

Научная статья

УДК 630*232.427

EDN GKFLXC

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0639-2-30-37>

Модернизация процесса подготовки почвы для посадки лесных культур

Виктор Валерьевич Владимиров¹, студент магистратуры

Руслан Анатольевич Хахаев², аспирант

Вера Александровна Савченкова³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

^{1, 2, 3} Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Мытищинский филиал), Московская область, Мытищи, Россия

¹ vladimirovviktor@yandex.ru, ² xaxaev.ruslan@gmail.com,

³ v9651658826@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме автоматизации процесса лесовосстановления, решение которой направлено на улучшение состояния лесных участков после использования леса в рамках применения проектируемого роботизированного посадочного комплекса. Проведены комплексное авторское моделирование и модернизация конструкции роторатора, адаптированного для работы в автоматическом режиме.

Ключевые слова: роторатор, очистка лесного участка, лесные культуры, корчеватель пней

Для цитирования: Владимиров В. В., Хахаев Р. А., Савченкова В. А. Модернизация процесса подготовки почвы для посадки лесных культур // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы XIII междунар. конф. (Благовещенск, 26–27 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 30–37.

Original article

Modernization of the soil preparation process for planting forest crops

Viktor V. Vladimirov¹, Master's Degree Student

Ruslan A. Khakhaev², Postgraduate Student

Vera A. Savchenkova³, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

^{1, 2, 3} Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch)
Moscow region, Mytishchi, Russia

¹ vladimirovviktor@yandex.ru, ² xaxaev.ruslan@gmail.com,

³ v9651658826@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of automation of the reforestation process, the solution of which is aimed at improving the condition of forest areas after using the forest as part of the application of the projected robotic planting complex. Comprehensive author's modeling and modernization of the rotovator design adapted for automatic operation have been carried out.

Keywords: rotovator, clearing of a forest area, forest crops, stump uprooting

For citation: Vladimirov V. V., Khakhaev R. A., Savchenkova V. A. Modernization of the soil preparation process for planting forest crops. Proceedings from Protection and rational use of forest resources: XIII Mezhdunarodnaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 26–27 iyunya 2024 g.). (PP. 30–37), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Согласно приказу Минприроды России от 09.12.2014 № 545 «Об утверждении Методики оценки эффективности осуществления органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданных в соответствии со статьей 83 Лесного кодекса Российской Федерации полномочий Российской Федерации в области лесных отношений» и постановлению Правительства Российской Федерации от 06.03.2012 № 194 «Об утверждении критериев оценки эффективности деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации по осуществлению переданных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений», одним из ключевых критериев, характеризующих организацию и обеспечение воспроизводства лесов, расположенных на землях лесного фонда, является соотношение площади искусственного лесовосстановления и площади сплошных рубок лесных насаждений. Согласно утвержденной методике расчета эффективности, при равных значениях предпочтение отдается субъекту Российской Федерации, имеющему наибольшее значение индикатора «площадь искусственного лесовосстановления в гектарах», то есть чем больше площадь искусственного восстановления, тем эффективнее.

Мероприятия по искусственному восстановлению лесов являются очень трудозатратными. В настоящее время для создания лесных культур путем их посадки преимущественно используется меч Колесова. Уровень механизации

указанных мероприятий в стране очень низкий – ориентировочно до 25 % [1]. Автоматизация практически полностью отсутствует.

В соответствии с утвержденной методикой восстановления лесов выбираются специальные машины и инструменты для проведения запланированных работ (обработки почвы, посева семян, посадки сеянцев или рассады). Проблема применения роботизированного посадочного комплекса заключается в большом разнообразии факторов, мешающих посадке лесных культур. К такого рода факторам относятся пни, кустарники, неровности почвы и др. Для решения данной проблемы целесообразно использовать навесное адаптированное и унифицированное оборудование – ротоватор.

На свежих вырубках с использованием двухвального плуга проводится обработка почвы, при этом чаще всего не используется корчевка пней. Ее можно выполнять как сплошным способом, так и полосами, но для лесовосстановления используется только полосная корчевка пней. Для этой цели применяются корчевальные машины, такие как КМ-1, МРП-2А и др., а также корневывесыватели, которые удаляют корни растений после корчевки пней [2].

