

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЧИСТКЕ ПНЕЙ ГИБКИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ПЛОЩАДКОДЕЛАТЕЛЯ

© 2015

Е.В. Поздняков, аспирант кафедры «Механизация лесного хозяйства и проектирование машин»
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж (Россия)

Ключевые слова: понижение пней ниже поверхности почвы; площадкоделатель вокруг пней; гибкие рабочие органы; боковая поверхность пня; полнота очистки.

Аннотация: Понижение пней до уровня земли рабочими органами активного действия является ресурсосберегающей и экологически безопасной технологией по сравнению с остальными машинными способами. В то же время существующие устройства для измельчения пней ввиду абразивных свойств почвы не способны удалять их подземную часть. Для устранения этого недостатка был разработан агрегат, который предназначен для предварительной подготовки пней к понижению ниже поверхности почвы путем создания вокруг них площадок-углублений и очистки пней от почвы и включает в себя площадкоделатель, имеющий гибкие рабочие органы, позволяющие обеспечить высокую полноту очистки. В качестве гибких рабочих органов выбраны куски троса, оптимизация параметров которых заключается в нахождении типа, диаметра и длины рабочей части, при которых достигаются необходимые для качественного выполнения технологической операции жесткость, гибкость и упругость тросов. С целью изучения процесса очистки пней от загрязнений и установления закономерностей взаимодействия гибких рабочих органов с боковой поверхностью пней была разработана методика лабораторного эксперимента, с помощью которой можно варьировать значения различных параметров площадкоделателя для определения их влияния на полноту очистки боковой поверхности пней и потребляемую в процессе работы машины мощность. Создана лабораторная установка, включающая в себя раму, вал с тросами, гидромотор и крепление с пнем и позволяющая проводить испытания, по результатам которых будут выявлены зависимости показателей эффективности работы площадкоделателя от его конструктивных и кинематических параметров и оптимизированы параметры его гибких рабочих органов и технологического процесса.

Удаление надземной части пней на всей территории вырубki при лесовосстановлении имеет существенные преимущества по сравнению с полосным и сплошным корчеванием: снижаются энергетические затраты, а также вредное воздействие на окружающую среду, не происходит зарастания площадей сорной растительностью второстепенных пород, появляется возможность использования на лесокультурных работах широко распространенных сельскохозяйственных тракторов [1–6].

Однако оставшаяся подземная часть пней при столкновении с ней оказывает значительные динамические нагрузки на рабочие органы и рамы почвообрабатывающих орудий, эксплуатируемых на вырубках, в результате чего сокращается их срок службы. Кроме того, из-за объезда крупных препятствий агрегаты совершают криволинейное зигзагообразное движение, что вызывает снижение качества лесокультурных работ [7–9].

Поэтому пни следует понижать ниже поверхности земли на глубину, позволяющую избежать столкновения рабочих органов с препятствиями, то есть на 15...20 см. При этом необходимо учитывать строение корневой системы, наличие сбега и многоствольности у удаляемых пней, которые могут существенно различаться в зависимости от их породы и места произрастания [10–15].

Сплошное понижение пней ниже поверхности почвы позволяет превратить вырубку в территорию, по многим параметрам близкую к сельскохозяйственному полю, свободную от надземной части пней, с сохраненным плодородным слоем почвы. При данной технологии появляются возможности для увеличения скорости перемещения агрегатов, снижения динамических нагрузок на рабочие органы почвообрабатывающих машин и, как следствие, уменьшения металлоемкости

конструкций и материальных затрат на их изготовление, создания строго параллельных рядов с заданными междурядьями, что позволит механизировать весь технологический процесс выращивания насаждений [16].

С целью снижения абразивного износа при контакте с почвой режущих элементов рабочих органов машин, удаляющих надземную часть пней, был разработан технологический процесс, заключающийся в предварительном создании площадок-углублений вокруг пней и их очистки от почвы в пределах глубины площадки.

