

УДК 630*432.1

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
ПРИ РАБОТЕ ЛЕСОПОЖАРНЫХ АГРЕГАТОВ

Малюков С.В., Бубнов С.С., Аксенов А.А.

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

E-mail: malyukovsergey@yandex.ru

Аннотация: Проведен обзор различных способов тушения лесных пожаров. Приведены технические характеристики грунтометов, полосопрокладывателей и лесопожарных агрегатов. Представлена перспективная конструкция машины для тушения лесных пожаров грунтом.

Ключевые слова: лесные пожары, грунт, грунтомет, ликвидация пожаров.

ANALYSIS OF WAYS TO ENSURE ENERGY SAVING DURING WORK OF
FOREST-FIRE UNITS

Malyukov S.V., Bubnov S.S., Aksenov A.A.

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

E-mail: malyukovsergey@yandex.ru

Summary: A review of the various methods of extinguishing forest fires is carried out. The technical characteristics of soil throwers, strip-laying machines and fire-fighting units are given. A promising design of a machine for extinguishing forest fires with soil is presented.

Keywords: forest fire, soil, soil-throwing, fire suppression.

Косвенные способы тушения лесных пожаров достаточно широко применяются при проведении профилактических работ. Суть их состоит в создании опорных минерализованных полос. Ширина данных полос может быть различной и зависит от вида и интенсивности лесного пожара [1-4].

Данные способы тушения являются весьма эффективными, особенно в процессе борьбы с крупными пожарами.

При этих способах тушения создаются наиболее благоприятные условия

для проведения противопожарных работ (меньше задымленность, огонь не действует на пожарных и технику, опорные полосы можно прокладывать по более удобным местам).

Для подготовки почвы под лесные культуры и прокладки минерализованных полос применяются различные виды плугов. Существенным недостатком плужных рабочих органов является их закоривание. Это связано с наличием в почве корневых включений. Также к недостаткам можно отнести завал пластов в борозды и перекрытие борозд проводниками горения.

Грунтометы и полосопрокладыватели это лесопожарные агрегаты с фрезерными рабочими органами. Они применяются для создания опорных полос и минерализованных заградительных барьеров. Их рабочие органы вырезают в лесных почвах сегментную канавку и минерализуют прилегающую к ней полосу [5-10]. Данные лесопожарные агрегаты отличаются друг от друга по назначению. При помощи полосопрокладывателей создают опорную и заградительную минерализованные полосы и отбрасывают почву на ширину полосы, а грунтометы метают грунт в сторону пожара, тем самым производят его тушение.

При проведении профилактических работ и тушения лесных пожаров очень хорошо себя зарекомендовали машины, в которых в качестве рабочего органа используются торцевые фрезы. Они имеют существенные достоинства: надёжны, просты, долговечны, могут работать в грунтах с древесными включениями. Уменьшение расхода топлива при выполнении работ и повышение КПД агрегатов возможно за счет использования кинетической энергии, аккумулируемой во вращающихся массах их рабочих органов.

Бульдозеры и клиновые отвалы, покровосдиратели, плуги, фрезы различных типов применяются для прокладки минерализованных полос.

В таблицах 1, 2, 3 показаны различные виды грунтометов и полосопрокладывателей. Также представлены применяемые для создания опорных полос лесохозяйственные трактора с лесными плугами и лесопожарные агрегаты.

Наиболее перспективной конструкцией на данный момент является пожарный грунтомет-полосопрокладыватель, который содержит раму, сферические диски, фрезы-метатели, трансмиссию и механизм навески [11, 12]. С целью сдвига напочвенного пожароопасного покрова в стороны и исключения вбрасывания его в пламя огня на раме впереди дисков установлен шнек.

Рыхлительная лапа и сферические диски заглубляются в открытый минерализованный слой. Данные рабочие органы рыхлят почву и образуют микро-

