

Обоснование параметров дисковой батареи культиватора для обработки почвы на склонах

С. В. Дорохин¹

Воронежская государственная лесотехническая академия

АННОТАЦИЯ

Обоснована конструкция дисковой батареи с дополнительными сферическими дисками, позволяющая повысить качество обработки почвы при уходе за лесными культурами на склонах.

Ключевые слова: агротехнический уход, дисковый культиватор, сферический диск.

SUMMARY

In this article is about the design of the disk battery with the additional spherical, allowing to raise quality of processing of ground at a maintenance of wood cultures on slopes.

Keywords: agrotechnical maintenance, disk cultivator, spherical disk.

Агротехнический уход при создании лесных культур на склонах до 12° является наиболее трудоемкой технологической операцией. Трудоемкость агротехнических уходов выражается в многократном воздействии на одну и ту же площадь в течение нескольких лет.

Основной целью ухода за лесными культурами являются сохранение влаги от испарения, уничтожение сорной растительности и почвенной корки, рыхление и выравнивание обработанной поверхности, измельчение комков почвы, т. е. создание благоприятных световых и почвенных условий для приживаемости и роста лесных культур.

Первый уход (рыхление почвы) за лесными насаждениями необходимо проводить сразу после окончания посадки из-за уплотнения почвы при производстве посадочных работ. При запаздывании с первыми уходами почва сильно уплотняется, происходит ее иссушение, следствием чего является низкая приживаемость и задержка роста культур [1]. Повторность уходов за почвой в году зависит от режима атмосферных осадков, степени уплотнения почвы и зарастания ее сорняками. Рекомендуется в первый год – 4 ухода, второй – 3, третий – 2, четвертый – 1 [2].

Анализ почвообрабатывающих машин, применяемых для междурядной обработки почвы на склонах, показал преимущества дисковых культиваторов перед лапчатыми. Сферические диски не забиваются расти-

тельными остатками, хорошо преодолевают различного рода препятствия, не залипают, полностью уничтожают сорняки и у них медленно изнашиваются рабочие органы.

Дисковые культиваторы являются симметричными орудиями. При работе поперек склона сила тяжести культиватора раскладывается на две составляющие и он представляет собой динамически неравновесную систему. Следствием этого является смещение культиватора вниз по склону и перекося его в поперечно-вертикальной плоскости.

Исследования, проведенные И. М. Бартевым, показали, что дисковые культиваторы равнинного назначения применимы для ухода за лесными культурами на склонах крутизной до 6-7°. На склонах большей крутизны культиватор сползает вниз по склону, что приводит к подрезанию ряда лесных культур. Для избежания этого приходится увеличивать ширину защитных зон почти в 2 раза [3].

Сползание орудия вниз по склону и перекося в поперечно-вертикальной плоскости приводят к снижению качества обработки почвы, особенно для дисковой батареи, оборачивающей почву вверх по склону, которая практически не разрыхляет пласты и не уничтожает сорную растительность. Взрыхленная полоса остается практически не обработанной.

Работа дисковой батареи заключается в последовательном обороте пластов почвы сферическими дисками. Крайний диск оборачивает почвенный пласт на необработанное поле, а остальные в борозду, образуемую впереди идущим диском. От работы крайнего диска будет зависеть качество обработки почвы всей дисковой батареи в целом. Если при подъеме пласта крайним диском произойдет его заваливание обратно в борозду, то это повлечет за собой заваливание пластов, вырезаемых последующими дисками.

Анализ конструкций дисковых почвообрабатывающих орудий и проведенных теоретических исследований позволил предположить о том, что если по краям дисковой батареи добавить дополнительные сферические диски меньшего диаметра, установленные на определенном расстоянии, то можно обеспечить достаточно качественное рыхление почвы и более полный процент уничтожения сорной растительности. Это достигается за счет снижения угла наползания пласта на крайний диск и приближения параметров оборота пласта к дискам, оборачивающим почву в открытую борозду.

