

УДК 614.8

Т.В. Терлецький, В.В. Любитовець, А.А. Ткачук, О.Л. Кайдик, С.А. Мороз*Луцький національний технічний університет***ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ШЛЕЙФІВ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

В статті подано результати аналізу конструкцій баз пожежних сповіщувачів, які застосують під час побудови шлейфів пожежної сигналізації та виділено проблему недосконалості національних нормативних документів стосовно сумісності пристроїв пожежної сигналізації. Розглянуто питання розгалуження радіального шлейфу та встановлено найбільш оптимальний спосіб кріплення його електричних провідників.

Ключові слова: шлейф пожежної сигналізації, сповіщувач, прилад приймально-контрольний пожежний, узгодження, сумісність.

Т.В. Терлецкий, В.В. Любитовец, А.А. Ткачук, О.Л. Кайдик, С.А. Мороз
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ШЛЕЙФОВ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

В статье представлены результаты анализа конструкций баз пожарных извещателей, которые применяют при построении шлейфов пожарной сигнализации и выделено проблему несовершенства национальных нормативных документов относительно совместимости устройств пожарной сигнализации. Рассмотрены вопросы разветвления радиального шлейфа и установлено наиболее оптимальный способ крепления его электрических проводников.

Ключевые слова: шлейф пожарной сигнализации, извещатель, прибор приемно-контрольный пожарный, согласование, совместимость.

T. Terletsnyi, V. Lyubitovets, A. Tkachuk, O. Kaidyk, S. Moroz
FEATURES OF CONSTRUCTION OF THE PLUME FIRE ALARM

The article presents the results of the analysis design fire detector bases that are used during the construction of the fire alarm loops and highlighted the problem of imperfection of the national normative documents regarding the compatibility of the fire alarm devices. The issues of branching of radial loop are considered and the most optimal way of fixing of its electric conductors is established.

Key words: plume fire alarm, detector, control and fire control device, coordination, compatibility.

Шлейфи пожежної сигналізації (ШПС) являють собою електричні ланцюги, які з'єднують вихідні ланцюги пожежних сповіщувачів (СП), що включають в себе допоміжні виносні радіоелементи і дроти сполучення та призначені для видачі на прилад приймально-контрольний пожежний (ППКП) повідомлень про пожежу і несправність, а також подачі електроживлення на ці сповіщувачі.

У нормативних документах [1, 2] зазначено, що контроль цілісності ланцюга шлейфу на всьому його протязі і формування сигналу несправності обов'язково повинно відобразитись на ППКП при витяганні головки з бази в будь-якому місці шлейфу. Крім цього, не допускається виконання з'єднань «повітряними» скрутками, наявність яких в шлейфі негативно впливає на надійність функціонування пожежної сигналізації у цілому.

Кількість контактів з'єднання на головці та базі залежить від багатьох причин і в першу чергу ця залежність визначається питаннями організації шлейфу пожежної сигналізації. Також існує проблема сумісності пристроїв пожежної сигналізації різних виробників.

У зв'язку з цим постала потреба в проведенні аналізу схем підключення сповіщувачів і відповідності конструкцій їх баз стосовно існуючих нормативних вимог до організації ШПС.

Реалізовані у СП принципи побудови вимагають певних технічних рішень при підключенні цих виробів до ППКП за допомогою ШПС.

Типовим представником СП є неадресний двох провідний сповіщувач пожежний димовий (СПД) з можливістю підключення зовнішнього пристрою індикації (ЗП), у якого головка має чотири контакти для з'єднання з базою:

- контакт плюсової шини шлейфу (+ Uz);
- контакт ЗП (LED);
- контакт мінусової шини шлейфу (GND);
- контакт мінусової шини шлейфу (GND).

Дублювання контактів мінусової шини шлейфу (GND рис. 1) здійснено з метою виконання нормативного вимоги – контролю цілісності ланцюга шлейфу на всьому його протязі і формування сигналу несправності на ППКП при витяганні головки з бази в будь-якому місці шлейфу.

