



**ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ
„НЕОФИТ РИЛСКИ“
БЛАГОЕВГРАД**

ПРИРОДО-МАТЕМАТИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
Катедра „География, Екология и опазване на околната среда“

**ВЛИЯНИЕ НА ДИНАМИЧНИ И
ТЕМПЕРАТУРНИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ
ГОРСКИ ПОЖАР ВЪРХУ ОКОЛНАТА
СРЕДА**

Веселина Христова Дългъчева

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за придобиване на
образователна и научна степен „доктор“
в професионално направление 4.4. „Науки за Земята“
докторска програма „Екология и опазване на околната среда“,

Научен ръководител:
проф. д-р Любен Еленков

Научен консултант:
доц. д-р Борислав Юруков

Благоевград, 2016

Дисертационният труд е обсъден на заседание на Разширен катедрен съвет на катедра „География, Екология и опазване на околната среда” на Природо-математически факултет при ЮЗУ „Неофит Рилски” – Благоевград, проведено на 20.06.2016г. и завършило с предложение за откриване на процедура по официална защита. Предложението е утвърдено с решение на Факултетния съвет на ПМФ на ЮЗУ „Н. Рилски” – Благоевград.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 08 септември 2016 г от 10:30 ч. в Учебен корпус № 4, зала 4401 на открито заседание на научно жури в състав:

1. Доц. д-р инж. Михаил Михайлов
2. Проф. д-р Любен Еленков
2. Проф. д-р инж. Христо Христов
4. Проф. д-р Иван Антонов
5. Проф. д-р Георги Георгиев

Материалите за защитата са на разположение на интересувашите се в Учебен корпус № 4, каб. 4102

СЪДЪРЖАНИЕ

I.	Обща характеристика на дисертационния труд	3
	§1. Актуалност на изследването	3
	§2. Предмет и обект на изследването	5
	§3. Цел и задачи на изследването	5
	§4. Методология на изследването	6
	§5. Научна новост на изследването	7
	§6. Практическо значение на изследването	7
II.	Обем и структура на дисертационния труд	8
II.	Кратко изложение на дисертационния труд	10
	§1. Увод	10
	§2. Глава първа	10
	§3. Глава втора	13
	§4. Глава трета	23
	§5. Глава четвърта	35
III.	Приноси на дисертационния труд	43
IV.	Публикации по темата на дисертационния труд	44
V.	Декларация за оригиналност	45
VI.	Благодарности	46

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

§ 1. Актуалност на изследването

Всяка година, в резултат на възникнали пожари, се опустошават големи по площ територии. Щетите и пораженията върху растителните и животински популации са огромни. Можем категорично за заявим, че безспорно пожарите оказват вредно въздействие върху околната среда като цяло. При горенето, във въздуха се емитират вредни газове и твърди частици, вдишването на които има негативни последствия за здравето на човек, а отлагането на тези частици върху растителността нарушава усвояването на CO_2 и продукцията на O_2 . Пожарите често разрушават или са причина за повреди на изградените през горските територии комуникационни апаратури, електропроводи и друга инфраструктура, което е причина за икономически загуби и негативно влияние върху качеството на живот на хората в близко разположените населени райони. Това от своя страна отново може да бъде разгледано като негативно въздействие върху околната среда.

Горските пожари могат да бъдат характеризирани като особен вид бедствие, което се разпространява без контрол във времето и пространството. Данните за възникналите пожари и площта на засегнатите територии в България показват, че през последното десетилетие на миналия век и в началото на XXI век пожарната обстановка в страната ни се променя и усложнява значително. Анализирайки статистическите данните от страната ни, а и тези в световен мащаб, ясно се вижда, че по-голямата част от възникналите пожари са предизвикани пряко или косвено от дейността на човека. Пожарите могат да бъдат наредени сред най-опасните рискове за горските екосистеми, върху които човек е в състояние да противодейства, поради това, че той е основния „виновник“ за възникването им.

Изучаването и анализирането на динамичните процеси, протичащи при горските пожари, както и моделирането на формата, посоката и скоростта на разпространение на пожара, представлява интерес за редица световни и български учени, работещи в областта на Опазване на околната среда, Екология, Информатика, Математика, Химия, Физика, както и за специалистите от държавните институции, имащи пряко отношение към опазването на горските екосистеми. Непосредственото прилагане на световните научни постижения у нас не винаги е възможно. Актуалността на разглеждания в труда проблем произтича от природните особености на България.

През последните години обект на редица обсъждания и коментари от страна на политици, икономисти, еколози и граждани е въпросът с ширината на просеките в горските масиви, в частност просеките по трасетата на въздушните електропроводни линии (ВЛ). Това е така, т.к. тук се преплитат интереси от различен характер - политически, икономически, екологични. Един от последните поводи за обсъждания бе оставането на стотици населени места без електрозахранване през март 2015 г., в резултат на множеството паднали дървета, които скъсаха кабелите на редица електропроводи в планинските райони. Анализирайки данните за възникнали пожари и аварии, се забелязва, че повреди по електропроводните линии (скъсване или провисване на проводници), стават причина за възникване на пожари в горските масиви. От друга страна възникнали пожари често са причина за аварии и спиране на електрозахранването в редица населени места и произтичащите от това негативни последици.

Вниманието ни привлича един важен и същевременно интересен от научна гледна точка въпрос - ширината на просеката. Тя явно се оказва недостатъчно „препятствие“ за пожара и при определени и подходящи условия, той лесно може да се прехвърли от другата ѝ страна. Наред с това ширината представлява „проблем“ при случаите на падане на изсъхнали дървета или в резултат на събарянето им при обилен снеговалеж. Разбира се не бива да се пренебрегва и факта, че голяма част от просеките не се поддържат в необходимото състояние – не се извършва санитарна сеч и почистване на растителността под въздушните електропроводни линии. (ВЛ).

Всичко това дава основание за провеждането на изследвания и анализ на динамичните и температурни изменения, които възникват при горски пожар, развиващ се на границата на просека. В резултатите от тези изследвания могат да се търсят отговори на няколко изключително важни въпроса – какви са особеностите на процесите,

протичащи при пожара, какво е поведението на горския пожар при „срещата” му с преграда (просека), каква е възможността за прехвърляне на пожара през просеката, какво е температурното натоварване на околното пространство, предхождащо пожара. Отговорите на тези въпроси могат да послужат като основа за оптимизиране на съществуващите нормативно заложиени изисквания към ширината на просеките и насочване на действията върху намаляване броя на възникналите пожари и площта на засегнатите територии, чрез засилване на превантивната дейност. Познаването на температурния профил над и около пожара е от изключително значение при изучаването на влиянието му върху екосистемите, и по-специално отраженията върху растителността, както и въздействието на високата температура върху близко разположени инфраструктурни обекти.

§ 2. Предмет и обект на изследването

Предмет на дисертационното изследване са динамиката и температурни изменения при горски пожар и тяхното влияние върху околната среда.

Обект на изследването са: горски пожар, развиващ се на границата на просека; пространственото разпределение на температурата при пожара и възможността за прехвърляне на пожара през просека.

§ 3. Цел и задачи на изследването

Основната цел на настоящата докторска теза е с помощта на математическо моделиране и чрез експериментални методи да се изследват динамичните и температурни изменения, възникващи при горски пожари и в частност поведението на пожар, развиващ се на границата на просека на въздушна електропроводна линия (ВЛ), като това дава основа за оценка на въздействието на излъчваната висока температура върху близко разположената растителност и инфраструктурни обекти.

Реализирането на посочената цел изисква изпълнението на следните конкретни **задачи**:

1. Проучване и анализ на наличните статистическите данни за възникнали пожари в България и Европа, с оглед

Автореферат

- потвърждаване на твърдението за сериозността на щетите, които пожарите нанасят.
2. Проучване и анализиране на съществуващите световни постижения в областта на моделиране на конвективното течение, възникващо при пожар, както и моделиране на формата и посоката на разпространението им и изясняване на основни понятия, свързани с горските пожари
 3. Създаване на методологията за провеждане на експерименталните изследвания и анализ на нормативните изисквания към ширината на просеките.
 4. Провеждане на експериментални изследвания при горски пожари, развиващ се на границата на просека, за отчитане на измененията на температурата при във вертикално и хоризонтално направление.
 5. Моделиране на конвективното течение, възникващо при горски пожар при различна начална мощност на пожара и отчитане на влиянието на вятъра.

§ 4. Методология на изследването

За изпълнение на изследователските задачи на дисертацията са използвани експериментални и математически методи, методи на анализ и обобщение, т.к темата на дисертационния труд налага прилагането на интердисциплинарен подход при провеждане на изследванията.

Във връзка с оценката на разпространението на температурата при пожар във вертикална и хоризонтална посока и анализа на влиянието ѝ върху околната среда и близко разположените инфраструктурни обекти са използвани експериментални методи. За измерване на пространственото разпределение на температурата е конструиран специален стенд, като за измерването са използвани термодвойки тип „К“. За оценка на поведението на кабелни линии при огнево въздействие е използван малък хоризонтален стенд. Използвани са три вида стандартизирани огневи въздействия – „стандартно“, „външно“ и „намалено“ огнево въздействие.

За да се изследва възможността за прехвърляне на пожара през преграда (просека) е използван математически подход при описанието на конвективното течение, което възниква при пожар. Използвана теорията на Абрамович (*Абрамович, Г.Н, 1960*) за интегрален метод за пресмятане на неизотермична струя за определяне на максималната температура и скоростта на изтичане на струята. Отново съгласно

Абрамович (*Абрамович, Г.Н, 1960*) е използвана теорията за изкривяване на струята под действие на хоризонтално течение.

§ 5. Научна новост на изследването

Смело може да се заяви, че представените резултати от експерименталните изследвания на разпределението на температурата при горски пожар във вертикално и хоризонтално направление и прогнозиране на възможността за прехвърляне на пожар с различна мощност през преграда (просека, река, път), имат уникален характер. Представеният дисертационен труд представлява първо самостоятелно изследване на проблематиката в България.

