

УДК 631.313.6

РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ДИСКОВЫХ БОРОН И ЛУЩИЛЬНИКОВ

Трубилин Евгений Иванович
д.т.н., профессор

Сохт Казбек Аюбович
д.т.н., профессор

Коновалов Владимир Иванович
аспирант, Konovalov.V.I@mail.ru

Данюкова Оксана Владимировна
студент
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

В статье изложен анализ рабочих органов дисковых борон и луцильников. Приведены основные их типы и назначение. Особое внимание уделено особенностям оптимизации геометрических и режимных параметров сферических дисков в зависимости от почвенных условий

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, ДИСКОВОЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ОРУДИЕ, ПАРАМЕТР РАБОТЫ, АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

UDC 631.313.6

WORKING BODIES OF DISC HARROWS AND PLOW HARROW

Trubilin Evgeny Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor

Sokht Kazbek Ayubovich
Dr.Sci.Tech., professor

Konovalov Vladimir Ivanovich
postgraduate student, Konovalov.V.I@mail.ru

Danyukova Oksana Vladimirovna
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

The article describes the performance analysis of disc harrows and harrows. The basic types and their purpose have been presented. Particular attention is paid to the peculiarities of optimization of geometrical and operational parameters of spherical disks, depending on soil conditions

Keywords: TILLAGE, DISK TILLAGE TOOLS, OPERATING PARAMETERS, AGRONOMIC REQUIREMENTS

Рабочие органы дисковых борон и луцильников в зависимости от назначения, условий работы, конструкции и формы поверхности делятся на отдельные группы.

По назначению дисковые почвообрабатывающие орудия бывают полевые, садовые и болотные. Полевые дисковые бороны предназначены для основной обработки почвы после уборки предшественника и разделки почвы после вспашки. В севооборотах с разрывом по срокам от уборки предшественника до последующей культуры применяют более легкие почвообрабатывающие орудия - дисковые луцильники для обработки почвы на небольшую глубину (4...6) см с целью сохранения влаги от испарения и получения провокационных всходов сорняков. Рабочие органы таких орудий характеризуются меньшим диаметром, меньшей нагрузкой на каждый диск, меньшим радиусом кривизны сферической поверхности диска, а также меньшим расстоянием между дисками в одном ряду по

сравнению с дисковыми боронами, что можно объяснить меньшим объемом почвы, перерабатываемым луцильниками. Самые распространенные дисковые почвообрабатывающие орудия – дисковые бороны снабжаются гладкими сферическими дисками со сплошным или вырезным лезвием, дисками конической формы и сферическими с гофрированной поверхностью на глубину погружения в почву. Гладкие сферические диски со сплошным лезвием увеличенного диаметра (550...700 мм) применяются при обработке почвы на глубину до 14 см и наличии на её поверхности крупнотельных пожнивных остатков. И наоборот диски меньшего диаметра - при луцении почвы на глубину 4...6 см и наличии на поверхности почвы легких пожнивных остатков, как например, измельченной соломы. Диски со сплошным лезвием наиболее полно перерезают пожвные остатки, но такие диски при определенных условиях (повышенная влажность и глубина обработки почвы) легче забиваются из-за явления протаскивания с потерей оборотов. Вырезные диски даже при относительно небольших диаметрах более надежно захватывают пожвные остатки и перерезают их или переступают через них, легче заглубляются в почву и более постоянно находятся в зацеплении с плотным дном борозды, что способствует сохранению оборотов диска, следовательно, и исключению явления протаскивания и забивания борон почвой и пожвными остатками. Форма и размеры вырезов дисков бывают разные в зависимости от условий работы. Диски с вырезами по периферии получили название «ромашка». Первые диски типа «ромашка» устанавливались на боронах батарейного типа БДТ-7, БДТ-3 и др. и имели вырезы трапецеидальной формы (рис. 1).

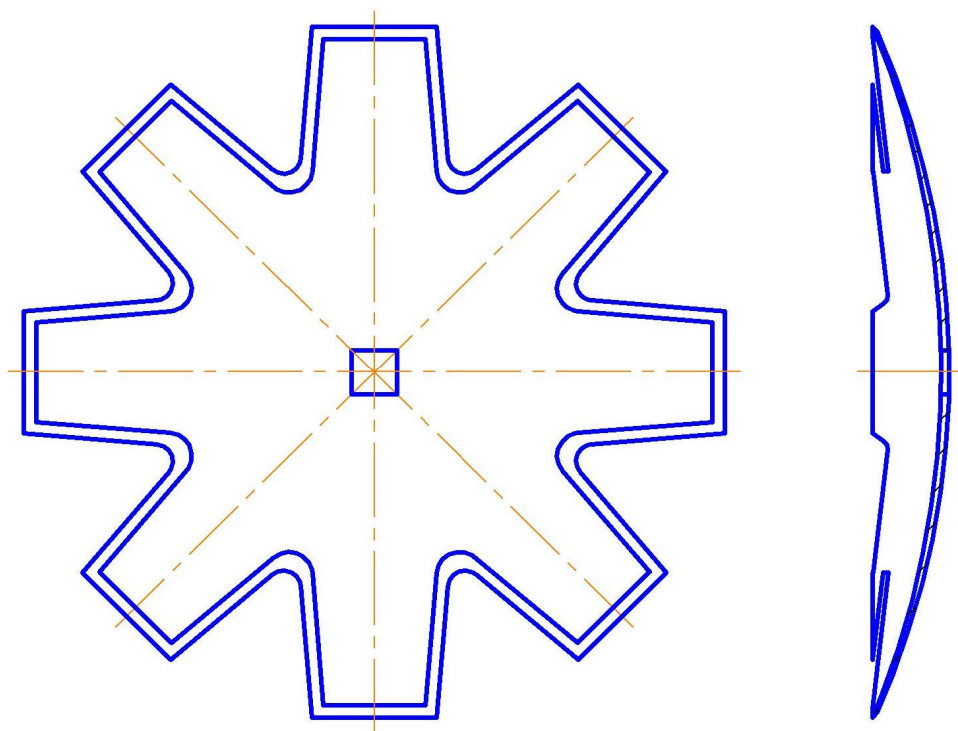
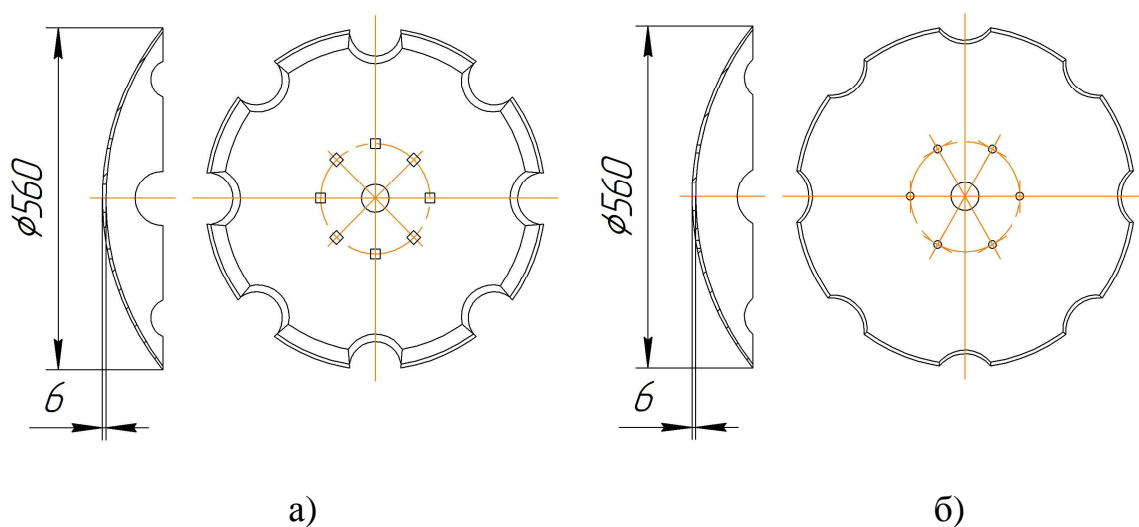