Для выполнения данной операции предназначается агрегат, состоящий из трактора МТЗ-80/82, телескопического гидроманипулятора ЛВ-210, винтового ротатора и площадкоделателя, имеющего раму, два ротационных рабочих органа (ротора) и двухштоковый гидроцилиндр для изменения расстояния между ними. Каждый ротор машины включает в себя приводимый в движение от гидромотора вал с четырьмя установленными на нем секциями, которые снабжены рыхлителями-очистителями, представляющими собой куски троса.

В процессе работы тросы за счет одновременного вращения в вертикальной и горизонтальной плоскостях, получаемого от ротатора и гидромоторов, удаляют почву вокруг пня в виде площадки-углубления и производят очистку его боковой поверхности [17–20].

Для изучения взаимодействия гибких рабочих органов площадкоделателя с боковой поверхностью пня была разработана методика проведения лабораторного эксперимента, цель которого заключалась в проверке работоспособности гибких рабочих органов площадкоделателя и оптимизации его основных параметров.

В соответствии с целью испытаний были определены задачи исследований: 1) оптимизировать параметры рабочих органов (тип тросов, их диаметр и длину

рабочей части) и технологического процесса площадкоделателя (потребляемую мощность, частоты вращения роторов и ротатора, время и качество очистки боковой поверхности пней); 2) проверить возможность применения площадкоделателя для различных пород и диаметров пней.

Для исследования динамических процессов очистки пней была использована установка, представленная на рисунке 1.

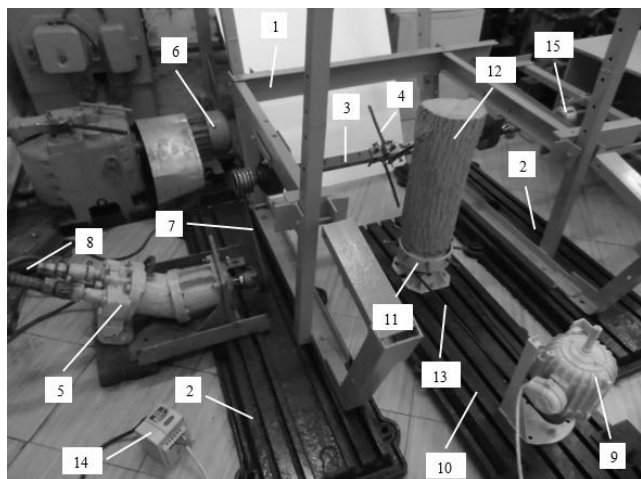


Рис. 1. Лабораторная установка для проведения экспериментов по очистке пней гибкими рабочими органами

К неподвижным платформам 2 прикреплена рама 1. К раме присоединен вал 3 (рис. 2), на котором установлены пластины с тросами 4, получающий вращение через клиноремennую передачу 7 от гидромотора 5, рабочая жидкость к которому подается через трубопроводы 8 от гидростанции 6.

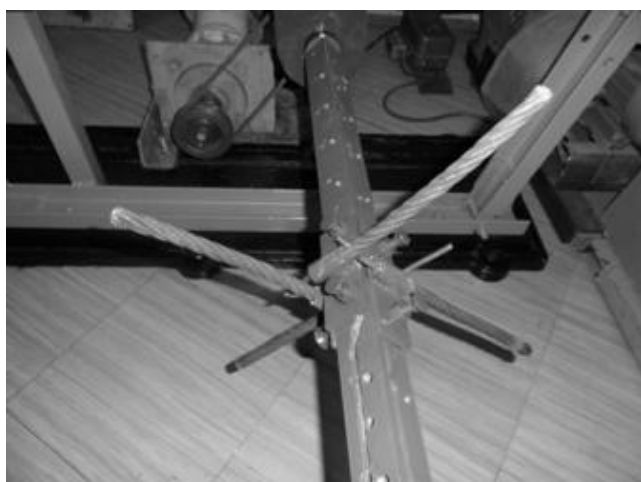


Рис. 2. Вал с тросами лабораторной установки

В ходе испытаний принималось допущение, что схема подачи в лабораторных экспериментах является обратной схеме подачи при реальной эксплуатации

площадкоделателя: не тросы вращаются вокруг пня, а пень вращается перед тросами. Принятое условие не влияет на результаты исследования.

