

УДК 614.84

*Ю.А. Сумцов, начальник курса УЦЗУ,
А.А. Киреев, канд. хим. наук, доцент УЦЗУ,
К.В. Жерноклёв, канд. хим. наук, ст. преподаватель УЦЗУ*

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЕРХОВОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА

(представлено д-ром техн. наук Ю.О. Абрамовим)

На основании экспериментальных данных по огнезащитным свойствам гелеобразующей системы $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$ (5%) + CaCl_2 (8%) предложены схема создания заградительной полосы для тушения верхового и низового пожаров. Получены соотношения, позволяющие оценить время локализации верхового и низового лесных пожаров. Показано, что применение ГОС позволяет обеспечить большую скорость создания заградительной полосы по сравнению с применением воды и землеройной техники.

Ключевые слова: лесные пожары, время локализации, гелеобразующие системы, огнезащитное действие.

Постановка проблемы. Наиболее сложным для тушения видом лесных пожаров является верховой пожар. Верховой пожар сопровождается одновременно и низовым, а при соответствующих условиях и подземным пожаром [1-3]. Для тушения верховых пожаров применяются следующие основные методы: тушение водой или растворами химикатов, прокладка минерализованных полос, отжиг, тушение с привлечением авиации. Общим недостатком существующих методов тушения верховых пожаров является их высокая трудоёмкость.

При тушении верховых пожаров в большинстве случаев используется косвенный (упреждающий) метод тушения пожара. При нём линию остановки огня выбирают на некотором расстоянии от кромки пожара. Для остановки распространения пожара создают заградительную полосу, на которой создают условия невозможности процесса горения. Для этого с помощью землеройной техники создают минерализованные полосы путем прокладки канав и засыпке грунтом горючих материалов. Из-за большого объёма работ практически невозможно создать по всему периметру пожара широкую минерализованную полосу. Необходимая ширина минерализованной полосы в случае сильного ветра и разлёта искр достигает 100-200 м [3].

При сильных верховых пожарах для создания широкой полосы, на которой уничтожены все горючие материалы, осуществляют от-

жиг. Однако для успешного осуществления отжига необходимо наличие ряда условий, которые часто не выполняются [1,3]. Использование воды и различных химических средств недостаточно эффективно при тушении верховых лесных из-за их низкого коэффициента использования и неудовлетворительных огнезащитных свойств [4].

Анализ последних исследований и публикаций. Основными недостатками жидкостных огнетушащих средств являются большие потери за счёт стекания с лесных горючих материалов и низкая устойчивость к действию теплового излучения. Для устранения этого недостатка было предложено использовать гелеобразующие огнетушащие средства (ГОС) [5-6].

В работах [7,8] приведены результаты полевых испытаний применения ГОС при тушении низовых и верховых лесных пожаров. В этих работах было установлено, что ГОС превосходят воду и водные растворы химикатов по оперативным огнезащитным свойствам и огнетушащей способности в несколько раз. Оперативные огнезащитные свойства и показатель огнетушащей способности являются одними из основных параметров, определяющих время тушения лесного пожара. Сопоставление времени тушения пожара различными средствами позволяет сравнить их эффективность. Оценки времени тушения верховых лесных пожаров до сих пор не было проведено.

Постановка задачи и её решение. Целью работы является оценка времени тушения лесных пожаров с помощью ГОС. Для этого используются результаты полевых экспериментов по огнезащитным свойствам гелеобразных слоёв. В качестве ГОС, как и ранее, используется система $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$ (5%) + CaCl_2 (8%). Эта система обеспечивает высокие огнезащитные свойства гелевых слоёв в течение нескольких часов после обработки горючих материалов. Это, в свою очередь, даёт возможность проведения заблаговременной обработки выбранных для огнезащиты объектов.

Рассмотрим сначала тушение низового пожара. При тушении низового пожара обычно используют прямой метод тушения, то есть тушат непосредственно кромку пожара или создают непосредственно перед ней заградительную полосу [3]. Ширина заградительной полосы (l) должна равняться удвоенной высоте пламени (h):

$$l = 2 \cdot h. \quad (1)$$

При таком способе тушения нет необходимости в обеспечении большого времени работоспособности огнезащитного слоя. В работе [7] было установлено, что для остановки, как беглого, так и устойчивого низового пожара достаточно обеспечение удельного расхода ГОС ($R=m/S$, где m – масса ГОС, S – площадь защищаемого участка)

