

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ ПРИ ДЕТЕКЦИЯТА НА ДИМНИ ЧАСТИЦИ С ОПТОДВОЙКА В СИНИЯ И ИНФРАЧЕРВЕНИЯ СПЕКТЪР НА СВЕТЛИНАТА

Милен Киров, Велимира Тодорова

Технически университет – Габрово

m.kirov@dm-teh.com, vili@tugab.bg

COMPARATIVE ANALYSIS FOR DETECTION OF SMOKE IN THE BLUE AND INFRARED LIGHT SPECTRUM

Milen Kirov, Velimira Todorova

Technical university of Gabrovo

m.kirov@dm-teh.com, vili@tugab.bg

Резюме

В съвременния етап на развитие се наблюдава устойчива тенденция за увеличаване на пожарната опасност. За предотвратяване на пожарите се използват технически средства за автоматично откриване, ограничаване и ликвидиране на възникналия пожар. Пожароизвестителите са основните елементи за детекция при пожарна ситуация. В този доклад ще се опише извършената изследователска дейност при детекция на димни аерозоли при най-масово използвания тип Оптично димни пожароизвестители. Целта е със сравнителен анализ е да се проучи и предложи решение за подобряване ефективността на пожароизвестяването, чрез използване на оптична двойка в синия спектър на светлината за детекция на димни аерозоли, отделени при процеса на горене на вещества.

Abstract

At the present stage of development, there is a steady tendency to increase the fire hazard. To prevent fires, technical means are used to automatically detect, limit and eliminate the fire. Fire detectors are the main elements for fire detection. This report will describe the research on detecting smoke aerosols in the most commonly used type of Optical Smoke Detectors. The aim is to benchmark and propose a solution for improving the efficiency of fire detection by using a pair of optical couplers in the blue spectrum of smoke detector light emitted during the combustion process.

ВЪВЕДЕНИЕ

Проучването и анализа на димните пожароизвестители и методите за детекция на димни аерозоли в синия спектър на светлината, прави възможно да се направят изследвания и да се приложи подход, който да бъде нов по своя метод за детекция на дим.

При пожар на веществата наред с газообразни продукти се отделят твърди и течни частици, които образуват дим. Димът е дисперсна система, в която дисперсната фаза са малки частици – смоли, окиси, вода и др., а дисперсната среда е газообразна – въздух, газообразни продукти на пожара. Димът често се нарича аерозолен продукт на пожара, а димообразуващите частици – димни аерозоли. Димообразуващите части-

ци след генерирането им са с размери от 0.1 μm до 1.0 μm . в дисперсната система те се движат с потока от нагрети газове и въздух. Като съпровождащ процес на пожар феномен, образуването на аерозоли има доминираща роля при създаването на средства за детекция на пожар. Правени са много изследвания за размерите на частиците при различни видове пожари, както и в различните му фази. Общото заключение е, че във всички случаи количеството на невидимите частици е по-голямо в сравнение с това на видимите. Количеството на дима в дадена зона се изразява чрез тегловна концентрация, брой димни частици в единица обем, например [obsc./foot] и оптична плътност[%]. С оптичната плътност се изразява способността на дима да променя оптиче-

ските свойства на средата като намалява нейната прозрачност.

Предимствата на метода за детекция на димните аерозоли с погълната или разсеяна синя светлина се състои в това, че използването на синя светлина предлага значително предимство при поглъщане и отражение на димни аерозоли с размери, които са с по-малки размери от съответната дължина на вълната. В сравнение с досега съществуващи решения с инфрачервена светлина (760nm дължина на вълната), спектъра на синята светлина е с почти два пъти по-малка дължина на вълната (430nm). Детекция със синята светлина влиза почти целия диапазон на димни аерозоли при процеса на горене на вещества от различен произход.

