

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЁННОЕ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Платонов А.А.

*Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия*

EQ EQUIPMENT USED IN EXPERIMENTAL RESEARCH OF NEW TECHNOLOGICAL PROCESSES AND TECHNICAL MEANS

Platonov A.A.

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

Аннотация: Выполнение работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности целесообразно выполнять с применением новых машин и механизмов. В статье рассматриваются вопросы обеспечения экспериментальных исследований новых технических средств удаления растительности.

Abstract: It is advisable to perform work on removing unwanted trees and shrubs using new machines and mechanisms. The article examines issues of providing experimental studies of new technical means of removing vegetation.

Ключевые слова: нежелательная растительность, удаление, механизация, техническое средство, исследование, устройство.

Keywords: unwanted vegetation, removal, mechanization, technical means, research, device.

В ходе выполнения исследований, посвящённых вопросу повышения эффективности существующих технологических процессов [1, 2] удаления нежелательной растительности с территорий линейных объектов инфраструктуры [3, 4] возникла необходимость проведения лабораторных и полевых экспериментов созданных технических средств, обеспечивающих указанное удаление.

В экспериментальные исследования принимались технические средства, связанные с вырыванием нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР), её корчеванием, сгребанием и измельчением. В качестве новых технологических процессов (ТП) рассматривался процесс корчевания НДКР с её последующей вывозкой, вырывания НДКР с её последующим сгребанием и измельчением и иные ТП.

Для проведения экспериментальных исследований принимались экземпляры нежелательной древесно-кустарниковой растительности высотой 1...1,5 м при диаметре корневой шейки у основания 10...15 мм, конкретные экземпляры

которых намечались в ходе предварительно выполненного маршрутного обследования территории. Для измерения габаритных размеров (в том числе, длин, высот) экземпляров НДКР и отдельных их составных частей, куч порубочных остатков, а также для измерения размеров вороха волочения ПБО (при исследовании лесных граблей) применялась рулетка измерительная Р10УЗП ГОСТ 7502-98 со шкалой (диапазон измерения 0...10 м), лентой из углеродистой стали, 3-го класса точности, прямоугольным торцом на вытяжном конце ленты, предельной погрешностью измерений ± 2 мм. Для измерения диаметра экземпляров НДКР применялся штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89 с диапазоном измерений 0...250 мм и предельной погрешностью измерений $\pm 0,05$ мм. Для выявления расстояния между кучами порубочных остатков (при исследовании корчевателя) применялась лента мерная геодезическая (100 м $\times$ 12,5 мм) EXTREM KRAFTOOL 34185-100, класс точности 2. Для контроля временных характеристик элементов технологического процесса корчевания экземпляров нежелательной растительности [5, 6], а также для контроля времени поступления щепы в приёмный контейнер при исследованиях системы сбора щепы применялся секундомер Jögel JA-129, обладающий памятью на 2 результата при погрешности измерений 0,3 с.

При исследовании ТП, связанного с вырыванием НДКР, для контроля плотности корнеобитаемого слоя почвы в непосредственной близости от произрастающей нежелательной растительности (рис. 1, поз. 1) применялся плотномер динамический Д-51 с глубиной зондирования 300 ± 2 мм.



- 1 – плотномер динамический Д-51; 2 – приспособление зажимное;
3 – влагомер для почвы (модель 46908); 4 – манометр ДМ60-1,5;
5 – аппаратный комплекс ZetLab; 6 – датчик динамических показателей

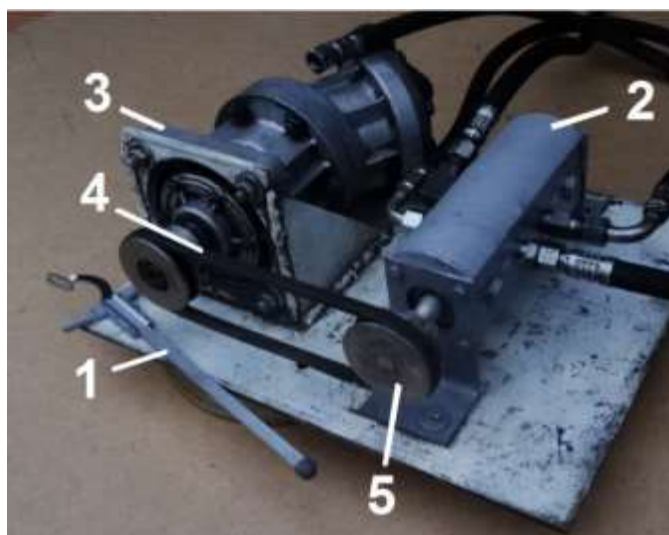
Рисунок 1 – Применяемое оборудование при экспериментальных исследованиях манипулятора лесохозяйственной машины с гидравлическим вибратором