§ 6. Практическо значение на изследването

Получените резултатите от експерименталните изследвания, както и представените числени решения относно възможността за прехвърляне на пожара през просека, могат да послужат като основа за оптимизиране на съществуващите нормативно заложи изисквания към ширината на просеките. Също така получените резултати могат да бъдат използвани за актуализиране и усъвършенстване на мерките за защита на горите от пожари.

II. ОБЕМ И СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационния труд е в обем от 137 страници, включващ: съдържание, четири глави, библиография, заключение и приложения.

В структурно отношение дисертационното изследване е разпределено в увод, четири глави и заключение. Отделните глави съдържат по няколко параграфа, точки и подточки.

Библиографията се състои от 197 литературни източника, включващи 55 заглавия на кирилица – на български и руски език, 125 на латиница – на английски език, както и 17 интернет източника.

Съдържанието на дисертационния труд структурирано по следния начин:

Благодарности	3
Декларация за оригиналност	4
Увод	5
Актуалност на изследваната тема	7
Предмет и обект на изследването	8
Цел и задачи	9
Глава 1. Литературен обзор. Анализ на състоянието на	10
1.1. Статистически изследвания на горските пожари	10
1.1.1. Горски пожари в България	10
1.1.2. Горски пожари в Европа	16
1.1.3. Горски пожари, причинени от повреди по	18
1.1.3.1 Примери от България	18
1.1.3.2 Примери от света	19
1.2. Моделиране на процесите при горските пожари	20
1.2.1. Моделиране на формата и посоката на	20
1.2.2. Моделиране на „конвективното течение” при	28
1.3. Изследвания на горски пожари от български учени	29
1.4. Динамични процеси на развитие на горските пожари	29
1.4.1. Основни аспекти на горенето при горски пожар	30
1.4.2. Механизъм на предаване на топлина	33
1.4.3. Зони на пожара	33

1.4.4. Основни параметри на пожарите	35
1.4.5. Горски горими материали	36
1.4.6. Видове пожари	40
1.4.7. Влияние на метеорологичните елементи върху	41
Изводи към Глава 1	47
Глава 2. Теоретични основи на изследването	48
2.1. Теоретичен анализ	48
2.2. Защита на горските екосистеми от пожар.	52
2.3. Материали и методи	61
2.3.1. Измерване на пространственото разпределение	61
2.3.1.1. Обект на изследването	61
2.3.1.2. Използвани методи. Организация на	65
2.3.2. Изследване поведението на кабелни линии при	71
2.3.2.1. Обект на изследването	71
2.3.2.2. Използвани методи. Организация на	72
2.3.3. Математически подход при описание на	78
Изводи към Глава 2	79
Глава 3. Резултати от експерименталните изследвания	80
3.1. Резултати от измерване на пространственото	80
3.2. Резултати от изследване поведението на кабелни	93
Изводи към Глава 3	96
Глава 4. Математическо моделиране и числени симулации	97
4.1. Физическа картина. Основни изходни параметри	97
4.2. Математически модел на разпространението на	101
4.3. Плоски вертикални неизотермични струи	104
4.3.1. Резултати от численото пресмятане	106
4.4. Влияние на вятъра върху развитие на течение над	110
4.4.1. Резултати от численото пресмятане	113
Изводи към Глава 4	115
Заклучение	116
Приноси	117
Списък на публикациите	118
Литература	119
Приложения	130

III. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

УВОД

В тази част на дисертационния труд се поставя акцент върху спецификата и актуалността на изследваната проблематика. Дефинира се основната цел и задачи на изследването.

ГЛАВА ПЪРВА

ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА

В първа глава е направен анализ на следната информация:
В точка 1 са анализирани съществуващите статистически данни за възникнали пожари на територията на страната ни за периода 1980-2013 г., както и данните за 2014 и 2015 г. Според статистическите данни причините за възникване на горски пожари са различни. Много от възникналите пожари са в следствие на проявена небрежност, като палене на стърнища, сухи треви и отпадъци. Голям е и делът на умишлено причинените такива, както и на пожарите, попадащи в категория „неустановени”. Ако направим елементарна калкулация на броя пожари с неустановен причинител, ясно се вижда, че те представляват почти половината (39%) от общия брой пожари, възникнали за разглеждания период (5894), което поражда редица въпроси – като например защо причината за такъв голям процент пожари е неустановена? Управленски или организационен пропуск е това? Делът на пожарите, в резултат на природни явления, на фона на общия брой пожари е 2 %. Справката не съдържа вида на конкретните природни причини. Пожарите най-често възникват в периода на т.нар пожароопасен сезон. Характерно за възникналите пожари в страната ни е наблюдаването на 2 пика – пролетен и летен. Като най-рискови месеци могат да се посочат месеците март, април (пролетен пик) и август, септември (летен). Освен през тези потенциални рискови

месеци, данните показват, че има случаи, в които поради необичайно високи температури за сезона са възможни пожари и извън т.нар. пожароопасен сезон.

Анализирани са и данните за възникнали пожари на територията на пет европейски държави за периода 1980-2012 г.

Представена е информация за горски пожари, причинени от повреди по електропреносната мрежа, като са посочени примери от България и такива от света.

В точка 2 е направен преглед на световните постижения в областта на моделиране на процесите, протичащи при горските пожари. Имайки предвид изключително деструктивната същност на пожарите, както и специфичните и разнообразни метеорологични условия при които те протичат, изследванията на горските пожари, основно се съсредоточават върху създаването на математически и компютърни модели, които да симулират и обяснят поведението на пожара и последствията от него. Интерес за моделиране представляват формата на развитие на пожара, поведението на фронта, скоростта на разпространение на пожара, развитието и поведението на върховите пожари, поведението на пожара при ветрово натоварване, конвективното течение, което възниква над пожара и други. Представено е кратко описание на съществуващите модели.

В точка 3 е посветена на изследвания на горските пожари от български учени. Посочени са областите на изследване, като прави впечатление, че делът на фундаменталните изследвания е малък.

В точка 4 е обърнато внимание на динамичните процеси на развитие на горските пожари, като са изяснени особеностите на процеса горене при горските пожари, механизмът на предаване на топлина, зоните и основните параметри на пожара, както и видовете пожари. Разгледани са особеностите на горските горими материали, от гледна точка на ролята им на „основен ресурс“ на пожара, както и влиянието на метеорологичните елементи върху развитието и разпространението на горските пожари.

Изводите, които могат да се направят на база анализирания информация в Глава 1 са следните:

Основен виновник за възникването на горски пожари е „човека“ със своите действия или бездействие, като през последните години се наблюдава повишаване на пожарния риск в българските гори и едно интересно явление - възникване на пожари извън „пожароопасния сезон“ и дори в зимни условия.

Анализът на данните за възникнали пожари показва ярко изразена цикличност на пожарната активност, с максимум през 7 години. Тя

най-вероятно има случаен характер и в бъдеще следва да се очакват различни промени в продължителността на отделните цикли. Пиковите в пожарно отношение години (1993, 2000 и 2007), без съмнение са резултат на конкретни климатични условия и неблагоприятно съчетание на природни и антропогенни фактори, които са свързани с причините за пожарите и източниците за тяхното възникване.

Голям интерес предизвиква и въпроса с ширината на просеките по трасетата на ВЛ, поради зачестилите случаи на паднали дървета и възникнали пожари, в резултат на повреди. Тук е и мястото са се отбележи, че явно наистина е настъпил момента за анализ и преразглеждане на нормативно определените разстояния на просеките и тяхното научно обосноваване

Проучването и анализът на литературата, посветена на изследванията на горските пожари, показва че в България фундаменталните изследвания са оскъдни, а непосредственото прилагане на световните постижения в тази област към нашите природни условия не винаги е осъществимо. Липсват данни за проведено изследване на разпределението на температурата при пожар, развиващ се на границата на просека.

ГЛАВА ВТОРА

ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

В първа точка е направен теоретичен анализ на особеностите и закономерностите при развитие на горските пожари на въз основа на проведени от автора изследвания, както и на база резултати и открити закономерности от други автори (*Еленков, 2009, 2010, 2011*).

Експерименталните изследвания относно поведението на горските пожари от Еленков (*Еленков, Л, 2011*) показват как възходящото конвективно течение не позволява разпространение на пожара в хоризонтално направление (фиг. 1).

Единствената сила, която може да въздейства и да отклони това конвективно течение (или както той го нарича “огнен стълб”) е силата и посоката на приземния вятър. (фиг.2).

Формата на развитие и разпространение на пожара се определя от силата и посоката на приземния вятър и релефа на местността. Фронтът на пожара се движи по направление на наклона на терена. Фронтът на пожара следва посоката на вятъра, което води до увеличаване на интензивността му. (фиг.3)



Фиг. 1. Конвективно течение
(фиг.2.4 от дисертационния труд)



Фиг. 2. Разпространение на пожара.
(фиг.2.5 от дисертационния труд)



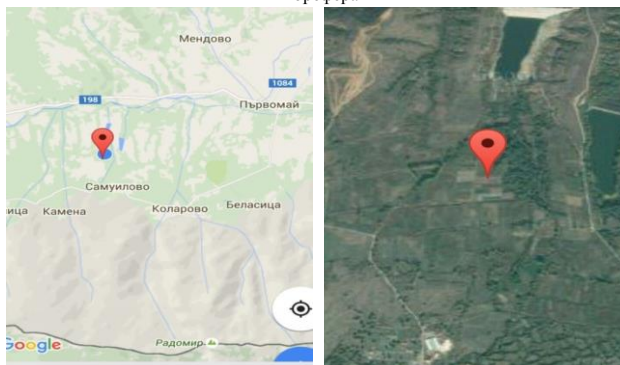
Фиг. 3. Влияние на вятъра върху формата на пожара.
(фиг.2.6 от дисертационния труд)

Във втора точка е обърнато внимание на мерките за защита на горските екосистеми от пожар. направен е преглед на нормативно заложените изисквания към ширината на просеките по трасетата на въздушните електропроводни линии.

В трета точка са описани използваните материали и методи за провеждане на експерименталните изследвания.

Измерванията на пространственото разпределение на температурата при горски пожар са проведени в района на с. Самуилово (община Петрич) на 16.06.2012 г.