Рисунок 1. Диск бороны «ромашка» с трапециадальным вырезом

Впоследствии появились диски с вырезами полукруглой формы разных размеров (рис.2). Диски с вырезами большего размера с углублением в диск до 30...60 мм (рис.2 а) предназначены одновременно и для перерезания пожнивных остатков и для обеспечения более надежного сцепления с почвой. Диски же с вырезами радиусом до 30 мм (рис.2 б) в основном предназначены для обеспечения более надежного вращения диска.

В целях обеспечения более надежного вращения диска в соответствии с поступательной скоростью агрегата и перерезания крупноствельных пожнивных остатков (кукурузы, подсолнечника и др.) диски должны иметь ассиметричные вырезы, обеспечивающие резание со скольжением (рис. 3)[1]. Эти диски имеют вырезы, ориентированные в сторону центра диска, причем одна сторона выреза до его вершины выполнена радиально по прямой линии, другая часть выреза, сопрягаясь с радиусом диска, образует линию, обеспечивающую резание со скольжением пожнивных остатков, попадающих в вырез. Таким образом, наличие кон-

структивных элементов в виде вырезов диска позволяет захватить и зафиксировать стебель в почве, обеспечить резание пожнивных остатков.



а – диски с вырезами 30...60 мм; б - диск с вырезами до 30 мм

Рисунок 2. Диски с круглыми вырезами по периферии диска

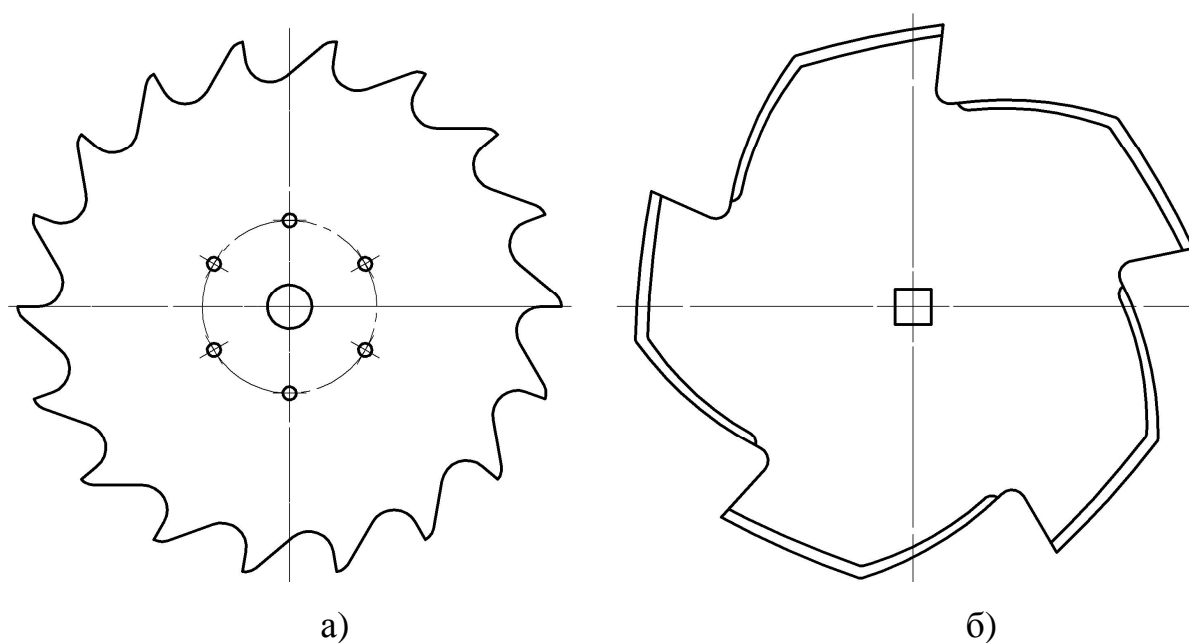


Рисунок 3. Диски для обработки почвы и измельчения крупностебельных пропашных культур и кустарниковых растений

С аналогичными вырезами диски большого диаметра «ФЛЕО-ФЛЕО» фирмы «Quivogne» (800...850 мм) (Рис. 3б) применяются

для обработки почвы на глубину до 20 см и измельчения грубостебельных пожнивных остатков и кустарниковых растений.

