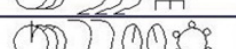
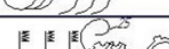
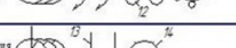

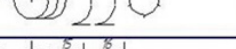

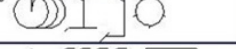
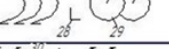







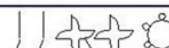
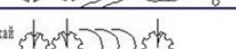
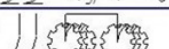

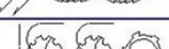
Ключевые слова: *почвообрабатывающий агрегат, диск, дисковая секция, рыхлитель, лапа, угол атаки, диаметр диска, глубина обработки.*

Введение. Первые отечественные дисколаповые агрегаты АКП-2,5, АКП-5 и АКП-2,7 (ПО «Одессапочвомаш») для основной обработки почвы были освоены в серийном производстве и получили широкое распространение около 30 лет назад. Они совмещали крошение верхнего слоя почвы и измельчение растительных остатков, рыхление нижележащего слоя на глубину до 16 см, выравнивание микрорельефа и уплотняли разрыхленный слой, предотвращая его иссушение. Агрегаты содержали многодисковые секции с гладкими сферическими или зубчатыми дисками, плоскорезные лапы, V-образный выравниватель-волокушу и двухрядный кольчато-шпоровый каток. Агрегаты имели большую длину (АКП-5 – 10,3 м), а при влажности почвы 23-24 % и выше – технологические отказы из-за забивания дисковых секций и залипания катков. Позже разработанные в ГНУ ВИМ (Россия) и освоенные в производстве на пяти предприятиях навесные дисколаповые агрегаты АПК и АПУ имели аналогичную последовательность рабочих органов, но более рациональное их размещение и параметры [1]. Агрегаты могли дополнительно комплектоваться щелерезами и чизельными лапами, что расширяло их применимость для различных агротехнологий.

В последние годы создано значительное количество различных конструкций дисколаповых и дискочизельных агрегатов с разными дисковыми и рыхлительными рабочими органами, в том числе сменными, и с разным их расположением. Требуется оценка рациональности их рабочих органов и приспособленности к требованиям сберегающих технологий обработки почвы и производства конкурентоспособной продукции растениеводства.

Цель исследований – оценить конструкционные решения и агротехнологические возможности дисколаповых и дискочизельных

агрегатов при выполнении ресурсосберегающих технологий возделывания, выявить тенденции совершенствования конструкций.

Kongsilde RT 2830		Леньковский СельМашЗавод КД-720М	
Kuhn TL6200 Landman		Agrism Maximulch	
Salford 699		ВИМ АДЛ	
John-Deere 726		International harvester International 6500 Conser-Till	
Krause Dominator		Kongskilde Delta Flex	
Стройиндустрия АПУ		Unia Cross L	
Волгодизель аппарат АПК		ОПК-Маш АПШ-6	
Strom Swifter		завод им. Медведева АМП-4	
John-Deere 512		Ярославич КСКТ-4П	
ТверьСельМаш АКМ-4		Ярославич КСТК-4П	
ЛесСельМаш АКСО-4		Ярославич КСКН-6П	
Красный Аксакай АКВ-4		Gregoir Besson Helios	
Horsch Tiger MT		Simba ST+X-Press	
Unia Cross		Калиновское РТП ПЩН-2.5	

1 – нож дисковый; 2 – секция многодисковая; 3 и 4 – стойки пружинные С-образная и S-образная; 5, 20 – катки трубчатый спиральный и из шин; 6 – диск сферический гладкий; 7 – стойка жесткая; 8 – стойка лап пружинная С-образная; 9 – борона зубовая; 10 – диск сферический вырезной; 11 – стойка подпружиненная; 12 – загортач; 13 – стойка лапы жесткая; 14 – каток планчато-зубчатый; 15 – лапа плоскорезная; 16 – щелерез; 17 – чизель; 18 – стойка лапы пружинная; 19 – диск на жесткой стойке; 21 – стойка диска пружинная; 22 – секция двухдисковая; 23 – секция двухдисковая с подпружиненной стойкой; 24 – рыхлитель с долотом; 25 – стойка; 26 – каток Max Rask; 27 – диск со стойкой на амортиза-торе; 28 – разравниватель; 29, 30, 31, 32 – диски гофрированный, серповидный, ножевой, наклонный

Рисунок 1 – Схемы размещения дисковых и рыхлительных органов агрегатов

Результаты исследований. Основные признаки, характеризующие конструктивно-технологические особенности агрегатов: тип, последовательность размещения и взаиморасположение дисковых и рыхлительных рабочих органов; их связь с рамой и регулировки; комплектация агрегатов сменными рабочими органами и их элементами; наличие и тип приспособлений для дополнительной обработки почвы.

