

ДИНАМИЧНИ ПРОЦЕСИ ПРИ ВЪЗНИКВАНЕТО И РАЗВИТИЕТО НА ГОРСКИ ПОЖАР

Любен Еленков

ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград

УДК 630.4

Постъпила на 11.11.2009

Динамиката от началното развитие на горските пожари може да се обясни с проведените експерименти на терена и в лабораторни условия. Конвективните потоци играят основна роля от възникването, интензивното развитие и затихването им до момента на активиране на лъчистия топлообмен и разпространението му. Анализирането на началния пожар разкрива закономерностите на развитието му.

Ключови думи: точков пожар, развитие, конвекция, възходящо течение, пренасяне на пожара.

Key words: spot fire, development, convection, upward stream, transfer of fire.

Увод

Всеки горски пожар започва с началното възникване и развитие. Горските екосистеми са достатъчно податливи на локален пожар през пролетта и есента. Невралгичните рискови места са обитаваните от човека територии, туристическите обекти, пасищата, периферните населени места до горски масиви и др. Причините са непредпазливост, безотговорност или умисъл от злосторници. Възникналият локален пожар се самоподдържа и ускорява във всеки момент от време.

Оставен да се развива свободно, особено в случай на високи горими материали, пожарът създава сложна рискова ситуация. Отдалечеността на населените места и труднодостъпните местности изисква време за придвижване и разполагане на специална тех-

ника, което позволява пожарът да се развива във времето безпрепятствено.

Постановка на задачата.

Цел на изследването

При възникването на локалния пожар започва отделянето на топлина от пламъка – светещата му част, която е ориентирана вертикално. Устойчивото горене формира ядро от възходящо течение с непрекъснато увеличаване на линейната скорост във височина. Факелът на пламъка може да достигне до 1,5 пъти височината на горимите материали при температура 1000–1200° С (Панов 2007, Чочев 2003). Характерно за началното възникване и развитие е това, че се оформя факел с форма на ососиметричен изтеглен огнен стълб и горенето се развива обем-

но като запазва формата си до извисяване на пламъците до най-високата част на горимото натоварване.

Целта на изследването е да се проведе анализ на развитието на локален точков пожар, чрез реален експеримент на предварително избран терен (полигон) и провеждане на експерименти в лабораторни условия с горимо пано.

За изпълнение на поставената цел се определя конкретната задача, която се състои в проследяване на поведението на конвективните потоци и на устойчивостта на факела във времето, а също така и установяване процеса на горенето от възникването, развитието и разпространението на пожара. Да поставим експериментите, проведени в реални условия на полигона (терена) с тези в лабораторни условия и да се установи адекватността на модела.

Подготовка и провеждане на експеримента

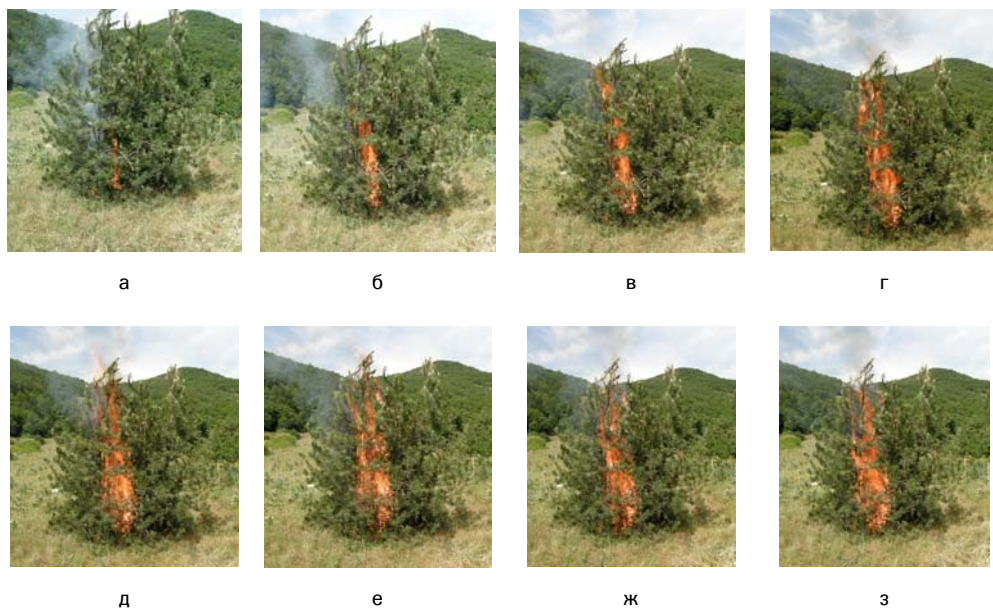
При подготовката и провеждането на експеримента за изследване на локален (точков) пожар изградихме „мини гора“ на съответен полигон на открито.