Интерес представляют диски конической формы (рис. 4). У конических дисков всегда сохраняется рабочий угол (угол наклона к горизонтали касательной к поверхности диска) при износе. Такие диски легко заглубляются в почву, но плохо крошат почву по мере увеличения глубины её обработки.

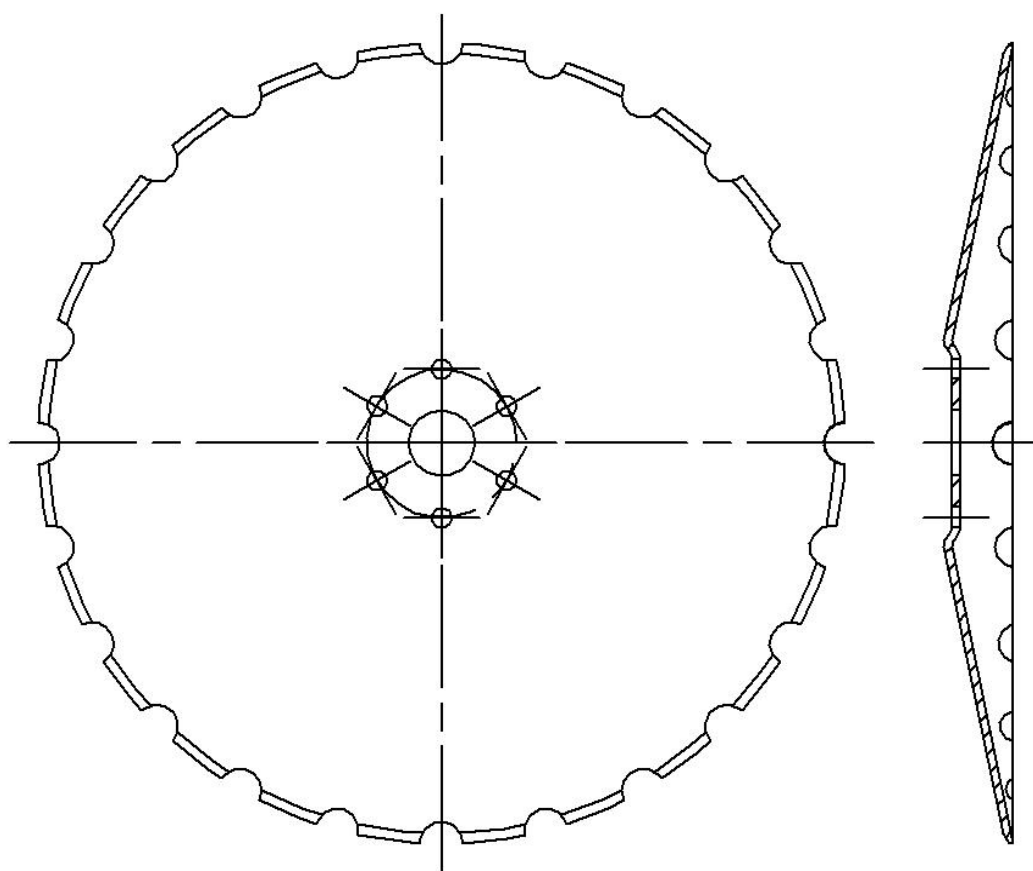


Рисунок 4. Диски конической формы

Поэтому конические диски в сочетании с другими рабочими органами с повышенными крошащими свойствами показывают хорошие результаты. Диски диаметром 430 мм широко применяются на дисковых боронах Carrier и в комбинированных агрегатах фирмы Vaderstad (Швеция), а также на боронах Qualidisk фирмы Kverneland Group диаметром 573 мм.

С целью более интенсивного измельчения пожнивных остатков, крошения почвы и их перемешивания некоторые зарубежные фирмы применяют на дисковых боронах сферические диски с рифленным лезвием (рис.5). Диски такого типа выпускают фирмы Krause и Kuhn и под названием А-диски (фирма Bednar Strom).