равного $1,0 \text{ кг/м}^2$. Примем, что для лесных пожаров коэффициент запаса (k) равняется 50%. В таком случае необходимо обеспечить удельный расход ГОС $R = 1,5 \text{ кг/м}^2$. Обозначим длину фронта пламени лесного пожара, подлежащего локализации – L , расход ГОС на средстве подачи – p . С учетом того, что $p = m/\tau$, (где τ – время подачи огнетушащего вещества), определим время обработки огнезащитной полосы:

$$\tau = \frac{R \cdot L \cdot 2 \cdot h}{p}. \quad (2)$$

Если принять такой же подход для воды, то отличие времени обработки огнезащитной полосы при выбранных параметрах пожара и тушения, будет обусловлено различием необходимых удельных расходов огнетушащих веществ. Согласно результатам работы [7] удельный расход воды на тушение низовых пожаров с учетом коэффициента запаса составит $3,75 \text{ кг/м}^2$. Это означает, что использование ГОС дает выигрыш по времени тушения по сравнению с водой в 2,5 раза.

Рассмотрим теперь тушение верхового пожара. Многочисленные наблюдения за развитием верховых лесных пожаров показывают, что в условиях существующих в лесах Украины верховой пожар не может распространяться без поддержки низового огня [9]. Нарушение такой закономерности наблюдается редко в особых условиях. Например, при сильном ветре и существенном перекрывании крон деревьев, возможен беглый верховой пожар. В таком случае огонь распространяется по кронам «скачками», опережая фронт низового пожара [2-3].

Таким образом, в большинстве случаев, для остановки верхового пожара достаточно остановить распространение низового пожара. Задача остановки низового пожара, являющегося составляющей частью верхового пожара, отличается от остановки низового пожара, не сопровождающегося верховым. Наличие верхового пожара обуславливает большие интенсивности теплового потока. Это приводит к тому, что горючие материалы могут воспламеняться на расстоянии десятков и даже сотен метров от кромки пожара [10]. Вторым фактором, способствующим распространению лесного пожара, является разлёт искр. Хотя искры являются малоэнергетическими источниками зажигания, они могут воспламенить лишайники и сухую траву. Дальность разлёта искр может достигать 200 м.

Результаты опытов по тушению низовых лесных пожаров показывают, что хорошей защитой от искр является огнезащитный гелеобразный слой, образующийся на поверхности лесных горючих ма-

териалов при использовании ГОС [7]. Причем, удельный расход ГОС для предотвращения воспламенения от искр может не превышать 1 кг/м^2 .

Безопасное расстояние, обеспечивающее отсутствие воспламенения лесных горючих материалов от действия теплового излучения, зависит от параметров пламени (протяжённости фронта пожара, температуры и высоты пламени). В большинстве случаев это расстояние не превышает 150 м. Для защиты горючих материалов от воспламенения под действием теплового излучения в этой зоне достаточно обеспечить удельный расход ГОС равный 5 кг/м^2 [7]. Таким образом, для недопущения распространения низового пожара необходимо обеспечить удельный расход ГОС на расстоянии 150 м от фронта пожара равным 5 кг/м^2 , а на расстоянии от 150 до 200 м 1 кг/м^2 . Таким образом, для предотвращения воспламенения локализуемого участка шириной 1 м (площадью 200 м^2) необходимо подать 800 кг огнетушащего состава. Из этой массы 57 кг будет приходиться на исходный концентрат жидкого стекла, 32 кг на хлорид кальция, а остальное на воду.

В случае если длина фронта пламени лесного пожара равна – L, то время стадии локализации составит:

$$\tau = \frac{800 \cdot L}{p} . \quad (3)$$

Локализовать водой верховой лесной пожар с выбранными параметрами пламени практически невозможно из-за больших потерь воды за счёт стекания с поверхности лесных горючих материалов. Использование традиционных химических составов при тушении лесных пожаров не дает существенного преимущества по сравнению с водой [3].

Создать заградительную полосу для предотвращения распространения лесного пожара, в ряде случаев, можно с помощью землеройной техники (бульдозеры, грунтометы, тракторные плуги, лесопожарные агрегаты). Так бульдозер с шириной ковша 3 м и скоростью проходки $0,5 \text{ км/ч}$ [11] для создания заградительной полосы шириной 200 м и длиной L затратит время $480 \cdot L$ секунд. Для того чтобы затратить такое же время на создание заградительной полосы с помощью ГОС согласно соотношению (3) необходимо обеспечить расход огнезащитного вещества на средстве подачи всего $1,67 \text{ кг/с}$. Обычные ручные стволы обеспечивают расход огнетушащего вещества в 3-4 раза больше. Соответственно скорость создания заградительной полосы при использовании ГОС при обеспечении такого же

расхода, как и на штатных ручных стволах будет в 3-4 раза больше, чем с помощью бульдозера.