На основании вышеизложенного предложена конструкция дисковой батареи (рис. 1). Дисковая батарея работает следующим образом. При работе культиватора методом седлания рядка дисковая батарея, установленная под углом атаки, вращается под действием реакции почвы в подшипниковых узлах. Дополнительный диск меньшего диаметра оборачивает почвенный пласт на необработанное поле и образует

¹ Автор – старший преподаватель кафедры механики лесного хозяйства и проектирования машин

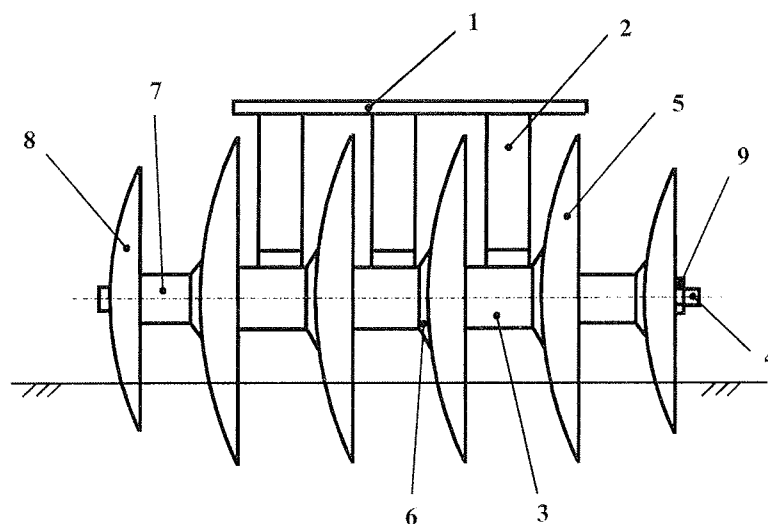


Рис. 1. Дисковая батарея культиватора:

1 – нижний лист; 2 – стойка; 3 – подшипниковый узел; 4 – вал; 5 – основной сферический диск; 6 – шпилька; 7 – втулка; 8 – дополнительный сферический диск; 9 – гайка

бороздку. Идущий за ним основной диск оборачивает пласт почвы уже в образовавшуюся бороздку. Это уменьшает угол наползания пласта на этот диск, улучшает рыхление и оборот пласта при отваливании его дисковой батареей вверх по склону. Остальные диски оборачивают почву в борозды, образуемые идущим впереди диском. Второй дополнительный диск рыхлит почву на меньшую глубину и располагается ближе к ряду культурных растений. Его применение сокращает ширину защитных зон за счет уменьшения глубины обработки, исключает повреждение боковых корней культурных растений, расположенных близко к поверхности почвы [4].

Основные геометрические параметры дополнительных сферических дисков выбирались исходя из условий работы и анализа исследований, посвященных обоснованию и компоновке рабочих органов дисковых почвообрабатывающих орудий [5,6,7].

Выбор глубины обработки дополнительных дисков базировался на исследованиях ширины защитных зон. В исследованиях изучался характер размещения корневых систем в верхнем пахотном слое почвы для различных древесных пород (сосны обыкновенной, дуба черешчатого, ясеня пушистого и березы бородавчатой). Методика раскопок принята стандартная [8]. Характер размещения боковых корней по минимальной глубине зависит от древесной породы. У сосны обыкновенной и березы бородавчатой боковые корни располагаются почти горизонтально. У дуба черешчатого и ясеня пушистого боковые корни располагаются под углом 20-40° к горизонту, и поэтому глубина расположения корней с удалением от ряда значительно возрастает.

Обработка с отваливанием почвы к рядам проводится в культурах ясеня и березы на второй год после по-

садки, а в культурах сосны или дуба лишь на третий. При этом более выгодно использовать диски возможно меньшего диаметра с минимальным углом атаки.

При установке дисков с отваливанием почвы от рядков проблема засыпания сеянцев отпадает. Однако в непосредственной близости к рядам будут располагаться передние кромки крайних дисков. Под действием вращательного движения возможно протаскивание на дно борозды и перерезание соприкасающихся с диском боковых ветвей. Поэтому расстановку дисков с отваливанием почвы от рядков выгодно применять лишь в 1-2-летних культурах, а также в более взрослых насаждениях древесных пород, имеющих узкую и высоко расположенную крону. Поэтому для сохранения боковых корней лесных культур глубину обработки для дополнительного диска необходимо принимать в пределах 6-8 см. С учетом конструкции диаметр дополнительного диска определяется исходя из его глубины обработки:

$$D_1 = D - 2(a - a_1), \quad (1)$$

где D_1 – диаметр дополнительного диска, см;
 D – диаметр основного диска, см;
 a – глубина обработки основным диском, см;
 a_1 – глубина обработки дополнительным диском, см.

