

АНАЛИЗ НА ПОЖАРОИЗВЕСТИТЕЛНИ СИСТЕМИ

Васил Димитров¹, Емилия Димитрова¹, Емил Борисов¹

¹Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
гр. София, ул. „Гео Милев” 158

ANALYSIS OF FIRE DETECTION SYSTEMS

Vasil Dimitrov¹, Emiliya Dimitrova¹, Emil Borisov¹

¹ Todor Kableshkov University of Transport - Sofia

Abstract

This paper gives classification of fire detection systems available on Bulgarian market. The report examines the conventional and addressable fire alarm, the functional capabilities and modes of operation of the fire panel in accordance with EN 54-13:2017+A1:2020 Fire detection and fire alarm systems - Part 13: Compatibility and connectability assessment of system components

Keywords: fire alarm systems, conventional fire detection systems, addressable fire detection systems

ВЪВЕДЕНИЕ

Пожарите са едно от бедствията, с които човечеството непрекъснато се бори и което за броени минути може да унищожи създаването с години. В съвременния етап на развитие на обществото се наблюдава устойчива тенденция за увеличаване опасността от пожари. Причините за това са много и разнообразни: масовата употреба на синтетични и взривоопасни материали в производството и бита, високите скорости и температури на протичане на индустриалните процеси, липса на възможност за визуално откриване на пожар в началния му стадий и др.

Загубите от възникване на пожар могат да бъдат значителни, дори и при неголеми пожари. Често наред с материалните загуби (около 1% от брутния вътрешен продукт) има и човешки жертви или възникналият пожар създава опасност за здравето на хората. Годишно загиват около 300 000 човека, 95 % от тях са в слабо и средно развитите страни. Статистиките на International Association of Fire and

Rescue Services (CTIF - <https://ctif.org/>) за България са 1.1 на всеки 100 000 човека. Всичко това подчертава необходимостта от намаляване на риска за възникване и разпространение на пожар чрез технически средства за откриване, ограничаване и ликвидиране на пожара.

Пожароизвестителната система (ПИС) е автоматична система с предназначение да открива пожар в началния стадий на развитието му, да изработи алармена сигнализация за евакуация на намиращите се в обекта хора, да изпрати сигнали за пожарна тревога и предупреждение към дистанционен център и да задейства пожарогасителна инсталация и други защитни устройства/системи [1]. Първите две функции на системата са задължителни, а последните две могат и да не се използват. В доклада са класифицирани ПИС, предлагани на българския пазар, функционалните възможности и режимите на работа на противопожарния панел в съответствие с [2].

ЕЛЕМЕНТИ НА ПОЖАРО-ИЗВЕСТИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ

Приемните елементи получават информацията от обкръжаващата среда (входни параметри). Те са два вида: автоматични (детектори) и ръчни (ръчни пожароизвестители – ПИ). Детекторите реагират на някои от съпровождащите пожара физикохимични явления (температура, дим, пламък) и ги преобразуват в електрически сигнал, а ръчните ПИ дават възможност за механично задействане на системата от човек.

Междинните елементи преработват, анализират и коригират постъпилата от приемните елементи информация. Тези елементи обикновено се намират в самите устройства.

Изпълнителните елементи преобразуват електрическите сигнали, изпратени от междинните елементи, в неелектрическа енергия (активират сирени, блокировки, електромагнитни брави и др.). В тази група се отнасят контролните панели (ПИЦ).