Механизм вращения пня (рис. 1) состоит из электродвигателя 9, установленного на подвижной платформе 10, при помощи которого задается вращение креплению 11 с пнем 12 посредством клиноремennой передачи 13. Частота вращения электродвигателя, в свою очередь, регулируется частотным преобразователем 14.

Для определения параметров пней и тросов, расстояния между пнем и валом применялись стандартные устройства: штангенциркуль, металлическая линейка и рулетка. При определении усилия, затрачиваемого на изгиб троса, использовался динамометр. Для фиксирования силы удара троса о боковую поверхность пня было применено устройство, представляющее собой установленный на балке равного сопротивления тензодатчик (рис. 3).

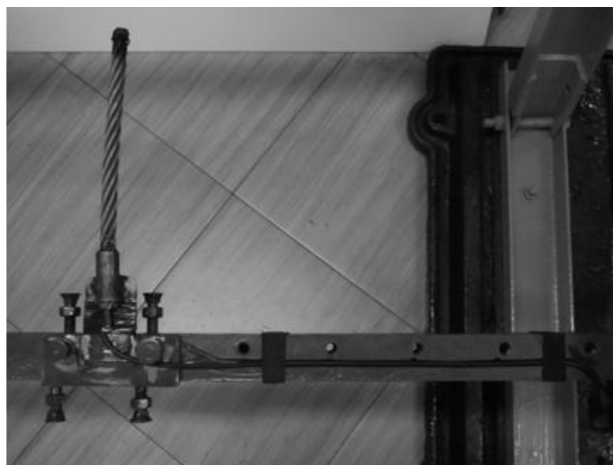


Рис. 3. Устройство для фиксирования силы удара троса о боковую поверхность пня

Сигналы, зафиксированные тензодатчиком нагрузки, через ртутный токосъемник 15 (рис. 4) передавались на ЭВМ с помощью модулей аналогового ввода-вывода и преобразователя интерфейса. Модули позволяют выполнять согласование сигналов, их изоляцию, преобразование диапазонов, сравнение и цифровую передачу данных.

Эксперимент по очистке пней гибкими рабочими органами проводился в лаборатории кафедры МЛХиПМ ВГЛТА. Для его проведения предварительно производилась заготовка образцов пней различных пород и диаметров.

В ходе опытов происходило варьирование необходимых параметров лабораторной установки и технологического процесса. Цифровым фотоаппаратом фотографировались пни до начала эксперимента, во время проведения и после его окончания. Фотографии позволяют судить о полноте и качестве очистки боковой поверхности пня, а также о траектории движения по ней тросов при одновременном вращении ротора и крепления с пнем. Также во время очистки пней записывалось видеоизображение рабочего пространства установки.

Качество очистки пня при проведении лабораторных испытаний определялось нанесением на его боковую поверхность слоя краски. После того как краска высыхала, запускалась установка и осуществлялось ее сдирание гибкими рабочими органами ротора.

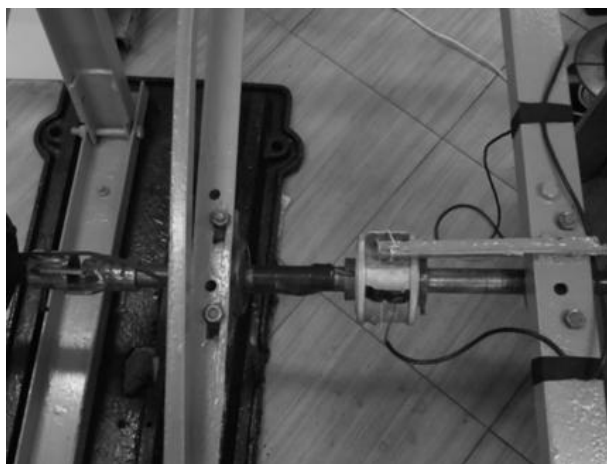


Рис. 4. Схема подключения ртутного токоъемника в лабораторной установке

Каждый опыт проводился в следующей последовательности.