Като по горе беше споменато, някои вещества отделят много и плътен дим, други отделят значително малко дим, като някои деривати горят без видими частици. Именно за тези вещества без видими частици при горене, детекцията със синя светлина на оптичната двойка ще бъде ефективна.

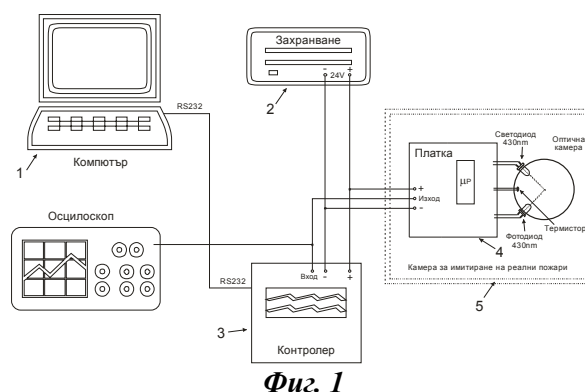
Идеята за използване на синя светлина става възможно с напредване на технологиите и възможността за производство на полупроводникови светодиоди с дължина на вълната 430nm и с висока емисия, което е във видимата област на синята светлина.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За сравнителния анализ и доказване на приложимостта на метода, се конструира опитна лабораторна установка за измерване на димни аерозоли при реални условия /Фиг.1/.

Установката се състои от:

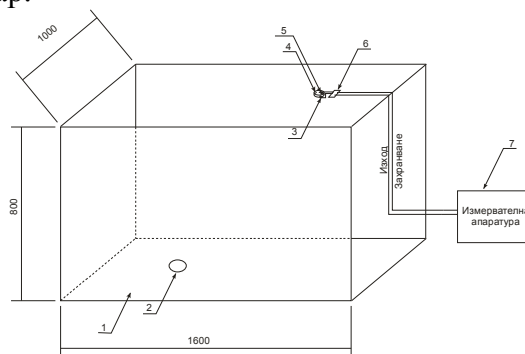
- Лабораторна камера за тестови пожари- 5;
- Контролер с вход за измерване на аналогови сигнали- 3;
- Персонален компютър за събиране и обработка на информацията от контролера- 1;
- Две мини оптични камери където са монтирани изследваните оптични двойки;
- Захранващ блок- 2;
- Осцилоскоп за снемане и потвърждаване на данните от фото сензорите.



Фиг. 1

Лабораторната камера за имитиране на пожари /Фиг.2/ е конструирана от пожароустойчив гипскартон с размери: ширина 100см, дължина 160см и височина 80см. Тя е пропорционална на стая за тестови пожари описана в европейския стандарт EN-54-7.

В горната част се поставят двете тестови оптични устройства - цел на изследването, а на дъното има малко огнище, където се слагат материалите, които ще изгарят и ще създават имитация на реален пожар.



Фиг. 2

1. Камера за пожар
2. Огнище
3. Светодиод
4. Камера
5. Фотодиод
6. Платка
7. Захранване и измервателна апаратура

За сравнителния анализ и доказване на иновативността и предимствата на детекция със синята светлина с дължина на вълната 430nm, от тези с досега познатите с инфрачервени, с дължина на вълната 760nm, се конструираха 2 еднакви оптични камери, където се монтират оптичните двойки. Едното тяло е оптична двойка със

синя светлина, а другото с инфрачервена светлина. Електродите на оптичните елементи са свързани към платка, която буферира входно изходният сигнали от специализиран контролер. Контролерът изработва импулси за светодиода и чете с Аналого цифров преобразувател стойностите на фото-тока, генерирани от отразената светлина на аерозолните димни частици. Данните от контролера по сериен интерфейс постъпват на стандартен вход на персонален компютър, където могат да се визуализират и да се преработят в табличен вид. С осцилоскоп се следят нивата на двата оптични елемента, за да се контролира процеса и да се визуализира и потвърди работоспособността.