Елементите на ПИС са свързани най-често чрез кабели (двупроводни и четирипроводни), служещи за захранване и пренасяне на информацията. Компонентите на системата могат да комуникират помежду си и чрез радиовръзка – на този принцип се изграждат безжичните системи за известяване на пожар. Принципна схема на ПИС е показана на фиг. 1 и включва следните елементи:

А – автоматичен ПИ, пожароизвестител детектор за пожар;

В – пожароизвестителна централа (ПИЦ);

С – външни светлинни и звукови сигнализатори, предупреждаващи за наличие на пожар в обекта;

Д – ръчен пожароизвестител;

Е, J – междинни устройства ретранслатори VHF/UHF (Very High Frequency / Ultra High Frequency);

Г – център за приемане на сигнал „ПОЖАР“ – екипите на „Пожарна безопасност и защита на населението“ (ПБЗН) предприемат необходимите мерки за за-

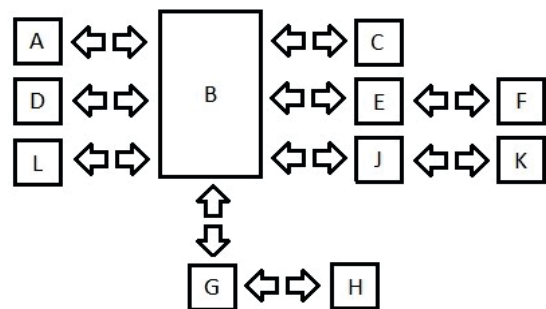
щита от пожара и борба с него;

К – център за приемане на сигнал „ПОВРЕДА“ – сервизните екипи предприемат необходимите мерки за отстраняване на повредата;

Г – устройство за управление на противопожарна автоматика, блокировка, магнити;

Н – системи за борба с пожарите;

Л – токозахранващо устройство – осигурява захранване на всички компоненти на ПИС.



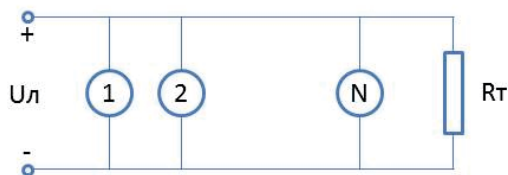
Фиг. 1. Принципна схема на ПИС

Разпознаването на отделните състояния на детекторите се базира на промяна на тока по линията.

Върху елементите на системата въздействат различни смущаващи фактори със случаен характер (т. нар. странични шумове), които могат да попречат на нормалното функциониране на системата и да предизвикат фалшиви сработвания. Съвременните ПИС дават възможност за максимално ограничаване на влиянието на тези фактори.

ВКЛЮЧВАНЕ НА ПОЖАРО-ИЗВЕСТИТЕЛИТЕ В ИЗВЕСТИТЕЛНИ ШЛЕЙФОВЕ (ЛИНИИ)

Под шлейф в пожароизвестителната техника се разглежда електрическа верига, съединяваща изходните вериги на пожарните известители, предназначена за предаване в ПИЦ на сигналите за пожар, неизправност и др. и включваща допълнителни елементи (диодни, резистори) и съединителни проводници (фиг. 2).



Фиг. 2. Схема на включване на ПИ в пожаро-известителен шлейф

Пожароизвестителите 1, 2, ..., N са включени паралелно един на друг съобразно капацитета на съответният лъчев комплект (ЛК). Общото съпротивление $R_{шл}$ в известителния шлейф е

$$R_{шл} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_t}} + R_{пр}, \quad (1)$$

където:

R_1, R_2, \dots, R_n са вътрешните съпротивления на отделните ПИ в режим на дежурство, Ω ;

R_t – товарно (балансно) съпротивление, Ω ;

$R_{пр}$ – съпротивление на проводника на известителната линия, като $R_{пр}$ зависи от дължината на линията l , m и сечението s , mm^2 .