При максимальной глубине обработки дисковой батареей, равной 12 см, и принятой средней глубине обработки дополнительного диска его диаметр составляет $D_1=410$ мм.

Радиус кривизны дополнительного диска определяется по стандартной методике исходя из условия максимальной разрыхляющей способности [5]. Поэтому

рекомендуется увеличивать радиус кривизны для культиваторов до $1,6D-1,9D$ [5]. Для дополнительного диска радиус кривизны равен $1,5D$.

При батарейном размещении дисков большую роль играет междисковое расстояние. Оно зависит от высоты гребня на дне борозды и угла атаки. Высота гребня находится в пределах $(0,7-0,9)a$ [5]. Увеличенное междисковое расстояние объясняется некоторым скалыванием гребней на практике. С учетом разной глубины обработки основным и дополнительным дисками для определения междискового расстояния необходимо учитывать глубину обработки этих дисков. Междисковое расстояние определяется:

$$l = \sqrt{h(D-h)} + \sqrt{(h-a+a_1)(D-h-a+a_1)} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2)$$

где l – междисковое расстояние, см;
 h – высота гребня на дне борозды, см;
 α – угол атаки дисковой батареи.

С учетом выбранных параметров дополнительного сферического диска, максимальной глубины обработки основными дисками и угла атаки $\alpha=30^\circ$ расстояние между основным и дополнительным дисками составляет 152 мм. По конструктивным соображениям принимаем $l=155$ мм. Геометрические параметры основных дисков остаются без изменения, так как они вполне удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям.

Таким образом, произведено обоснование основных конструктивных параметров дополнительных сферических дисков в зависимости от основных дисков, позволяющее определить совместное расположение дисков в батарее.

Для наибольшей эффективности использования усовершенствованной дисковой батареи при работе на склонах необходимо дополнительное усовершенствование конструкции для обеспечения устойчивости культиватора в продольной и поперечно-вертикальной плоскостях (рис. 2). Исследования устойчивости дискового культиватора при движении поперек склона свидетельствуют о необходимости оборудования культиватора стабилизирующим устройством [9, 10].

Из обзора конструкций стабилизирующих устройств, повышающих устойчивость почвообрабатывающих орудий на склонах следует целесообразность применения опорных колес с ребрами. Они стабилизируют орудие в продольной плоскости за счет уравновешивания боковых сил, возникающих со стороны культиватора, реакцией почвы на боковую стенку реборды, в поперечно-вертикальной плоскости – за счет опорной поверхности колеса.

Основные конструктивные параметры опорных колес с ребрами выбирались с учетом условий работы и

анализа исследований, посвященных обоснованию и компоновке опорными колесами почвообрабатывающих машин [6, 7]. Из расчетов параметров опорных колес следует принимать ширину обода колеса в пределах 10-15 см, а диаметр колеса в пределах 45-55 см. Применение опорных колес снижает опрокидывающий момент от горизонтальной составляющей веса культиватора на 12-23% при глубине обработки $a=6-12$ см за счет перемещения точки опоры на нижнюю поверхность колеса.

Особенности работы дисковых культиваторов методом седлания рядков отличаются от работы сельскохозяйственных орудий. Для определения рациональной расстановки опорных колес надо учитывать не общую ширину захвата орудия, а ширину захвата дисковой батареи и междисковое расстояние, которое изменяется при установке ширины защитных зон.

