

УДК 630*4

UDC 630*4

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОТЫ
КОМБИНИРОВАННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ
ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

**THE RESULTS OF EXPERIMENTAL
RESEARCHES OF OPERATION OF A
COMBINED MACHINE FOR FOREST FIRES
SUPPRESSION**

Гончаров Павел Эдуардович
к.т.н., доцент

Goncharov Pavel Eduardovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Попиков Петр Иванович
д.т.н., профессор

Popikov Petr Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor

Малюков Сергей Владимирович
ассистент

Malyukov Sergey Vladimirovich
assistant

Гнусов Максим Александрович
аспирант
*Воронежская государственная лесотехническая
академия, Воронеж, Россия*

Gnusov Maxim Aleksandrovich
postgraduate student
Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia

Бутин Антон Владимирович
к.т.н., ст. преподаватель
*Липецкий государственный технический
университет, Липецк, Россия*

Butin Anton Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., senior lecturer
Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

Андреев Константин Петрович
ст. преподаватель
*Рязанский государственный агротехнологический
университет, Рязань, Россия*

Andreev Konstantin Petrovich
senior lecturer
*Ryazan State Agrotechnological University, Ryazan,
Russia*

Скобцов Игорь Геннадьевич
к.т.н., доцент
*Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия*

Skobtsov Igor Gennadyevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

Представлены результаты экспериментальных
исследований комбинированной машины для
тушения лесных пожаров в лабораторных и
производственных условиях

The results of experimental researches of a combined
machine for forest fires suppression in laboratory and
working conditions are presented

Ключевые слова: ЛЕСНОЙ ПОЖАР,
ГРУНТОМЕТ, ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ,
ЭКСПЕРИМЕНТ, РАБОЧИЕ ОРГАНЫ

Keywords: FOREST FIRE, SOIL-THROWER,
PROTOTYPE MODEL, EXPERIMENT, WORKING
TOOL

Введение. В настоящее время применение грунта для тушения лесных пожаров представляет собой большую перспективу. Хотя тушение грунтом по эффективности и надежности уступает тушению лесных пожаров водой, но грунт, в отличие от воды (она есть там, где рядом водные источники), всегда имеется в неограниченном количестве. Он может быть использован сразу же при возникновении пожара. С учетом этого научным коллективом Воронежской государственной

лесотехнической академии разработана перспективная конструкция комбинированной машины для тушения лесных пожаров грунтом. С целью оптимизации конструктивных и технологических параметров грунтомета разработана математическая модель процесса подачи и выброса грунта рабочими органами комбинированной машины для тушения лесных пожаров.

Постановка и решение задачи. Для определения качественных и энергетических показателей работы дисковых рабочих органов лесопожарной комбинированной машины, а также проверки адекватности разработанной математической модели необходимо проведение экспериментальных исследований в лабораторных условиях, а для фрезерных головок-метателей в полевых условиях.

Для выполнения этой задачи была разработана программа и методика экспериментальных исследований.

Программа исследований включает в себя:

- определение качественных и энергетических показателей дисковых рабочих органов лесопожарной комбинированной машины, при изменении углов атаки α от 25° до 55° с шагом 10° . Скорость движения экспериментальной установки оставалась постоянной и составляла 0,26 м/с. Твердость почвы принимала следующие значения: 0,5; 0,9; 1,3 МПа. Влажность почвы поддерживалась в пределах 15-20 %;

- определение качественных и энергетических показателей фрезерных головок при вращении рабочих органов с частотой вращения 20 с^{-1} .

В почвенном канале кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин определялись следующие качественные показатели работы дисковых рабочих органов: коэффициент оборачиваемости пласта r , поперечное смещение пласта d , глубина обработки a . Характерный вид образуемых борозды и вала показан на рисунке 1. При этом экспериментальный и рассчитанный теоретически профили борозды

хорошо согласуются между собой (рисунок 2).