За целта със специални свредла бяха направени отвори (дупки), в които се поставиха изправени 15 броя отрязани с корона дървета и така се създаде „мини гора“. В основата подготвихме огнище от невегетирана листна и тревна маса. Измерихме температура на въздуха – 37° С и влагата – 12 %. Мястото на „мини гората“ беше обезопасено с минерализована ивица с дъл-

жина 15 m и ширина 50 cm. От съседната вила се осигури маркуч за вода, включен към помпа и кофи с вода, 4 бр. тупалки и 4 човека, готови да реагират при необходимост.

Провеждането на експеримента започна със запалване на огнището. С цифров апарат и камера е заснето развитието на пожара, което е показано на фиг. 1, 2.

Снимките са правени през 5 s. Отначало започва леко припламване (фиг. 1а), след което се оформя конвективно вертикално възходящо течение, което има симетрична форма, показана на фиг. 1 б–е. Горимият материал се прогаря интензивно от пламъците, които се извисяват над повърхността му. Настъпва устойчиво интензивно горене за 8–10 s, показано на фиг. 1ж, з. След устойчивото горене се получава затихване (фиг. 2а) за 2–3 s, като в същия момент пожарът изведнъж се пренася буйно и интензивно в граниещите горими материали (фиг. 2 б, в), като обхваща видимо по-голяма площ. Прави впечатление, че пожарът се активира и се изнася под наклон към върховото горимо натоварване (фиг. 2 г–з), т.е. пак се търси най-късият път за пренасяне на пожара от вертикалното развитие хоризонтално по направление на склона. развитието на пожара при проведения експеримент може да се обясни по следния начин: топлоотдаването от началното възникване и вертикално развитие се осъществява основно от конвективния топлообмен, т.е. пренасяне на топлината в резултат на преместване на частиците (продуктите на горене), които



Фиг. 1. Развитие на локален горски пожар
Fig. 1. Local forest fire development

са с достатъчно висока температура, изнасящи се вертикално в средата, в която са и дисперсно разпръснатите горими материали. Свободното движение на нагнетите частици възниква вследствие на разликата на плътността на нагнетите и студените частици, което предизвиква и появяване на подемна сила. Колкото повече топлина се предава, толкова по-интензивно е свободното движение на продуктите на горене (Абрамович 1989, Терзиев и др. 2003, Еленков 2009). Пренасящата се вертикално във височина висока температура се поглъща от горимите материали, които са в дисперсно състояние по пътя на движението на конвективното течение и мигновено се запалват. Оформеното течение (ядро) на пожара води до недопускане в него на

турбулентна дифузия и създава разделителна околна повърхност по външната си граница, възпрепятства проникване на свеж въздух във вътрешността му. В основата на огнището до земната повърхност възниква циркулационно течение с голям напречен градиент на налягане. Това принудително вкарва свеж въздух под налягане, което подхранва локалния пожар и по този начин възникват големи осеви вертикални скорости, като по този начин се запазва устойчивостта и изнасянето на голяма височина на осевия вертикален стълб (фиг. 1). Високата плътност на студения атмосфернен въздух притиска и свива конвективния поток, т.е. свива продуктите на горене, поради това че плътността им е значително малка и така спомага за оформяне и изнасяне