с.Самуилово е част от община Петрич (фиг.4).. Географските му координати са: ширина: 41.3670006, дължина 23.0830002. Надморската височина е от 700 до 999 м. Площта на землището е 11 979 m². Разстоянието по въздух до София е 147 596 km. Населението към 31.12.2013 г е 767 души.



Фигура 4 с. Самуилово, общ. Петрич (фиг.2.15 от дисертационния труд)

Климатичните данни за месеца, в който са проведени изследванията (скорост и посока на вятъра, температура на въздуха), както и данни за 2012, 2013, 2014 г. са взети от показанията на климатична станция с. Първомай, като информацията е предоставена от НИМХ – БАН (София) за целите на дисертационния труд. (Приложение 1) (Приложение 2) (Приложение 3).

Във връзка с провежданите експериментални изследвания е направен и анализ на наличните данни от публикуваните бюлетини от НИМХ –София за температурата на въздуха в Сандански, като възможен параметър за характеризиране на особеностите при възникване на горски пожари. (Приложение 4)

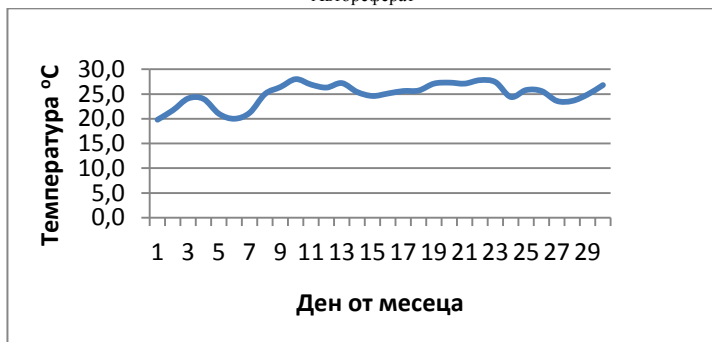
Таблица..1. Данни за станциите(по данни на НИМХ) (табл. 2.1 от дисертационния труд)

Код на станцията	Име на станцията	Надморска височина	Вид на станцията
61100/15712	Сандански	206	синоптична
61111	с. Първомай	134	климатична

За разглеждания месец юни измерените средноденонощни температури, от климатична станция с. Първомай, варират в диапазона от около 20 °C до 28°C. (Фиг.5). Скоростта на вятъра варира от 0 до 6 m/s. (Фиг. 6)

За деня на провеждане на експерименталните измервания (16.06.2012), температурата на въздуха е 25,1 °C, а скоростта на вятъра - 4,1 m/s.

Автореферат

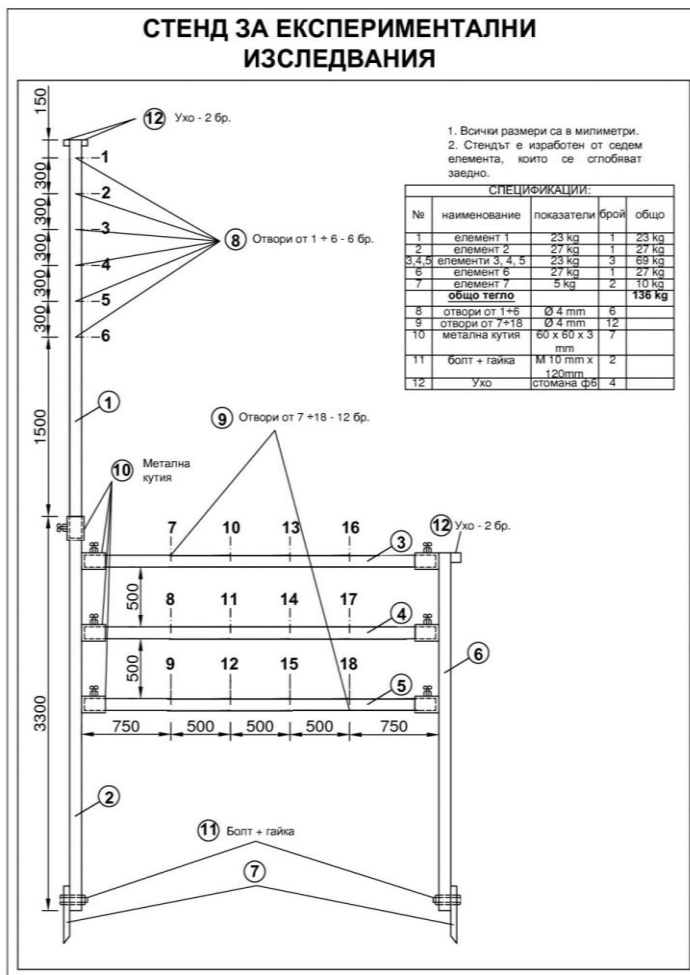


Фиг. 5. Средноденонощна температура на въздуха за м.юни 2012 г., с. Първомай (по данни на НИМХ) (Фиг. 2.17 от дисертационния труд)



Фиг. 6. Средноденонощна скорост на вятъра за м.юни 2012 г., с. Първомай (по данни на НИМХ) (Фиг. 2.18 от дисертационния труд)

За да се изследва развитието на горските пожари се конструира и изгради специализиран стенд за измерване на отделената от пожара температура. (фиг.7). Стендът има за цел да измери температурата както по височина, така и за изследване температурата от фронта на пожара по посока на неговото разпространение. (Дългъчева, В., 2013)



Фигура 7. Схема на стенда за измерване на температурното поле (Дългъчева, В., 2013)
(Фиг. 2.24 от дисертационния труд)

Той има h форма и е изграден от метални кутии с размер 50x50x2 mm и габаритни размери височина $H=600$ cm и широчина $L=300$ cm. По височината на дългата метална кутия (елемент 1) са монтирани 6 бр. термодвойки тип „K“ (фиг. 8), съгласно изискванията на БДС EN 60684-1.



Фигура 8. Термодвойки тип „К” (фиг. 2.25 от дисертационния труд)

По широчина са монтирани три броя тръби, една над друга, на височина съответно $h_1 = 230$ cm, $h_2 = 280$ cm и $h_3 = 330$ cm. Във всяка от тръбите са монтирани по 4 броя термодвойки тип „К”, разположени на разстояние 500 mm една от друга. Начинът на монтаж е идентичен с този на термодвойките на вертикалната тръба. Общият брой на термодвойките е 18.

Топлият край на термодвойките преминава през отвори с диаметър $\varnothing 4$ mm, направени в стените на металната кутия. Те са на разстояние един от друг 300 mm, като разположението им е показано на схемата. Термодвойките преминават през вътрешността на металната конструкция, като това предотвратява вероятността от разтопяване на изолационния им слой.

Термодвойките са свързани към 2 броя многоканални електронни уреди МТ 100 ТД/2 (фиг. 9 а, б), със серийни номера съответно 0329 и 0330, производство на фирма „Унисист” ООД. Те са със свидетелство за калибриране 901/04.10.2011 г. и 902/04.10.2011 г., издадени от фирма „Унисист” ООД. Уредите са свързани с преносим компютър BANQ с помощта на сериен порт RS 486 (фиг.10). За измерването е използван лицензиран софтуер „Digital system” за визуализиране и архивиране на данните от измерването, разработен от фирма „Унисист” ООД. С негова помощ данните от измерванията се архивират на всеки 30 s. Захранването се подава с бензинов агрегат (фиг. 11).



Фигура 9. Многоканални електронни уреди MT 100 ТД/ (фиг. 2.26 от дисертационния труд)



Фигура 10. Преносим компютър BANQ с инсталиран софтуер „Digital system“ (фиг. 2.27 от дисертационния труд)



Фиг. 11. Бензинов агрегат (фиг. 2.28 от дисертационния труд)

За провеждане на измерванията е подготвен масив от иглолистни дървета, с височина от 3 до 4 m, със склоп 0,2. Площта на масива е 5 ара (половин декар).

Така описаната конструкция на стенда се разполага на границата на горския масив, като по-ниската част е разположена в пространството без горими материали. (фиг. 12). Така образувания масив се подпалва в различни точки, в зависимост от разположението на измервателното устройство. (фиг.13). Проведени са 5 бр. изпитвания, като при всяко от тях е използвано различно по количество дървесина (съответно 10, 45, 55, 85 и 120 kg/m³).

Целите при разполагането на стенда са две. Първата е да се измерят максималните температури при развитието на пожара по височината на масива, а втората е да се проследи разпределението на температурата от границата на пожара към незасегнатите (и незалесени) площи.



Фигура 12 Разполагане на стенда
(фиг. 2.29 от дисертационния труд)



Фиг. 13. Подпалване на масива
(фиг. 2.27 от дисертационния труд)

За да се **изследва поведението на кабелни линии при огнево въздействие** са проведени серия от изпитвания, които изследват поведението на кабелите при огнево въздействие. Изследваните параметри са:

- Поведението на кабелните линии при различни огневи въздействия.
- Повишаването на температурата в сечението на кабела.

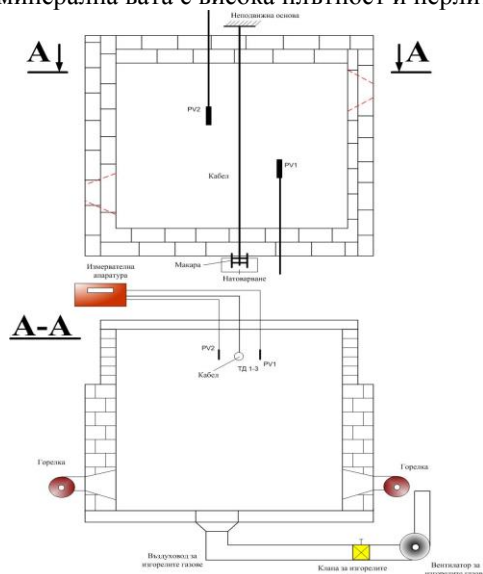
Изследвания са направени и при трите въздействия, за оценка на поведението на кабелите.