Для обеспечения надёжной фиксации ствола (стволов) удаляемой методом выдёргивания нежелательной растительности применялось приспособление зажимное (рис. 1, поз. 2). Для контроля влажности и температуры корнеобитаемого слоя почвы (в том числе – при экспериментальных исследованиях корче-

вателя) в непосредственной близости от намеченного к удалению экземпляра нежелательной растительности применялся влагомер для почвы модели 46908 с диапазонами измерения 0...100 % для влажности и -5...50 °С для температуры при точности измерения ± 1 % (рис. 1, поз. 3).

Для контроля давления гидроцилиндра применялся манометр ДМ60-1,5 ГОСТ 2405-88 с верхним пределом измерений 60 МПа, класс точности 1,5 (рис. 1, поз. 4). Для регистрации формирующихся в гидроцилиндре величин давления рабочей жидкости, а также временной характеристики его изменения, использовалась система снятия динамических показателей компании ZetLab, представляющая собой аппаратный комплекс (рис. 1, поз. 5) с установленной на персональный компьютер ZETLAB TENZO программой и внедрённый в гидравлическую магистраль датчик (рис. 1, поз. 6), снимаемые показания которого преобразовывались в графическую и цифровую форму на экран монитора, удобные для их дальнейшей обработки и анализа.

Для контроля смещения штока гидроцилиндра применялось съёмное концевое приспособление, представляющее в своей основе штангенглубиномер ШГ-250-0,05 ГОСТ 162-90 с диапазоном измерений 0...250 мм и предельной погрешностью измерений $\pm 0,05$ мм (рис. 2, поз 1).



1 – приспособление для контроля смещения штока гидроцилиндра;
2 – гидравлический вибратор; 3 – гидромотор; 4 – ремённая передача; 5 – сменный шкив

Рисунок 2 – Применяемое оборудование при экспериментальных исследованиях манипулятора лесохозяйственной машины с гидравлическим вибратором

Для повышения точности создания усилия, предотвращающего неконтролируемое смещение измерительной штанги относительно рамки при вибрации стрелы манипулятора в опытно-производственных условиях проведения эксперимента, приспособление обладало увеличенным зажимным винтом. Также на задней стенке рамки штангенглубиномера размещался опорный кронштейн для закрепления приспособления с возможностью его поворота (рис. 3). По оконча-

нии первого вибрационного цикла форма кронштейна обеспечивала вывод измерительного наконечника приспособления под действием силы тяжести из зоны его взаимодействия с корпусом гидроцилиндра. Кроме того, принятые форма и размеры кронштейна обуславливали последующее расположение измерительной штанги под углом к поверхности почвы много меньше 90° , что также способствовало предотвращению неконтролируемого смещения указанной штанги относительно рамки приспособления при последующих вибрационных циклах стрелы манипулятора.



Рисунок 3 – Приспособление для контроля смещения штока гидроцилиндра

Гидравлический вибратор (рис. 2, поз. 2), подключённый к гидроцилиндру [7] манипулятора посредством рукавов высокого давления, представлял собой конструкцию параллелепипедной внешней формы, внутри которой (в соответствии с патентом на изобретение № 2433001[8]) находился распределительный золотник, выполненный в виде вала со взаимно перпендикулярными отверстиями, распределяющими рабочую жидкость по соответствующим каналам подвода и отвода рабочей среды к (от) поршневой (штоковой) полостей указанного гидроцилиндра. Привод гидравлического вибратора осуществлялся от аксиально-поршневого гидромотора [9] с наклонным блоком (рис. 2, поз. 3) посредством ремённой передачи (рис. 2, поз. 4), при этом на выходном конце распределительного золотника устанавливались сменные шкивы (рис. 2, поз. 5) различных диаметров, обеспечивающие изменение требуемой частоты вращения золотника в соответствии с уровнями варьирования влияющих факторов [10].