Якщо для кожного контакту головки на базі буде надано тільки по одному гвинтовому контакту для підключення провідників та елементів ШПС, то частину з'єднань доведеться виконувати «повітряними» скрутками, так як спеціальних місць для з'єднання цих елементів не передбачено.

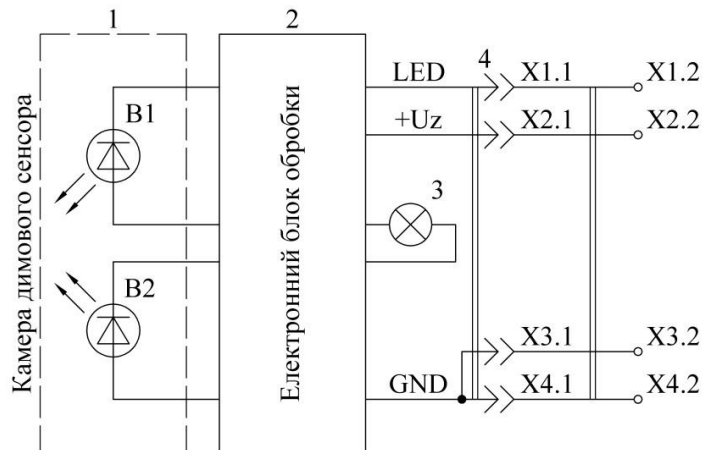


Рис. 1. Схема СПД: 1 – камера димового сенсора з фотодіодом B1 і світлодіодом B2; 2 – електронний блок обробки; 3 – індикатор стану; 4 – контакти головки; 5 – база з контактними групами X1, ... X4

Якщо ж такі бази використати для побудови ШПС із знакозмінним формуванням напруги – то в цьому шлейфі та немає необхідності підключати до сповіщувача додатковий ЗПП, а кінцеві елементи будуть розташовані на окремому спеціальному блоці, а не на базі останнього у шлейфі сповіщувача, то тоді можна уникнути «повітряних» з'єднань.

Приклад побудови двох провідного знакозмінного шлейфу пожежної сигналізації наведено на рис. 2. Підключення у такому ШПС двох провідників до одного гвинтового з'єднувача +Uz не є коректним. Приєднання кінцевих елементів – діода та резистора зроблено на окремій монтажній колодці, яка розташована поза базу кінцевого у шлейфі сповіщувача, оскільки на самій базі для таких з'єднань контакти відсутні.

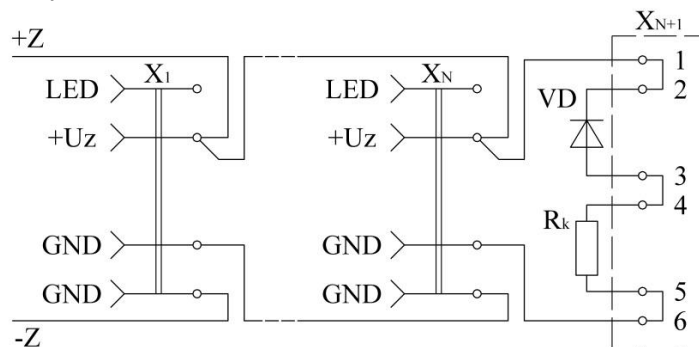


Рис. 2. Схема двох провідного знакозмінного ШПС

Для правильного монтажу ланцюгів необхідно дотримуватися рекомендації нормативних документів. Пояснення у цьому питанні надає американський стандарт NFPA 72 [2]. Рекомендації за правилами з'єднання провідників ШПС з цього документа наочно представлені на рис. 3 (Figure A.5.4.6 (a) [3]).

З даної схеми стає зрозуміло, що для правильного і надійного з'єднання провідників шини +Z необхідно збільшити кількість гвинтових з'єднувачів на контактні +Uz бази. Очевидно, що потрібно змінити попередню схему підключення СП до ШПС (рис.4).

У разі використання ЗПП необхідно передбачити ще одне гвинтове з'єднання на контактні GND бази, щоб було куди приєднати катод світлодіода (рис.5).