Размещение дисковых рабочих органов и лап.

Как видно на рис. 1, различные рыхлительные рабочие органы размещают сзади дисковых, между их рядами и перед ними. Установка дисков перед лапами необходима при обработке агрофонов с крупностебельными растительными остатками и на агрегатах, например, для предпосевной обработки, содержащих лапы на пружинных стойках невысокой жесткости, а также при наличии глубокорыхлителей, которые должны заглубляться больше, чем на критическую глубину (более 35 см) [2]. На засоренных агрофонах неизмельченные растительные остатки обволакивают стойки лап, и сзади них образуются борозды и гребни больших габаритов. При этом повышается тяговое сопротивление рыхлителей и требуются дополнительные энергозатраты на выравнивание микрорельефа.

S-образные пружинные стойки лап могут нормально работать на предварительно разрыхленных агрофонах с твердостью почвы 1,5-2,5 МПа.

Поэтому в агрегатах для основной обработки почвы размещение таких рабочих органов перед дисками нецелесообразно, а сзади дисков устанавливают в агрегатах (рис. 1) для предпосевной обработки.

Между рядами многодисковых секций глубокорыхлители на пружинных C-образных стойках установлены в бороне John Deere 512. В агрегатах Cross XL компании Unia (Польша) подпружиненные глубокорыхлители размещены между рядами подпружиненных двухдисковых секций, установленных с углом атаки 20. Такие агрегаты эффективны для основной обработки различных почв, в том числе тяжелых с пожнивными остатками. Впереди и сзади лап устанавливают разные дисковые секции, например, в агрегате АКСО-4 ОАО «Лессельмаш». Два ряда дисков на индивидуальных стойках перед лапами измельчают растительные остатки и крошат верхний слой почвы, лапы рыхлят нижележащий, а сзади лап ряд дисковых секций меньшего диаметра, установленных без угла атаки, крошит глыбы.

При обработке неразрыхленной почвы критическая глубина для долот на симметричных стойках составляет 32-35 см. При глубине, превышающей указанную, можно увеличить зону рыхления (ширину полосы) за счет создания условий для бокового скалывания монолитного пласта от дна борозды, а не от указанной критической глубины. Диски, установленные перед лапами, не только предотвращают обволакивание их стоек, но и уменьшают толщину почвенного слоя, разрыхляемого лапами. При этом критическая глубина увеличивается на глубину дискования, и также уменьшается вероятность образования крупных глыб и их выноса в верхний слой.

Отдельные крупные глыбы, созданные глубокорыхлителями, размещенными сзади дисков, могут сохраниться в верхней части почвенного слоя. Но при экстремально высокой твердости почвы заглубляемость дисков неудовлетворительна, и их воздействие на пласт незначительно, хотя дисковые рабочие органы при их одинаковом заглублении интенсивнее крошат неразрыхленный пласт, чем предварительно разрыхленный. При обработке уплотненной почвы диски, размещенные перед лапами, не заглубляясь, затрудняют заглубление лап, поэтому предпочтительнее установка лап перед дисками. При крошении дисками пласта, разрыхленного лапами, диски за счет трещинообразования в глыбах крошат его на глубину, превышающую заглубление дисков. Размещение двух и более рядов дисков и катков сзади лап целесообразно в орудиях для предпосевной обработки.

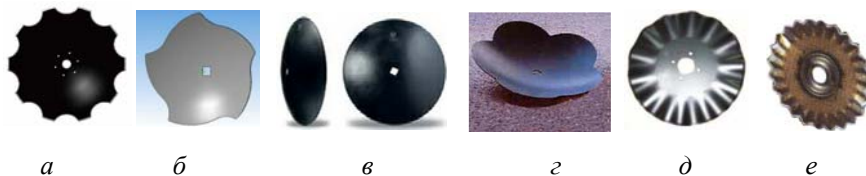
Между рядами стрельчатых, рыхлительных, чизельных или плоскорезных лап дисковые рабочие органы, как правило, не устанавливают, но такие конструкции тоже имеются: например, агрегат АМП-4 завода им. Медведова (Россия). Такое размещение рационально для обработки тяжелых почв.