Между гидравлическим вибратором и гидроцилиндром устанавливались сменные рукава высокого давления (шланги) РВД 1SN 8×1200, РВД 1SN 10×1200 и РВД 1SN 12×1200 длиной 1200 мм с величиной условного прохода (внутренним диаметром) соответственно 8, 10 и 12 мм [11].

При экспериментальном исследовании лесных граблей массы транспортируемых ворохов волочения порубочных остатков были определены на весах электронных настольных общего назначения МК-15.2-А20-2 (диапазон измере-

ния 0,04...15 кг, допускаемая погрешность измерения ± 3 г, Россия) путём трёхкратного их взвешивания и определения среднего значения.

Лабораторные исследования лесных граблей осуществлялись в почвенном канале ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова. Перед проведением каждой серии опытов выполнялось выравнивание уровня почвы 1, находящейся в почвенном канале 2 (по направляющим которого перемещалось тяговое энергетическое средство 3) специальным приспособлением 4, при этом в качестве базовой («нулевой») поверхности была принята поверхность взаимодействия колёс тягового средства с направляющими почвенного канала (рис. 4). Выравнивание поверхности почвы осуществлялось до высоты грунта h_{zp} , при необходимости выполнялась подсыпка грунта (зоны «а») или его выемка (зона «б»). По окончании выравнивания выполнялось уплотнение почвы почвенного канала специализированным катком с обеспечением движения катка вдоль и поперёк продольной оси канала. Дополнительно перед проведением каждого наблюдения осуществлялось подравнивание поверхности почвенного канала специализированным правилом длиной 1,5 м с выполнением двукратного прохода по выравниваемой поверхности при перекрёстном расположении указанного правила (рис. 5). Контроль ровности поверхности почвенного канала осуществлялся мерной штангой, размещаемой через 0,5 м вдоль и поперёк продольной оси канала.