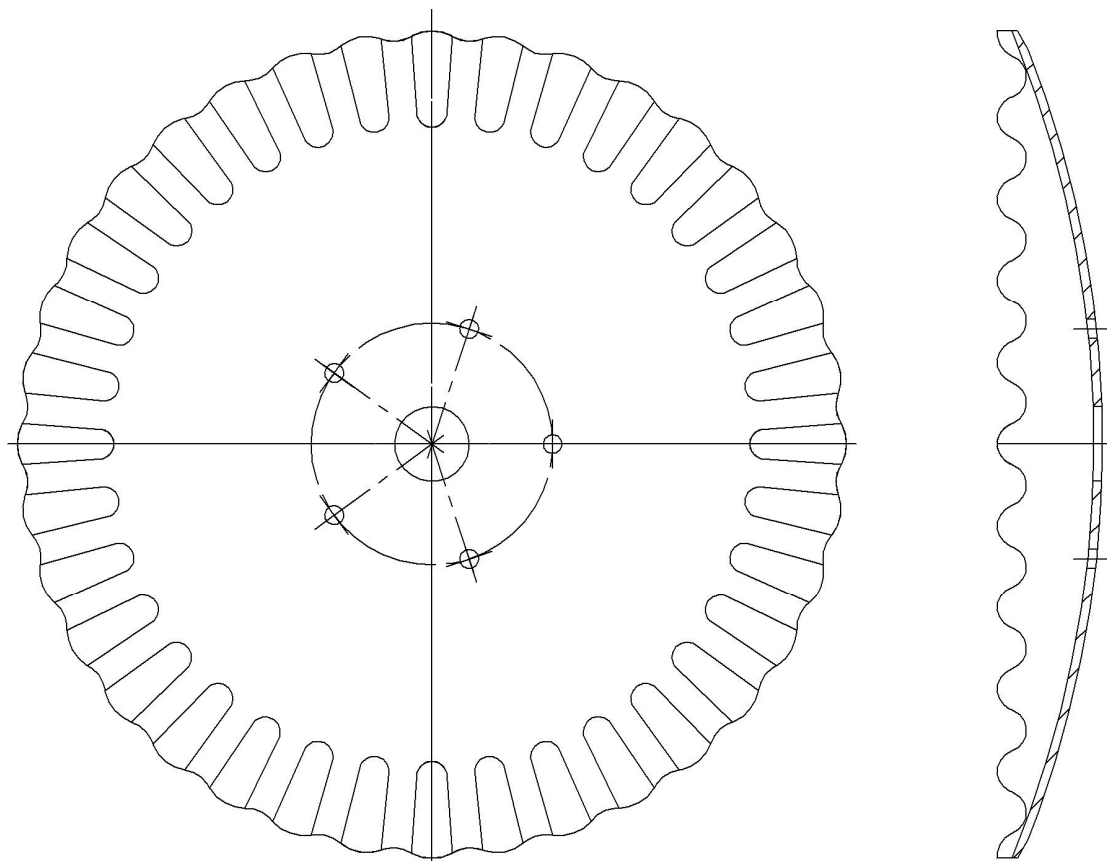


Рисунок 5. Сферические диски с рифленным лезвием

Известна также и отечественная разработка (рис.6) сферического дискового рабочего органа, периферийная часть поверхности которого выполнена волнистой для обеспечения плавно повторяющихся изменений угла атаки от его исходного значения [2]. Волна диска, начиная с режущей кромки, выполнена убывающей к центру диска с переходом в сферу. Обработка таким рабочим органом должна обеспечить повышение качества обработки почвы при снижении энергоемкости.

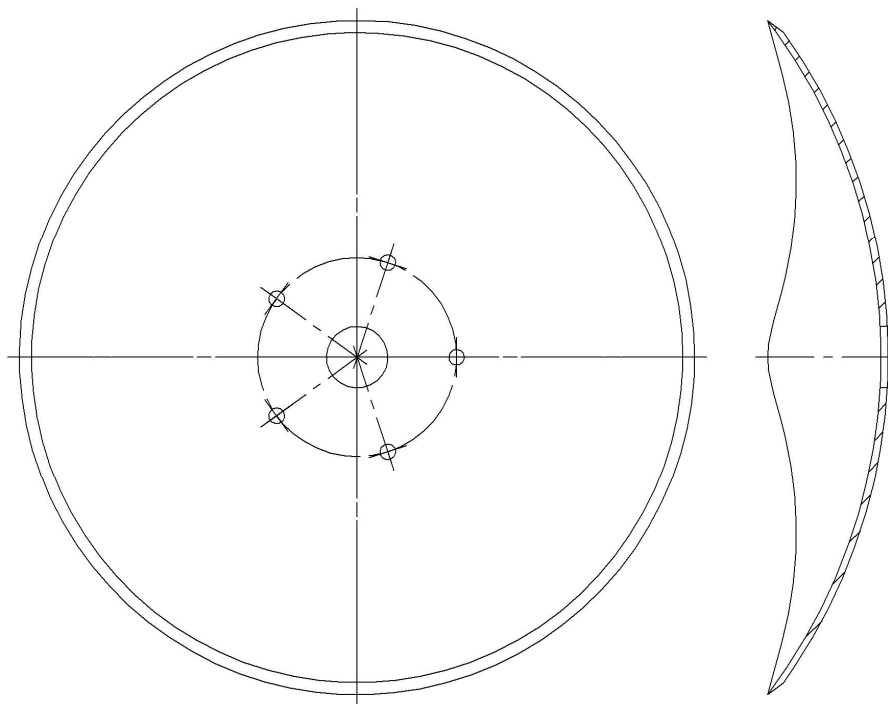
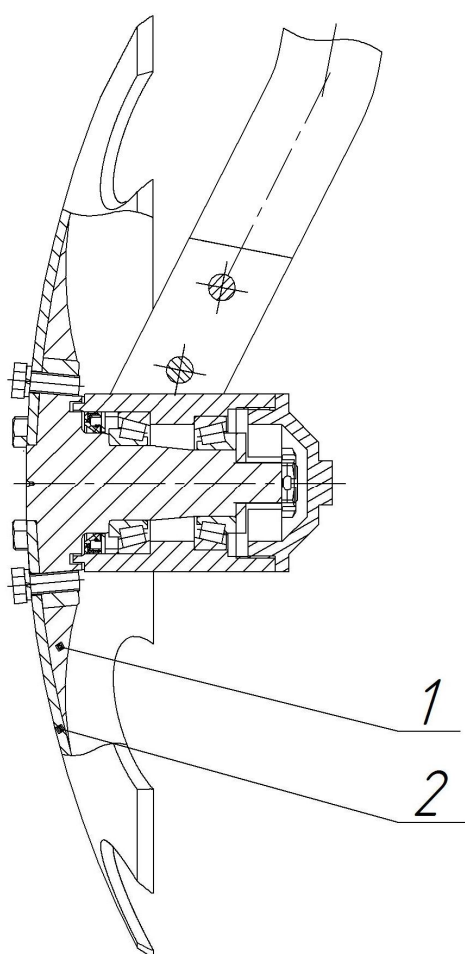


Рисунок 6. Сферический диск с изменяющимся углом атаки

Общим недостатком всех сферических дисков является образование затылочного давления на лезвие при наружной заточке и выпуклую внешнюю сферу, особенно на малых и средних углах атаки, что является одной из причин нарушения курсовой устойчивости дисковой борона. В целях устранения этого недостатка предлагаются дисковые рабочие органы с более сложной внешней и внутренней поверхностью. При увеличении кривизны диска, т. е. уменьшении радиуса сферы почва лучше крошится и интенсивней перемешивается с измельченными пожнивными остатками. Однако при этом заглубляемость ухудшается, снижается технологическая надежность. Увеличение же внутреннего радиуса сферы хотя и повышает заглубляемость, но снижается крошение почвы. Желание совместить в одном диске все необходимые параметры - хорошее заглубление, повышенная степень крошения почвы и устойчивость диска, привело к необходимости разработки нового диска с изменяющимся радиусом сферы от лезвия диска к его центру (рис. 7) [4]. У такого диска периферийная часть сферы диска на