С учетом специфических условий работы культиватора опорные колеса необходимо устанавливать всегда по центру дисковой батареи независимо от изменения ширины защитных зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханбеков И. И. Лесные культуры на горных склонах / И. И. Ханбеков. М.: Лесн. пром-сть, 1972. 144 с.
2. Сериков Ю. М. Механизация лесомелиоративных работ на склонах / Ю. М. Сериков, Г. А. Ларюхин, В. В. Чернышев. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 144 с.
3. Бартев И. М. Устойчивость дисковых орудий на поперечном склоне / И. М. Бартев // Механизация и электрификация горного земледелия и животноводства. 1968. № 2. С. 22-23.
4. Пат. на полезную модель 32356 РФ, МКИ³ А 01 В 7/00. Дисковая батарея культиватора / И. М. Бартев, С. В. Дорохин (РФ). - № 2003107743/20; Заявл. 25.03.2003; Оpubл. 20.09.2003, Бюл. № 26.
5. Нартов П. С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / С. П. Нартов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. 184 с.
6. Синеоков Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г. Н. Синеоков, И. М. Панов. М.: Машиностроение, 1977. 328 с.
7. Бартев И. М. Расчет и проектирование сельскохозяйственных машин: Учеб. пособие / И. М. Бартев. Воронеж, 2001. 262 с.
8. Нартов П. С. Механизация ухода за почвой в лесных культурах: Обзорн. информ. / П. С. Нартов. М.: ЦБНТИ лесн. хоз-ва, 1969. 43 с.
9. Гойденко А. А. Дисковые культиваторы на вырубках в горных условиях / А. А. Гойденко // Лесн. хоз-во. 1974. № 12. С. 47-49.
10. Бартев И. М. К вопросу устойчивости дисковых почвообрабатывающих орудий на склонах / И. М. Бартев, С. В. Дорохин // Мат. моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесн. комплекса: Межвуз. сб. науч. тр. Воронеж, 1999. Вып. 4. С. 284-286.

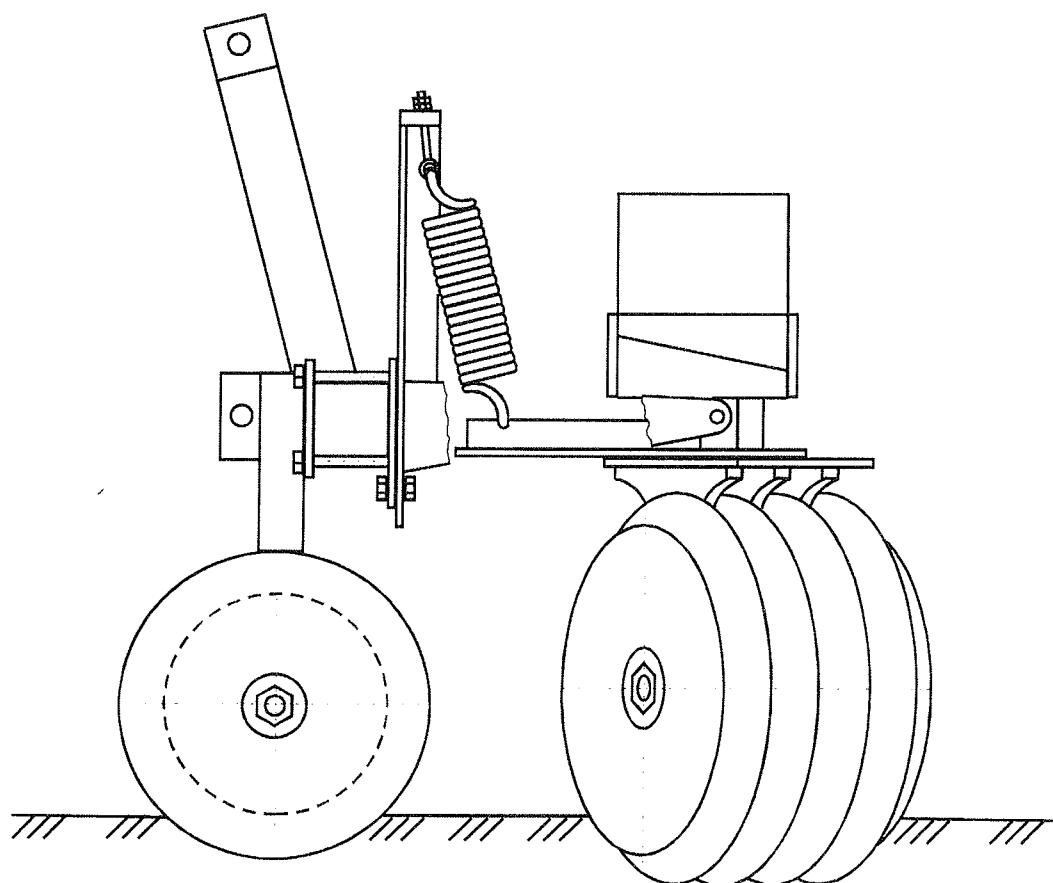


Рис. 2. Общий вид экспериментального образца дискового культиватора