Проблеми з підключенням провідників до такої бази виникнуть у тому випадку, коли сповіщувач виконаний так, що ЗПП повинен підключатися катодом до контакту LED бази, а анодом – до контакту +Uz.

Навіть коли кожному контакту головки на базі буде надано по два гвинтових контакти, то все одно для декількох обов'язкових з'єднань не буде потрібних гвинтових з'єднувачів для підключення сповіщувачів до сучасних ППКП.

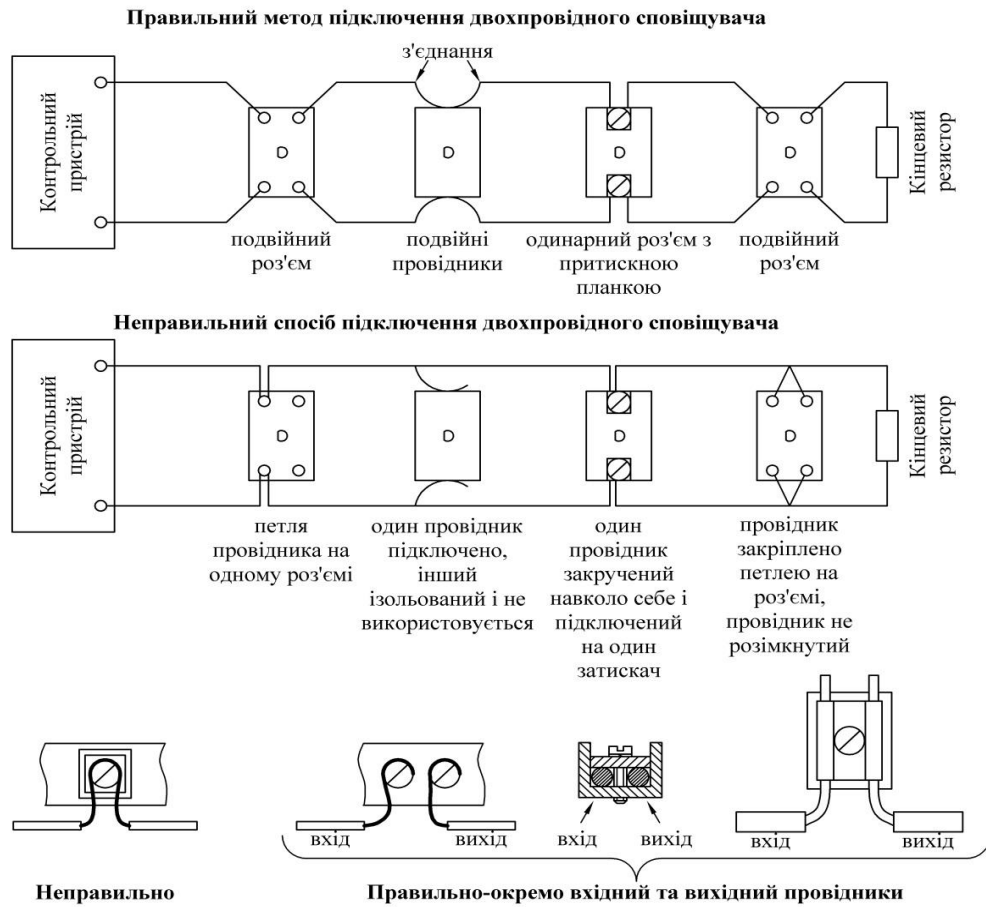


Рис. 3. Схема правильного і неправильного з'єднання провідників шлейфу за NFPA-72

Драйвер постійно-струмового ППКП [4] (рис. 6), дозволяє виявити спрацювання одного або двох сповіщувачів з декількох десятків СПД, підключених в один шлейф такого ППКП.

Для цієї мети необхідно підключити кожен сповіщувач послідовно з резистором, який би обмежував струм у режимі пожежної тривоги. Таким чином, виникає необхідність з'єднання одного виводу резистора з двома провідниками шлейфу, але дане гвинтове з'єднання не повинно мати зв'язків з головкою.