участке максимального заглубления диска в почву выполнена по большому радиусу, а далее к центру уменьшается по спирали Архимеда или другому закону с плавным уменьшением радиуса. В центральной части диска предусмотрена площадка для крепления диска к корпусу подшипникового узла. Кольцо 1 в сопряжении с внутренней поверхностью сферы диска 2 обеспечивает получение новой поверхности, которая представляет собой кольцевой криволинейный желоб вокруг подшипникового узла при его установке на внутренней сфере диска.



1 – кольцо; 2 – диск

Рисунок 7. Сферический диск с плавающим радиусом кривизны

Этот кольцевой желоб в зависимости от высоты кольца и формы его сечения обеспечивает новую траекторию оборота пласта с уменьшающимся радиусом кривизны и повышение крошения почвы. Кольцо 1 сменное и

может быть подобрано в зависимости от типа почвы и ее состояния. Получение формы внутренней поверхности диска может иметь различное конструктивное исполнение.

К основным технологическим параметрам рабочих органов дисковых борон и луцильников, обеспечивающим качество обработки почвы в соответствии с исходными требованиями, высокую технологическую надежность и эффективность относятся диаметр диска D и радиус кривизны сферы диска R . От значения этих параметров зависят многие технологические показатели работы дисковых борон и луцильников: качество крошения почвы, заглубляемость, измельчение и заделка пожнивных остатков, технологическая надежность, ширина захвата диска. Порядок расчета параметров дисков зависит от физико-механических свойств почвы, предшественников, способа их уборки, которые определяют условия работы, технологии подготовки почвы под последующую культуру, определяющей исходные агротехнические требования, а также от технологической схемы борон и луцильников.

В зависимости от условий работы и исходных требований определяются первоочередные требования к качественным и эксплуатационным показателям работы орудия. С учетом этих требований выбирают диапазон значений параметров дисков, которые корректируются при рассмотрении других показателей. В научной литературе встречается большое количество аналитических зависимостей значений параметров дисков и их ориентации в почве от показателей, характеризующих условия работы, сопровождаемые экспериментально подтвержденными данными. Но, к сожалению, в большинстве случаев эти результаты далеко не воспроизводятся на практике из-за постоянно изменяющихся условий работы. Это обстоятельство указывает на необходимость проведения экспериментальных исследований в самых разных условиях, вплоть до критических. В таких сложных объектах, как почва и исследованиях связанных с ней следует предпочтение

отдать экспериментальным работам. Теоретические же исследования должны при этом служить первоначальным ориентиром для выбора действующих на объект факторов и направления движения к оптимуму.

При возделывании озимых колосовых культур после поздно убираемым пропашным предшественникам по современной технологии основную обработку почвы проводят дисковыми боронами. При этом условия работы характеризуются часто повышенной твердостью почвы и наличием большого количества крупностебельных пожнивных остатков. После уборки зерновых колосовых культур обычно почва легко обрабатывается и пожнивные культуры не требуют дополнительного измельчения - условия работы дисковых борон и луцильников более легкие. В этом случае ранжировка показателей качества обработки почвы меняется. Совершенно другой подход потребуется для пересушенной или переувлажненной почвы. Чтобы не упустить рекомендуемые сроки посева, как весьма существенный фактор для будущего урожая, иногда приходится и в таких жестких условиях производить обработку почвы.

Однако, при любом состоянии поля, подлежащем обработке, следует в первую очередь рассмотреть вопрос технологической надежности, которая зависит от забивания почвой и пожнивными остатками междискового пространства, когда невозможно продолжать работу. В силу конструктивных особенностей этот параметр является наиболее важным для дисковых борон батарейного типа. У этих борон междисковое расстояние на одной батарее составляет всего лишь 220 мм и все диски вращаются синхронно. Эти два обстоятельства являются причиной частого забивания этих борон. Поэтому для борон батарейного типа следует начинать решение проблемы оптимизации параметров диска с полного устранения забивания бороны почвой и пожнивными остатками. По этой причине многие производители прекратили выпуск борон батарейного типа, хотя они еще далеко не исчерпали свои возможности и имеют ряд преимуществ в сравнении с боро-

нами с фронтальным расположением дисков на раме в несколько рядов на индивидуальных стойках. При таком размещении рабочих органов междисковое расстояние увеличивается в 1,5...2 раза по сравнению с боронами батарейного типа. И в этих условиях отпадает проблема забивания почвой и пожнивными остатками междискового пространства. Крошение почвы дисковыми боронами и луцильниками зависит не только от почвенных условий, но и от параметров дисков их ориентации в почве и параметров размещения на раме. Почва, после отрыва от монолита поднимаясь по внутренней поверхности сферы диска, крошится от деформаций сжатия и изгиба. Чем меньше радиус сферы, т.е. больше ее кривизна, тем выше деформация почвы, а следовательно и крошение. Степень крошения почвы зависит также и от угла атаки дисков. Увеличение угла атаки дисков способствует повышению качества обработки почвы. Но чрезмерное увлечение этим параметром может приводить к забиванию борона почвой и пожнивными остатками. Это объясняется тем, что при увеличении угла атаки, в зависимости от условий работы, наблюдается протаскивание дисков без вращения, а также снижается проходимость почвенной массы в сужающемся пространстве между дисками.