Известны конструкции, в которых возможна смена мест установки на несущей раме дискового (впереди или сзади лап) и рыхлительного модулей.

Таким образом, в агрегатах, предназначенных для обработки уплотненных почв, рыхлительные рабочие органы целесообразно размещать перед дисковыми или между их рядами, а в агрегатах для обработки засоренных агрофонов, залежи с умеренной твердостью почвы (не выше 3,5 МПа – перед рыхлителями следует устанавливать дисковые рабочие органы для измельчения растительных остатков и предотвращения обволакивания ими стоек лап, а также для увеличения критической глубины).

Взаимное расположение дисковых рабочих органов.

В комбинированных агрегатах, как и в дисковых боронах, используют различные диски (рис. 2) диаметром от 450 до 900 мм, но чаще всего сферические вырезные диаметром 560-660 мм.



*а – сферический вырезной; б – с вырезом по логарифмической спирали;
в – гладкий сферический; г – зубчатый типа «Ромашка»;
д – волнистый (гофрированный); е – зубчатый гофрированный*

Рисунок 2 – Дисковые рабочие органы

В агрегатах с многодисковыми секциями их устанавливают, как правило, V-образно и передний ряд - чаще вершиной назад (агрегаты АПК, АПУ (ГНУ ВИМ, Россия) и др. При этом исключается забивание промежутка

между смежными секциями по оси агрегата, но на стыке смежных проходов могут формироваться гребни. Для предотвращения их образования по краям агрегата устанавливают диски, которые меньше отбрасывают почву, например, меньшего диаметра или зубчатые, или (и) боковые щитки, предотвращающие отбрасывание пласта за пределы обрабатываемого гона.

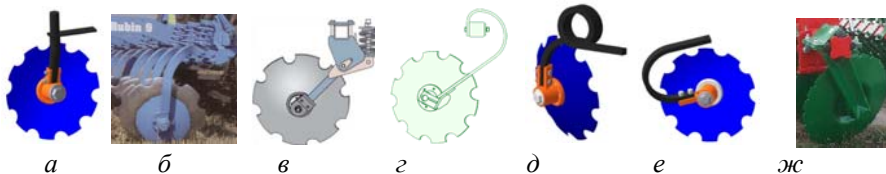
При установке дисковых секций V-образно вершиной вперед, по оси гона (агрегата) остается полоса, необработанная дисками. При обработке засоренных агрофонах повышенной влажности, даже при смещении по ходу смежных секций возможно забивание промежутка между дисками смежных секций, обращенными вогнутостью один к другому. Такой недостаток отмечался при работе агрегатов АКП-5 ПО «Одессапочвомаш».

При установке перед лапами многодисковых секций плоских или сферических дисков без угла атаки агрегат плохо заглубляется на неразрыхленных агрофонах из-за неудовлетворительного заглубления дисков. При этом диски затрудняют заглубление рыхлителей. Для обработки уплотненных почв такие агрегаты не эффективны, что показал, например, опыт использования агрегата АКВ-4 (ПО «Красный Аксай», Россия).

Секции больших сферических дисков, установленных без угла атаки сзади рыхлителей, работают как каток-паковщик: крошат глыбы и уплотняют разрыхленный слой. Глубокорыхлитель Helios SP компании Gregoire Besson (Франция) сзади лап содержит такой двухрядный дисковый каток. Его работа рациональна только на агрофонах с крупными глыбами после глубокорыхлителей. Для крошения слоя, разрыхленного лапами, сзади них без угла атаки размещают секции установленных с перекрытием самоочищающиеся гофрированных дисков, например в агрегате АПШ-6 (Россия), или наклонных зубчатых - в агрегате ПЩН-2,5 (ПРК-2,5) Калиновского РТП (Украина) [3]. Такое размещение допустимо для обработки агрофонов с небольшим количеством короткостебельных растительных остатков или без них. Ряды дисков на индивидуальных стойках или двухдисковых секций в составе агрегата работают также, как и в фронтальной дисковой бороне (дискователе). Интервал между дисками в ряду составляет 500-700 мм, причем для двухрядных борон обычно 500-600 мм. Расстояние между рядами 600-1000 мм (1300 мм в агрегатах АГК с двухдисковыми секциями ООО «Велес-Агро ЛТД», Украина). При большом диаметре дисков дистанция между рядами и интервал между ними в ряду большие, чем для дисков малого (460 или 510 мм) диаметра. В двухдисковых секциях агрегатов АДЛ (ГНУ ВИМ, Россия) или АГК (ООО «Велес-Агро») расстояние между дисками по оси секции около 260 мм.