Рисунок 1 – Вид борозды, образованный дисковым рабочим органом в почвенном канале ВГЛТА

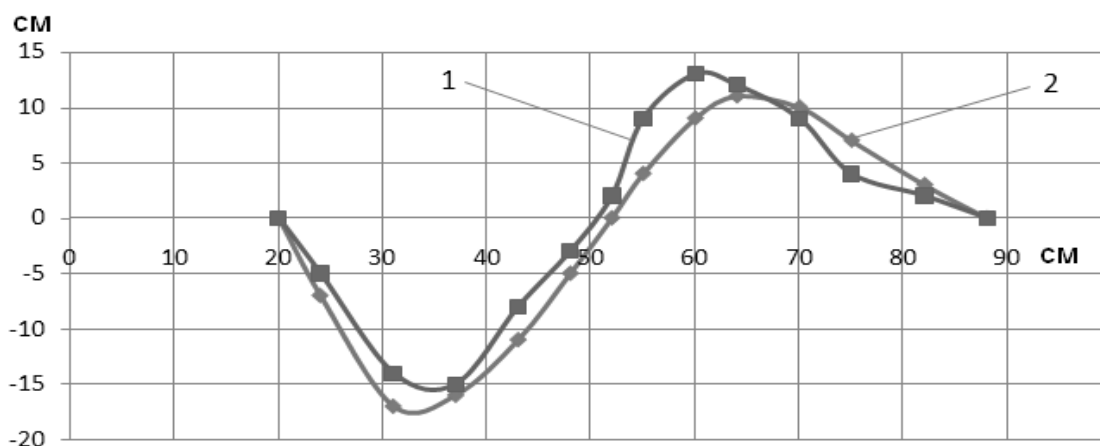


Рисунок 2 – Теоретические (1) и экспериментальные (2) профили борозд дисковых рабочих органов

Коэффициент оборачиваемости пласта определяется из соотношений количества кубиков, попавших в обернутый пласт $\eta_{пер}$ (переместившихся), к общему количеству кубиков $\eta_{общ}$, заложенных перед проходом диска, и рассчитывается по формуле

$$r = \frac{h_{неп}}{h_{общ}} \quad (1)$$

С увеличением угла атаки сферического диска коэффициент r и смещение пласта d (рисунок 3) возрастают, особенно интенсивно происходит сдвиг пласта.

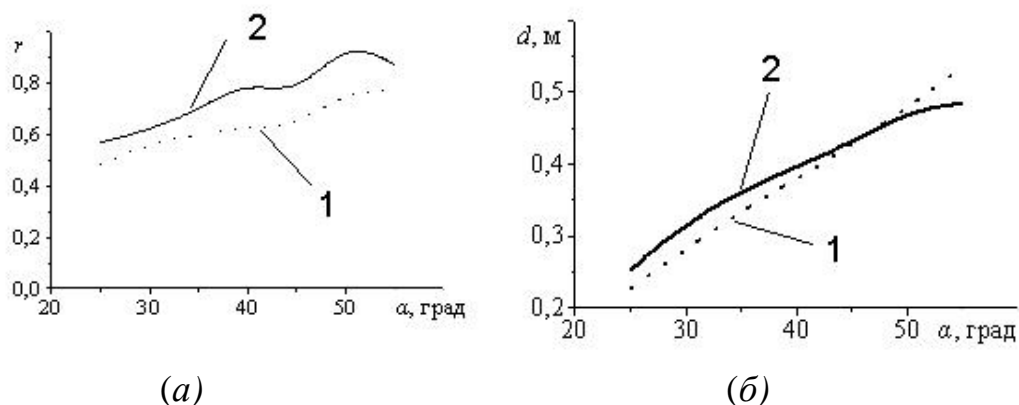


Рисунок 3 – Изменение коэффициента оборачиваемости (а) и поперечного смещения (б) в зависимости от угла атаки: 1- теоретическая; 2 – экспериментальная

Увеличение глубины хода диска вызывает вовлечение им грунта во вращательное движение на большую высоту, что приводит к росту коэффициента оборачиваемости r (рисунок 4).

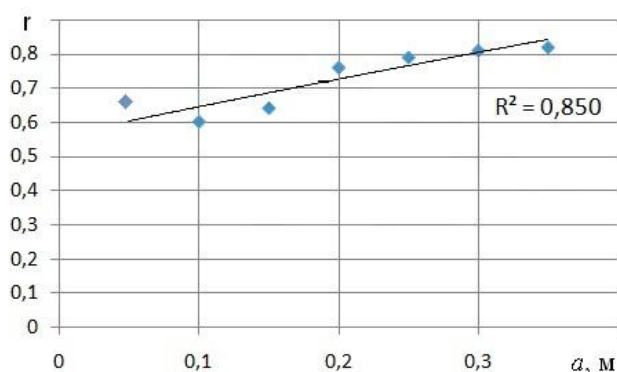


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента оборачиваемости пласта от глубины хода диска a

При увеличении скорости движения диска от 0,25 до 2,0 м/с качество оборота пласта постепенно снижается от 0,8 до 0,53, а потом возрастает до

0,6 (рисунок 5).