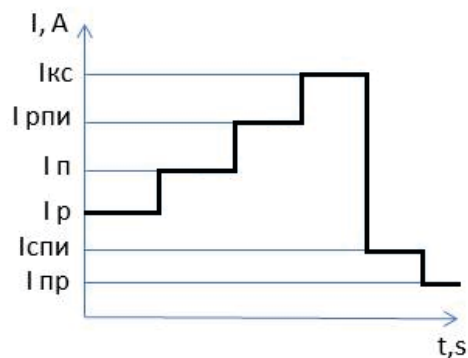
Тъй като $R_1 = R_2 = \dots = R_n$ следва, че при различен брой ПИ токът I_p ще е различен. За да се избегне това, стойността на R_t се променя в зависимост от броя на включените ПИ. По този начин се постига постоянна стойност на тока при нормална работа $I_p = const$ независимо от броя на ПИ и дължината на шлейфа, като различните стойности на R_t се посочват в технико- експлоатационната документация на всеки тип ПИС.

При пожар, регистриран от някой ПИ в шлейфа, следва увеличаване на тока от I_p до стойност I_n (фиг. 3). Това увеличение на тока е резултат на опроводяване на релейния елемент на сработилия ПИ (съпротивлението на ПИ рязко спада и шунтира останалите ПИ и R_t).

При късо съединение между проводниците в шлейфа или някой от ПИ, токът нараства до стойност $I_{кс}$, която се фиксира от ограничител на ток в ЛК с цел да не настъпят по-нататъшни повреди.

При прекъсване на линията, токът $I_{пр}$ приема стойности по-малки от I_p до нула в зависимост от мястото на прекъсване.

Задействане на ръчен ПИ повишава тока над този от сработил автоматичен ПИ, т.е. $I_{рпи} > I_n$, но $I_{рпи} < I_{кс}$ и позволява да бъде разпознат надеждно.



Фиг. 3. Диаграма на токовете в известителния шлейф при различни режими на работа

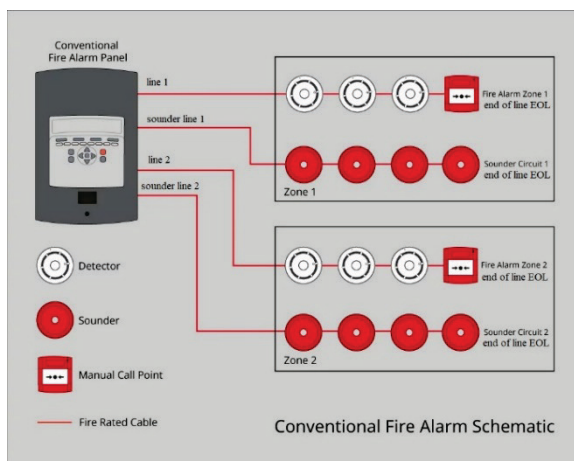
Введена е възможност за алармиране на повреда „свален ПИ“. В този случай токът $I_{спи} < I_p$ и се намира между I_p и $I_{пр}$ и също се разпознава надеждно.

По този начин се формират шест възможни стойности на електрическия ток, които оформят диаграмата на токовете по известителната линия и те се оценяват в лъчевият комплект (ЛК) като: нормална работа (I_p); пожар ($I_n, I_{рпи}$); неизправност ($I_{кс}, I_{спи}, I_{пр}$).

ТИПОВЕ ПОЖАРОИЗВЕСТИТЕЛНИ СИСТЕМИ

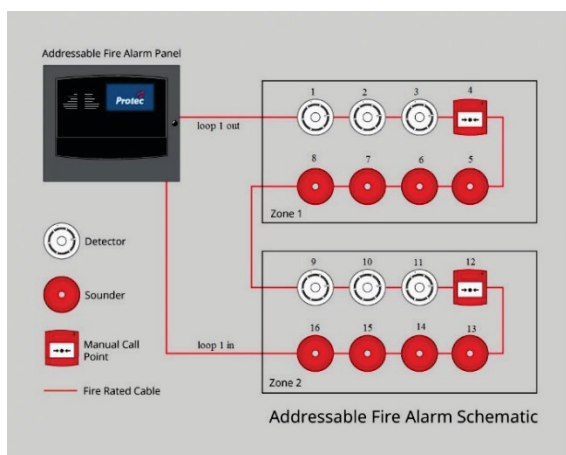
Различават се три основни типа системи за пожароизвестяване [3, 4, 5]: *конвенционални, адресируеми и безжични (радиовръзка)*.