Подібна проблема, з'єднання провідників різного діаметру, виникає і на другому контакті при необхідності підключення ЗП. Аналогічна проблема може виникнути і з четвертим контактом для такого виконання активної частини, в якому ЗП буде підключатися до цієї шини живлення сповіщувача.

Всі гвинтові з'єднувачі цієї бази виконані з квадратними гайками. А їх по парне об'єднання дозволяє забезпечити надійне електричне з'єднання провідників різного діаметру в межах встановлених значень для слабкострумових ланцюгів. Особливо актуально дане рішення проблеми проявляється при використанні негорючих провідників і екранованих кабелів.

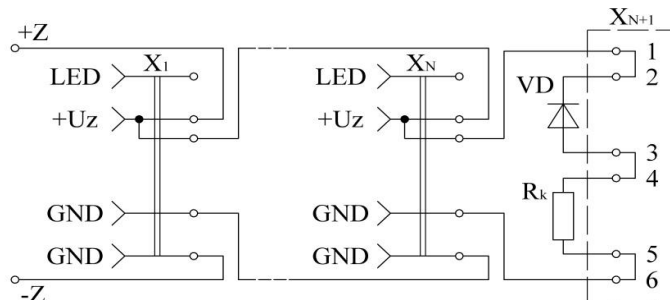


Рис. 4. Модифікована схема двох проводного знакозмінного ШПС

Особливістю СПД є те, що в процесі їх експлуатації необхідно проводити технічне обслуговування. А це означає, що димові сповіщувачі повинні бути знімними і складатися з головки та бази.

Оскільки, наявність ЗПІ – функція необов'язкова, то для виконання основних функцій знімний СП може містити на активній частині тільки два контакти для підключення його через базу до двопровідного ШПС. Однак у нормативних документах є вимога, що при вилученні головки з бази в функціонуючій ШПС повинні відбутися зміни, які прилад ППКП повинен сприйняти як «НЕСПРАВНІСТЬ». Зазвичай це забезпечується розривом одного з провідників ШПС за допомогою двох контактів на базі та двох замкнутих між собою контактів на головці сповіщувача.

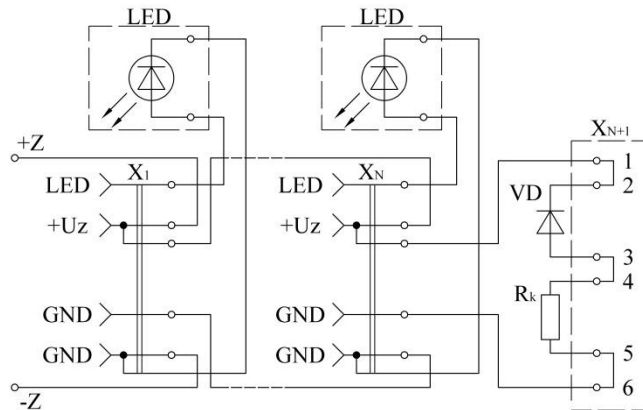


Рис. 5. Модифікована схема двопровідного знакозмінного ШПС з можливістю підключення ЗПІ

В останні роки на ринках СПД все більше проявляється тенденція використання базових основ з безгвинтовим підключенням провідників і елементів шлейфу сигналізації [5-8].

Аналіз існуючих конструкцій безгвинтових затискачів електричних провідників важільного типу показав, що найкращим з них є варіант реалізації затискача з плоскою пластиною та фігурним важелем [8] (рис. 7), який розроблено для баз СПД. Такий затискач дозволяє здійснити електричне підключення декількох провідників однакового діаметру.

Завдяки пружним властивостям фігурного важеля, а також взаємному розташуванню в ізоляційній основі плоского контакту та фігурного важеля забезпечується надійне електричне з'єднання провідників з плоским контактом. Подібне з'єднання застосовується для фіксації SIM-карти у мобільних телефонах.