1) Пень жестко закреплялся в зажимном устройстве на подвижной платформе.

2) Производилось последовательное включение компьютерных программ, считывающих и записывающих сигналы, поступающие от тензодатчика.

3) Включался частотный преобразователь. В результате начиналось равномерное вращение крепления с пнем.

4) Запускалась гидростанция, вследствие чего началась подача рабочей жидкости в гидромагистраль. Это приводило в движение вал с тросами, которые производили равномерную очистку пня.

5) До, во время и после эксперимента пни фотографировались фотоаппаратом. В процессе работы также записывалось видеоизображение рабочей области установки.

6) При помощи компьютера регистрировались значения силы удара при взаимодействии тросов с боковой поверхностью пня.

7) Выключались гидростанция и частотный преобразователь, вследствие чего вал и крепление с пнем прекращали свое вращение.

После этого эксперимент проводился заново с теми же или иными параметрами технологического процесса, рабочих органов и пней.

По итогам каждого опыта были получены зарегистрированные значения силы удара тросов о поверхность пня, параметры ее очистки, а также видео- и фотоматериалы, позволяющие исследовать закономерности взаимодействия рабочих органов установки с пнем.

Таким образом, разработанная методика проведения лабораторного эксперимента по очистке пней гибкими рабочими органами площадкоделателя позволяет варьировать различные параметры его рабочих органов

и технологического процесса, а лабораторная установка – по заданным значениям параметров определить качество очистки и затраты мощности, требуемые для выполнения данной операции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартев И.М., Драпалюк М.В., Попиков П.И., Бухтояров Л.Д. Конструкции и параметры машин для расчистки лесных площадей. М.: Фланта, 2007. 208 с.
2. Пошарников Ф.В. Технология и машины лесовосстановительных работ. Воронеж: ВГЛТА, 2006. 523 с.
3. Сухов И.В., Кострикин В.А., Казаков В.И. Технологии лесокультурных работ на вырубках (рекомендации). М.: ВНИИЛМ, 2004. 152 с.
4. Винокуров В.Н., Демкин В.Е., Маркин В.Г., Шаталов В.Г., Шаталов Л.Д. Машины, механизмы и оборудование лесного хозяйства. М.: МГУЛ, 2002. 439 с.
5. Бартев И.М., Сухов И.В., Вершинин В.И. Технология сплошной обработки почвы под культуры дуба на вырубках // Лесное хозяйство. 1995. № 4. С. 42–43.
6. Kryzanowski T. Choosing the right mulching tool // Logging and sawmilling journal. 2007. April. URL: forestnet.com/LSJissues/April/Mulching.html.
7. Посметьев В.И. Методологические основы повышения эффективности почвообрабатывающих орудий с помощью предохранителей. Воронеж: ВГЛТА, 1999. 196 с.
8. Нартов П.С. Повышение надежности и долговечности лесохозяйственных машин. М.: ЦБНТИ, 1974. 36 с.
9. Бартев И.М., Карамышев Е.В., Карамышев В.Р. К вопросу столкновения лесохозяйственных машин с препятствиями на вырубках // Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе Российской академии естественных наук Воронежской государственной лесотехнической академии. 1998. № 1. С. 230–234.
10. Алентьев П.Н. Проблемы восстановления и выращивания дубрав. Майкоп: Адыг. отд. Краснодар. кн. изд-ва, 1990. 256 с.
11. Борщов Т.С., Гинтвот И.А. Культуртехника в Нечерноземной зоне. М.: Колос, 1981. 253 с.
12. Драпалюк М.В., Бартев И.М. Особенности удаления пней на вырубках в дубравах // Научный вестник Воронежской государственной лесотехнической академии. Т. 2 (7). Воронеж: ВГЛТА, 2009. С. 183–186.
13. Casper B.B., Schenk H.J., Jackson R.B. Defining a plant's belowground zone of influence // Ecology. 2003. Vol. 84. № 9. P. 2313–2321.
14. Jackson R.B., Sperry J.S., Dawson T.E. Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions // Trends in Plant Science. 2000. Vol. 5. № 11. P. 482–488.
15. Sperry J.S., Adler E.R., Campbell G.S., Comstock J.P. Limitation of plant water use by rhizosphere and xylem conductance: results from a model // Plant, Cell & Environment. 1998. Vol. 21. P. 347–359.
16. Бартев И.М. Энергосберегающие и природосберегающие технологии в лесном комплексе. Воронеж: ВГЛТА, 2014. 107 с.
17. Бартев И.М., Поздняков Е.В. Площадкоделатель: патент РФ на изобретение № 2496294; заявл. 22.10.2012; опубл. 27.10.2013.