За изпитване на кабели и проводници на огнево въздействие са използвани три вида стандартизирани огневи въздействия – „стандартно“, „външно“ и „намалено“ огнево въздействие. Изпитаните кабели са алуминиеви, с носеща стоманена нишка, с два диаметра – Ø15 и Ø35 mm. Използваното по време на изпитването натоварване е 67, 5 kg.

Използван е малък хоризонтален стенд с прилежащата му апаратура (фиг.14). Конструкцията на стенда е от огнеупорни тухли, с плътност 1000 kg/m³. Тухлената конструкция е защитена външно със стоманена обшивка, която не позволява разрушаването на конструкцията от температурните разширения, служи за монтаж на част от апаратурата и се използва при монтажа на изпитваните образци и спомагателните конструкции. Пещта е снабдена с 2 бр. дизелови горелки „Метеор 16“ за поддържане на необходимото огнево въздействие. На пода на пещта е предвиден въздуховод, който е свързан с вентилатор за извеждане на димните газове. В този

въздуховод е монтирана подвижна клапа, с помощта на която се регулира налягането в камерата. Пещното пространство се затваря с капак, изработен от вермикулит с дебелина 80 mm.

Колоните се монтират във вертикално положение така, че да е възможно четиристранно нагриване, като долната им част е изолирана с помощта на минерална вата с висока плътност и перлит.



Фигура 14. Малък хоризонтален стенд за огнево изпитване (фиг. 2.34 от дисертационния труд)

Изпитванията са проведени при стандартизираните в БДС EN 1363-1 и 2 огневи въздействия, специализирани за открити пространства.

Изпитванията продължават до достигане на температура на стоманата от $650^{\circ}\text{C} \pm 1000^{\circ}\text{C}$ с цел, да се изследва по-пълно разпределението на температурното поле в електрическия кабел.

По време на изпитванията в пещната камера се поддържа свръхналягане от $10 \text{ Pa} \pm 2 \text{ Pa}$ над атмосферното на 100 mm от изпитвания елемент.

При изпитванията за определяне на температурното поле в електрически кабели, налягането в пещното пространство и времето от началото на изпитването са използвани следните измервателни уреди и апаратура:

За измерване на температурата в пещта са използвани 2 бр. термодвойки тип К съгласно БДС EN 60584-1, производство на фирма „Комеко” ЕООД– PV1 и PV2 (фиг. 15). Тяхната конструкция е специфична и е съобразена с тази, описана в EN 1363-1. Разполагат се на разстояние 100 mm от повърхността на изпитваните образци. Те са с обхват $0^{\circ}\text{C} \div 1100^{\circ}\text{C}$ и точност $1,54^{\circ}\text{C}$, с условни №1 и №2, и притежават съответно свидетелства за калибриране № 171/12.10.2010 и №172/12.10.2010, издадени от фирма „Комеко” ЕООД. Термодвойките, използвани за измерване температурата в изпитваните образци са също тип К, съгласно БДС EN 60584-1. Те се монтират в нишките на кабела (фиг. 16). Термодвойките са с обхват $0^{\circ}\text{C} \div 1100^{\circ}\text{C}$ и с точност $1,8^{\circ}\text{C}$, със серийни номера с № 00109; №00110 и №00111 и притежават съответно свидетелства за калибриране с № 285/20.05.2010; №285/20.05.2010 и №285/20.05.2010, издадени от фирма „Интерлаб” ЕООД.



Фигура 15. Термодвойки за измерване на температурата в пещното пространство (фиг. 2.35 от дисертационния труд)



Фигура 16. Термодвойки, разположени в кабела (фиг. 2.36 от дисертационния труд)

Термодвойките са свързани към многоканален уред (фиг.17), работещ с този тип термодвойки MD 100 TD 12, производство на фирма „Унисист” ЕООД- България. Той е със сериен № 329/01.2003 и притежава свидетелство за калибриране № 715/05.12.2009, издадени от фирма „Унисист”. Уредите са свързани към Notebook BENQ, с инсталиран специализиран софтуер „Digital system”, използван за визуализация и архивиране на измерените от уредите на фирма „Унисист” ЕООД.



Фигура 17. Многоканален измервателен уред MD 100 TD 12 с notebook BENQ с „Digital system (фиг. 2.37 от дисертационния труд)

Натоварването се осъществява със специални тежести, като реализирането им е дадено на фиг. 18. По време на изпитването се наблюдава общото поведение на кабела, нарастването на температурата в него и удължаването му с повишаване на температурата. Допълнително се измерва времето от началото на огнево въздействие и температурата в пещното пространство. Измерванията се извършват на интервали от 1 min (фиг. 19).



Фигура 18. Осъществяване на механичното Натоварване (фиг. 2.38 от дисертационния труд)



Фигура 19. Опитна постановка (фиг. 2.39 от дисертационния труд)

Получените резултати от измерването на пространственото разпределение на температурата при горски пожар, както и от

изследването на поведението на кабелни линии при огнево въздействие са описани в Глава 3. Резултати от експериментални изследвания.

На база на представената информация в Глава 2 могат да се направят следните **изводи**:

Територията на страната ни се характеризира с голямо разнообразие на климатични и природни условия. Това води до невъзможност на непосредствено прилагане на някои от световните научни постижения и открити закономерности по отношение на поведението на горските пожари и процесите, протичащи при тях. Наблюдаването на случаите на възникнали пожари на границата на просеките на ВЛ, както и широкия обществен отзвук по отношение на ширината им, налага провеждането на изследванията за изменението и разпределението на температурата при горски пожар. Получените резултати, могат да послужат като основа за оптимизиране и научна обосновка на тези разстояния и/или за подпомагане и усъвършенстване на методиката за борба с горски пожари.

Анализът на климатичните данни за региона, в който са проведени експерименталните изследвания, показва, че стойностите на измерените среднодневни температури на въздуха, категорично не могат да се разглеждат като предпоставка за възникване на пожар.

Използването на математически методи за изследване на вертикалното конвективно течение, възникващо при пожар, служи за: прогнозиране на възможността на прехвърляне на пожара през просеката и анализ на преноса на високата температура на разстояние от ядрото на пожара, при различна начална мощност на пожара.

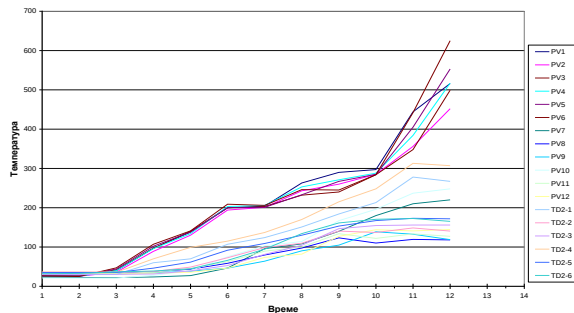
Всичко това е служи като основа за направа на изводи и анализ на влиянието на високата температура върху околната среда.

ГЛАВА ТРЕТА

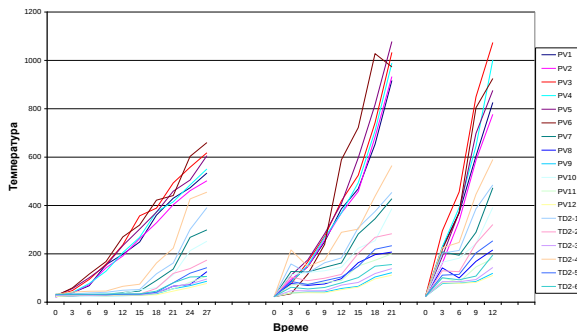
РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Проведени са 5 бр. изпитвания, като при всяко от тях е използвано различно количество дървесина (съответно 10, 45, 55, 85 и 120 kg/m³). Показанията от термодвойките при отделните изпитвания са показани на фиг. 20, 21, 22).

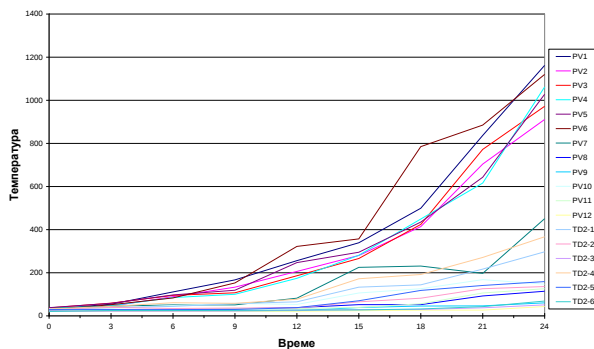
Автореферат



Фигура 20. Изпитване 1 при развитие на горските пожари в иглолистни гори, 10 kg/m^3 (фиг..3.1 от дисертационния труд)



Изпитване 2 45 kg/m^3 Изпитване 3 55 kg/m^3 Изпитване 4 85 kg/m^3
Фигура 21. Изпитване 2-4 при развитие на горските пожари в иглолистни гори, (фиг..3.2 от дисертационния труд)

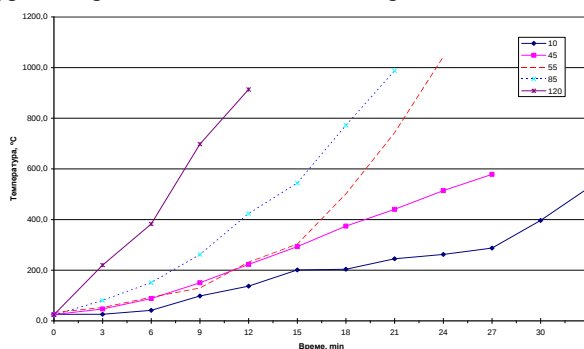


Фигура 22. Изпитване 5 при развитие на горските пожари в иглолистни гори, 120 kg/m^3 (фиг..3.3 от дисертационния труд)

Необходимо е да се отбележи, че развитието на температурата се осъществява много бързо, в рамките на 30-40 min. Забелязва се интересна зависимост - колкото повече е количеството горяща дървесина за кубически метър, толкова по-високи са стойностите на максималните температури.

Необходимо е да се отбележи, че развитието на температурата се осъществява много бързо, в рамките на 30-40 min. Забелязва се интересна зависимост - колкото повече е количеството горяща дървесина за кубически метър, толкова по-високи са стойностите на максималните температури.

