

УДК 630*4

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛЕСОПОЖАРНОЙ ГРУНТОМЕТАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ
С ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ ГИДРОПРИВОДОМ РОТОРА

Шаров А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»

E-mail: kafedramehaniza@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрена конструкция лесопожарной грунтометательной машины, привод фрезерных рабочих органов которой осуществлен от гидромотора, так как при механическом приводе, осуществляемом через редуктор и карданную передачу, возникают большие динамические нагрузки и снижается маневренность агрегата. Проведен анализ полевых исследований экспериментального образца лесопожарной грунтометательной машины с энергосберегающим гидроприводом и построенных на его основе зависимостей. Определены оптимальные значения технологических параметров рабочих органов лесопожарной грунтометательной машины с энергосберегающим гидроприводом. Определены технологические параметры разработанной конструкции: частота вращения ротора, величина заглубления кожуха-рыхлителя, скорость движения агрегата, угол отклонения лопаток. Выявлено, что применение энергосберегающего гидропривода ротора позволяет увеличить надежность благодаря обеспечению высокой степени защиты рабочего фрезерного органа от возможных ударов о препятствия и повысить производительность работы агрегата на грунтах, наполненных корнями деревьев и кустарников, или плотных связных почвах.

Ключевые слова: грунтомет, лесной пожар, почва, гидропривод, гидроаккумулятор.

EXPERIMENTAL STUDIES OF FOREST FIRE SOIL-SWEEPING MACHINE
WITH ENERGY-SAVING HYDRAULIC ROTOR DRIVE

Sharov A.V.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov»

E-mail: kafedramehaniza@mail.ru

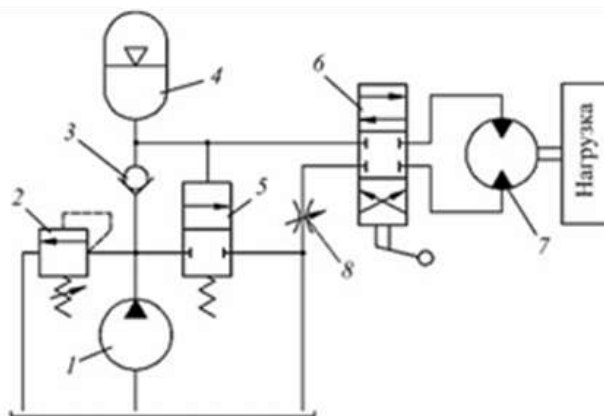
Summary: The article discusses the design of a forest fire soil-throwing machine, the drive of the milling working bodies of which is carried out from a hydraulic motor, since with a mechanical drive through a gearbox and cardan transmission, large dynamic loads arise and the maneuverability of the unit is reduced. The analysis of field studies of an experimental sample of a fire-fighting soil-throwing machine with an energy-saving hydraulic drive and dependencies based on it is carried out. The optimal values of the technological parameters of the working bodies of a forest fire soil-throwing machine with an energy-saving hydraulic drive are determined. The technological parameters of the developed design are determined: the rotor speed, the depth of the casing-ripper, the speed of the unit, the angle of deviation of the blades. It was revealed that the use of energy-saving hydraulic rotor drive allows to increase reliability by providing a high degree of protection of the milling working body from possible impacts on obstacles and to increase the efficiency of the unit in conditions of soils saturated with roots of woody-shrubbery vegetation and compacted cohesive soils.

Keywords: ground primer, forest fire, soil, hydraulic actuator, hydroaccumulator.

На сегодняшний день в качестве орудий при тушении пожаров в лесу или для их профилактики используют грунтометательные машины и полосопрокладыватели с фрезерными или комбинированными рабочими органами. Привод такого рода машин предлагается осуществлять от гидромотора, так как при механическом приводе через редуктор и карданную передачу возникают большие динамические нагрузки и снижается маневренность агрегата [1].

На рисунке 1 представлена принципиальная схема гидравлической системы лесопожарной грунтометательной машины с использованием пневмогидравлического аккумулятора 4, который способен аккумулировать энергию в случае перегрузок гидромотора 7 при встрече фрезерного рабочего органа с препятствием, при этом срабатывания предохранительного клапана 2 не происходит, что позволяет предотвратить превращение энергии гидравлической в тепловую. После преодоления препятствия гидроаккумулятор возвращает накопленную энергию для разгона ротора. При установившихся рабочих режимах гидроаккумулятор выполняет функции демпфера и снижает динамическую нагруженность при работе машины в условиях средних и тяжелых грунтов, наполненных корнями деревьев и кустарников.