18. Бартенов И.М., Поздняков Е.В. Площадкоделатель вокруг пней // Лесотехнический журнал. 2014. № 1. С. 156–158.
 19. Бартенов И.М., Поздняков Е.В. Эффективные и экологически безопасные технологии удаления пней на вырубках // Лесотехнический журнал. 2013. № 4. С. 146–151.
 20. Поздняков Е.В., Бартенов И.М. Машины для измельчения пней и технология повышения эффективности их использования // Севергеоэкотех–2014: материалы XV Междунар. молодеж. науч. конференции. Ч. 5. Ухта: УГТУ, 2014. С. 134–137.
- REFERENCES**
1. Bartenev I.M., Drapalyuk M.V., Popikov P.I., Bukhtoyarov L.D. *Konstruktsii i parametry mashin dlya raschistki lesnykh ploshchadey* [Designs and parameters of machines for forest clearing]. Moscow, Flinta Publ., 2007. 208 p.
 2. Posharnikov F.V. *Tekhnologiya i mashiny lesovosstanovitelnykh rabot* [Technology and machines for reforestation work]. Voronezh, VGLTA Publ., 2006. 523 p.
 3. Sikhov I.V., Kostrikin V.A., Kazakov V.I. *Tekhnologii lesokulturnykh rabot na vyrubkakh (rekomentatsii)* [Technologies of forest cultivation work on the cut-over areas (recommendations)]. Moscow, VNIILM Publ., 2004. 152 p.
 4. Vinokurov V.N., Demkin V.E., Markin V.G., Shatalov V.G., Shatalov L.D. *Mashiny, mekhanizmy i oborudovanie lesnogo khozyaystva* [Machines, devices and equipment of forestry]. Moscow, MGUL Publ., 2002. 439 p.
 5. Bartenev I.M., Sukhov I.V., Vershinin V.I. Technology of overall solid tillage for oak plantations on cut-over areas. *Lesnoe khozyaystvo*, 1995, no. 4, pp. 42–43.
 6. Kryzanowski T. Choosing the right mulching tool. *Logging and sawmilling journal*. 2007. April. URL: forestnet.com/LSJissues/April/Mulching.html.
 7. Posmetyev V.I. *Metodologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti pochvoobrabatyvayushchikh orudiy s pomoshyu predokhraniteley* [Methodological foundations of tillage tools efficiency improvement using protection devices]. Voronezh, VGLTA Publ., 1999. 196 p.
 8. Nartov P.S. *Povyshenie nadezhnosti i dolgovechnosti lesokhozyaystvennykh mashin* [Forestry machines safety and life duration improvement]. Moscow, TsBNTI Publ., 1974. 36 p.
 9. Bartenev I.M., Karamyshev E.V., Karamyshev V.R. To the issue of collision of forestry machines with obstacles on cut-over areas. *Vestnik Tsentralno-Chernozemnogo regionalnogo otdeleniya nauk o lese Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk Voronezhskoy gosudarstvennoy lesotekhnicheskoy akademii*, 1998, no. 1, pp. 230–234.
 10. Alentyev P.N. *Problemy vosstanovleniya i vyrashchivaniya dubrav* [The problems of oak forests restoration and cultivation]. Maykop, Adyg. otd. Krasnodarskogo knizhnogo izdatelstva Publ., 1990. 256 p.
 11. Borshchov T.S., Gintvot I.A. *Kulturtekhnika v Nechernozemnoy zone* [Solid improvement in Nonchernozem belt]. Moscow, Kolos Publ., 1981. 253 p.
 12. Drapalyuk M.V., Bartenev I.M. Special aspects of stumps removal on cut-over areas in oak forests. *Nauchnyy vestnik Voronezhskoy gosudarstvennoy lesotekhnicheskoy akademii*. Voronezh, VGLTA, 2009, vol. 2 (7), pp. 183–186.
 13. Casper B.B., Schenk H.J., Jackson R.B. Defining a plant's belowground zone of influence. *Ecology*, 2003, vol. 84, no. 9, pp. 2313–2321.
 14. Jackson R.B., Sperry J.S., Dawson T.E. Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions. *Trends in Plant Science*, 2000, vol. 5, no. 11, pp. 482–488.
 15. Sperry J.S., Adler E.R., Campbell G.S., Comstock J.P. Limitation of plant water use by rhizosphere and xylem conductance: results from a model. *Plant, Cell & Environment*, 1998, vol. 21, pp. 347–359.
 16. Bartenev I.M. *Energosberegayushchie i prirodosberegayushchie tekhnologii v lesnom komplekse* [Power saving and environment-friendly technologies in timber complex]. Voronezh, VGLTA Publ., 2014. 107 p.
 17. Bartenev I.M., Pozdnyakov E.V. *Ploshchadkodelatel'* [Patch-maker]. Patent RF no. 2496294, 2012.
 18. Bartenev I.M., Pozdnyakov E.V. Patch-maker around stumps. *Lesotekhnicheskiiy zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 156–158.
 19. Bartenev I.M., Pozdnyakov E.V. Efficient and environmentally technologies of stumps removal on fellings. *Lesotekhnicheskiiy zhurnal*, 2013, no. 4, pp. 146–151.
 20. Pozdnyakov E.V., Bartenev I.M. Stump grinders and technology of their use efficiency improvement. *Materialy XV mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii "Severgeoeokotekh–2014"*. Ukhta, UGTU Publ., 2014, part 5, pp. 134–137.