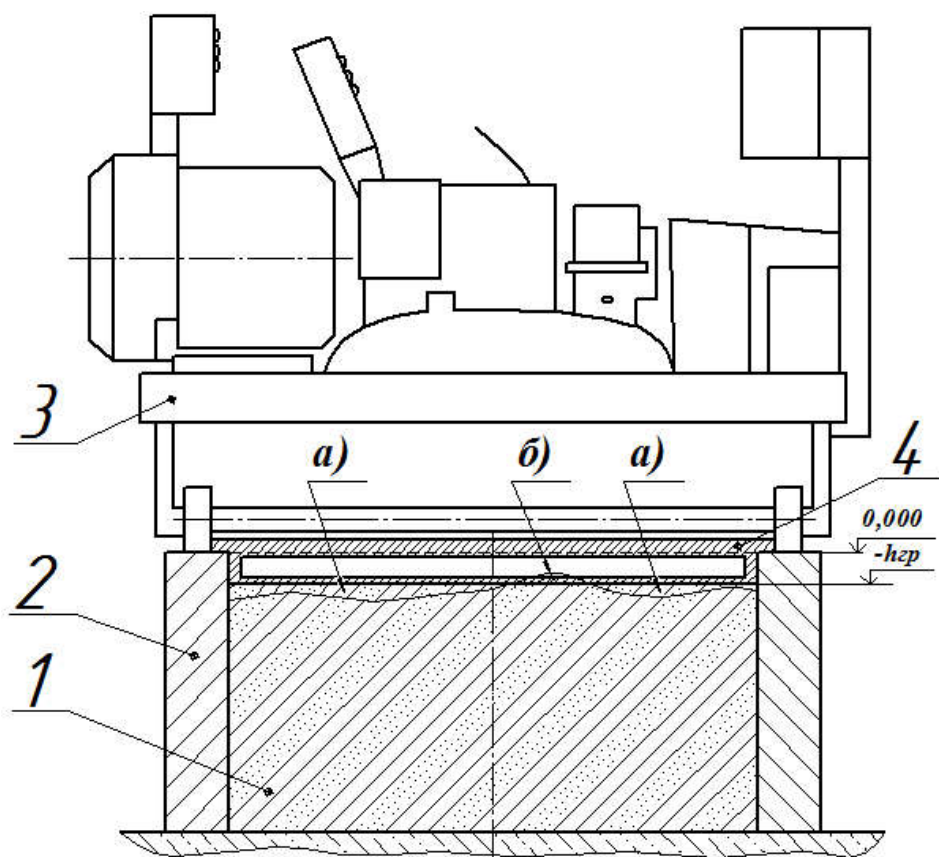


Рисунок 4 – Схема выравнивания почвы в почвенном канале



Рисунок 5 – Выравнивание поверхности почвенного канала

При экспериментальном исследовании измельчителя порубочных остатков (рис. 6, а) для контроля отклонения расположения верхней кромки приёмного контейнера от горизонтали применялся уровень Hanskonner НК2015-03-0600 (Россия, 600 мм, погрешность измерения 0,03 град.). Расстояние от нижнего торца поворотного патрубка до верхней кромки приёмного контейнера контролировалось штангенглубиномером ШГ-250-0,05 ГОСТ 162-90 с диапазоном измерений 0...250 мм и предельной погрешностью измерений $\pm 0,05$ мм.



а)



б)

Рисунок 6 – Экспериментальные исследования измельчителя порубочных остатков

Для измерения массы щепы, а также массы экспериментального приёмного контейнера применялись лабораторные весы (весоизмерительный прибор) КСК-18 (Россия), класса точности – III, обеспечивающие точность измерения в измеряемом диапазоне массы 0,5 кг (рис. 6, б).

Для взвешивания пустых буюкс и буюкс с измельчённым материалом (щепой) использовались электронные технические весы модели UX 220H производства Японии (рис. 7, а) со следующими метрологическими характеристиками:

– наибольший предел взвешивания (НПВ) 220 г;

- наименьший предел взвешивания (НмПВ) 0,02 г;
- дискретность отсчёта 0,001 г;
- класс точности весов по ГОСТ 24101-2001 II.

Для высушивания измельчённых порубочных остатков (щепы) использовался сушильный шкаф КВС G-100/250 (Польша), позволяющий устанавливать и поддерживать необходимую температуру в 100...105°C (рис. 7, б).



а)



б)

Рисунок 7 – Оборудование, применяемое для определения влажности щепы

Применение вышеозначенного оборудования позволило провести серию экспериментальных исследований новых технических средств, обеспечивающих удаление нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов.

Список литературы

1. Хакимзянов Р.Р. Технологические рабочие процессы удаления древесно-кустарниковой растительности / Р.Р. Хакимзянов, А.Э. Корабеков, А.А. Шуленин // Транспортное строительство: Сборник статей третьей всероссийской научно-технической конференции, Москва, 12-13 апреля 2022 года. – М: Издательство «Перо», 2022. – С. 99-107.
2. Фаталиев Н.Г. Оптимизация параметров режима технологического процесса скашивания растительности на оросительных каналах / Н.Г. Фаталиев, Ф.М. Магомедов, И.М. Меликов // Проблемы развития АПК региона. – 2011. – Т. 5, № 1. – С. 78-84.
3. Платонов А.А. Классификация линейных инфраструктурных объектов: линии электропередачи / А.А. Платонов // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2023. – № 1(11). – С. 14-22.
4. Платонов А.А. Современная классификация линий трубопроводного транспорта - как объектов для формирования защитных лесонасаждений / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2025»): Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23-25 апреля 2025 года. – Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщений, 2025. – С. 182-186.

5. Платонов А.А. Моделирование складочного объёма бурта нежелательной растительности / А.А. Платонов, В.Н. Коротких // Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса-2025: Материалы международной научной конференции, посвященной 95-летию ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова и 80-летию Победы в Великой Отечественной войне, Воронеж, 27-28 марта 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2025. – С. 374-379. – DOI 10.58168/E-SESTTI2025_374-379.

6. Платонов А.А. Особенности экспериментальных исследований нового корчевального оборудования / А.А. Платонов // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2025»): Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23-25 апреля 2025 года. – Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщений, 2025. – С. 179-182.

7. Гидроцилиндры подъёма [Электронный ресурс] / Рынок спецтехники [сайт] [2024]. – URL: <https://www.cdminfo.ru/spetstehnika/zapchasti-dlya-tehniki/11.-gidrotsilindryi-podema.html> (Дата обращения: 7.09.2024)

8. Патент № 2433001 С1 Российская Федерация, МПК В06В 1/18. Гидравлический вибратор: № 2010114610/28: заявл. 12.04.2010: опубл. 10.11.2011 / П.И. Попиков, Р.В. Юдин, М.А. Платонова, А.А. Платонов; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная лесотехническая академия».