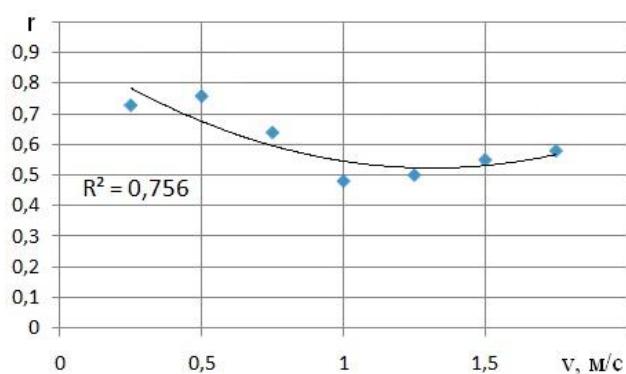


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента оборачиваемости пласта от скорости движения диска

При обработке экспериментальных значений тягового усилия дискового рабочего органа грунтомета получена зависимость мощности N , затрачиваемой на поступательное движение лесопожарного агрегата от установки угла атаки α (рисунок 6), которая имеет практически линейный характер. При этом результаты эксперимента и математического моделирования близки. Максимальное отклонение не превышает 7 %.

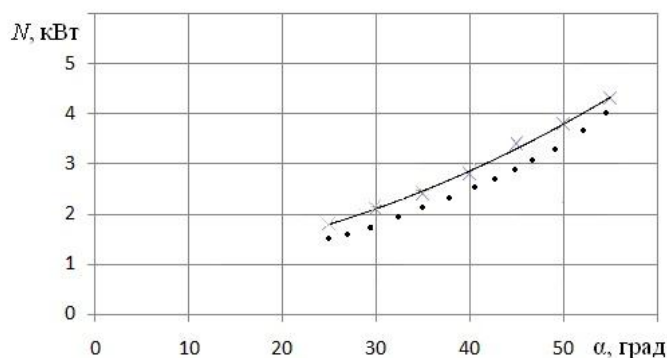


Рисунок 6 – Зависимость потребляемой мощности на перемещение диска от угла атаки α : ----- - экспериментальная, - теоретическая

Увеличение глубины хода диска приводит к значительному росту энергозатрат и их доля в общем энергетическом балансе грунтомета становится существенной (рисунок 7).

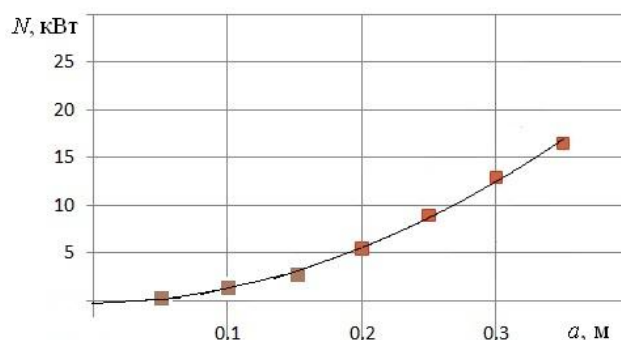


Рисунок 7 – Зависимость потребляемой мощности на перемещение диска от глубины его хода

Необходимая мощность возрастает от 0 до 25 кВт при увеличении глубины хода диска от 0,05 до 0,35 м.

Полевые испытания лесопожарной комбинированной грунтометательной машины проводились на супесчаных почвах, насаждения представлены сосной обыкновенной (рисунок 8). Работа грунтомета оценивалась по производительности, выраженной в кг массы грунта, выбрасываемого в секунду и дальности его отбрасывания в зависимости от величины заглубления фрезы-метателя, угла атаки дисков и глубины их хода.