Цель исследования – комплексное авторское моделирование и модернизация конструкции ротоватора, адаптированного для работы в автоматическом режиме на базе роботизированного посадочного комплекса и унифицированного для совместной работы по посадке саженцев.

Результаты исследования могут быть применены в областях лесного и аграрного хозяйства, в том числе в садоводстве. Это включает использование данных методик для профилактики пожаров, рекультивации поврежденных лесных территорий, очистки территорий от порубочных остатков, аэрации почвы, а также для извлечения корней и пней.

Ротоватор – приспособление, прикрепляемое к трактору, которое используется для обработки почвы, чтобы измельчить корни, пни и камни. Этот инструмент подобен мульчеру, но работает в глубину почвы. Ротоватор делает

почву более рыхлой и однородной, что помогает получить хороший урожай. Данный агрегат также известен как лесная фреза. Он специально разработан для того, чтобы обрабатывать почву на глубину до 70 сантиметров. Хотя внешне он может напоминать мульчер, функциональные различия между ними существенны. Особенно важна конструкция зубьев: они создают необходимую механическую силу и расположены значительно ниже уровня креплений, что обеспечивает легкость в перемещении при сохранении высокой эффективности воздействия. Зубья, выполненные из высокопрочных сплавов, эффективно разрушают корневища и пни, а также выталкивают крупные камни, мешающие возделыванию, вспахиванию и посеву земель. Внимание следует уделить способу крепления режущих элементов и их держателей. Держатели должны быть надежно соединены с ротором путем сварки, а зубья фиксируются на нем при помощи болтового соединения. Крайне важно, чтобы элементы крепления были устойчивы к износу, а также не испытывали боковых нагрузок [3].

Ротаваторы имеют корпус, который состоит из высокопрочной стали и вместе с ротором образует измельчающую камеру. В результате работы ротаватора формируется равномерный слой почвы; специальный каток с отвалом обеспечивает его волнообразную конструкцию в плане и дополнительно уплотняет, а это имеет существенное значение для обеспечения хорошего водопоглощения почвой и ее сопротивления потере влаги, а также для устойчивости к ветровой эрозии и другим эрозийным воздействиям. При длительном использовании под высокими нагрузками зубья фрезы изнашиваются и деформируются, что может ухудшить качество работы. Тем не менее, приобрести необходимые запасные части для их замены обычно не составляет труда.

На сегодняшний день различают два вида ротаватора: механические и гидравлические. *Гидравлический ротаватор* работает от гидросистемы трактора, экскаватора, погрузчика и т. д. Для такого оборудования необходим

мощный гидромотор, призванный обеспечивать необходимую производительность. При использовании гидромотора существует дополнительная потеря мощности. Так, например, гидромотор имеет коэффициент полезного действия, равный 0,78, что означает возможность установки на одну и ту же технику менее мощных ротоваторов гидравлического типа, относительно механических. *Механический ротоватор* работает от вала отбора мощности. В таком исполнении мощность от техники осуществляет передачу посредством карданного вала к редуктору, который обычно работает с частотой вращения около 1 000 об/мин. Для избегания поломок скорость движения техники с работающим ротором не должна превышать 0,3 км/ч. С этой целью на технику устанавливается ходоуменьшитель. Передача вращения на ротор производится чаще всего с помощью ременной или цепной передачи [4]. Не сложно понять, что оба эти варианта являются технически сложными в производстве и обслуживании и требуют специальных навыков персонала, что влечет значительное удорожание применения данной техники.

В отличие от традиционного использования в качестве дополнительного навесного оборудования, ротоватор на базе роботизированного комплекса имеет в своей конструкции интегрированный во вращающийся барабан (ротор) электродвигатель, что позволяет существенно снизить массу и габариты установки, а также производить точные настройки частоты вращения ротора для получения оптимальных значений. Использование электропривода позволяет управлять им при помощи электронного блока управления по заранее установленному алгоритму. Электрический привод дает возможность моментально остановить вращающийся ротор, что существенно увеличивает безопасность эксплуатации ротоватора.

В процессе моделирования были использованы и модернизированы конструкторские решения существующих установок, а также внедрены новые,

перспективные технологии. Для моделирования и создания масштабной электронной конструкции с использованием 3D-технологий было использовано программное обеспечение Sharp.