Идеята за лабораторните тестове е да се оцени каква е разликата в нивата при регистрирането на отразени аерозолни димни частици при двата типа детекция с дължина на вълната 430nm и 760nm, при различни горими агенти и време за детекция.

За лабораторните тестове се направи опитната постановка от Фиг. 1, направени бяха три тестови пожара по стандарт EN54-7, TF1- горящо дърво. TF1 се характеризира с бързо изгаряне на тънки дървени клечки без тлеене. Теста се провежда в следната последователност: камерата се проветрява, пускат се всички лабораторни средства, измерва се и визуализира фото-тока от фотоприемника на осцилоскоп /Фиг. 3/. Това е начална точка на измервания процес.



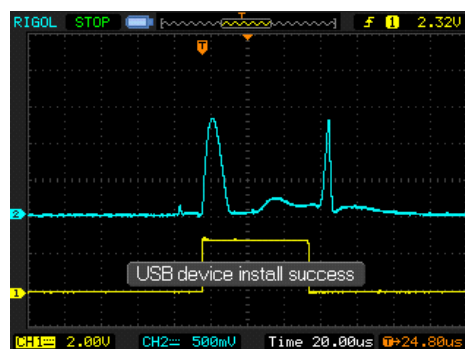
Фиг.3

Долната крива е подадения импулс на светодиода, а горната е измерения фото-ток. Пиковете в началото и края са от преходни процеси на включване на захранването и те се пренебрегват при меренето. Измерването се извършва в средата на импул-

са от АЦП на контролер позиция 3 /Фиг. 1/. При начални условия и проветрена камера, графиките имат вида от Фиг. 3.

След поставяне и запалване от нагревател на дървените клечки, се следи поведението на фото-тока, който ни е критерий за регистриране на пожар.

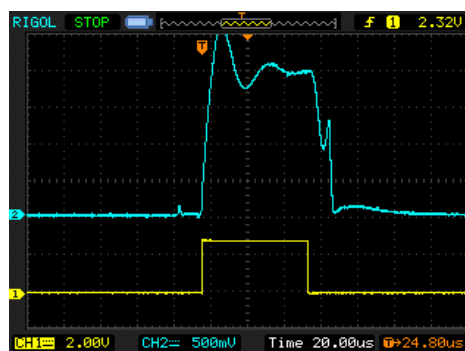
След увеличаване на концентрацията на дим на осцилограмите от фиг. 4 до фиг. 6, ясно се вижда повишаващия се фото-ток, което ясно показва работоспособността на процеса.



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6

Стойностите на фото-тока се приемат от компютър който ги преобразува в dB/m.

За количествена преценка на чувствителността на оптичните детектори се

въвежда терминът “индекс на абсорбция”, както следва:

$$m = \frac{10}{d} \cdot \log_{10} \frac{P_0}{P} \quad (1)$$

[dB/m], където:

d[m] – дължина на оптичния лъч в измервателната камера (максимално 1.1m);

P₀ – приеманата светлинна мощност, измерена без аерозоли в камерата;

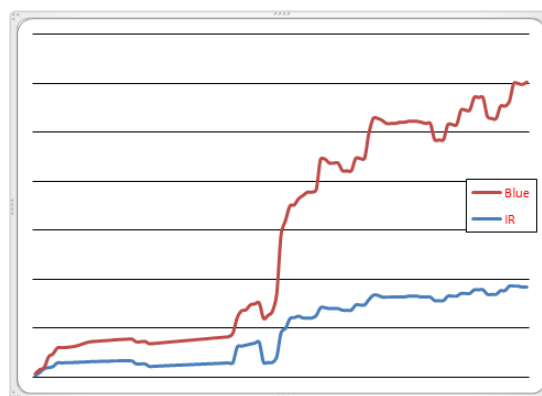
P – приеманата светлинна мощност, измерена при наличие на аерозоли в камерата, в момента на сработване, на пожароизвестителите.

На тази бази са направени преобразуване на фото-тока в dB/m.