На фиг. 23 са показани осреднените стойности на температурата за различните количества дървесина.



Фиг.23. Осреднени температури при различни количества на горимия материал(фиг.3.5 от дисертационния труд)

На база на получените измервания, всяка от осреднените температури е екстраполирана със зависимости от вида:

$$(3.1) \quad \theta = A_n \cdot t^{B_n}$$

където:

θ е температурата на пожара, °C;

t е времето, min;

A_n и B_n са коефициенти на уравнението.

Направените апроксимации са с много добро съвпадение на резултатите, като грешката е в границите между 0,999 и 0,93.

Така, за всяко от изпитванията, като се използва зависимост (1), се определят следните зависимости:

За количество горяща дървесина от 10 kg/m³ - $\theta_1 = 15,73 \cdot t^{1,32}$;

За количество горяща дървесина от 45 kg - $\theta_2 = 20,57 \cdot t^{1,46}$;

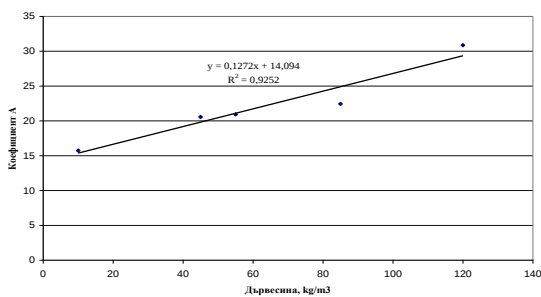
Автореферат

За количество горяща дървесина от 55 kg- $\theta_2=20,93.t^{1,60}$;

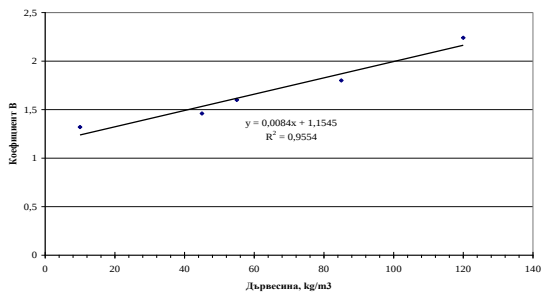
За количество горяща дървесина от 85 kg- $\theta_3=22,44.t^{1,80}$;

За количество горяща дървесина от 120 kg- $\theta_4=30,86.t^{2,24}$.

Забелязва се, че с нарастване на количеството на горящата дървесина, коефициентите на уравнението също нарастват. Това позволява да се направи корелация, която да позволи тяхното определяне в зависимост от количеството на горящата дървесина. Използвана е линейна апроксимация, тъй като тя е най-елементарната, а в същото време дава добри резултати за инженерната практика. Направените преобразувания са дадени на фиг. 24 и 25.



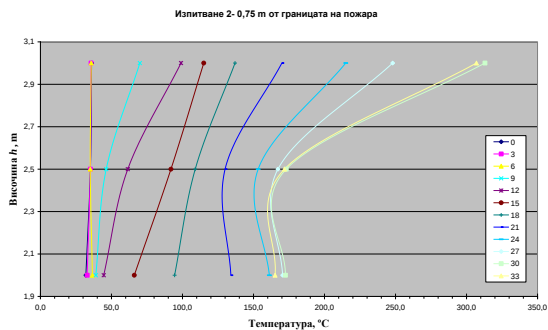
Фигура 24. Линейно апроксимиране на стойностите на коефициент А (фиг..3.7 от дисертационния труд)



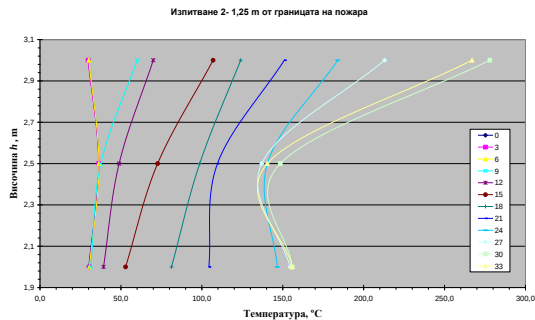
Фигура 25. Линейно апроксимиране на стойностите на коефициент В (фиг..3.8 от дисертационния труд)

От измерванията на температурата в хоризонтално направление се установява, че максимално измерената температура е на височина 3,0 m от равнището на терена. Като пример може да се разгледат измерените температури от изпитване 2, на разстояние 0,75;

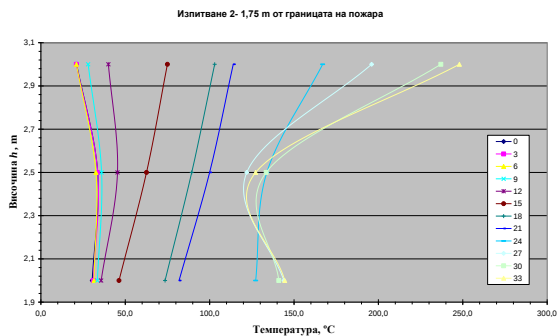
1,25; 1,75 и 2,25 m от границата на горския масив до 33- тата min от началото на развитието на пожара.



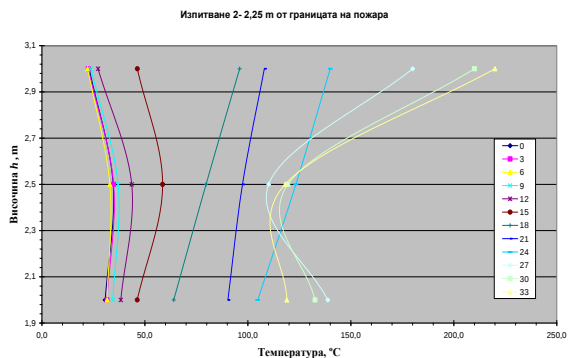
Фиг. 26. Изпитване 2 на разстояние 0,75 m (фиг. 3.13 от дисертационния труд)



Фиг. 27. Изпитване 2 на разстояние 1,25 m (фиг. 3.14 от дисертационния труд)

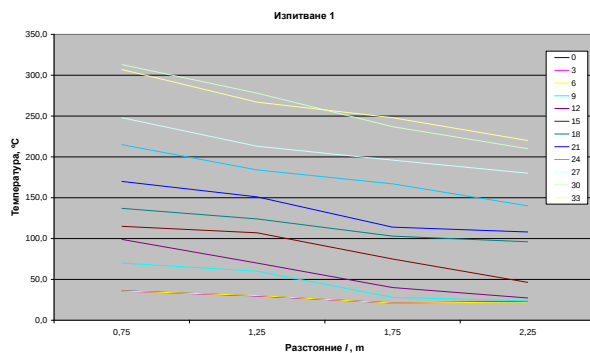


Фиг. 28. Изпитване 2 на разстояние 1,75 m (фиг. 3.15 от дисертационния труд)



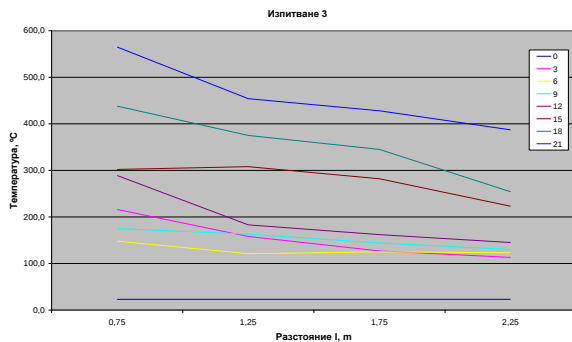
Фиг. 29. Изпитване 2 на разстояние 2,25 m (фиг. 3.16 от дисертационния труд)

В тази връзка можем да изразим развитието на максималната температура във времето, като използваме измерените температури при първото, третото и петото изпитвания. Използват се данните за температурите на височина 3 метра. Графично, измерените във времето температури във функция на разстоянието от границата на гората са представени във фигури 30–32

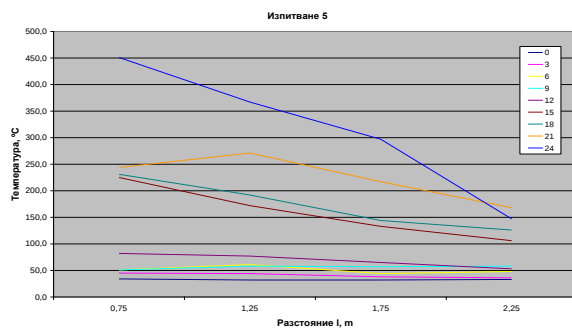


Фигура 30 (фиг. 3.17 от дисертационния труд)

Автореферат



Фигура 31 (фиг..3.18 от дисертационния труд)



Фигура 32 (фиг..3.19 от дисертационния труд)

Апроксимираме показанията при тези изпитвания с изрази от вида:

$$\theta = Ae^{Bt}, \text{ където:}$$

θ - измерената температура, °C;

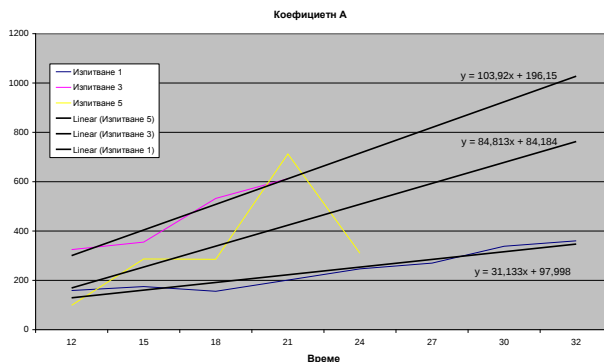
t- време, min;

A, B- коефициенти на уравнението.

От така направените апроксимации, можем да изразим коефициентите A и B във функция от времето. Коефициентите се изразяват за всяко изпитване поотделно.