При максимальной зарядке гидроаккумулятора насос 1 разгружается полностью, и питание гидросистемы происходит от пневмогидравлического аккумулятора 4, который в случае необходимости станет подзаряжаться гидронасосом 1 [2].



1 – гидронасос; 2 – клапан предохранительный; 3 – клапан обратный;
4 – аккумулятор пневмогидравлический; 5 и 6 – гидрораспределители;
7 – гидродвигатель; 8 – дроссель

Рисунок 1 – Гидропривод лесопожарной грунтометательной машины с гидроприводом ротора

Экспериментальные исследования разработанной конструкции лесопожарной грунтометательной машины с энергосберегающим гидроприводом ротора, предназначенной для лесопожарных и профилактических работ, проходили в Учебно-опытном лесхозе ВГЛТУ на территории Правобережного лесничества. Агрегат, на котором проводились экспериментальные исследования, состоял из трактора ЛХТ-55 и лесопожарногогрунтомета, навешенного на задней навеске трактора (рис. 2). Привод фрезерного рабочего органа данной конструкции осуществлялся от гидромотора 1 типа 11М-20, гидроаккумулятор 2 подключен в напорную магистраль, подача рабочей жидкости к гидромотору 1 от дополнительного насоса 11-Д-20, установленного на задней части рамы трактора, обеспечивалась по гибким рукавам высокого давления 3 [3].



Рисунок 2 – Лесопожарный грунтомет с энергосберегающим гидроприводом ротора (вид сзади)

В ходе проведения экспериментов частота вращения гидромотора 11М-20 привода ротора ω варьировалась в интервале $1 \dots 9 \text{ с}^{-1}$ с шагом интервала 2 с^{-1} за счет изменения рабочего объема регулируемого насоса 11Д-20. Графики зависимости от частоты вращения энергосберегающего гидропривода ротора ω (об/с) для среднего значения дальности выброса грунта L_{cp} (м), производительности P ($\text{м}^3/\text{с}$) и мощности N (кВт) представлены на рисунке 3 под буквами *a*, *б* и *в*, соответственно; сплошные кривые – значения полевых экспериментов, пунктирные линии – теоретические значения [3, 4].