Повышение скорости обработки почвы и увеличение кривизны дисков способствует лучшему перемешиванию пожнивных остатков с почвой. Но эти два фактора при этом снижают заглубляемость при одном и том же диаметре и увеличивают сопротивление почвы. Ранее в традиционных технологиях уборки и отвальной обработки почвы измельчению пожнивных остатков не уделялось внимания. Вся солома стаскивалась с поля и скирдовалась. При минимальной и почвосберегающей технологиях подготовки почвы при уборке практически всех основных культур одновременно с уборкой измельчается вся солома и остается решить вопрос заделать ее в почву при обработке дисковыми боронами или оставить для защиты почвы от эрозии и дефляции почвы при ее поверхностной обработке

плоскорезами. Поэтому проблема измельчения пожнивных остатков дисковыми орудиями практически сегодня перекочевала в область уборки сельскохозяйственных культур.

Подводя итоги вышеизложенному, следует заметить, что выбор параметров дисков для борон и луцильников требует комплексного подхода.

Несмотря на обилие различных типов дисковых рабочих органов, всё же наиболее распространенными остаются сферические диски. Классический расчет параметров таких дисков [5,6,7] не лишен недостатков, но и поныне остаются наиболее подходящей из предлагаемых теорий для прогнозирования геометрических параметров диска на первом этапе проектирования.

Все геометрические параметры сферических дисков взаимосвязаны и совместно определяют его качественные и энергетические показатели.

В связи с неоднородностью обрабатываемой среды - почвы, рекомендуемые значения всех параметров дисков имеют в основном интервальный характер. Последовательность определения параметров дисков при различных схемах их размещения отличается друг от друга. Если принять, что слабым звеном для однорядных или двухрядных дисковых борон и луцильников батарейного типа с синхронным вращением дисков является забиваемость междискового пространства, то следует сначала выбрать параметры, от которых зависит этот показатель. Известно, что забиваемость дисковых борон и луцильников зависит от физико-механических свойств почвы, ее влажности, наличия пожнивных остатков, диаметра диска, радиуса его сферы, междискового расстояния в батарее, глубины обработки почвы, и угла атаки дисков.

Как уже было отмечено, каждому сочетанию условий работы соответствуют свои оптимальные параметры дисков. Однако большую часть параметров невозможно регулировать в зависимости от складывающихся

текущих условий. К ним нужно отнести такие параметры, как диаметр диска, его радиус сферы и углы заточки. Угол атаки диска и глубину обработки почвы следует отнести к регулируемым параметрам. С учетом изложенной структуры факторов, определяющих забиваемость борон и луцильников, следует провести предварительные исследования при самом сложном сочетании условий работы. Базовый уровень диаметра диска можно принять на основе предварительных расчетов.

Для дисковых борон батарейного типа в первую очередь определяют диаметр диска из соотношения [5]:

$$D=ka. \quad (1)$$

где a – глубина обработки почвы мм;

k – коэффициент определяемый условиями работы.

Коэффициент k для дисковых борон рекомендуется в пределах 4...6, для луцильников - 5...6. Чем опаснее возможность забивания почвой междискового пространства (повышенная влажность почвы, глубина обработки почвы, количество пожнивных остатков на поверхности почвы, увеличенный угол атаки, почвы с повышенной липкостью), тем больше выбирают коэффициент k . На забиваемость борон и луцильников кроме диаметра диска влияет также и междисковое расстояние в батареях, которое определяется в зависимости только от глубины обработки почвы, которое определяется по выражению:

$$b \geq 1,5a \quad (2)$$

где b – междисковое расстояние, мм;

Междисковое расстояние для борон батарейного типа определяется из выражения:

$$b = 2\sqrt{h_n(D - h_n)\operatorname{tga}}, \quad (3)$$

где h_n - допустимая глубина гребней на дне борозды по исходным требованиям.

У дисковых борон и луцильников диаметр диска D и его радиус кривизны внутренней сферы R связаны между собой соотношением [5,7]:

$$R = \frac{D}{2\sin j}, \quad (4)$$

где φ – половина угла при вершине сектора OAB (рис.8).

В сечении диска (рис.8) в вертикальном положении плоскостью, проходящей через ось вращения, при известном значении диаметра диска D можно рассчитать радиус кривизны по выражению (4) при $j = w - e - i$ имея ввиду, что задний угол отрицательный.