Рисунок 8 – Лесопожарная комбинированная грунтометательная машина во время проведения полевых испытаний

При увеличении заглубления дисков от 10 до 20 см производительность фрез-метателей и дальность отбрасывания грунта

возрастают (рисунок 9)

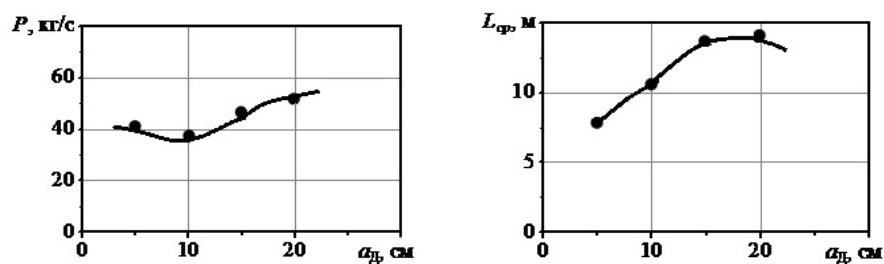


Рисунок 9 – Зависимость производительности (P , кг/с) и дальности отбрасывания грунта (L_{cp} , м) от глубины хода сферических дисков

При глубине 5...10 см производительность минимальна и находится в пределах 40 кг/с, а дальность перемещения не превышает 10 м. Это связано с тем, что верхний слой представлен легкими взвесями в виде хвои и перегнившей органической части. При глубине 15...20 см достигаются максимальные значения производительности и дальности отбрасывания грунта.

С ростом угла атаки дисков до $20^\circ...25^\circ$ производительность и дальность отбрасывания возрастает, а затем несколько уменьшается (рисунок 10). Исходя из полученных значений, следует, что угол атаки должен быть в пределах $20^\circ...25^\circ$.

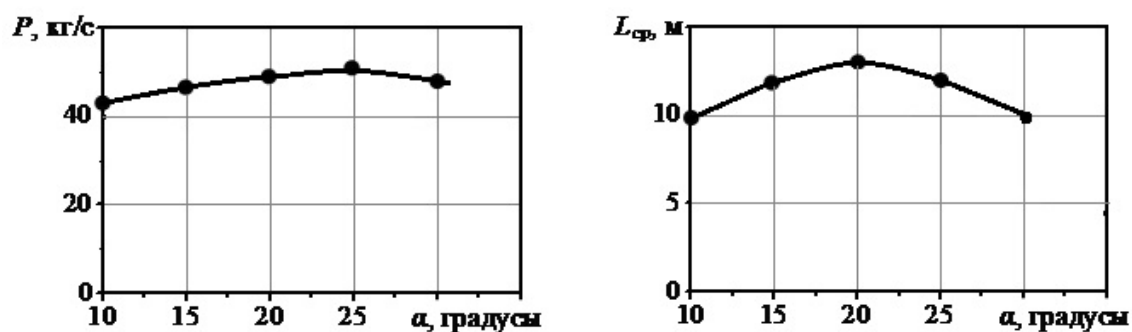


Рисунок 10 – Зависимость производительности (P , кг/с) и дальности отбрасывания грунта (L_{cp} , м) от угла атаки сферических дисков α

Скорость поступательного движения грунтометательного агрегата также оказывает существенное влияние на производительность и

дальность отбрасывания грунта (рисунок 11).

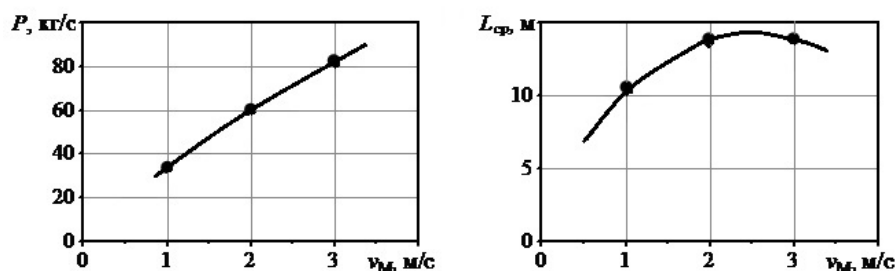


Рисунок 11 – Изменение производительности (P , кг/с) и дальности отбрасывания грунта (L_{cp} , м) от скорости поступательного движения агрегата

При увеличении скорости от 1 до 3 м/с производительность машины возрастает от 27 до 82 кг/с, а дальность полета частиц грунта достигает максимального значения при $V_M = 2$ м/с. Выявленная закономерность связана с тем, что при малой скорости лопатки фрез-метателей захватывают грунт не всей своей рабочей поверхностью. При $V_M = 2$ м/с лопатки загружены полностью.

Потребная мощность для образования почвенного вала дисками возрастает с увеличением глубины хода дисков (рисунок 12, а), их угла атаки (рисунок 12, б) и скорости поступательного движения агрегата (рисунок 12, в).