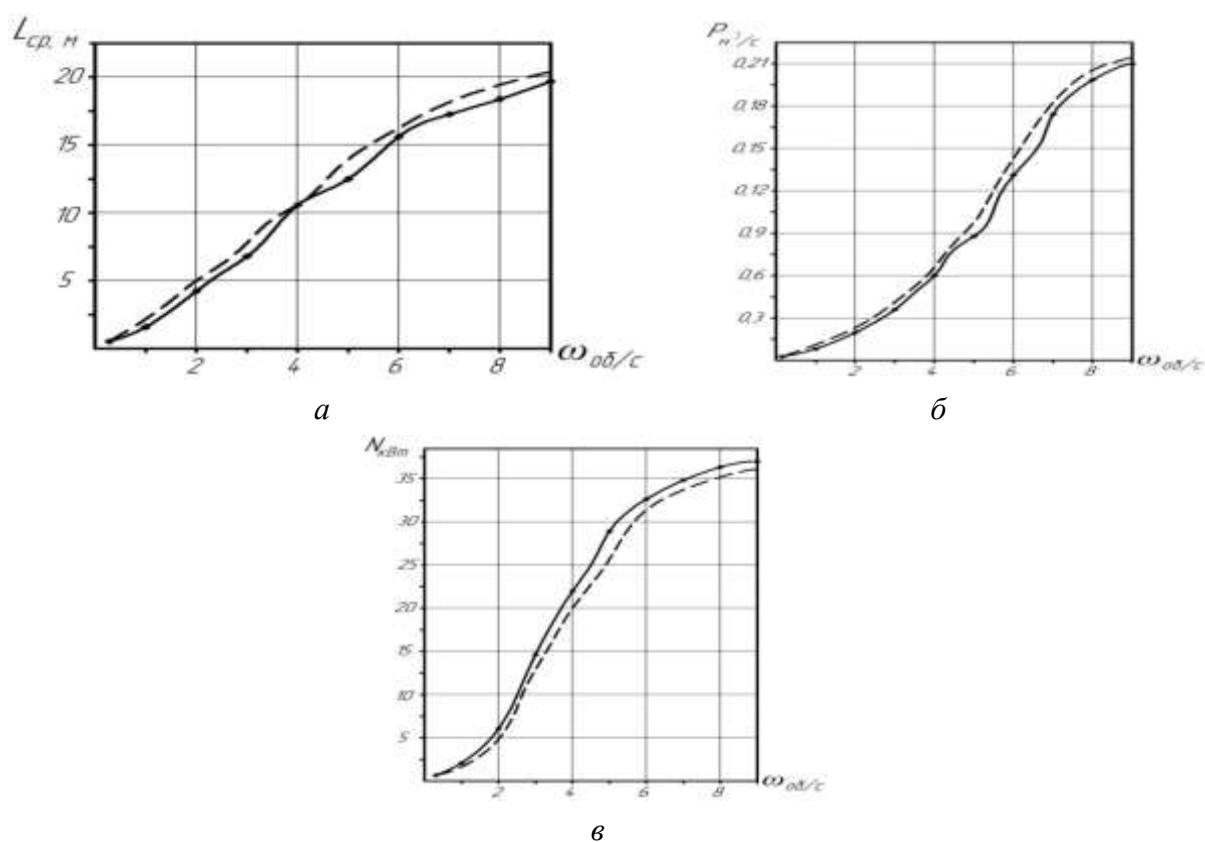


Рисунок 3 – Влияние частоты вращения ротора энергосберегающего гидропривода лесопожарной грунтометательной машины ω на показатели эффективности работы

Полученные графики показывают, что при частоте вращения $\omega = 8 \dots 9 \text{ с}^{-1}$ наилучшие значения средней дальности выброса грунта и производительности составляют 20 м и $0,21 \text{ м}^3/\text{с}$, соответственно. Показатели мощности лежат в диапазоне $36 \dots 36,3 \text{ кВт}$, что является допустимым значением для используемых гидроагрегатов. При показателях частоты вращения фрезы-метателя $\omega < 8 \text{ с}^{-1}$ наблюдается резкое снижение параметров эффективности.