Тип и регулировки дисковых секций. Однодисковые рабочие органы или двухдисковые секции на раме агрегата компактно размещают в поперечных рядах. Они не забиваются при обработке почвы повышенной влажности с пожнивными остатками. Диски устанавливают с углом 5-15° наклона (крена) в сторону их выпуклости. Диски на жестких стойках имеют механизм

регулировки угла атаки от 0 до 30°. Наиболее приспособлены к работе в экстремальных условиях диски или двухдисковые секции, выглубляющиеся при перегрузках, установленные на подпружиненных или пружинных стойках (рис. 1, б-е) или закрепленные на раме с использованием эластичных элементов (резиновых амортизаторов, рис. 2, ж). Последние, как правило, не имеют регулировки угла атаки, хотя решение выполнено компанией Unia.



а – жесткая; б, в – подпружиненные; г – пластинчато-пружинная; д – С-образная упругая; е – пружинная, ж – стойка на амортизаторе

Рисунок 2 – Варианты стоек дисков

Установка дисков на жестких стойках, закрепленных жестко (рис. 2,а), для широкозахватных агрегатов нецелесообразна из-за высокой вероятности их поломок при встрече в почве с камнями (неразрушаемыми включениями).

Достоинством двухдисковых секций является то, что для них требуется в два раза меньше подшипниковых узлов, стоек и предохранительных устройств, чем для дисков на индивидуальных стойках (поводках) [4]. Изношенный большой диск можно проточить до размера меньшего и использовать повторно. В ряду двухдисковыми секциями диски размещаются со смещением по ходу, что уменьшает их забиваемость. Агрегаты с двухдисковыми секциями могут содержать различные глубокорыхлители и лапы на разных стойках и поэтому могут выполнять различные агроприемы обработки почвы: ресурсосберегающей основной, предпосевной и совмещенной основной и предпосевной.

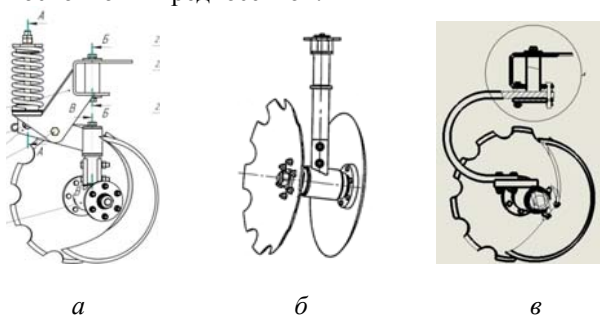


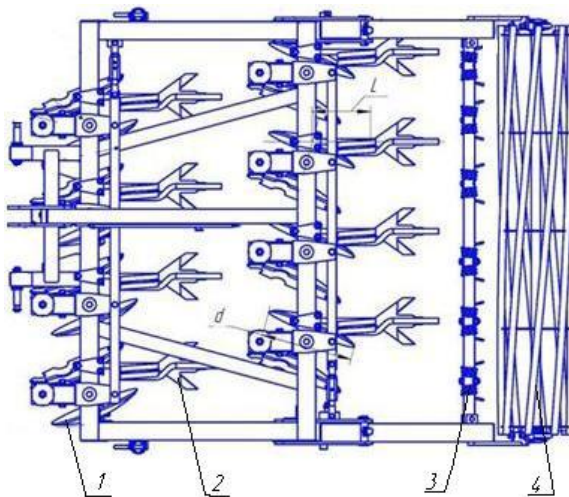
Рисунок 3 – Двухдисковые секции агрегатов АДЛ со стойками: подпружиненной (а), жесткой (б) и упругой С-образной (в).

В двухдисковых секциях обычно используют пару дисков, отличающихся диаметром на 50 мм: в агрегатах АДЛ и АДЧ (ВИМ) – 560 и 510 мм, 560 и 610 мм, в модификациях агрегатов Mars long и Ares компании Unia (Польша) – 660 и 610 мм, 710 и 760 мм. При этом угол крена дисков 5-6°.