Таблица 1 – Технические характеристики грунтометов

Модели	ГТЛ-20	ГТЛ-20-	АЛФ-10	АПМ	ГГ-3	ГГ-2	ОФ-1	ГР
Базовое средство	ТТ-4	ТТ-4	МТЗ-82	АЗЛК 408	Т-150К	ЛХТ-55	ЛХТ-53 МТЗ-80	Бензо-пила «Друж-
N_{op} , кВт	30	25	40	33	96	32	31	2,5
Рабочий орган	барабанная фреза (8 секций)		торцовая фреза	торцовые	торцовая фреза			торцовая фреза
Примечание	метатель (2 лопасти)		Метатель (6 лопастей)	2 шт.	метатель (4 лопасти)		-	метатель (2 лопасти)
Количество ножей, шт.	16	16	6	8	4	4	н.д.	4
$V_{рез}/V_{мет}$, м/с	10/20	10/20	13,3	н.д.			21.35	16,38
$V_{движ}$, м/с	0.67	0,93	0,53-0,9	0,27	0,5-0,7	0,3-0,95	0,53-0,8	0.17
F_i , МДж/м ³	0,19	0,52	0,82	1.98	1,15	0,58	0,78	1,43
Полоса*	1,2x0,25	0,8 × 0,2	0,63x0,17	0,8x0,15	0,75x0,25	1,1x0,2	0,6x0,15	0,23x0,07
$L_{мет}$, м	25	16	10	4	30	20	19	4
Dop , м	1,0	0,6	0,8	0.4	0.75	0,6	0.8	0,27
Π , м ³ /ч	344	172	175	60	300	200	144	6,3
Масса, кг	1200	550	н.д.	700	750	н.д.	н.д.	22

В таблице 1: N_{op} – мощность, потребляемая орудием; $V_{рез}$ – скорость резания; $V_{мет}$ – скорость отбрасывания грунта; F_i – энергоёмкость технологического процесса; $L_{мет}$ – дальность отбрасывания грунта, Dop – диаметр рабочего органа; Π – производительность орудия; Полоса* – ширина × глубина борозды.

Таблица 2 – Технические характеристики фрезерных полосопрокладывателей

Модели	ПЛ-3	ПФ-1	ПТФ	ПЛМ - 0.4	ППЛ-1	ПФ
Базовое средство	ТЛП-4	ЛХТ-55	Т-02.03	МТЗ-80	Бензопила «Дружба-4»	Т-16М
N_{op} , кВт	65	36	6.2	3.1	2,2	5.07
Рабочий орган	барабанная фреза (2 секции)	торцовая фреза		барабанные фрезы	шнек	торцовая фреза
Примечание	разный D_{op}	2 шт.	–	2 шт. под углом 120° (8 секций)	2 шт.	–
Количество ножей, шт.	4	4	3	32	–	6
$V_{рез} / V_{мет}$, м/с	10/20 и 6/12	31,21	32	28	8	8 и 16
$V_{движ}$, м/с	0,53-0,9	0,69	0,33	0,47	0,3	0,4
F_i , МДж/м ³	0,26	0,9-1,08	1,5	0,25	1,76	0,24
Полоса*	1,0 × 0,45	1,2 × 0,2	0,07 × 0,35	0,45 × 0,1	0,3 × 0,05	0,15 × 0,54
$L_{мет}$, м	6	5	10	0,2-0,3	0,2	1,4
D_{op} , м	1,0 и 0,6	0,57	0,4	0,25	0,17	0,6
Π , м ³ /ч	900	200-250	15	44	4,5	78.8
Масса, кг	1300	600	40	156	12	30

В таблице 2: N_{op} – мощность потребляемая орудием; $V_{рез}$ – скорость резания; $V_{мет}$ – скорость отбрасывания грунта; F_i – энергоёмкость технологического процесса; $L_{мет}$ – дальность отбрасывания грунта, D_{op} – диаметр рабочего органа; Π – производительность орудия; Полоса* – ширина × глубина борозды.

Таблица 3 – Технические характеристики лесопожарных агрегатов

Наименование показателей	Модели лесопожарных агрегатов, тракторов и орудий				
	ЛХТ-55 + ПКЛ-70	ТТ-4+ ПЛШ-1.2	АЛТ-55	ЛХТ-4+ КРП-2.5	МТ-1
Тип рабочего органа	Плуг двухотвальный		клин		плуг
Мощность потребляемая орудием, кВт	61,0	81,0	441,0	81,0	3,6
Глубина полосы м	0.15	0.15	0.1	0.05	0.05
Ширина борозды / полосы	0,70 / 1,40	1,20 / 2,40	3,50 / 4,50	2,50 / 3,00	0,30 / 0,60
Скорость, км/ч	2,8	3,2	5,0	2,5	0,5
Производительность, м ³ /ч	294	684	1750	313	7.5
Энергоёмкость, МДж/м ³	0,60	0,34	0,73	0,75	1,73

В таблице 3: АЛТ-55 – агрегат лесопожарный танковый на базе танка-55; МТ-1 – тяговый модуль на базе бензопилы «Урал-2» повышения в виде двух непрерывных холмиков. За ними идут фрезы-метатели, которые захватывают и отбрасывают грунт в одну или обе стороны. В обе стороны грунт отбрасывается для образования минерализованной опорной полосы. В одну сторону (вправо или влево) для непосредственного тушения низового лесного пожара.