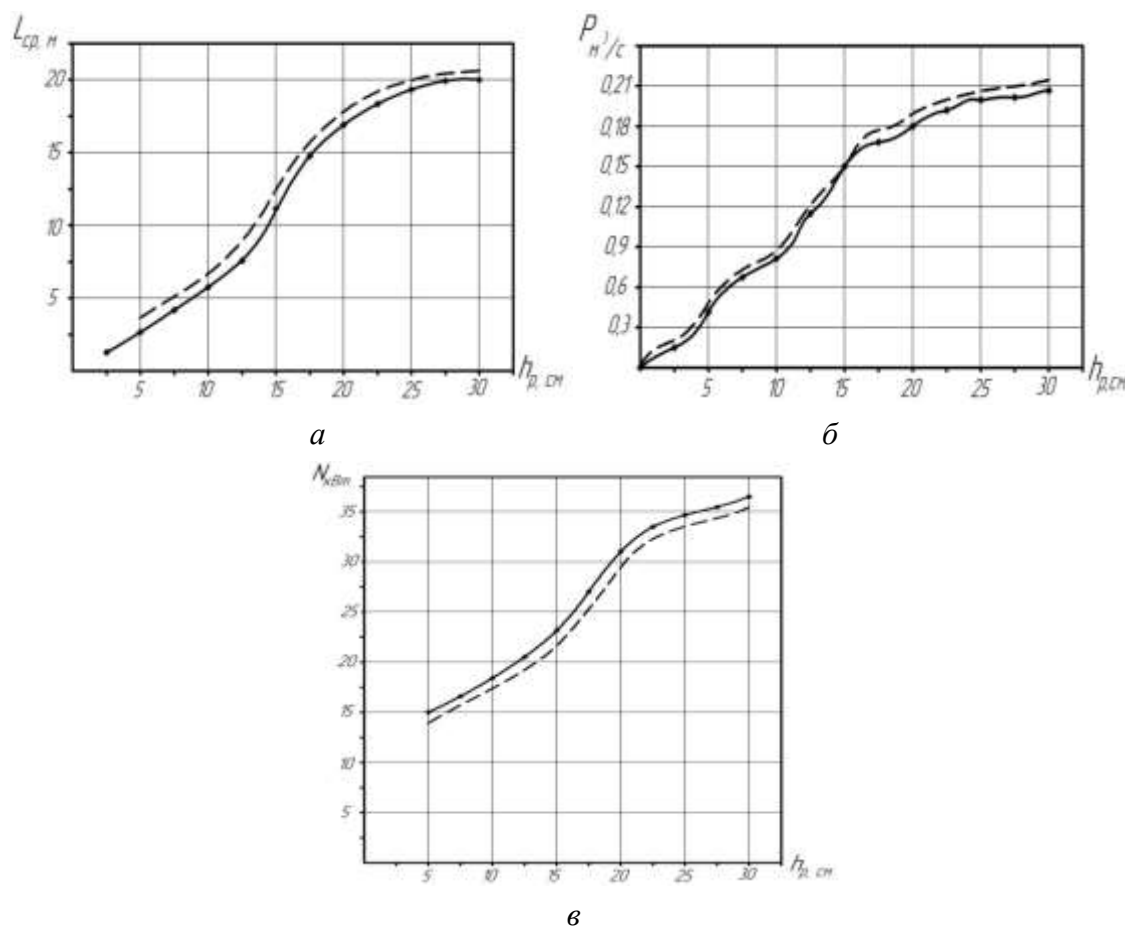


Рисунок 4 – Влияние величины заглубления кожуха-рыхлителя h_p на показатели эффективности работы лесопожарной грунтометательной машины

Кроме того, были получены экспериментальные зависимости (рис. 4) показателей эффективности от величины заглубления кожуха-рыхлителя h_p (рис. 4). Изменение h_p производилось путем увеличения угла наклона орудия с помощью опорной пластины машины в пределах 10 ... 30 см с шагом в 5 см. Сплошными кривыми изображены значения полевых экспериментов, пунктирными линиями – значения теоретических экспериментов [4, 5].

Проведя анализ полученных зависимостей было выявлено, что максимальные значения дальности выброса грунта и производительности равны 19,6 ... 20 м и 0,19 ... 0,20 м³/с, соответственно, при $h_p = 25 ... 30$ см. При этом потребляемая конструкцией мощность лежит в области допустимых значений 34,9 ... 36,6 кВт.

В результате анализа построенных на основе полевых исследований экспериментального образца лесопожарной грунтометательной машины с гидроприводом ротора зависимостей были определены оптимальные значения основных параметров разработанной конструкции грунтометательной машины для проведения профилактических и лесопожарных работ [5].

Таковыми параметрами являются: частота вращения гидромотора ротора ω

$= 8 \dots 9 \text{ с}^{-1}$, величина заглубления кожуха-рыхлителя $h_p = 25 \dots 30$ см, скорость движения агрегата $v_a = 0,8 \dots 0,9$ м/с, угол отклонения лопаток $\alpha = 120^\circ$. При этом показатели эффективности средней дальности выброса грунта L_{cp} и производительности P будут максимальными, а затрачиваемая мощность N будет находиться в рабочем диапазоне [5].

Проведенные экспериментальные исследования и результаты, полученные путем моделирования процессов, показали, что применение энергосберегающего гидропривода фрезерного рабочего органа приводит к увеличению надежности конструкции вследствие высокой защиты фрезерного рабочего органа от ударов о препятствия и пни и повышению результативности работы агрегата на средних и тяжелых грунтах с большим содержанием корней деревьев и кустарников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Ступников, Д. С. Тенденции развития технических средств для тушения лесных пожаров / Д. С. Ступников // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 2 (22). – С. 135-140.

2 Патент № 2616021 РФ, МПК E02 F 3/18. Лесопожарная грунтометательная машина : № 2016104672 : заявл. 11.02.16 : опубл. 12.04.17 / Драпалюк М. В., Гончаров П. Э., Ступников Д. С., Шаров А. В. ; патентообладатель ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова». – 8 с.

3 Перспективные конструкции противопожарных грунтометов / П. Э. Гончаров, П. И. Попиков, М. А. Гнусов, Н. А. Шерстюкова // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. – Воронеж, 2014. – Т. 2. – № 2-2 (7-2). – С. 54-59.

4 Теоретические исследования рабочего процесса лесного пожарного грунтомета с энергосберегающим приводом / П. И. Попиков, П. Н. Щерблякин, А. В. Шаров, Н. А. Шерстюков, Ю. В. Мирошников // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 06-07 июня 2018 г. / Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I. – Воронеж, 2018. – С. 151-156.

5 Гнусов, М. А. Обоснование параметров комбинированных рабочих органов грунтомета для прокладки минерализованных полос в лесу: специальность 05.21.01 «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гнусов Максим Александрович ; Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2014. – 140 с.