Угол атаки двухдисковых секций, как правило, не регулируется, и он составляет 12-20°. Однако в агрегатах АДЛ и АДЧ (ГНУ ВИМ) такая регулировка угла атаки (16-28°) имеется для секций с различными стойками, в том числе впервые – с подпружиненными (рис. 3). При установке минимального угла они не забиваются на засоренных увлажненных агрофонах, а при максимальном – хорошо заглубляются при обработке уплотненной почвы.

Взаимное расположение рыхлительных рабочих органов.

Рыхлительные рабочие органы в дисколаповых агрегатах устанавливаются так же, как и в рыхлительных орудиях. Однако возможно особое размещение стоек лап относительно дисков. Например, в агрегатах АДЛ-2К и АДЛ-3К (ГНУ ВИМ, рис. 4) с целью обеспечения надежного предотвращения обволакивания стоек лап растительными остатками и улучшения компактности агрегата за счет приближения лап к дискам, нижняя часть каждой пружинной стойки лапы размещена по следу диска перед ней, при этом стойки закреплены на тех же балках, что и двухдисковые секции с регулируемым углом атаки.



1 – подпружиненная двухдисковая секция, 2 – лапа с пружинной стойкой;
3 – балка с пружинными боронками; 4 – каток

**Рисунок 4 – Схема размещения пружинных стоек лап и дисков
в агрегате АДЛ-2К**

В агрегатах могут быть лапы одного типа, лапы со сменными рабочими элементами, сменные лапы со стойками. Общим требованием к размещению

рядов лап и лап в каждом ряду является обеспечение их работы без технологических отказов и с минимальным тяговым сопротивлением. При использовании в агрегате двух типов рыхлителей, для разной глубины обработки, например чизельных и стрельчатых лап или плоскорезных лап и щелерезов предпочтительнее их установить сзади дисков и лапы для меньшей глубины обработки – в первом ряду. При этом увеличивается сечение пласта, разрыхленного глубокорыхлящими органами ниже глубины хода стрельчатых или плоскорезных лап, и уменьшается нагрузка на глубокорыхлители. В то же время, в верхнем слое почвы по следу их стоек могут появиться крупные глыбы и ухудшиться выравненность микрорельефа, что ухудшит качество работы катков: они могут забиваться и неравномерно уплотнять почву по ширине гона.

Применение сменных рыхлительных органов и их сменных долот и лап разной ширины захвата повышает приспособленность машин к выполнению различных агротехнологических требований по глубине, объему рыхления и качеству крошения. Например, в агрегате John Deere 512 для глубокорыхлителей предусмотрено семь разных долот и лап шириной захвата от 57 до 254 мм. Разработанные нами комбинированные агрегаты АПК имеют модификации, содержащие плоскорезные лапы, чизельные лапы или долота, а также щелерезы, установленные сзади плоскорезных лап. На рыхлительном модуле дисколаповых агрегатов АДЛ и дискочизельных АДЧ (ВИМ), наряду со сменными двухдисковыми секциями могут быть установлены лапы на жестких или пружинных стойках и чизельные лапы или долота (рис. 4) [5].

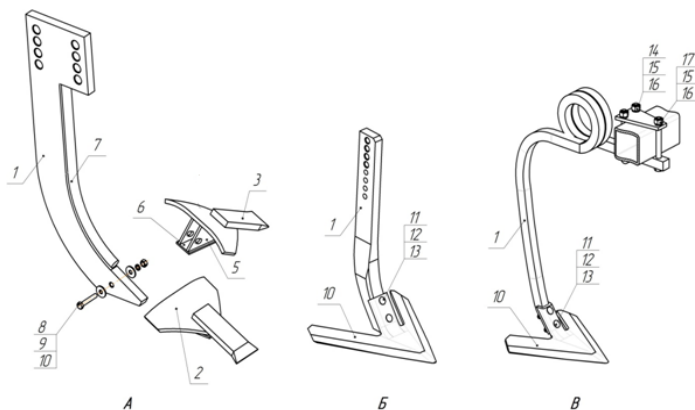


Рисунок 5 – Сменные лапы агрегатов АДЛ и АДЧ: чизельная (А) и стрельчатая(Б) с жесткой стойкой и стрельчатая (В) с пружинной стойкой.