**METHODOLOGY OF THE PERFORMANCE OF LABORATORY EXPERIMENT
ON THE STUMPS CLEANING USING THE WORKING BODY OF A PATCH-MAKER**

© 2015

E.V. Pozdnyakov, postgraduate student of Chair “Forestry mechanization and machine design”
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh (Russia)

Keywords: stumps lowering below the ground surface; round the stump patch-maker; flexible working bodies; stump side surface; cleaning completeness.

Abstract: Stumps lowering to the ground level using the working bodies of active action is the resource saving and environmentally safe technology in comparison with the other machine methods. At the same time, the existing devices for stumps chopping are unable to remove their underground part because of the abrasive properties of the ground. To avoid this disadvantage, the authors developed a device, which serves for the preliminary preparation of stumps for their lowering below the ground surface by creating patches-cavities and stumps cleaning from the ground and includes patch-maker, which has flexible working bodies allowing ensuring high cleaning completeness. Steel-cable pieces were selected as the flexible working bodies, and the optimization of their parameters includes the determination of the working part type, diameter and length when the steel-cable rigidity, flexibility and elasticity reach the level required for the high-quality performance of the technological operation. In order to study the process of stumps cleaning from dirt and to determine the regularities of interaction of flexible working bodies with the stumps side surface, the authors developed the methodology of laboratory experiment, which allows varying of different patch-maker parameters values for determination of their influence on the completeness of the stumps side surface cleaning and the power consumed by a machine during the working process. The authors developed a laboratory machine that includes a frame, a roll with steel-cables, a hydromotor and a hold for a stump and allows carrying out tests, the results of which will be used for revealing the dependencies of measures of work efficiency of a patch-maker on its design and traveltime parameters and for the optimization of its flexible working bodies and technical process parameters.