ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1991

УДК 630*432.31

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В. М. ГРУМАНС, С. В. СТЕЛЬМАХОВИЧ

ВНИИПОМлесхоз

В практике охраны лесов от пожаров в нашей стране и за рубежом все более широкое применение находят различные огнетушащие вещества (ОтВ), преимущественно вода и химические растворы на ее основе. Наряду с высокой производительностью (по сравнению с засыпкой грунтом и прокладкой минерализованных полос) и экологической безвредностью данных веществ использование большинства из них ограничено сроком действия. Это связано с испарением воды и возвратом лесных горючих материалов к горимому состоянию, с неспособностью таких ретардантов, как сульфат аммония и бишофит, подавлять беспламенное горение после высыхания раствора [1]. При этом увеличивается вероятность возобновления пожара.

В последнее время разработана технология тушения и прокладки заградительных полос, основанная на применении огнетушащих порошковых составов (ОПС) из ранцевого огнетушителя ОЛУ-16 [4]. Она обеспечивает значительно большую производительность тушения кромки и прокладки полос, чем использование водных растворов, но срок действия ОПС еще меньше.

В то же время способы, обеспечивающие достаточно надежную остановку пожара, прежде всего прокладка минерализованных полос, характеризуются пониженной производительностью [5]. Таким образом, между производительностью и надежностью различных способов тушения существует противоречие. В лесопожарной практике оно нашло отражение в сочетании (последовательном применении) высокопроизводительных и надежных способов, что выразилось в требовании обязательной локализации потушенных (остановленных) пожаров [2, 5].

Дальнейшее развитие технологий лесопожарных работ и средств тушения, по нашему мнению, возможно в двух направлениях:

1) создание средств тушения, обеспечивающих высокую производительность и надежность;

2) совершенствование комбинированной технологии тушения пожара в две стадии (быстрая остановка; надежная, хотя и сравнительно медленная, локализация в срок, при котором сохраняется огнезадерживающее действие ОтВ) и повышение уровня технических средств для выполнения каждой из них.

Первое направление связано с созданием более сложных технических средств с необходимыми параметрами производительности и надежности или с разработкой принципиально новых высокоэффективных способов тушения, что требует определенного времени и материальных затрат. Поэтому в настоящее время наиболее предпочтительно второе направление, которое должно основываться на оптимальном сочетании способов остановки и локализации при решении различных тактических задач. Рассмотрим подробнее несколько примеров реализации этого направления.

Как отмечалось ранее, для остановки пожара могут быть использованы вода, растворы ретардантов, ОПС, которыми воздействуют на кромку пожара или создают заградительные полосы. Технология тушения зависит от применяемых технических средств (от ручных до авиатанкеров). В большинстве случаев распространение пожара удается остановить лишь на время [4, 6].

Для каждого ОтВ, с учетом дозы и условий применения, существует период задержки кромки пожара, в течение которого возобновление и дальнейшее распространение пожара маловероятно и заградительная полоса сохраняет свои защитные свойства. Назовем его периодом эффективности использованного средства (Δt). После остановки пожара на каждом элементарном участке он должен быть локализован за время не более Δt. Из этого условия можно получить соотношения скоростей остановки пожара $v_{ост}$ и его локализации $v_{лок}$. Поскольку для остановки пожара используют наиболее производительные способы и средства тушения, то рассматривается ситуация, когда $v_{ост} > v_{лок}$. В этом случае наступает момент, когда $v_{лок}$ недостаточна, если нет ограничений на объем работ.

Время, через которое могут потребоваться дополнительные силы и средства (или следует возвращать средство остановки для повторной обработки кромки), вычисляют по формуле

$$t^* = v_{лок}\Delta t/(v_{ост} - v_{лок}). \quad (1)$$

При заданном времени работ по остановке $t_р$ его сравнивают с t^*. Если $t^* > t_р$, то пожар локализуется без привлечения дополнительных сил, в противном случае $v_{лок}$ должно удовлетворять соотношению $v_{лок}(t_р + \Delta t) \geqslant v_{ост}t_р$. Отсюда

$$v_{лок} \geqslant t_р v_{ост}/(t_р + \Delta t). \quad (2)$$

Если время работ $t_р$ задано по локализации, то условие успешной работы выразится неравенством $v_{лок}t_р \geqslant v_{ост}(t_р - \Delta t)$. Следовательно,

$$v_{лок} \geqslant (1 - \Delta t/t_р)\, v_{ост}. \quad (3)$$

Приведенные формулы позволяют по известной скорости остановки подбирать тип и число средств локализации и определять количественный и качественный состав подразделений при проведении основных видов работ по тушению пожаров в различных условиях.