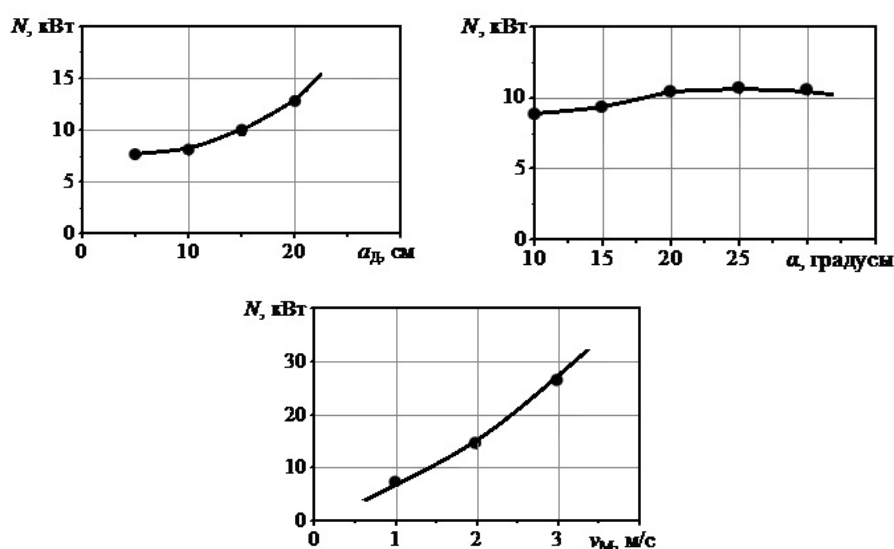


Рисунок 12 – Зависимость потребной мощности (N , кВт) от глубины хода дисков a_d , угла атаки α и скорости V_M

Интенсивность роста потребной мощности в зависимости от угла атаки дисков выражена в меньшей степени, чем в зависимости от глубины их хода и скорости поступательного движения. При выбранных рациональных параметрах a_d и α , затраты мощности, потребляемой сферическими дисками составляют 10...12 кВт.

Энергоемкость фрез-метателей зависит, главным образом, от глубины погружения их в грунт и эта зависимость близка к прямопропорциональной. При предельной глубине погружения фрез-метателей, равной 20 см, энергоемкость составляет 18 кВт. При глубине погружения дисков $a_d = 15$ см потребная мощность составляет 11 кВт (рисунок 13). Общие энергетические затраты на выполнение технологического процесса при скорости поступательного движения агрегата 1,5...2 м/с равны 23...28кВт.

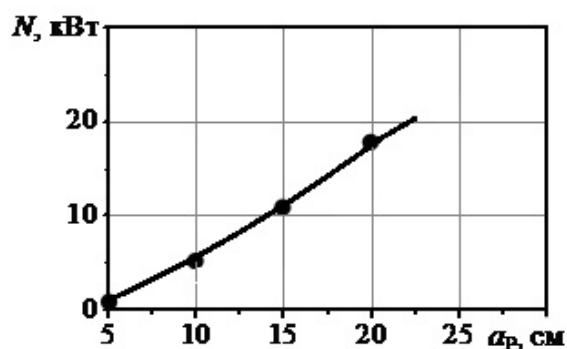


Рисунок 13 – Энергоемкость фрез-метателей в зависимости от глубины погружения в грунт

Выводы. Из приведенных данных следует, что рациональными параметрами установки сферических дисков в лесопожарной грунтометательной машине являются: угол атаки α 20°...25°, глубина хода диска a 15...20 см. В этом случае энергетические затраты незначительны и не превышают 10 кВт. Результаты экспериментальных исследований имеют хорошую сходимость с результатами математического

моделирования: максимальное отклонение абсолютной величины не превышает 10%, что в целом подтверждает адекватность математической модели.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по государственному соглашению № 14.В37.21.2095 в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы»

Список литературы

1. Валдайский Н.П., Вонский С.М., Чукичев А.Н. Тушение лесных низовых пожаров способом метания грунта: Методич. рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. 34 с.
2. Кручек А.Д., Зубков О.В., Чупрова З.А. Орудия для создания и подновления противопожарных минерализованных полос: Обзорн. информ. М.: ВНИИЦлесресурс Госкомитета СССР, 1991. 24 с.
3. Чукичев А.Н. Технические средства для предупреждения и тушения лесных пожаров: Обзорн. информ. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1985. 32 с.