Фиг. 2. Пренасяне на пожара от развитие в разпространение
Fig. 2. Forest fire transforming from development into occurrence

във височина на факела на пламъка. Подемната сила изнася продуктите на горене с високата температура във височина и позволява чувствително слабо хоризонтално разширение на пожара. По подобен начин авторът проведе експерименталното изследване в лабораторни условия и те напълно съвпадат с динамичните процеси на развитие във времето.

Експериментите, проведени в лабораторни условия, позволяват по-прецизно да се следи развитието във всеки момент от времето. На базата на проведените експерименти беше построена обща картина на развитието на началния пожар чрез изометричните линии (фиг. 4), които представляват масовата скорост на прогаряне на го-

римите материали.

Резултатите от проследяването на развитието на пожара във всеки момент от време се нанасят в таблица и това дава възможност да се построи графика (фиг. 5), от която се вижда линейната скорост на фронта и фланговете.

При горските пожари възникват възходящи конвективни струи, дължащи се на разликата в плътността на продуктите на горенето и на околната среда. Определящ критерий за подобен род течение е този на Архимед (Абрамович 1984):

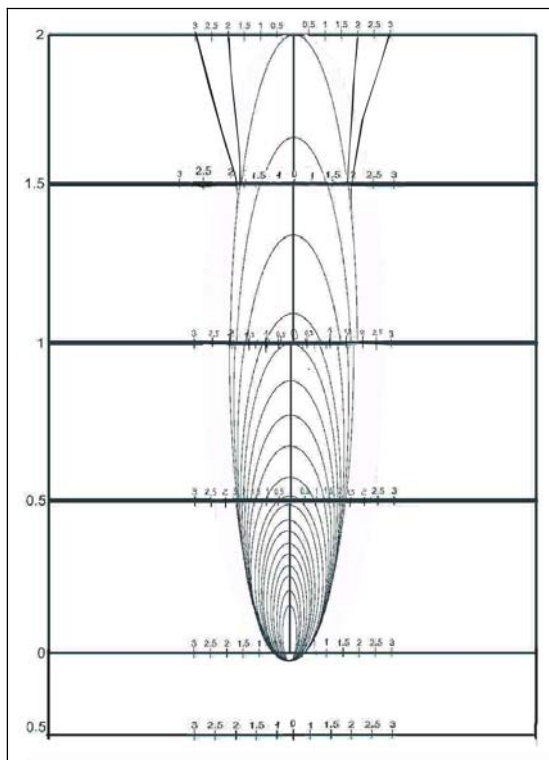
$$(1) \quad Ar_o = \frac{(\rho_{ок} - \rho_o)gd_o}{\rho_o u_o^2}$$

където:

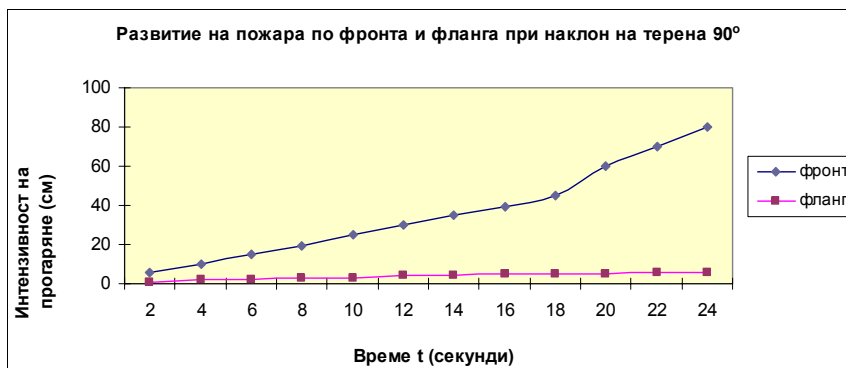


Фиг. 3. Експеримент с горимо панно

Fig. 3. Experiment with corrugated cardboard



Фиг. 4. Картина на изотермичните линии
Fig. 4. Isothermal lines



Фиг. 5. Линейна скорост на разпространение на пожара по фронта и фланговете
Fig. 5. Linear speed of forest fire development in front and flanks