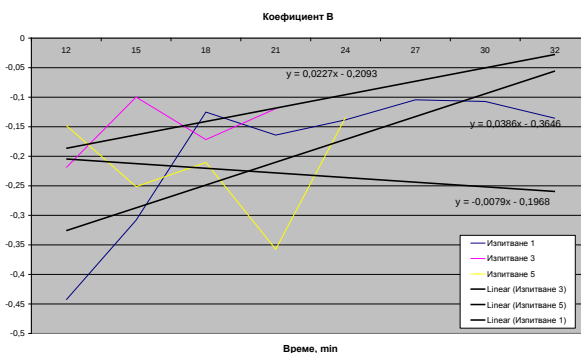
За изпитване 1, 3 и 5 следното изразяване на коефициентите A за трите измервания:

Автореферат



Фигура 33 (фиг..3.23 от дисертационния труд)

За изпитване 1, 3 и 5 следното изразяване на коефициентите В за трите измервания:



Фигура 34 (фиг..3.24 от дисертационния труд)

За инженерни цели е достатъчно да се направи апроксимация с линейни зависимости. Тя има вида $y = C.t + D$.

Така за всяко зададено време (продължителност на пожара), можем да определим коефициентите А и В, от където да получим максималната температура на пожара в този момент.

От своя страна можем да изразим коефициентите А и В във функция на количеството на горящия материал.

За коефициент А

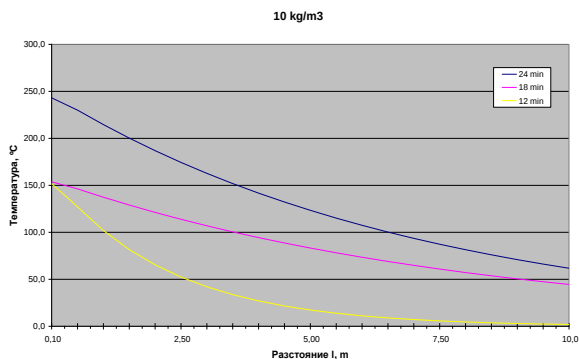
Изпитване	Коефициент	
	C	D
1	31,133	97,998
3	103,92	196,15
5	84,813	84,184

За коефициент В

Изпитване	Коефициент	
	C	D
1	0,0386	-0,3646
3	0,0227	-0,2093
5	-0,0079	-0,1968

	Коефициент	
	C	D
A	$C = -45,947x^2 + 210,63x -$	$D = -105,06x^2 + 413,33x -$
B	$C = -0,0233x + 0,0643$	$D = -0,0714x^2 + 0,3695x -$

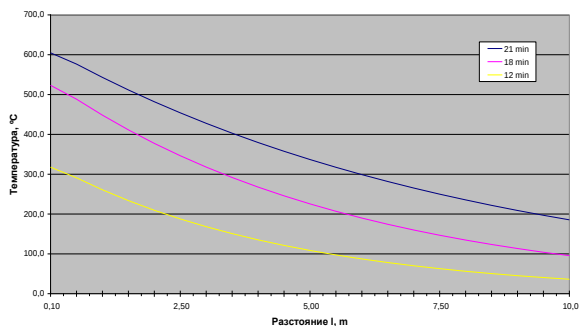
На база на направените интерполации се построиха графиките на разпределение на температурата на разстояние до 10 m от края на горския масив при три количества на горящата дървесина.(фиг. 35 – 37)



Фигура 35 (фиг.3.27 от дисертационния труд)

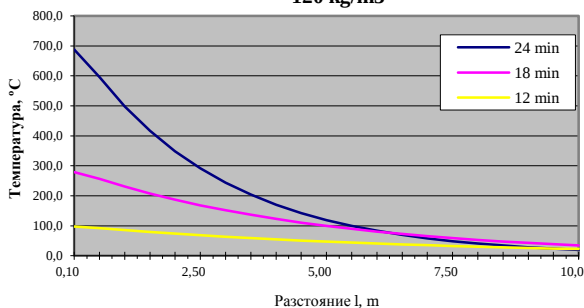
Автореферат

55 kg/m³



Фигура 36 (фиг..3.28 от дисертационния труд)

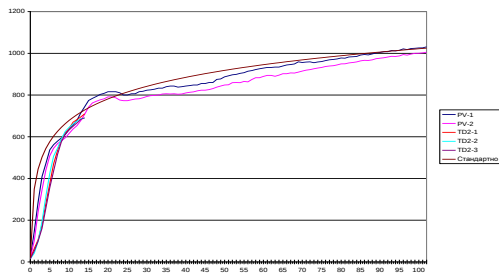
120 kg/m³



Фигура 37 (фиг..3.29 от дисертационния труд)

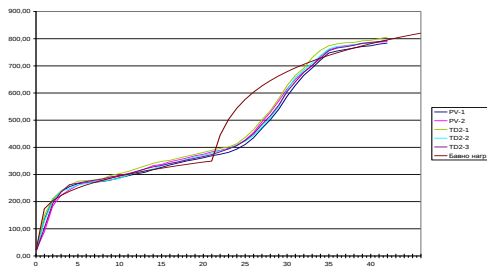
Резултатите от изпитването на кабелите при стандартно огнево въздействие са дадени на фиг. 38. Максималното удължаване на проводника е 130 mm. След достигане на температура от около 700°C алуминиевите жила се стапят, но стоманената сърцевина продължава да изпълнява своята функция до достигане на температури над 1000°C (повече от 100 min).

Автореферат

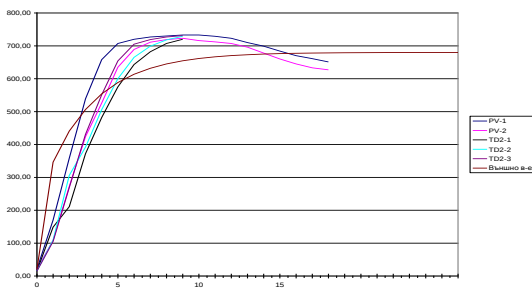


Фигура 38. Температури в пещта /PV-1и -2/ и на кабела /TD2-1÷3/, при стандартно огнево въздействие при кабел с диаметър Ø15 mm (фиг. 3.30 от дисертационния труд)

Подобно е поведението на кабела и при другите две огневи въздействия „бавно нагряване” (фиг. 39) и „външно въздействие” (фиг. 40).



Фигура 39. Температури в пещта /PV-1и -2/ и на кабела /TD2-1÷3/, при бавно нагряване при кабел с диаметър Ø15 mm (фиг. 3.31 от дисертационния труд)



Фиг. 40. Температури в пещта /PV-1и -2/ и на кабела /TD2-1÷3/, при външно въздействие при кабел с диаметър Ø15 mm (фиг. 3.32 от дисертационния труд)

При температура от $250\div 550^{\circ}\text{C}$ започва развиване на усукването на отделните проводници на кабела

При температура $550\div 700^{\circ}\text{C}$ започва развиване на усукването на отделните проводници на кабела и разтапянето на отделните жила

При температура над 700°C алуминиевите проводници ги няма и остава само стоманената основа. При по-нататъшно увеличаване на температурата се забелязва изгарянето на цинкови ядра в съдържанието на стоманата, което е съпроводено с отделянето на голямо количество светлина и топлина

Анализирайки получените резултати от експерименталните изследвания, описани в Глава 3, могат да се направят следните **изводи**:

Развитието на пожари в масиви с иглолистни насаждения се извършва изключително бързо. Максималните температури се развиват в рамките на 33 min. Времето за достигане на максималната температура, както и стойността ѝ зависят от количеството изгаряща дървесина. При по-голямо количество дървесина, стойностите на максималните температури са по-големи, което се обяснява с по-голямата мощност на пожара. Резултатите от експериментите показват бързо затихване на температурата от границата на пожара към незалесената част. Растителността, разположена на границата на просеката, трябва да се поддържа с определена гъстота, с цел намаляване на мощността на евентуално възникнал пожар. Височината на граничните дървета трябва да се съобрази с разстоянието до крайните проводници, за да се предотврати механично въздействие (падане на дърветата върху електропроводите).

Добрата проводимост на алуминиевите сплави води до много близките температури измерени в пещното пространство и в сърцевината на проводниците. Увеличаването на диаметъра на проводниците води до несъществено увеличаване на разликата в температурите на околното пространство и сърцевината на кабела. Температурата на огнево въздействие е водеща и почти идентична с температурата в сърцевината на кабела. Това позволява, при изучаване на развитието на температурата при пожар в горските масиви, да се следи до достигане на точката на топене на материала, от който са изградени електропроводните линии (мед, алуминий и др.).

При разрушаване на структурата на кабела, чувствително намалява напречното сечение, което води до допълнително повишаване на температурата в кабела. Това от своя страна ще доведе до аварииране на електропровода

ГЛАВА ЧЕТВЪРТА

**МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ И ЧИСЛЕНИ
СИМУЛАЦИИ НА ТЕЧЕНИЕ, ВЪЗНИКВАЩО ПРИ ГОРСКИ
ПОЖАР**

Математически подход при описание на конвективното течение, възникващо при горски пожар и изследване на възможността за прехвърляне на пожара през преграда (просека)

Съществен интерес от научна гледна точка представлява определянето на възможността от прехвърляне на пламъците на пожара през просека (преграда).

Използвана е теорията на Абрамович (*Абрамович, Г.Н., 1960*) за интегрален метод за пресмятане на неизотермична струя за определяне на максималната температура и скоростта на изтичане на струята. Отново съгласно Абрамович (*Абрамович, Г.Н., 1960*) е използвана теорията за изкривяване на струята под действие на хоризонтално течение. Струята може да е разположена под ъгъл към хоризонталното течение, но в случая се взема вертикално изтичаща конвективна струя, възникваща над огнището на пожара, при която ъгъла на изтичане се приема за $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

Началните параметри, при които се решава задачата са d_0 – начален диаметър на пожара (начална ширина на горящата полоса), α – ъгъл на наклона на струята, $q_{01} = \rho_v \frac{w_0^2}{2}$ и $q_{02} = \rho_{ст} \frac{u_0^2}{2}$, съответно начални динамични налягания на вятъра и на струята.

Това решение позволява вариране на тези параметри и показване на голяма гама резултати, които могат да се използват в практиката на пожарогасене, както и да се изследва въздействието на конвективната струя върху близко разположени инфраструктурни обекти и въздействието ѝ върху околната среда (в частност растителността).