9. Гидравлические моторы [Электронный ресурс] // АО «РГ-Ремсервис» [сайт] [2024]. – URL: https://rg-gidro.ru/production/gidravlicheskie-nasosy-motory/?PAGEN_2=3 (Дата обращения: 15.09.2024)

10. Драпалюк М.В. Моделирование рабочего процесса гидравлического пульсатора манипулятора лесных машин / М.В. Драпалюк, А.А. Платонов, П.И. Попиков // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15, № 2(58). – С. 191-206. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2025.2/12

11. Рукава высокого давления (РВД): типы, назначение и характеристики [Электронный ресурс] // ООО «РВД Урал» [сайт] [2024]. – URL: <https://store.rvdural.ru/tipy-rukavov-vysokogo-davleniya-rvd/> (Дата обращения: 23.08.2024)

References

1. Khakimzyanov R.R. Technological work processes for removing woody and shrubby vegetation / R.R. Khakimzyanov, A.E. Korabekov, A.A. Shulenin // Transport construction: Collection of articles of the third all-Russian scientific and technical conference, Moscow, April 12-13, 2022. – M: Pero Publishing House, 2022. – pp. 99-107.

2. Fataliev N.G. Optimization of the parameters of the technological process of mowing vegetation on irrigation canals / N.G. Fataliev, F.M. Magomedov, I.M. Melikov // Problems of development of the regional agro-industrial complex. – 2011. – Vol. 5, № 1. – pp. 78-84.

3. Platonov A.A. Classification of linear infrastructure facilities: power transmission lines / A.A. Platonov // Actual problems of modern transport. – 2023. – № 1 (11). – pp. 14-22.
4. Platonov A.A. Modern classification of pipeline transport lines - as objects for the formation of protective forest plantations / A.A. Platonov, M.A. Platonova // Transport: science, education, production («Transport-2025»): Collection of articles from the International scientific and practical conference, Voronezh, April 23-25, 2025. – Voronezh: Rostov State University of Transport, 2025. – pp. 182-186.
5. Platonov A.A. Modeling the stack volume of a pile of unwanted vegetation / A.A. Platonov, V.N. Korotkikh // Energy-saving and environmentally friendly technologies of the forest industry complex-2025: Proceedings of the international scientific conference dedicated to the 95th anniversary of the VSTU named after G.F. Morozov and the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War, Voronezh, March 27-28, 2025. – Voronezh: Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, 2025. – pp. 374-379. – DOI 10.58168/E-SESTTI2025_374-379.
6. Platonov A.A. Features of experimental studies of new uprooting equipment / A.A. Platonov // Transport: science, education, production («Transport-2025»): Collection of articles of the International scientific and practical conference, Voronezh, April 23-25, 2025. – Voronezh: Rostov State University of Transport, 2025. – pp. 179-182.
7. Lifting hydraulic cylinders [Electronic resource] / Special equipment market [website] [2024]. – URL: <https://www.cdminfo.ru/spetstechnika/zapchasti-dlya-tehniki/11.-gidrotsilindryi-podema.html> (Accessed: 7.09.2024)
8. Patent № 2433001 C1 Russian Federation, IPC B06B 1/18. Hydraulic vibrator: No. 2010114610/28: declared. 12.04.2010: published. 10.11.2011 / P.I. Popikov, R.V. Yudin, M.A. Platonova, A.A. Platonov; applicant State Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State Forest Engineering Academy».
9. Hydraulic Motors [Electronic Resource] // JSC «RG-Remservis» [website] [2024]. – URL: https://rg-gidro.ru/production/gidravlicheskie-nasosy-motory/?PAGEN_2=3 (Accessed: 15.09.2024)
10. Drapalyuk M.V. Modeling the Working Process of a Hydraulic Pulser of a Forest Machine Manipulator / M.V. Drapalyuk, A.A. Platonov, P.I. Popikov // Forest Engineering Journal. – 2025. – Vol. 15, № 2 (58). – pp. 191-206. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2025.2/12
11. High-pressure hoses (HPH): types, purpose and characteristics [Electronic resource] // OOO RVD Ural [website] [2024]. – URL: <https://store.rvdural.ru/tipy-rukavov-vysokogo-davleniya-rvd/> (Accessed: 08/23/2024)