Важное значение имеет выбор технологии тушения конкретных пожаров или их отдельных секторов, поскольку от этого зависят время выполнения работ, пройденная огнем площадь, трудовые и материальные затраты. Рассмотрим участок пожара с примерно однородными условиями распространения огня. Скорость кромки $v_{кр}$ принимается постоянной в секторе пожара φ, радиуса $R_н = v_{кр}T$, где T — период распространения пожара в секторе до начала тушения. Скорость прироста периметра в секторе $v_п = \varphi v_{кр}$.

При прямом тушении кромки пожара в секторе время работ определяют по формуле [3]

$$t_{пр} = T\,[\exp(v_п/v_{эф}) - 1], \quad (4)$$

где $v_{эф}$ — эффективная скорость локализации (показывает, насколько уменьшается протяженность горящей кромки в единицу времени), $v_{эф} = \sqrt{v_{лок}^2 - v_{кр}^2}$.

При тушении косвенным методом (создании заградительной полосы на некотором расстоянии от кромки) время работ $t_к$ находят по формуле

$$t_к = v_п T/(v_{лок} - v_п). \quad (5)$$

Расстояние, на котором создается полоса, $h = v_{кр} t_к$.

При реализации комбинированной технологии в некотором секторе должны выполняться соотношения (2) и (3). Если они не соблюдаются, то следует увеличить $v_{лок}$ за счет усиления сил и средств локализации или проводить повторную обработку кромки (заградительной полосы) по истечении периода эффективности ретарданта.

Пройденную огнем площадь в секторе при тушении прямым методом вычисляют по формуле [3]

$$S_{пр} = v_{кр} v_{эф} \left(T t_{пр} + t_{пр}^2/2\right)/2. \quad (6)$$

При тушении косвенным методом

$$S_к = \varphi v_{кр}^2 (T + t_к)^2/2. \quad (7)$$

Рассмотрим случай, когда скорость распространения пожара близка к $v_{лок}$, в то время как $v_{ост}$ в несколько раз больше. Пусть $\varphi = 1$ рад, $v_{кр} = 180$ м/ч, $T = 2$ ч, $v_п = \varphi v_{кр} = 180$ м/ч. Производительность бульдозера Т-130 $v_{лок} = 240$ м/ч. Производительность обработки ретардантом $v_{ост} = 1500$ м/ч при периоде эффективности $\Delta t = 1$ ч.

Для локализации данного сектора пожара могут быть использованы четыре варианта технологий: А1 — создание минерализованной полосы бульдозером непосредственно перед кромкой пожара; Б1 — обработка кромки ретардантом, локализация — бульдозером; А2 — прокладка заградительной полосы с помощью бульдозера на некотором расстоянии от кромки пожара; Б2 — создание заградительной полосы с помощью ретарданта и последующая минерализация бульдозером.

Параметры процесса тушения при использовании этих технологий определены с помощью формул (4)—(7) и приведены в таблице.

При невыполнении условий (2) или (3) для комбинированных технологий производится повторная обработка ретардантом части кромки, где период между воздействием средства остановки и средства локализации превышает Δt.

Отметим, что к началу тушения выгоревшая площадь составила 6,5 га. Таким образом, за время тушения пожара в первом варианте она возросла на 18,1 га, а при использовании комбинированной технологии лишь на 0,6 га, что в 30 раз меньше. Если учесть, что наносимый огнем ущерб во многих случаях оценивается в несколько сотен рублей на 1 га, то экономический эффект от применения комбинированной технологии составит значительную сумму. Более того, затраты, связанные с дополнительной обработкой кромки ретардантом, компенсируются уменьшением не только ущерба от пожара, но и объемов работ. Более чем вдвое снизилось и время выполнения работ.