В основни линии това е математически модел, който в голяма степен е развит. Подробно описание и резултати от пресмятанията са дадени в Глава 4. на дисертационния труд - Математическо моделиране и числени симулации на течение, възникващо при горски пожар.

На базата на получените уравнения е направено числено решение за определяне на основните параметри на течението: *скоростта, температурата и широчината на струята.*

В решението са заложили параметрите на околната среда към датата на провеждане на експерименталните изследвания (16.06.2012). Температурата на околната среда е 25,1 °C, което прави 298 K. Температурата на пожара при различните стойности на θ са съответно при $\theta = 5$, 1490 K, респективно 1217 °C (пресметнатата температура в ядрото на пожара), при $\theta = 3$, 894 K, $\theta = 2$, 596 K.

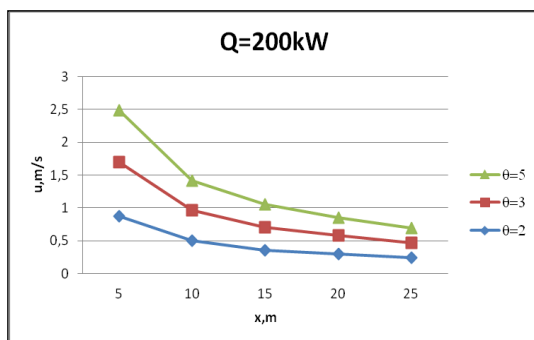
Най-близко до експерименталните изследвания е решението при $\theta = 3$.

Мощността на пожара се приема условно и зависи от следните параметри: вид на дървесината, големината на подлеса, влажността му, гъстотата на насажденията, температурата на околната среда.

На фиг. 41, 42 и 43 са показани съответно затихването на максималната скорост на струята u_m (фиг. 41), максималната температура (T) по оста на горящата струя (фиг. 42), широчината на горящата струя b (фиг.43) при $Q=200 \text{ kW}$ и при различни стойности на параметъра θ .

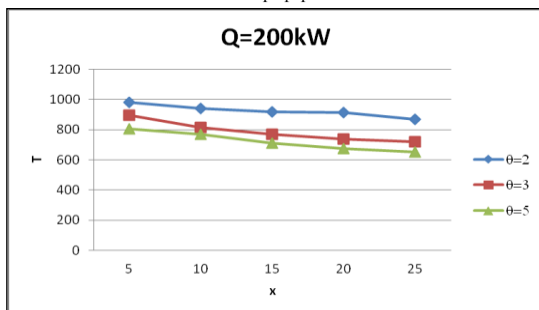
Вижда се, че с нарастване на началната температурна разлика θ максималната стойност на компонентата и затихва по-бавно, което се дължи на по-голямата подемна (Архимедова) сила.

Максималната температура на струята намалява сравнително по-бързо при нарастване на θ , поради засиления топлообмен с околната среда. Разширението на струята (фиг.43), нараства с увеличаване на θ .

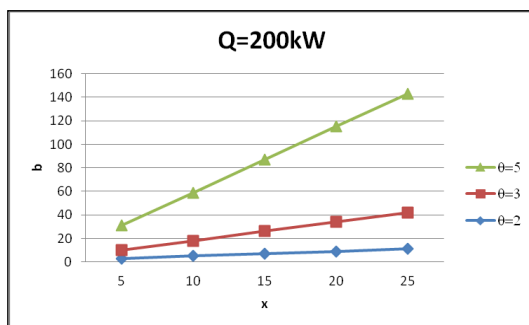


Фигура 41 (фиг. 4.5 от дисертационния труд)

Автореферат

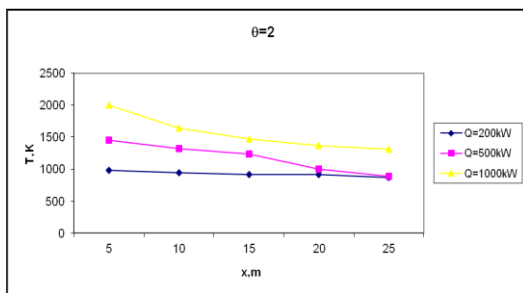


Фигура 42 (фиг..4.6 от дисертационния труд)



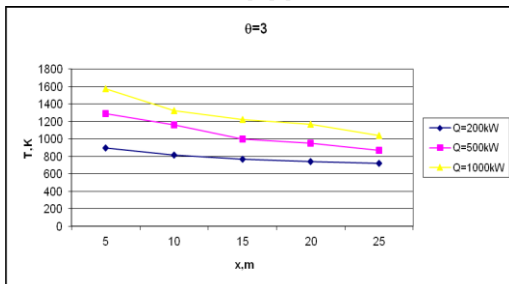
Фигура 43 (фиг..4.7.от дисертационния труд)

На фиг.44 - 46 е направено сравнение на горните параметри при $\theta = \text{const.}$ и вариране на мощността на пожара Q .

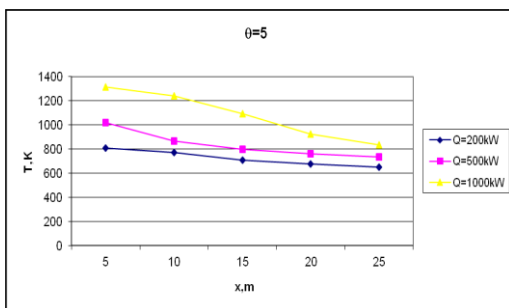


Фигура 44 (фиг..4.8.от дисертационния труд)

Автореферат



Фигура 45 (фиг..4.9.от дисертационния труд)



Фигура 46 (фиг..4.10.от дисертационния труд)

От направеното изследване на влиянието на отношението на началната температура θ и мощността на пожара Q е очевидно следното:

С увеличаване на мощността на пожара от $Q=200kW$ до $Q=1000kW$, температурната разлика между околната среда и пожара нараства почти двойно. При едно сравнително ниско отношение на температурата на пожара и околната среда $\theta = 3$ е очевидно:

- при $x = 10$ m (10 m над огнището на пожара) $\Delta T_{200} = 800K$.

Действителната температура на тази височина при $T_{ok} = 293K$ е

$$T_{200} = T_{ok} + \Delta T_{200} = 800 + 293 = 1093^{\circ}C$$

$\Delta T_{1000} = 1300K$. Действителната температура при горните условия е:

$$T_{1000} = T_{ok} + \Delta T_{1000} = 1300 + 293 = 1593^{\circ}C$$

Топенето на стоманата започва при $1400^{\circ}C$, на мед и медни сплави при $900-1100^{\circ}C$

- при $x = 15$ m (15 m над огнището на пожара) за $\Delta T_{200} = 780K$. действителната температура е:

$$T_{200} = T_{ок} + \Delta T_{200} = 780 + 293 = 1073^{\circ}\text{C}$$

За $\Delta T_{1000} = 1200\text{K}$ действителната температура е

$$T_{1000} = T_{ок} + \Delta T_{1000} = 1200 + 293 = 1493^{\circ}\text{C}$$

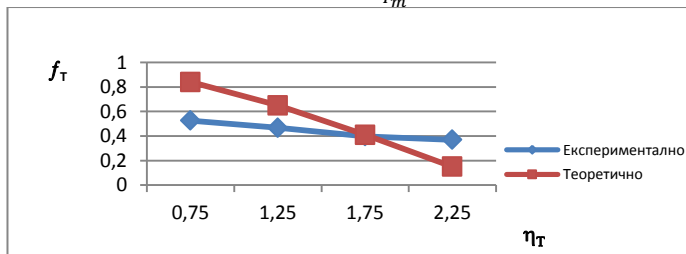
Във всеки от упоменатите случай е очевиден фактът, че дори и при сравнително малка мощност на пожара, температурата на вертикалното неизотермично течение е твърде висока. Несъмнено в най-добрия случай тя ще предизвика допълнителна деформация на проводниците, ще увеличи тяхното провисване и може да доведе до опасно приближаване до земната повърхност. В най-нежелания случай освен деформация може да се предизвика скъсване на проводника и всички произтичащи от това последствия за електропреносната мрежа, което от своя страна ще окаже негативно въздействие върху околната среда.

Възможността за възникване на пожар с подобна мощност е очевидна от две обстоятелства: съществуващите просеки не се поддържат в добро състояние и на места има наличие на горска растителност с височина 4-5 m. При върхов пожар и наличие на вятър несъмнено проводниците ще бъдат засегнати и то с много висока температура на пламъка.

В настоящия раздел бе разгледан случая на най-често срещания по характер пожар: той има лентовиден характер, напредва по терена във вид на плоска полоса, като оставя след себе си догаряща растителност.

На фиг. 47 е дадено безразмерното напречно разпределение на температурата на база на реално проведените измервания, сравнено с теоретична крива, съгласно Абрамович (Абрамович, Г.Н, 1960), която се определя по следния израз: $f_T = 1 - \eta_T^{3/2}$

$\eta_T = \frac{2y}{d_o}$, където y е разстоянието от границата на пожара, а d_o е диаметъра на началното огнище. $f_T = \frac{T}{T_m}$



Фигура 47 Безразмерно напречно разпределение на температурата
(фиг. 4.11. от дисертационния труд)

Въпросът с прехвърляне на пожара в горски площи през просеки за електропроводи, пътища, както и просеки за ограничаване развитието му и други прегради е твърде актуален.

В спокойно време при слаб вятър или безветрие пламъците на пожара се разпространяват във вертикално направление. Това обаче е една идеализирана ситуация, тъй като почти винаги, особено в планинските зони, съществува вятър, който често пъти има голяма скорост. Опасността от прехвърляне на пламъците на пожара през просеките нараства в случаите на съществуване на т. нар. върхов пожар, при който горенето е на няколко метра височина от земната повърхност.

Съгласно предоставените данни от НИМХ за 16.06.2012 г., скоростта на вятъра в изследвания район за денонощието е 4,1 m/s. Тъй като скоростта на вятъра е променлива величина в течение на едно денонощие (от пълно затишие до скорости при нормални условия до 7 m/s) числените изследвания са направени и при 2, 4, 6 и 10 m/s. Това е направено с цел да се получи по-пълна представа за влиянието на вятъра върху развитието на пожара, респективно неговото отклонение от оста му. Това отклонение довежда до прехвърляне на пожара през просеката и въздействие върху близко разположената растителност (както и върху въздушните електропроводни линии), като се създават предпоставки предизвикване на пожароопасна ситуация и допълнителното провисване на кабелните линии и възникване на пожар.