Конвенционални системи – кабелната линия излиза от контролния панел (ПИЦ) и завършва с краен елемент (end of line), най-често резистор, контролиращ целостта на линията. В продължение на кабелната линия се свързват детектори и ръчни ПИ. Организираните по този начин линии се наричат конвенционални зони (conventional zones – фиг. 4).



Фиг. 4. Конвенционална ПИС

Адресируеми системи (AML – адресни мултиплексни линии) – кабелната линия, на която са разположени различните устройства, започва от контролния панел и се връща в него. Линиите на адресируемите системи се наричат кръгове или контури (loops – фиг. 5). Дават възможност за пълно разпознаване на всяко монтирано на кръга устройство по индивидуалния адрес, който то притежава, в което се състои и основното преимущество на тези системи.



Фиг. 5. Адресируема ПИС

При тази технология ПИ не са в постоянна връзка с ПИЦ, а се свързват с нея за определен времеви интервал. По-конкретно това са системи, комбиниращи множествен достъп с времево и кодово разделяне на каналите – TDMA (Time Division Multiple Access) и CDMA (Code Division Multiple Access). На практика

това става посредством протокол за обмен на информацията между адресируемата ПИЦ и адресируемите ПИ, позволяващ надеждно, приоритетно, оптимизирано по скорост предаване на информацията, дори в среди, силно повлияни от електромагнитни смущения. На общ пръстеновиден шлейф се включват самостоятелно до 127 аналого-адресируеми ПИ, които са адресирани ръчно или автоматично от ПИЦ.

Кодиране на сигнала по ниво (кодоимпулсна модулация – КИМ): разстоянието между нивата се подбира еднакво и се нарича стъпка на кодирането. На всяко ниво се присвоява код (двоичен). Електрическият сигнал от изхода на детектора, преобразуващ пожарната характеристика, е аналогов (непрекъснат). Кодирането по ниво се извършва в аналогово-цифров преобразувател (АЦП), като най-важната му характеристика е неговата разрядност, определяща броя на нивата за отчет на амплитудата на аналоговия сигнал и точността на измерването. Броят на нивата k на кодирането е свързан с разрядността на АЦП n със зависимостта: $k = 2^n$. Колкото по-голям е броят на нивата в системата, толкова по-малка е стъпката на квантоването и толкова по-точно ще се предават извадките от сигнала на контролирания пожарен параметър. При положение, че в системата има 2^n нива, то приемайки максималната абсолютна грешка, предизвикана от квантоването, за равна на разстоянието между нивата, то относителната грешка δ в проценти е:

$$\delta = \frac{1}{2^n} \cdot 100, \% \quad (2)$$

За целите на кодирането по ниво на ПИС най-често се използва АЦП с разрядност $n=4$. Тази разрядност осигурява брой на нивата на кодиране и измерване $k = 16$ (фиг. 6). Следователно, относителната грешка при четири-разряден код е $\delta=(1/16).100 = 6,25 \%$.



Фиг. 6. Четири-разрядно квантоване на аналогов сигнал от пожарен детектор

Предимствата на адресируемите системи спрямо конвенционалните са:

- Позволяват точно локализиране и бързо откриване на мястото на пожара по индивидуалния адрес на активираното устройство;

- Движението на информацията е двупосочно – от контролния панел към известителните/ сигнализиращи устройства и обратно. Наред с другите предимства, като непрекъснато следене състоянието на всяко устройство, това позволява и работоспособност на линията при повреда на кабела, за разлика от конвенционалните системи;

- Позволяват намаляване на дължината на кабелите, необходими за изграждане на системата, използват по-малки и оптимални дължини на кабелите, за разлика от конвенционалните системи;

- Съхраняват информация за състоянието на адресируемите устройства и настъпилите събития в системата;

- Дават възможност за изграждане на разклонения към кръга, в които могат да се използват и конвенционални устройства (чрез приложение на адресируеми модули) и така допълнително се спестяват кабели;

- Осигуряват възможност за включване на изолатори – устройства, чрез които се изолират повредени участъци от пръстена и се повишава общата надеждност на системата.