$\rho_{ок}$ е плътността на околната среда;
 ρ_o – плътността на струята;
 d_o – приведенят диаметър на пожара;
 u_o – скоростта на възходящото течение.

Съгласно Драйздейл (1990) скоростта на възходящото течение при пожар се определя по зависимостта:

$$(2) \quad u_{o\max} = 1,9Q_c^{1/5}, \text{ m/s}$$

измерена на височина:

$$(3) \quad Z = (0,08 \div 0,2)Q_c^{2/5}, \text{ m}^*$$

от нивото на земната повърхност.

Плътността на димните газове от пожара ρ_o се определя от температурата в ядрото му T_o по закона за състоянието на газа:

$$(4) \quad \rho_o = \frac{P_{\text{атм}}}{RT_o}$$

при известно налягане на околната среда $P_{\text{атм}}$.

С така зададените налични параметри се определя стойността на Ar_o , което е необходимо за пресмятания.

Архимедовото число по височина на възходящата конвективна струя се мени, т.е. температурата намалява вследствие масо- и топлообмена с околната среда, а от това се повишава плътността ρ . От друга страна, в околната среда се наблюдава стратификация на температурата във височина:

$$(5) \quad T_{ок} = f(z).$$

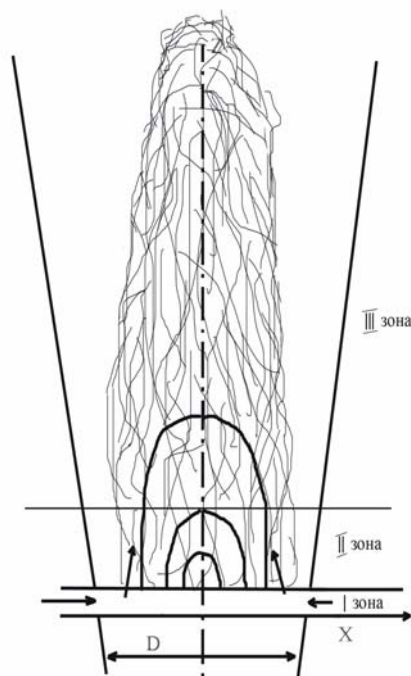
Това намаляване на $T_{ок}$ води до на-

* Зависимостите (2) и (3) са емпирични, получени чрез статистическа обработка на опитни данни, което обяснява и дименсията им.

растване на плътността $\rho_{ок}$.

Изменението, разликата между плътности, е един от факторите, водещ до промяна на подемната сила по височина на конвективната струя над пожара.

Конвективната струя се формира по показания на фиг. 6 начин.



Фиг. 6. Зони на развитие на локален пожар
 Fig. 6. Local fire development areas

Съгласно Абрамович (1984) и Терзиев и др. (2003) при конвективното течение възникват следните три зони:

– Зона I се характеризира с насочено движение на въздух от околната среда към пожара в хоризонтална равнина. Този въздух „захранва“ горивния процес с кислород.

– В зона II се наблюдава обръщане на течението от хоризонтално във вертикално направление.

– Зона III е с оформено напълно възходящо конвективно течение, в което може да се приеме наличие на автотомелност (подобие) на скоростното и температурното разпределение и разпределението на плътността. Това означава и една реална възможност за описание и решаване на този участък от течението.