Такое моделирование открыло возможность применить 3D-печать, что существенно ускорило модернизацию конструкции (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид ротоватора

В процессе модернизации ротоватора должна решаться задача, связанная с объездом крупных препятствий транспортировочной тележкой. При движении по заданному району лесовосстановительных работ агрегат может совершать криволинейные и зигзагообразные движения. На пути следования на одном гектаре может быть до 800 пней, что создает кривизну на маршруте до 30 и до 5 метров на отдельных участках. Такое криволинейное движение с частыми поворотами усложняет работу всего комплекса и, как следствие, снижает качество выполняемых работ. Во время криволинейного движения почвообрабатывающих инструментов для рабочих элементов возникают препятствия по ряду причин:

- 1) отсутствие возможности точно направить агрегат так, чтобы он проходил исключительно через промежутки между препятствиями;
- 2) наличие препятствий, которые остаются незаметными, так как они

находятся под землей (например, корневые системы);

3) отсутствие возможности избежать столкновения с препятствием (например, при создании строго прямолинейных канав и полос на местности с неудаленными пневыми остатками) [5];

4) почва, содержащая песок, значительно усложняет движение и маневрирование.

В данной связи проводятся полевые испытания транспортной тележки на гусеничном ходу для определения характеристики, связанной с преодолением препятствий, а именно проходимости. Это один из критериев, оценивающих использование роботов, разработанных для функционирования в условиях экстремальной среды.

Использование робота проектируется для условий равнинного рельефа и характерных для него типов почв, включая песчаные и супесчаные, которые характеризуются сыпучестью и рыхлостью. На таких почвах существует риск проворачивания ходовой части на месте или закапывания при выполнении крутого поворота.

Необходимо учитывать, что механизмы передвижения робота, разработанные для других задач, могут не иметь нужного уровня тяги для эффективного перемещения по песчаным и супесчаным грунтам. Всесторонние испытания робота на местности указанного типа помогут выявить проблемы в конструкции и производительности, связанные с необходимостью поддерживающего технического обслуживания и ремонта в полевых условиях. В связи с этим ведется эксперимент по созданию опытного образца роторатора для дальнейшего испытания в полевых условиях.

Список источников

1. Григорьев И. В., Григорьева О. И., Никифорова А. И. Технология и машины лесовосстановительных работ : учебник. СПб. : Лань, 2022. 272 с.

2. Баранов А. В. Лесовосстановительные машины : учебное пособие. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2014. 89 с.
3. Трошев А. А. Некоторые направления разработки техники для лесовосстановления на вырубках // Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс». URL: <https://interactive-plus.ru/e-articles/320/Action320-112802.pdf> (дата обращения: 09.05.2024).
4. Бартнев И. М., Поздняков Е. В. Эффективные и экологически безопасные технологии удаления пней на вырубках // Лесотехнический журнал. 2013. № 4. С. 146–151.
5. Бартнев И. М. К вопросу столкновения лесохозяйственных машин с препятствиями на вырубках // Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе Академии естественных наук Воронежской государственной лесотехнической академии. 1998. Вып. 1. С. 230–234.

References

1. Grigoriev I. V., Grigorieva O. I., Nikiforova A. I. *Technology and machines of reforestation: textbook*, Saint-Petersburg, Lan', 2022, 272 p. (in Russ.).
2. Baranov A. V. *Reforestation machines: textbook*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2014, 89 p. (in Russ.).
3. Troshev A. A. Some areas of development of equipment for reforestation in deforestation. *Interactive-plus.ru* Retrieved from <https://interactive-plus.ru/e-articles/320/Action320-112802.pdf> (Accessed 09 May 2024) (in Russ.).
4. Bartenev I. M., Pozdnyakov E. V. Effective and environmentally safe technologies for removing stumps in cuttings. *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2013;4:146–151 (in Russ.).
5. Bartenev I. M. On the issue of collision of forestry machines with obstacles in deforestation. *Vestnik Tsentral'no-Chernozemnogo regional'nogo otdeleniya nauk o lese Akademii estestvennykh nauk Voronezhskoi gosudarstvennoi lesotekhnicheskoi akademii*, 1998;1:230–234 (in Russ.).

© Владимиров В. В., Хахаев Р. А., Савченкова В. А., 2024

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 10.06.2024; принята к публикации 20.08.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 10.06.2024; accepted for publication 20.08.2024.