При работе с чизелями эти агрегаты могут обрабатывать уплотненную залежь, с чизелями или (и) стрельчатыми лапами на жестких стойках – выполнять зяблевую обработку, с лапами на пружинных или жестких стойках – предпосевную, а при комплектации подпружиненными двухдисковыми

секциями и лапами с пружинными стойками – обрабатывать почву, засоренную камнями.

Применение сменных рыхлителей позволяет в 1,5-2 раза повысить годовую загрузку таких агрегатов и сокращает потребность хозяйств в почвообрабатывающих машинах различного назначения.

Приспособления для дополнительной обработки почвы, размещенные сзади дисковых и рыхлительных органов, завершают процесс ее обработки. Катки выравнивают, крошат и уплотняют разрыхленный слой и иногда являются опорными устройствами для регулировки глубины обработки. В агрегатах с глубокорыхлителями, имеющими высокую заглубляющую реакцию, ряд планчатых или трубчатых катков не обеспечивает устойчивость глубины рыхления. Двухрядные катки могут содержать барабаны разного типа. Например планчато-зубчатый – для крошения и трубчатый – для уплотнения почвы. Некоторые конструкции содержат 3-6 типов сменных катков, что повышает приспособленность агрегатов к условиям работы и требованиям качества обработки. Для агрегатов со сменными рыхлительными органами наличие сменных катков весьма актуально.

Бороны ножевые, зубовые выравнивают микрорельеф, крошат верхний слой почвы и могут из него на поверхность поля извлекать растительные остатки, мульчу, повышая этим ее ветроустойчивость.

Выравниватели, в зависимости от их типа, разравнивают борозды и гребни по следу отдельных рыхлительных рабочих органов или микрорельеф - по всей ширине захвата агрегата. При этом они могут устранять крупные межкомковые пустоты, что уменьшает вынос влаги из почвенного слоя.

В некоторых конструкциях рационально используют несколько типов приспособлений, например, катки и установленные перед ними выравниватели или бороны, разравнивающие высокие гребни и улучшающие условия работы катков.

Выводы. Для типичных почвенных условий работы дисколаповых агрегатов рационально размещение рыхлительных органов сзади дисковых, а для обработки плотных почв высокой твердости (выше 4 МПа) предпочтительнее установка глубокорыхлителей перед дисками или между их рядами.

Агрегаты со сменными дисковыми и рыхлительными рабочими органами и сменными адаптерами для дополнительной обработки почвы приспособлены к выполнению различных агроприемов обработки почвы в разных почвенных условиях, могут иметь большую годовую загрузку.

Агрегаты с подпружиненными двухдисковыми секциями с регулируемым углом атаки рекомендуется для более широкого применения, так как имеют ряд преимуществ перед конструкциями с дисками на индивидуальных стойках или многодисковыми секциями.

Литература

1. Жук А.Ф. Почвовлагодоберегающие агроприемы, технологии и комбинированные машины// -М.: ФГБНУ «Росинформагротех»,- 2012.
2. Жук А.Ф. Почвообрабатывающие дисколаповые агрегаты // Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідом. тематичний науковий збірник, вип. 97. Т. 1. –Глеваха: ННЦ ІМЕСГ. -2013. – С. 162-168.
3. Жук А.Ф. Кинематическое исследование и обоснование параметров секций с наклонными дисками// Техника в сельском хозяйстве. -2010 -№ 6.
4. Жук, А.Ф. Юнусов Г.С.Фронтальные бороны и комбинированные агрегаты с двухдисковыми секциями: инновационные решения// Проблема интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры сельского хозяйства и охраны окружающей среды: Монография . Фаленты-Варшава, институт технологических и естественных наук в Фалентах. 2012. –С. 286-291.
5. Жук А.Ф. Универсальная почвообрабатывающая машина //Пат. РФ на полезную модель № 121983 А 01 В 49/02, - 2012. Бюл. № 32.

Анотація

Наведено аналіз конструкцій ґрунтообробних агрегатів, що містять багатодискові і дводискові секції та диски на індивідуальних стояках, а також лапи на жорстких і пружинних стояках і глибокорозрихлювачі при їх різному розміщенні та різних параметрах. Дана оцінка їх пристосованості до виконання різних агроприємів обробітку ґрунту.

Summary

The analysis of tillage aggregates structures containing multi-disk and double disc sections and disks on individual tines and legs on hard and spring tines and subsoilers with different settings and parameters is presented. This assessment of their fitness to various ways of cultivating is given.