Резултати от теста получени в табличен вид:

T-сек.	IR-dBm	Blue-dBm	T-сек.	IR-dBm	Blue-dBm	T-сек.	IR-dBm	Blue-dBm
0	0,02	0,02	148	0,134	0,253	300	0,739	1,495
4	0,05	0,03	152	0,136	0,255	304	0,793	1,695
8	0,09	0,01	156	0,138	0,257	308	0,839	1,804
12	0,1	0,11	160	0,14	0,259	312	0,839	1,804
16	0,11	0,13	164	0,142	0,261	316	0,82	1,804
20	0,148	0,152	168	0,144	0,263	320	0,82	1,771
24	0,149	0,155	172	0,146	0,265	324	0,82	1,771
28	0,15	0,156	176	0,148	0,267	328	0,82	1,771
32	0,151	0,16	180	0,15	0,3	332	0,82	1,783
36	0,153	0,165	184	0,31	0,3	336	0,82	1,783
40	0,155	0,175	188	0,32	0,36	340	0,83	1,783
44	0,157	0,189	192	0,33	0,36	344	0,83	1,783
48	0,16	0,2	196	0,34	0,4	348	0,83	1,783
52	0,162	0,205	200	0,35	0,4	352	0,82	1,783
56	0,163	0,207	204	0,36	0,4	356	0,82	1,771
60	0,164	0,209	208	0,153	0,45	360	0,82	1,771
64	0,165	0,211	212	0,153	0,48	364	0,784	1,641
68	0,166	0,213	216	0,153	0,52	368	0,784	1,641
72	0,169	0,215	220	0,209	0,64	372	0,784	1,641
76	0,169	0,217	224	0,459	1	376	0,83	1,75
80	0,169	0,219	228	0,5	1,1	380	0,83	1,75
84	0,169	0,221	232	0,6	1,15	384	0,83	1,75
88	0,169	0,223	236	0,61	1,15	388	0,857	1,871
92	0,138	0,225	240	0,625	1,2	392	0,857	1,871
96	0,138	0,227	244	0,607	1,25	396	0,857	1,871
100	0,138	0,229	248	0,607	1,283	400	0,894	1,962
104	0,112	0,231	252	0,607	1,283	404	0,894	1,962
108	0,114	0,233	256	0,633	1,283	408	0,894	1,962
112	0,116	0,235	260	0,712	1,516	412	0,848	1,815
116	0,118	0,237	264	0,712	1,516	416	0,848	1,794
120	0,12	0,239	268	0,703	1,484	420	0,848	1,794
124	0,122	0,241	272	0,703	1,484	424	0,885	1,883
128	0,124	0,243	276	0,703	1,484	428	0,885	1,883
132	0,126	0,245	280	0,686	1,423	432	0,932	1,883
136	0,128	0,247	284	0,686	1,423	436	0,932	2,067
140	0,13	0,249	288	0,686	1,423	440	0,932	2,067
144	0,132	0,251	292	0,739	1,495	444	0,922	2,067
148	0,134	0,253	296	0,739	1,495	448	0,922	2,091

От табличните резултати е построена графиката на Фиг. 7.



Фиг. 7

- Горната графика е тази на детектора със синя светлина.
- Долната графика е с инфрачервен детектор.

След построяване на графиката много ясно се виждат предимствата на оптичната двойка с използване на синя светлина за детектиране на димните аерозоли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изводът е, че синята светлина със своя спектър и дължина на вълната 430nm, отразява по-голяма част от димните частици, респективно това води до по-голяма чувствителност и възможност за обработка на сигнала за предотвратяване на лъжливи сигнали за аларма, което е и един недостатък на досега масово използваните детектори за дим.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Benchev R., Fire alarm systems, Sofia 1989.
- [2] EN54-7 Fire detection and fire alarm systems P.7 Point – type smoke detectors – Detectors using scattered light, transmitted light or ionization