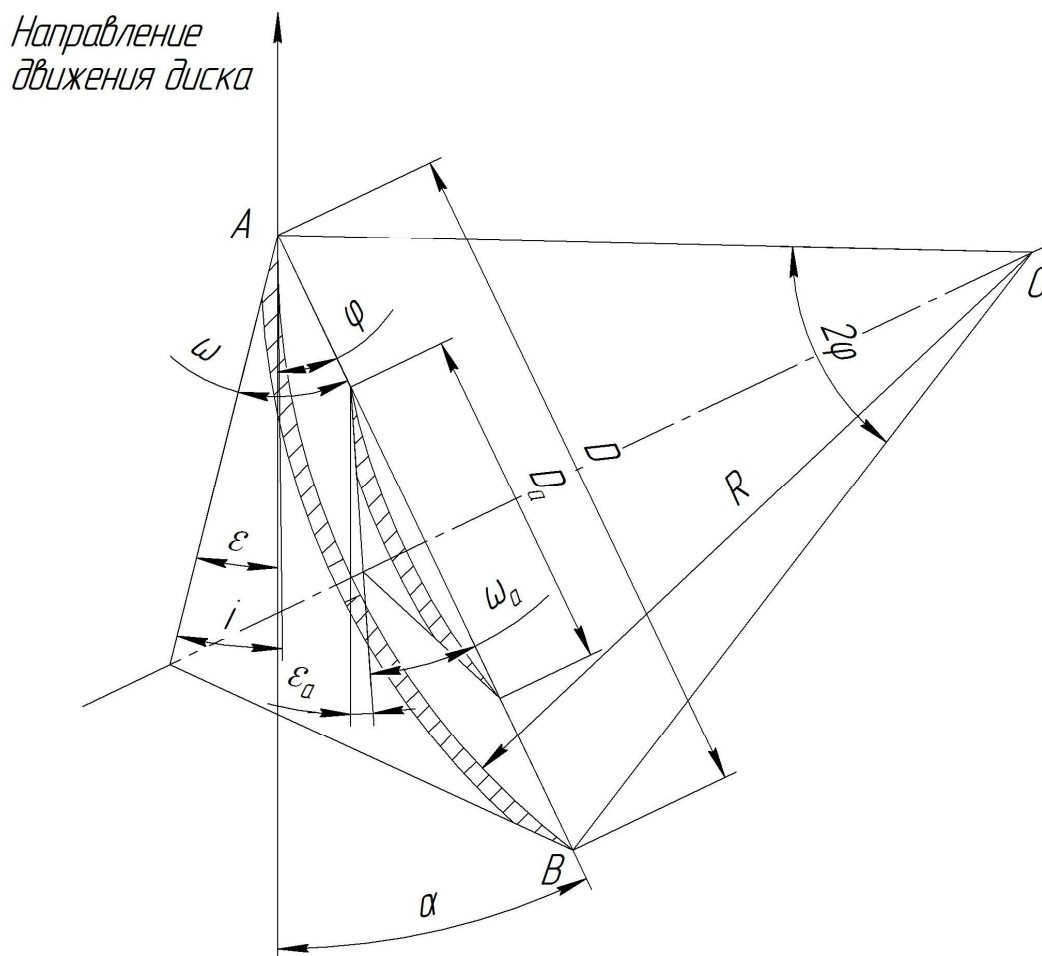


Рисунок 8. Элементы геометрии сферического диска

При положительном заднем угле ε

$$j = w - e - i,$$

где i - угол заострения (угол между перпендикуляром к радиусу сферы в точках А или В и проекцией плоскости лезвия, рекомендуется принимать в пределах $12^\circ \dots 25^\circ$).

Однако это сечение не является рабочим. Поэтому рассмотрим сечение диска на уровне почвы при заглублении на максимально планируемую глубину a . Для этого сечения угол атаки α равен:

$$a = w_a + e_a \quad (5)$$

В данном выражении угол ε_a должен быть больше 0° , чтобы исключить явление затылочного давления. Поэтому рекомендуется угол ε_a принимать в пределах $3^\circ \dots 5^\circ$. По принятым значениям α и ε_a находим угол образующей конуса в сечении на высоте a от дна борозды ω_a .

$$w_a = a - e_a \quad (6)$$

И тогда, учитывая, что [8]

$$\operatorname{tg} w_a = \frac{D_a}{D \operatorname{tg} w}, \quad (7)$$

где D_a - диаметр сечения диска на уровне его заглубления a , мм;

$$D_a = 2D \sqrt{\frac{a}{D} \left(1 - \frac{a}{D}\right)},$$

Далее, определив ω из выражения (7), определяем угол φ при вершине сектора по выражению (4), т.е.

$$R = \frac{D}{2 \sin(w - j)}, \quad (8)$$

Для дисковых борон нового поколения с индивидуальным креплением каждого рабочего органа к раме и их фронтальным расположением в несколько рядов в отличие от дисковых орудий с батарейным расположением дисков заклинивание почвы между дисками практически не наблюдается. Это объясняется тем, что в этих орудиях в связи с размещением рабочих органов в 3 и 4 ряда возможность забивания междискового пространства маловероятна, так как расстояние между дисками в рядах в 1,5...2 раза больше, чем в боронах батарейного типа. А для дисковых луцильников вопрос заклинивания почвы между дисками не представляет опасности из-за небольшой глубины обработки почвы, а, следовательно, и небольшого

объема перерабатываемой почвы. Следовательно, для борон и луцильников с индивидуальным креплением дисков к раме нужно выбирать диаметр диска из других принципов. В этом случае главным показателем выступает способность диска перерезать пожнивные остатки. В любом случае диаметр диска следует выбирать минимально допустимым, так как от него зависит заглубляемость. При работе сферического невырезного диска возможны случаи, когда пожнивные остатки, например стержень кукурузы, выталкивается из угла, образуемого поверхностью поля и лезвием диска. Чтобы исключить такое явление необходимо увеличить диаметр диска [5]. Чтобы решить складывающуюся в выборе диаметра диска альтернативную обстановку, необходимо снова ставить эксперименты по выбору оптимального диаметра диска с учетом интересов заглубления и перерезания пожнивных остатков без их сгуживания перед бороной с учетом условий обработки почвы. Однако для установления области постановки опытов следует предварительно руководствоваться рекомендациями по диаметру дисков, выработанными ранее в условиях прежних технологий. Одновременно необходимо в этом же опыте определить расстояние между рядами дисков. При этом необходимо для каждого почвенного условия испытать диски разной конструкции: диски с гладким лезвием без вырезов, с вырезами различной конфигурации, в том числе с постоянным углом резания и др. Выбор остальных параметров дисков для борон и луцильников с индивидуальным креплением рабочих органов и орудий батарейного типа практически одинаковы.

И, наконец, выбор типа и параметров дисков, а также их размещение в обязательном порядке необходимо сопровождать испытанием в самых экстремальных почвенных условиях. Такие условия действительно редко бывают, но не следует забывать, что и в этих редких случаях необходимо подготовить почву и посеять следующую по севообороту культуру своевременно.

Угол атаки диска α , его угол наклона к вертикали β и скорость обработки почвы V имеют важное самостоятельное значение в повышении многих качественных и технико-экономических показателей дисковых борон и луцильников.