Применение комбинированной технологии при тушении косвенными методами позволяет создавать заградительную полосу на меньшем расстоянии от пожара, что снижает пройденную огнем площадь, протя-

Вариант технологии	Время остановки, ч	Время локализации, ч	Пройденная огнем площадь, га	Протяженность потушенной кромки, м	Расстояние, на котором создается заградительная полоса, м
А1	—	4,2	24,6	1008	—
Б1	0,25	1,6	7,1	375	—
А2	—	6,0	97,2	1440	1080
Б2	0,27	1,7	1,9	410	50

женность минерализованной полосы и время ее прокладки (см. таблицу).

Проведенный анализ показывает, что совершенствование технологий борьбы с лесными пожарами возможно при комбинировании различных способов тушения и прокладки заградительных полос. Умелое их сочетание позволяет решать многие тактические задачи в конкретной обстановке. Приведенные в статье формулы полезны при решении технологических вопросов и планировании работ на лесных пожарах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Акакиев Ф. И., Васильев О. А., Пирогова Т. Г. Огнезащитная способность химических веществ, применяемых в борьбе с лесными пожарами // Лесн. хоз-во.— 1984.— № 5.— С. 57—58. [2]. Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары.— М.: Наука, 1979.— 198 с. [3]. Овчинников Ф. М., Груманс В. М. Экономическая эффективность техники при тушении лесных пожаров // Лесн. хоз-во.— 1989.— № 7.— С. 53—56. [4]. Применение огнетушащих порошков для борьбы с лесными пожарами / Е. С. Арцыбашев, Ф. И. Акакиев, О. А. Васильев и др. // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 5.— С. 68—69. [5]. Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров.— М.: ЦБНТИлесхоз, 1976.— 110 с. [6]. Pyne, Stephen I. Introduction to Wildland Fire // Fire Management in the United States.— New York — Toronto, 1984.— 455 p.

Поступила 8 января 1990 г.

УДК 630*284.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМОЛОПРОДУКТИВНОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ МЕТОДОМ МИКРОРАНЕНИЙ

В. В. СИЛЬВАНОВИЧ, А. В. МЕЛИЧКО

СибНИИЛП

В соответствии с ОСТ 1380—79 [3] смолопродуктивность сосны определяют путем многоразового ранения дерева. Однако из-за трудоемкости и длительности проведения работ этот способ не всегда целесообразно применять на практике. Нами был опробован метод круглых насечек, нанесенных в различные периоды вегетации.

Исследования проводили на территории Богучанского мехлесхоза Красноярского управления лесного хозяйства. Опытный участок заложен в сосняке чернично-разнотравном, III класса бонитета. Возраст насаждения 100...120 лет, состав 10С, полнота 0,6, средний диаметр 22 см. В подросте отмечены осина, береза, сосна, подлесок из рябины, багульника, в напочвенном покрове черника, фиалка, грушанка, осока, мхи. Всего в опыте использовано 50 деревьев сосны.

За контроль принимали метод многоразовых ранений дерева (ОСТ 1380—79). Способ подсочки восходящий, рифленый, без химического воздействия. Карры шириной 10 см наносили с северной стороны дерева. Шаг подновки 1 см, пауза 3 и 5 дн. Живицу собирали в полиэтиленовые приемники и учитывали взвешиванием с точностью 1 г. В расчетах принимали выход живицы с карроподновки.

На южной стороне дерева на высоте 1,3 м от шейки корня круглой стамеской диаметром 20 мм наносили четыре круглые насечки: первую — во второй половине июня, вторую — в первой половине июля, третью — во второй половине июля и четвертую — в первой половине августа. Место для потека живицы подрумянивали. Смолопродуктивность определяли по длине потека живицы, которую измеряли с точностью 0,1 см через 1, 2 и 3 ч после нанесения насечек.

Исследовали корреляционную связь между выходом живицы при многоразовом ранении y и длиной потека из круглых насечек x. Меру линейной связи определяли по величине коэффициента корреляции r, за показатель криволинейной зависимости принимали корреляционное отношение η. Связь между длиной потека и временем ее измерения (через 1, 2 и 3 ч после нанесения насечек) оказалась тесной ($r =$