Системите, позволяващи получаването на значително по-голям обем информация от пожароизвестителните устройства, се наричат аналогови или *интелигентни*.

Те са специален вид адресируеми системи, в които стойностите на устройствата се обработват от микропроцесора на контролния панел в съответствие със заложени в него алгоритми, което помага за значително намаляване на фалшивите сработвания. Стойностите на изхода на аналоговите детектори могат да бъдат следните: нормално състояние, необходимост от поддръжка, повреда, предварителна аларма, аларма и др. Интелигентните системи имат възможност за едновременна и непрекъсната обработка на множество сигнали, като се отчитат максимален брой характеристики на сигнала (енергия, амплитуда, скорост на промяна и др.)

Важен метод за улесняване локализирането на възникналия пожар и евакуацията на хората в сградата е *зонирането*. Състои в групиране на устройствата в линии (конвенционални или адресируеми) в определени зони и позволява разделянето на охраняемия обект на подходящ брой подобекти.

За целите на евакуацията е препоръчително зоните да са отделени в отделни противопожарни отсеци (части от сградата, ограничени с огнеустойчиви строителни конструкции). При разделяне на обекта на повече на брой зони, пожарът се открива по-бързо и лесно. Активирането на дадена зони в системата може да се индицира на контролния и чрез светлинна сигнализация чрез LED индикатори. При конфигурирането на зоните следва да се отчитат и фактори като етажност, евакуационни пътища, стълбищни площадки и др.

При конвенционалните системи, активирането на едно устройство от зоната, дава индикация на контролния панел за активиране на цялата зона, без да се посочва кое е сработилото устройство. Поради това при този тип системи се препоръчва ръчните пожароизвестители и детекторите да са конфигурирани в отделни зони. Обикновено при тези системи обхватът на зоната съвпада с броя на монтираните на една линия устройства. Пре-

поръчва се да не се монтират повече от 32 устройства на една зона – ограничение, свързано с максималната защитавана площ. По този начин повредата на един или повече детектори не влияе съществено на работата на цялата система.

Класификация на ПИС по степен на защита:

- пълна защита – ПИС обхваща цялата сграда.
- частична защита.
- защита на пътища за евакуация.
- локална защита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада са разгледани пожаро-известителните системи (ПИС), които са ефективен и сигурен начин за автоматична, неслучайна детекция, чрез които се намалява времето за откриване и гасене на пожара. Крайният резултат от внедряването на ПИС е значително снижаване на загубите и намаляване на човешките жертви.

REFERENCE

- [1] Karamishev A., Fire detection systems, Sofia, 2022 // Карамисhev A., Системи за откриване на пожари София, 2022
- [2] EN 54-13:2017+A1:2020 Fire detection and fire alarm systems - Part 13: Compatibility and connectability assessment of system components, 18.05.2020
- [3] Ordinance № Из-1971 of 29.10.2009 on construction and technical rules and norms for ensuring fire safety.// Наредба № Из-1971 / 29.10.2009 за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.
- [4] СД CEN/TS 54-14:2006 Fire detection and fire alarm systems - Part 14: Guidelines for planning, design, installation, commissioning, use and maintenance// СД CEN/TS 54-14: 2006 Пожароизвестителни системи Част 14 – Указания за планиране, проектиране, инсталиране, въвеждане в експлоатация, използване и поддържане;
- [5] Ordinance № 3 of 06/09/2004 on the arrangement of electrical systems and power lines // Наредба № 3 / 9.06.2004 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии.