

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ДИСКОВЫХ ОРУДИЙ

Гончаров Дмитрий Александрович

аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

E-mail: magistrdmitriy@gmail.com

Зимарин Сергей Викторович

к. т. н., доцент кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

E-mail: sezimarin@yandex.ru

Попиков Пётр Иванович

д. т. н., профессор, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Князев Александр Геннадьевич

аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

E-mail: Knjazv-sasha@rambler.ru

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF SAFETY DEVICES OF SOIL CULTIVATION DISK TOOLS

Goncharov Dmitry Alexandrovich

Postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

E-mail: magistrdmitriy@gmail.com

Zimarin Sergey Viktorovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Forestry Mechanization and Machine Design, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

E-mail: sezimarin@yandex.ru

Popikov Petr Ivanovich

Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences, Professor, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Knyazev Alexander Gennadyevich

Postgraduate student, Department of Foreign Languages, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

E-mail: Knjazv-sasha@rambler.ru

Аннотация. Использование дисковых орудий при обработке почвы является наиболее эффективным по сравнению с лемешными и в последнее время проводится много научных исследований. Совершенствование дисковых рабочих органов позволяет улучшить качество обработки почвы и оптимизировать конструктивные и тяговые особенности орудия.

Abstract. The use of disk implements in soil tillage is the most effective in comparison with plowshares and a lot of scientific research has been conducted recently. Improvement of disc working tools allows to improve the quality of soil tillage and optimize the design and traction features of the tool.

Ключевые слова: обработка почвы; дисковые орудия; вырубки; гидропривод, предохранительные устройства

Keywords: tillage, disk implements, clearcuts, hydraulic drive, safety devices

Обработка почвы в лесном хозяйстве — ответственный процесс, поскольку лесовосстановление происходит на участках, где раньше были рубки или произошли пожары.

К орудиям для обработки лесных почв предъявляются особые требования, поэтому при их создании увеличивают прочность за счёт повышения металлоёмкости. Для работы таких орудий нужны более мощные тракторы высокого тягового класса. Это снижает манёвренность и производительность техники. Кроме того, защитные механизмы орудий могут оказаться неэффективны при преодолении высоких препятствий. В.И. Посметьев и др. (2015) [1], В.И. Посметьев и В.А. Зеликов (2015) [2].

Главными недостатками небольшой эффективности у лесных почвообрабатывающих орудий (ЛПО) являются:

- Сложность в преодолении и устойчивости орудия при встрече с большими препятствиями;
- Для больших и металлоёмких ЛПО еще не изобретены хорошие защитные устройства;
- Должным образом не защищают от больших нагрузок при обратном движении дискового рабочего органа;
- высокая инерционность срабатывания предохранителей может привести к нежелательным перегрузкам;
- нет типовых конструкций предохранителей и унификации их узлов;
- Предохранители гидравлического типа имеют недостаток с изменениями температуры и утечки рабочей жидкости, связанной с недостаточно эффективными подвижными уплотнениями;
- Отсутствие систем восстановления и возврата части энергии;

В настоящее время имеется много патентов на предохранительные механизмы, но большая их часть используется в сельскохозяйственных орудиях (СПО) и такие механизмы защиты не используются в ЛПО, так как:

- Они не дают рабочему органу отходить на нужную высоту от дна борозды;
- Силовая характеристика рабочих органов либо «круто-восходящего», либо «падающего» типов, что неприемлемо для ЛПО, так как они обычно являются навесными орудиями и не имеют опорных колёс.
- Чаще всего в них не получается регулировать некоторые параметры рабочего органа;
- Из-за увеличенного веса и размера рабочих элементов лесных почвообрабатывающих орудий размещение таких предохранителей на них затруднительно,
- Из-за большого удельного сопротивления резанию лесных почв и значительного количества древесных включений в них, эти предохранители не могут надёжно удерживать рабочие органы лесных почвообрабатывающих орудий на заданной глубине обработки.

На рис. 1 представлены распространённые модели дискаторов, которые производятся отечественными и зарубежными компаниями. Эти орудия применяются на лесных и сельскохозяйственных территориях, где встречаются небольшие пни, валуны, крупные камни и корни.



Рисунок 1 – Пружинно-гидравлические предохранители рабочих органов дисковых орудий: а - навесного почвообрабатывающего агрегата ARES TWIX; б - полунавесного дискатора АГЛ-4; в - прицепной бороны БДТ-2,5*2; г - полунавесной бороны АГЛ-6; д - бороны с чизельной приставкой БДВП-4,2-0,1; е - мульчирующей бороны «Вектор» В-350»

В исследованиях С. В. Зимарина и других учёных [3], проведённых в 2014 году, рассматриваются способы увеличения эффективности лесных почвообрабатывающих орудий. Что бы этого достичь, нужно разрабатывать новые конструктивные особенности предохранителей.

Чаще всего для повышения эффективности используют следующие методы:

- устанавливают дополнительные отвалы;
- применяют гидропривод рабочих органов;
- применяют вибрацию дисков;

После проведения испытаний было установлено, что наиболее подходящими параметрами являются: угол атаки $\alpha = 45^\circ$, угол наклона относительно вертикали $\beta = 10^\circ$ и угол поворота крыла отвала $\theta = 6^\circ$. Для повышения эффективности работы можно использовать гидропривод рабочих органов и дополнительные отвалы, установленные на них.

В. Н. Трифонов [4] в своей работе подчеркивает, что в агропромышленном комплексе активно применяются агрегаты для комплексной механизации, среди которых преобладают почвообрабатывающие устройства с дисковыми элементами. Тем не менее, он выделяет ряд недостатков таких механизмов: они не всегда эффективно проникают в прочные почвы, редко обеспечивают необходимое дробление грунта и обычно связаны с повышенным тяговым сопротивлением.

Таким образом, создание колебательных дисковых устройств, призванных более продуктивно обрабатывать землю и гарантировать высококачественное выполнение

сельскохозяйственных операций при значительном уменьшении потребления энергии, является важной задачей для научных разработок.

В современное время разрабатываются различные методики, способные повысить эффективность функционирования дисковых рабочих органов. В их число входят вибрационные и импульсные подходы, которые способствуют увеличению результативности технологических операций. Одной из важных областей является создание вибрационных дисковых органов. Вибрационное воздействие способствует снижению наружных и внутренних сопротивлений в процессе обработки материалов или деталей механизмов. При воздействии вибрационной или ударной силы на грунт, внутри него формируются и движутся волны давления. Это вызывает разрушение слоистого грунта при напряжениях, меньших пороговой прочности при постоянных нагрузках. Если применить к земле не только стабильное давление, но и колебательные силы, устойчивость грунта к разрушению уменьшится. В итоге сопротивление трению дисковой рабочей части сократится, и её функционирование будет осуществляться более эффективно.

Р. В. Юдин, П. И. Попиков, А. Г. Князев и С. П. Поляков в своей статье рассмотрели применение плугов с дисковыми рабочими органами. [4] При использовании дополнительной пары дисков, черенкового ножа и рыхлительной лапы, повышается эффективность использования дисковых плугов, к примеру, так устроен плуг ПЛД-1,2, который применяется для естественного лесовосстановления. Так же данный плуг имеет предохранительный механизм на каждом рабочем органе, это дает ему более плавную работу.

В зарубежных странах применяют лесные дисковые плуги с активным приводом рабочих органов и вырезными дисками.

П. И. Жидких и В. И. Посметьев проводили анализ динамики предохранительных устройств при встрече с препятствием лесного культиватора КЛБ-1,7.

По итогам своих исследований они выявили положительные качества новой конструкции КЛБ-1,7, такие как: отказ от применения утяжелителей для лучше заглубления дисков, снижение неравномерности глубины обработки, в отличие от обычного культиватора примерно на 20-25%, и уменьшение нагрузок при проезде препятствий в 2 раза.

В Воронежском государственном лесотехническом университете (ВГЛТУ) были запатентованы новые конструкции комбинированных дисковых корпусов (патенты РФ № 2123774 и № 215701). В результате исследований, проведённых С. В. Зимариным, получены аналитические выражения, которые позволяют определить параметры крыла и груди отвала плуга. Он выявил самые благоприятные параметры отношения радиуса отверстия диска к его наружному радиусу, равное от 0,65 до 0,8.

С. В. Малюков, М. Н. Лысыч и Л. Д. Бухтояров провели анализ и выяснили, что при работе в различных условиях, необходимо устанавливать на раме агрегата используя предохранительные устройства. Необходимо учитывать количество пней, камней при моделировании и подборе дисковых рабочих органов. Для таких условий необходимо использовать:

- индивидуальные стойки для крепления рабочих органов;
- рабочие органы, которые могут позволить высокую эффективность и качество обработки.
- подходящие дисковые рабочие органы, подобранные под определённый рельеф местности;

Сегодня используются несколько видов дисков: вырезные, сплошные, составные, со съёмными ножами, с вырезами на режущей кромке, плоские, сферические и конические.

Для качественной обработки почвы на вырубках мы разработали лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов (рис. 2 и рис. 3). Он защищён патентом RU 2817851 С1. У него есть независимые задние секции, на которых закреплены вырезные диски. Эти секции приводятся в движение отдельными гидромоторами.

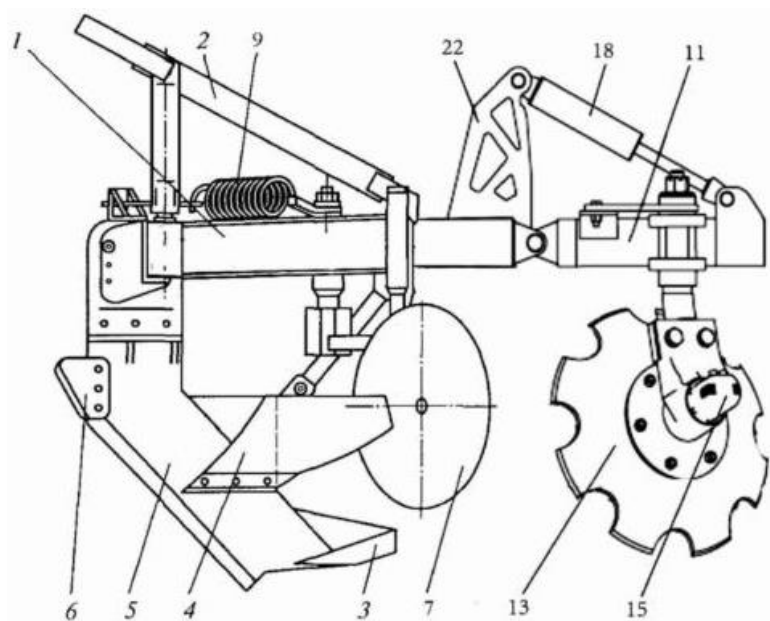


Рисунок 2 – Лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов, вид сбоку (RU 2817851 C1)

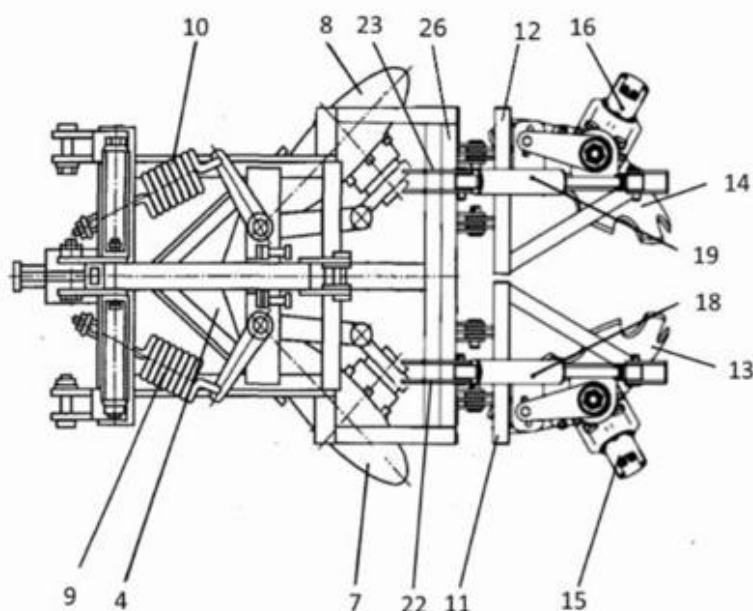


Рисунок 3 – Лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов, вид сверху (RU 2817851 C1)

При встрече с препятствием, например, с пнём или крупным корнем, передние дисковые корпуса (7 и 8) благодаря пружинным амортизаторам (9 и 10) поворачивают диски на нулевой угол. Благодаря этому они перекатываются через преграду с минимальным тяговым усилием и без повреждения дисков.

Благодаря шарнирному соединению независимых задних секций 11 и 12 с кронштейнами 22 и 23 задней рамы 26, а также при помощи предохранительно-догружающих устройств обеспечивается стабильное копирование рельефа местности вырезными дисками задних дисковых корпусов 13 и 14 в вертикальной плоскости. Кроме того, это способствует их устойчивому движению на установленной глубине обработки почвы. Если один из вырезных дисков задних дисковых корпусов 13 или 14 сталкивается с препятствием, например, с пнём или крупным корнем, независимая задняя секция 11 или 12 поворачивается вокруг шарнирного соединения с кронштейнами 22 или 23 задней рамы 26. В результате шток гидроцилиндра 18 или 19 перемещается вверх, вытесняя рабочую

жидкость в гидроаккумулятор 20. После того как вырезной диск заднего дискового корпуса 13 или 14 преодолевает препятствие, он возвращается в рабочее положение благодаря накопленной энергии в гидроаккумуляторе 20.

Когда гидроаккумулятор 20 разряжается или происходит утечка рабочей жидкости из гидроцилиндров 18 и 19, давление в гидроприводе предохранительно-догружающих устройств снижается. В таких случаях гидросистема трактора через кран 21 пополняет запас рабочей жидкости в гидроаккумуляторе 20 или компенсирует её потерю в гидроцилиндрах 18 и 19.

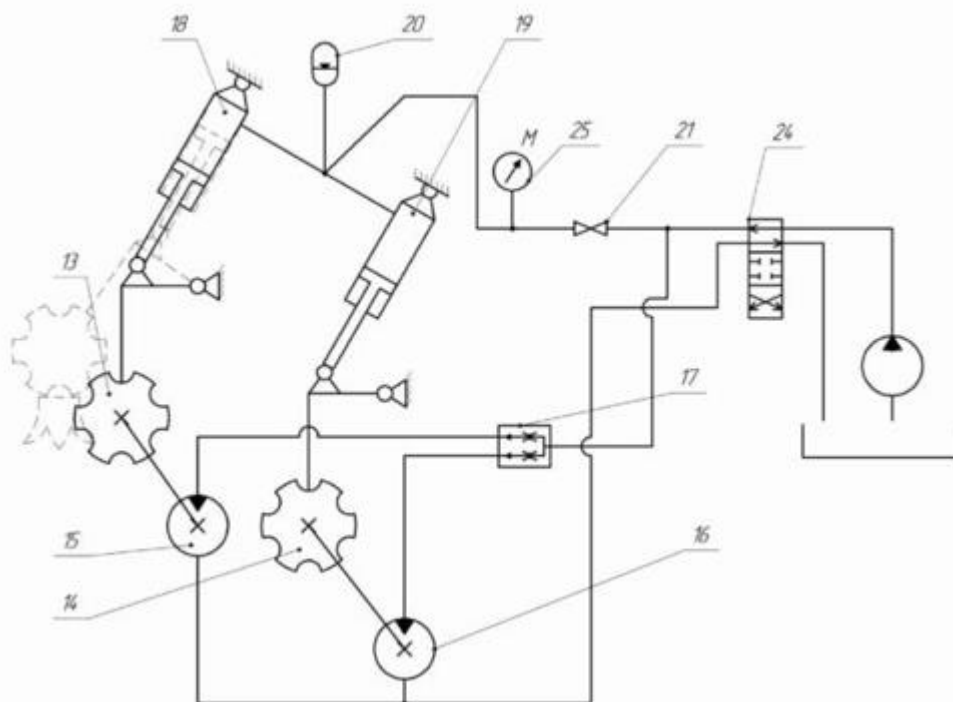


Рисунок 4 – Гидрокинематическая схема лесного дискового плуга с гидроприводом рабочих органов

Этот лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих частей обеспечивает качественную обработку почвы на вырубках, а также защищает задние диски при их контакте с препятствиями в виде пней или больших корней.

Список литературы

1. Посметьев В. И., Зеликов В. А., Латышева М. А., Посметьев В. В. Основные причины недостаточной эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов и пути ее повышения. Воронежский научно-технический Вестник. 2015; 3-3(13): 45-59. DOI: <https://doi.org/10.12737/14008>.
2. Посметьев, В. И., Зеликов В. А. Состояние и пути повышения эффективности почвообрабатывающих агрегатов при лесовосстановлении на вырубках. Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. 2015. – 236 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23558793>.
3. Зимарин, С. В., Попиков П. И., Сердюкова Н. А. Анализ способов повышения эффективности лесных дисковых почвообрабатывающих орудий на вырубках. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014; 2-2(7-2): 219-224. DOI: <https://doi.org/10.12737/3139>.
4. Трифонов, В. Н. Анализ конструкции дисковых почвообрабатывающих рабочих органов / В. Н. Трифонов, С. Н. Болтовский, А. С. Союнов // МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ НАУКИ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО

РАЗВИТИЯ: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Тюмень, 12 апреля 2018 года. – Тюмень: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2018. – С. 100-102. – EDN YVLENW.

5. Лесной дисковый плуг с гидроприводом рабочих органов: патент на изобретение RU 2817856 C1. Заявка №2023136335 / Драпалюк М.В., Попиков П.И., Князев А.Г., Поздняков Е.В., Гончаров Д.А.; заявл. 30.12.2023; опубл. 22.04.2023, Бюл. №12. 7 с.

References

1. Posmetyev V. I., Zelikov V. A., Latysheva M. A., Posmetyev V. V. V. Main reasons of insufficient efficiency of forest soil tillage aggregates and ways of its increase. Voronezh Scientific and Technical Bulletin. 2015; 3-3(13): 45-59. DOI: <https://doi.org/10.12737/14008>.
2. Posmetyev, V. I., Zelikov, V. A. State and ways to improve the efficiency of tillage aggregates during reforestation on clearcuts. Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov. G.F. Morozov. 2015. - 236 p. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23558793>.
3. Zimarin, S. V., Popikov P. I., Serdyukova N. A. Analysis of ways to improve the efficiency of forest disc tillage implements on clearings. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014; 2-2(7-2): 219-224. DOI: <https://doi.org/10.12737/3139>.
4. Trifonov, V. N. Analysis of the design of disc soil tillage working tools / V. N. Trifonov, S. N. Boltovsky, A. S. Soyunov // INTERNATIONAL SCIENCE as a FACTOR OF INNOVATION DEVELOPMENT: a collection of articles based on the results of the International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 12 April 2018. - Tyumen: Limited Liability Company 'Agency for International Studies', 2018. - P. 100-102. - EDN YVLENW.
5. Forest disc plough with hydraulic drive of working bodies: patent for invention RU 2817856 C1. Application №2023136335 / Drapalyuk M.V., Popikov P.I., Knyazev A.G., Pozdnyakov E.V., Goncharov D.A.; avt. 30.12.2023; published 22.04.2023, Bulletin No. 12. 7 p.