Таким образом, по скорости создания заградительной полосы применение ГОС обеспечивает трех–четырёх кратное преимущество по сравнению с использованием землеройной техники.

Выводы. На основании экспериментальных данных по огнезащитным свойствам гелеобразующей системы $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$ (5%) + CaCl_2 (8%) получены соотношения позволяющие оценить время локализации верхового и низового лесных пожаров. Показано, что применение ГОС при тушении низового пожара позволяет обеспечить в 2,5 раза меньшее время создания заградительной полосы по сравнению с применением воды. При тушении верхового пожара применение ГОС позволяет сократить время локализации пожара в 3-4 раза по сравнению с применением землеройной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валендик Э.Н. Борьба с крупными лесными пожарами.- Новосибирск: Наука. 1990. – 193 с.
2. Арцыбашев Е.С. Лесные пожары и борьба с ними.– М.: Лесная промышленность. 1974. – 280 с.
3. Воробьёв Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы. – М.: ДЭКС-ПРЕСС. 2004. – 312 с.
4. Смирнов Н. Как защитить лес от пожаров // Пожарное дело.– 2003.–№1.– С.10-13.
5. Сумцов Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В. Совершенствование жидкостных средств тушения лесных пожаров // Пожежна безпека. – Львів. – 2005.– №6. – С.29-31.
6. Патент 2264242 Российская федерация. МПК7 А62С, 5/033.Способ тушения пожара и состав для его осуществления Борисов П.Ф., Росоха В.Е., Абрамом Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В. Заявка №2003237256/12. Заявл. 23.12.2003, Оpubл. 20.11.10.2005, Бюл. №32
7. Сумцов Ю.А., Киреев А.А., Жерноклёв К.В. Использование гелеобразующих составов для борьбы с низовыми лесными пожарами. // Проблемы пожарной безопасности. – 2007.– Вып.22.– С.175-179.
8. Сумцов Ю.А., Киреев А.А., Александров А.В. Использование гелеобразующих составов для борьбы с верховыми лесными пожарами. // Проблемы пожарной безопасности. – 2008.– Вып.23.– С.180-185.
9. Свиначенко В.Є. , Вабіч О.Г., Швиденко А.И. Лісова пірологія. – Київ: Агропромвидав. України. 1999. – 172 с.

10. Абрамов Ю.А., Киреев А.А., Шаршанов А.Я. Локализация чрезвычайных ситуаций с помощью гелеобразующих составов (на примере крупных пожаров) // Проблемы надзвичайних ситуацій.– 2007.– Вып.6.– С.3-11.

11. Пожарная тактика. Под ред. В.М. Соколова. Ч.2.– М.: Стройздат. 1976.–224 с.

nuczu.edu.ua

Ю.О Сумцов, О.О. Кіреєв, К.В. Жернокльов

Оцінка часу локалізування лісової пожежі гелеутворюючими складами.

На базі експериментальних даних по вогнезахистним властивостям гелеутворюючої системи $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$ (5%) + CaCl_2 (8%) запропонована схема утворення загороджувальної смуги для гасіння верхових та низових лісових пожеж. Одержані співвідношення, що дозволяють оцінити час локалізування лісових пожеж. Показано, що використання гелеутворюючих складів дозволяє забезпечити більшу швидкість створювання загороджувальної смуги по зрівнянню з використанням води та землерийної техніки.

Ключові слова: лісові пожежі, час локалізування пожежі, гелеутворюючі системи, вогнезахистна дія.

Y.O. Symtsov, A.A. Kireev, K.V. Zhernoklov

Estimation of time for forest fire localization with use gelforming composition.

On the base of experimental data of fire-resistance properties of gelforming system $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2$ (5%) + CaCl_2 (8%) the plane of creation of fire wall for extinguishing ground and crown forest fire. It is received correlations which allow to estimate time for forest fire localization. It is shown that using the gelforming composition allows to provide higher speed of creation of fire wall comparing with usage water and heavy machinery.

Key terms: forest fire, time for fire localization, gelforming system, fire-proof action.