Необходимо е да се отбележат и възможностите за усложняване на ситуацията при подобни пожари. Достатъчната неравномерност на горимите материали, пулсацията при горенето им, обтичането на стволите и наличието на вятър може да доведе до едно възможно завъртане на течението (фиг. 7).

Тези параметри не са постоянни и затова в полето му се създава вихър на скоростта $\Omega \rightarrow \text{rot} V \rightarrow$, чиято ком-

понента в хоризонталната равнина е равна на:

$$(6) \quad \Omega_z = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y},$$

където u и v са компоненти на скоростта V в тази равнина.

Завъртането на конвективното течение и по-голямата плътност на околната среда водят до едно „свиване“ на това течение. Това е съпроводено с издигане на конвективното течение над пожара на голяма височина и е известно като „огнен смерч“ (Гуйта и др. 1987). Огненият смерч изнася на голяма височина продукти от горенето, което способства за разпространението на пожара на големи пространства.

Изводи

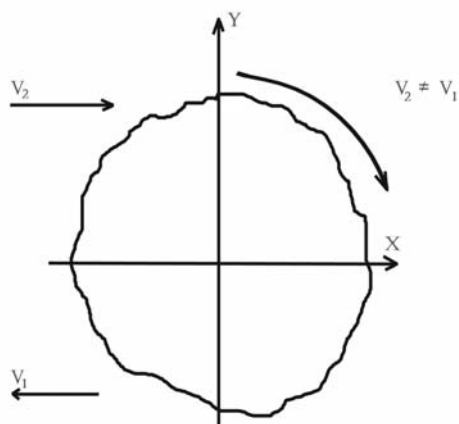
1. Локалният пожар се развива асиметрично с почти кръгла форма.

2. Факелът на пламъка е ориентиран винаги вертикално – избира най-късия път към небето.

3. Адвекцията – циркуляцията е винаги в основата на огнището или при затихване на конвективното течение на определена височина, когато горимото натоварване е високо и пламъкът се изтегля на по-голямо разстояние от огнището.

4. Факелът на пламъка е с минимална плътност, поради това се свива (притиска) от плътния студен въздух в околното пространство и не му позволява заедно с подемната сила хоризонтално разширяване.

5. При затихването на конвективното течение пожарът се пренася мигно-



Фиг. 7. Завъртане и свиване на конвективния поток

Fig. 7. Convective flow

вено в съседните граничеши материали и започва разпространението му.

Благодарности

Разработката се финансира по проект № НИД-Н9/Ф-4 на ЮЗУ „Неофит Рилски“.

Литература

1. Абрамович, Г. Н. 1984. Теория турбулентных струй. М.: Наука.
2. Гуйта, А., Д. Линзи, Н. Сайред. 1987. Закрученные потоки. М.: Мир.
3. Драйздейл, Д. 1990. Въведение в ди-

намику пожаров. М.: Стройиздат.

4. Еленков, Л. 2009. Анализ на горимите материали, влияещи за разпространението на горски пожари. – Наука за гората, 1, 81–86.

5. Панов, П. 2007. Ръководство за гасене и превенция на горски пожари. С.: Минерва.

6. Терзиев, А. и др. 2003. Още нещо за разпространението на горските пожари. – Във: Сборник научни доклади. Международна научна конференция „75 г. Институт за гората при БАН“. Т. 1, С.: БАН, 305–311.

7. Чочев, В. 2003. Оперативна тактика за гасене на пожари. С.: Огнеборец.

DYNAMIC PROCESSES AT THE OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF A FOREST FIRE

Luben Elenkov

South-West University „Neofit Risky” – Blagoevgrad

UDK 630.4

Received 11.11.2009

Summary

The dynamics of occurrence and development of a forest fire can be explained by the experiments that has taken place on the spot (range) and by similar laboratory tests. The key role is played by the convective upward stream since the very occurrence, the intensive accelerating development until the loading on fire is overcome at an above-the-materials-on-fire height. The analysis of this convective stream reveals the objective laws that rule the spot fire development.