При применении дисковых орудий ранее во всех рекомендациях отмечали скорость 6...7 км/ч как наиболее оптимальную. Однако тогда применяли дисковые орудия в основном только для разделки вспаханной почвы. В современных технологиях их применяют для основной обработки почвы. Результаты проведенных исследований показывают, что при повышении поступательной скорости сферических дисков значительно повышается и тяговое сопротивление [7]. Так, при $\alpha = 15^\circ$ повышении скорости от 5,8 до 10,8 км/ч, т.е. в 1,86 раза, вызывает рост тягового сопротивления дисков от 40 до 80 %, а при $\alpha = 30^\circ$ на 25...65 %. Это значит, что рост тягового сопротивления отстает от роста скорости. И уже даже по одному этому показателю есть смысл в повышении скорости обработки почвы на повышенных скоростях. Профессора Г.Н. Синеоков и И.М. Панов отмечают, что «с увеличением скорости движения трактора резко возрастает дальность отбрасывания дисками почвы, поэтому скорость движения дисковых плугов и луцильников не должна превышать 7 км/ч» [5]. Но и эта проблема уже решена на современных дисковых орудиях. На них устанавливаются отражатели почвенных комков, отрывающихся от дисков при работе на больших скоростях, которые не только препятствуют отбрасыванию почвы хаотично в разные стороны, но и еще, ударяясь об отражатель, дополнительно крошатся. Замечено также, что при обработке на повышенных скоростях степень крошения почвы повышается, снижаются технологические простои из-за забивания орудия.

Выбор угла атаки является ответственным этапом при разработке исходных данных для проектирования борон и луцильников. Диапазон регулирования угла атаки широк. Так, для дисковых луцильников он со-

ставляет 30...40°, у дисковых борон - не более 25°. На дисковых боронах зарубежного производства и некоторых отечественных моделях угол атаки не регулируется и составляет 18...20°. От угла атаки зависит не только степень крошения почвы, но и ширина захвата диска и степень перемешивания почвы и пожнивных остатков. Все эти показатели повышаются по мере увеличения угла атаки. Но в зависимости от геометрических параметров дисков при увеличении угла атаки снижается угловая скорость диска, начинается волочение и, как следствие, забивание междискового пространства почвой и пожнивными остатками. При обработке почвы вертикально стоящим диском почва воспринимает в основном деформации сдвига, поднимается на небольшую высоту, плохо перемешивается с пожнивными остатками и все это усиливается при обработке почвы на большую глубину плугом. Угол наклона дисков к вертикали ранее рекомендовали только для дисковых плугов. При наклоне диска облегчается подъем пласта и снижается тяговое сопротивление. Однако от борон и мульчировщиков с индивидуальным креплением рабочих органов при минимальной обработке почвы требуется перемешивать почву с пожнивными остатками, что невозможно выполнить без подъема пласта на большую высоту. И это требование может выполнить только наклоненный диск, на который легче поднимается подрезанный пласт почвы. Таким образом, при разработке исходных требований к дисковым рабочим органам и определении оптимальных параметров рабочих органов следует учесть не только условия их работы, но и тип бороны, так как от последнего зависит порядок решения поставленной задачи.

Литература

1. Сферический диск почвообрабатывающего орудия: пат. 69695U Рос. Федерация: МПК А01В 7/00. Сохт К.А., Кумсаров А.А., Кириченко А.К., Ежов В.А., Пестов Д.Ю.; Заявитель и патентообладатель ГНУ КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко; № 2007133134/22; заявл. 03.09.2007; опубл. 10. 01. 2008 Бюл.№1. (II ч.) 15 с.
2. Способ почвообработки и устройство для его осуществления: пат. 2375855С2 Рос. Федерация: МПК А01В 7/00, А01В 15/16, А01В 23/06. Ежов В.А., Сохт К.А., Кириченко А.К.; Заявитель и патентообладатель ГНУ КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко; № 2008108115/12; заявл. 03.03.2008; опубл. 20. 12. 2009 Бюл. №35.
3. Сельскохозяйственная техника: Кат., т. 1 «ТЕХНИКА ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА». — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 292 с. ISBN 5-7367-0547-8
4. Синеоков Г.Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М., Машиностроение, 1977. с. 380.
5. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. Часть вторая. М., Колос, 1968. с. 247.
6. Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. М., Машиностроение, 1983. с. 94.
7. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие орудия. М., Машиностроение, 1978. с.178
8. Турбин Б.Г., Лурье А.Б., Григорьев С.М., и др. Сельскохозяйственные машины. Теория, конструкция и расчет. М., Л., Издательство машиностроительной литературы, 1963. с. 306

References

1. Sfericheskiy disk pochvoobrabatyvajushhego orudija: pat. 69695U Ros. Federacija: MPK A01V 7/00. Soht K.A., Kumsarov A.A., Kirichenko A.K., Ezhov V.A., Pestov D.Ju.; Zajavitel' i patentoobladatel' GNU KNIISH im. P. P. Luk'janenko; № 2007133134/22; zajavl. 03.09.2007; opubl. 10. 01. 2008 Bjul.№1. (II ch.) 15 s.
2. Sposob pochvoobrabotki i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija: pat. 2375855S2 Ros. Federacija: MPK A01V 7/00, A01V 15/16, A01V 23/06. Ezhov V.A., Soht K.A., Ki-riченко A.K.; Zajavitel' i patentoobladatel' GNU KNIISH im. P. P. Luk'janenko; № 2008108115/12; zajavl. 03.03.2008; opubl. 20. 12. 2009 Bjul. №35.
3. Sel'skohozjajstvennaja tehnika: Kat., t. 1 «TEHNIKA DLJa RASTENIEVODSTVA». — M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2005. — 292 s. ISBN 5-7367-0547-8
4. Sineokov G.N., Panov I. M. Teorija i raschet pochvoobrabatyvajushhih mashin. M., Mashinostroenie, 1977. s. 380.
5. Sablikov M.V. Sel'skohozjajstvennye mashiny. Chast' vtoraja. M., Kolos, 1968. s. 247.
6. Kanarev F.M. Rotacionnye pochvoobrabatyvajushhie mashiny i orudija. M., Mashinostroenie, 1983. s. 94.
7. Strel'bickij V.F. Diskovye pochvoobrabatyvajushhie orudija. M., Mashinostroenie, 1978. s.178
8. Turbin B.G., Lur'e A.B., Grigor'ev S.M., i dr. Sel'skohozjajstvennye mashiny. Teorija, konstrukcija i raschet. M., L., Izdatel'stvo mashinostroitel'noj literatury, 1963. s. 306