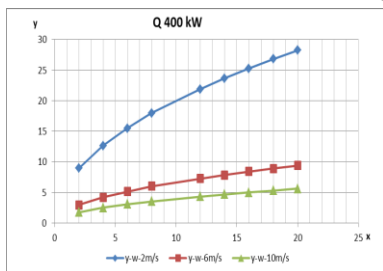
Трябва да се пресметне $y = f(x)$ при различна стойност на плътността на въздуха (ρ_b) и скоростта на вятъра (w); широчината на полосата на пожара (b_0), началната на пожара, респективно, началната скорост (u_0), ъгъла на наклона (α_0). Може в основните пресмятания да се приеме $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}$, при което $c \tan \alpha_0 = 0$.

Израза приема вида $y = \frac{2}{k} (\pm \sqrt{kx})$.

Това може да се запише и така: $y = \frac{2\sqrt{kx}}{k} = \frac{2}{\sqrt{k}} x$

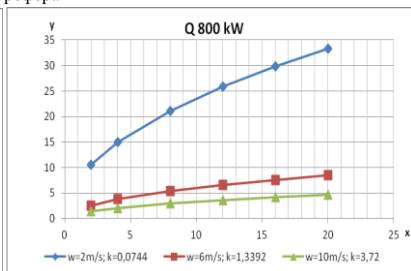
Изкривяването на траекторията на резултатното течение над пожара е дадено на фиг.48 и 49, съответно при мощност на пожара $Q=400 \text{ kW}$, $Q=800 \text{ kW}$ и широчина на пожара $\delta_0 = 3 \text{ m}$. При тази скорост на вятъра ($w = 2 \text{ m/s}$) пламъка се издига на голяма височина, достигайки 30 m, и разстояние от ядрото на пожара до 20 m.

При такава ситуация е възможно възникване на най-нежеланите случаи на върхови пожари.



Фигура 48

(фиг..4.14 от дисертационния труд)



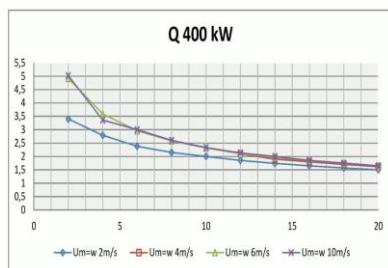
Фигура 49

(фиг..4.15 от дисертационния труд)

По високата скорост на вятъра „притиска“ пламъка към земята, като: при $w = 10 \text{ m/s}$ и $Q = 400 \text{ kW}$ достига съответно $x = 20 \text{ m}$; $y = 5 \text{ m}$; при $w = 6 \text{ m/s}$ и $Q = 400 \text{ kW}$ достига съответно $x = 20 \text{ m}$; $y = 9 \text{ m}$

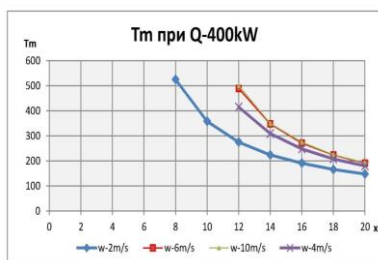
При тази ситуация, пламъците трудно биха достигнали до електропреносната мрежа, но се създава високотемпературно поле. Аналогично е и при $Q = 800 \text{ kW}$ (фиг.48)

На фиг.50 и 51 е дадено изменението на максималната скорост $u_{\max} (\text{m/s})$ и на температурата $T_{\max} (^{\circ}\text{C})$ при $Q = 400 \text{ kW}$. Поради изкривяването на траекторията при $w = 2 \text{ m/s}$ затихването на $T_{\max}$ е най бързо при $x = 15 \text{ m}$ като температурата пада под 200°C . При другите режими $w = 4, 6, 10 \text{ m/s}$ затихването на температурата започва от почти 20 m по дължина. Скоростта пада под 2 m/s след $x = 20 \text{ m}$.



Фигура 50

(фиг..4.16 от дисертационния труд)

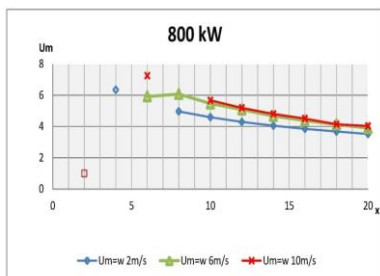


Фигура 51

(фиг..4.17 от дисертационния труд)

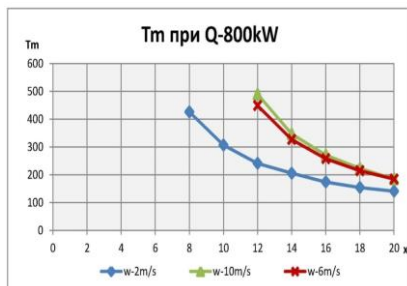
При $Q = 800 \text{ kW}$ (Фиг. 52 и 53) температурите запазват по дълго началната си стойност, като при $w = 6$ и 10 m/s (до около $x = 12 \text{ m}$) и запазват относителна стойност до $x = 20 \text{ m}$.

За $w = 2 \text{ m/s}$ температурата пада под 200°C ($T_{\max} = 200^\circ\text{C}$) след $x = 14:15 \text{ m}$.



Фигура 52

(фиг..4.18 от дисертационния труд)



Фигура 53

(фиг..4.19 от дисертационния труд)

Максималната скорост ($u_{\max}$), поради по-голямата мощност на пожара, респективно по-високата начална скорост на възходящите газове от пожара, затихва твърде бавно и запазва една средна скорост до $x = 20 \text{ m}$, около $u_{\max} = 4 \text{ m/s}$.

В заключение от представените резултати в Глава 4 могат да се направят следните изводи:

Наличието на вятър спомага за пренос на топлина на голямо разстояние от ядрото на пожара и е предпоставка за създаване пожароопасна ситуация, а именно запалване на горската растителност от другата страна на просеката, както и допълнително загряване на кабелите на електропроводите. Нагриването им увеличава тяхното провисване (опасно доближаване до повърхността на терена или до растителността), като се създава възможност за късо съединение и още един източник на запалване.

Дори при сравнително малка мощност на пожара, температурата на вертикалното неизотермично течение е твърде висока, което ще окаже неблагоприятно въздействие върху близко разположената растителност и инфраструктурни обекти.

По-голямата мощност на пожара води до по-бавно затихване на максималната скорост на течението, респективно температурите запазват по-дълго своите начални стойности.

IV. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Като основни приноси на дисертационния труд могат да бъдат посочени следните:

Научно-приложни приноси:

- Разработен е метод за провеждане на експериментално изследване на пространственото разпределение на температурата при горски пожар, развиващ се на границата на просека. Това е първо по рода си изследване в България.
- Изведена е зависимост за теоретично определяне на максималната температура, при задаване на количеството на горящата дървесина.
- Разработен е математически модел на течение, възникващо при горски пожар, на основата на интегрален метод;
- Доказана е по числен път съществуващата възможност за прехвърляне на пожар през просека при наличие на вятър;

Приложни приноси:

- Изследвано е поведението на кабелни линии при три вида огнево въздействие;
- На основата на численото решение, енергоразпределителните дружества могат да анализират и предпишат съответните параметри на просеките;
- Получените резултати в Глава 4, както и очевидното състояние на обраслите с висока растителност просеки, показват голямата възможност за възникване на пожари и/или късо съединение от развилата се висока температура;

V. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Еленков, Л., Б. Колев, Н. Митева, **В. Стоянова**, „Тревната растителност – основен горим материал за възникване, развитие и разпространение на горски пожар, ” 02-03.10.2009 г. VIII Национална конференция с международно участие “Природни науки’ 2009”, Шу “Епископ Константин Преславски, Шумен, Годишник Vol. XX В3, 2010, стр.100-114
2. Еленков, Л., **В. Стоянова**, К. Мадолев, “Влияние на лъчистия топлообмен и конвекцията върху инфраструктурните обекти (далекопроводи)”, Международна конференция “География и регионално развитие, Сборник доклади "60 години географски изследвания", 14-15 октомври, София 2010, БАН, стр. 541-546
3. **Веселина Стоянова**, "Горски пожар в условията на инверсия", Академия на МВР, Шеста научна конференция с международно участие и изложба “Гражданската безопасност’2011”, София, 24-25 март 2011 г., Доклади I част, стр. 147-151
4. **Веселина Дългъчева**, „Метод за изследване на температурното поле при горски пожар”, Сборник научни трудове от Втора международна научна конференция „Географски науки и образование”, 1-2 ноември 2013, Шуменски университет „Епископ Константин Преславски”, стр. 119-121, ISBN 978-954-577-856-8
5. **Dalgacheva, V.**, Elenkov, L, Atanasova, M., „Protection of electric power lines of risk processes”, Топлотехника, година 7, книга1, 2016,, стр.3-6, Издателство на Технически Университет Варна.

ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ

Декларирам, че представеният дисертационен труд съдържа оригинални резултати, получени при проведени от мен експериментални изследвания и изчисления (под ръководството на моя научен ръководител и консултант). Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други автори, са надлежно и подробно описани в раздел „Литература”.

Настоящият дисертационен труд не е използван за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:

/Веселина Хр. Дългъчева/

БЛАГОДАРНОСТИ

Изказвам специални благодарности на проф д-р Любен Еленков, който „запали” искрата на изследователския ми интерес в областта на процесите, протичащи при горските пожари и отражението им върху компонентите на околната среда.

Благодаря на д-р инж. Детелин Спасов за оказаното съдействие при техническото осъществяване на експерименталните изследвания.

Благодаря на екипа на НИМХ-София за предоставената он

И не на последно място специални благодарности на доц. д-р Борислав Юруков за ценните съвети и оказаната подкрепа през периода на написване на дисертационния труд.

Благодаря на семейството ми за проявеното търпение!