Проверка целесообразности оснащения грунтомета шнеком показала, что он позволяет существенно снизить долю напочвенного покрова в потоке грунта (с 40 до 7 %) и благодаря рыхлению увеличивается средняя дальность выброса грунта (с 9 до 25 м) и снижается потребляемая мощность с 12 до 10 кВт.

Частота вращения шнекового барабана 3,5 ... 5,0 об/с при скорости движения агрегата 1 м/с. Частота вращения шнека должна быть пропорциональна скорости движения агрегата, чтобы обеспечить полноту смещения напочвенного покрова в боковом направлении.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации в рамках научного проекта № МК-6621.2018.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Проказин, Н. Е. Особенности разработки и лесовосстановления горельников в лесостепной зоне [Текст] / Н. Е. Проказин, И. М. Бартенев, В. И. Казаков, Е. Н. Лобанова // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5. – № 1 (17). – С. 85-97.

2 Набатов, Н. М. Лесоводство [Текст] : учеб. пособ. / Н. М. Набатов. 2-е изд., испр. и дополн. – М. : МГУЛ, 2002. – 192 с.

3 Ступников, Д. С. Виды лесных пожаров и методы их тушения [Текст] / Д. С. Ступников // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. – 2015. № 9-3 (20-3). – С. 201-203.

4 Коровин, Г. Н. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России [Текст] / Г. Н. Коровин, А. С. Исаев // Лесной бюллетень. – 1998. – № 8-9.

5 Орловский, С. Н. Теоретическое и экспериментальное исследование резания лесных почв фрезерными рабочими органами [Текст] / С. Н Орловский,

А. И. Карнаухов // Проблемы ускоренного воспроизводства и комплексного использования лесных ресурсов Воронеж, 2006. – С. 156-163

6 Бартнев, И. М. Комбинированный лесопожарный грунтомет и рекомендации по его применению [Электронный ресурс] / И. М. Бартнев, М. В. Драпалюк, П. Э. Гончаров, М. А. Гнусов, А. А. Тамби, В. Е. Клубничкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84. – С. 174-184.

7 Бартнев, И. М. Эффективность применения грунтомета в условиях высокой пожароопасности [Текст] / И. М. Бартнев, С. В. Малюков, С. С. Кириллова // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5. – № 3 (19). – С. 200-209.

8 Afzaal, H. Robot-based Forest Fire Detection and Extinguishing Model [Text] / Hamra Afzaal; Nazir Ahmad Zafar / 2nd International Conference on Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI). Natl. Univ. Sci. & Technol. Coll. E. & M. E. Pakistan, Islamabad, PAKISTAN, nov. 01-02, 2016. – Islamabad: Natl. Univ. Sci. & Technol. Coll. E. & M. E, 2016. – P. 112-117.

9 Three-Dimensional Dynamic Simulation System for Forest Surface Fire Spreading Prediction [Text] / J. Li, X. Li, C. Chen, H. Zheng, N. Liu // International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. – 2018. – Vol. 32. – Iss. 8. DOI: 10.1142/S021800141850026X.

10 Castillo, M. E. Determining response times for the deployment of terrestrial resources for fighting forest fires. A case study: Mediterranean-Chile (Article) [Text] / M. E. Castillo, F. Rodriguez, Y. Silva // Pontificia Universidad Catolica de Chile, Facultad de Agronomia e Ingenieria Forestal. – 2015. – Vol. 42. – P. 97-107.

11 Bartnev, I. M. Modern designs of forest fires machines for soil extinguishment of fire [Text] / I. M. Bartnev, S. V. Malyukov, M. A. Gnusov, D. S. Stupnikov, A. D. Platonov // Engineering and earth sciences: applied and fundamental research (isees 2018). – Grozni, 2018. – P. 48-53.

12 Study of efficiency of soil-thrower and fire-break major on the basis of mathematic simulation [Text] / I. M. Bartnev., S. V. Malyuko., M. A. Gnusov, D. S. Stupnikov // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 9. – Iss. 4. – P. 1008-1018.