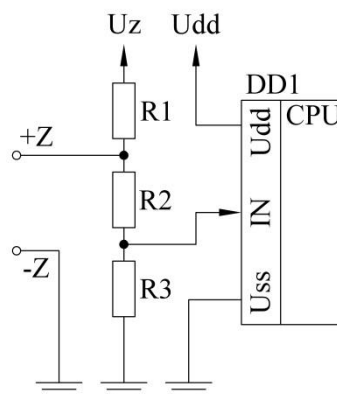


Рис. 6. Схема драйвера ППКП з постійно-срмовим методом контролю стану ШПС

Величина перехідного опору в електричному з'єднанні плоского контакту з циліндричним провідником, що притискається до площини контакту в одній точці, залежить від зусилля стиснення [9]. Згідно теорії електричних з'єднань, опір звуження обернено пропорційний кубічному кореню від зусилля стиснення. Це означає, що для того, щоб опір перехідного точкового контакту збільшився в два рази, наприклад, з 0,01 Ом до 0,02 Ом, необхідно, щоб зусилля стиснення зменшилося в 8 разів, тобто з 40 Н до 5 Н. Так як хід із зусиллям рукоятки важеля пропорційний цьому зусиллю, то стає очевидним, що при статичному зусиллі стиснення

перехідний опір контакту практично не буде помітно зростати навіть у процесі тривалої експлуатації затискача.

Переваги, які надає безгвинтова база у порівнянні із звичайною гвинтовою базою, полягають у зручності в монтажі та практично у 2 рази зменшення часу на цю процедуру.

Під час побудови безадресних ШПС доводиться неухильно дотримуватися умови: забезпечувати радіальний характер шлейфів. Практично будь-яка спроба організувати відведення від радіального безадресного ШПС призводить до порушення нормативних вимог.

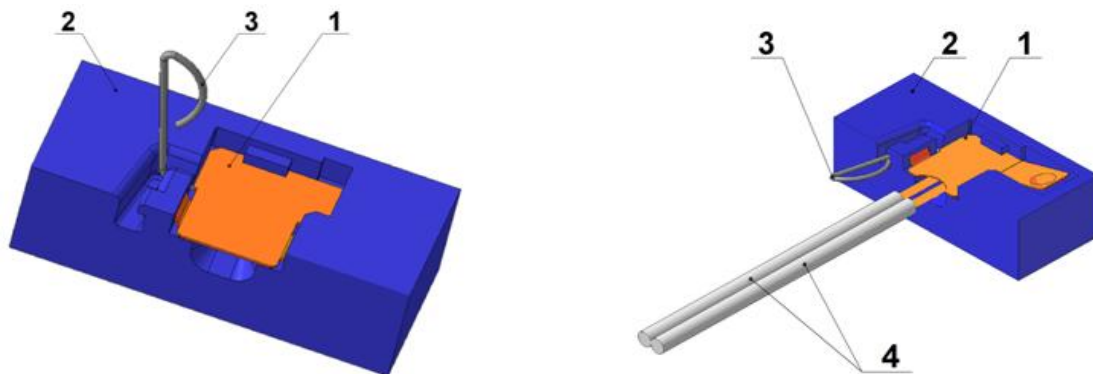


Рис. 7. Безгвинтовий затискач електричних провідників важільного типу: 1 – плоский контакт; 2 – ізоляційна основа; 3 – фігурний важіль; 4 – провідники

У нормативних документах, таких як EN 54–2, NFPA 72 та інших, зазначено, що ППКП повинен фіксувати в ШПС крім сигналу «ПОЖЕЖА» сигнал «НЕСПРАВНІСТЬ». Не є обов'язковою вимога виявлення та відображення причин появи сигналу «НЕСПРАВНІСТЬ» у ШПС – обрив чи коротке замкнення.

У безадресному радіальному постійно-струмовому ШПС, для виконання вимоги «...при знятті будь-якого сповіщувача з бази, підключеної до ШПС, ППКП повинен зафіксувати сигнал НЕСПРАВНІСТЬ у відповідному шлейфі...», існує співвідношення струмів обриву, сумарного струму споживання сповіщувачами, струму через кінцевий резистор, струму при спрацьовуванні одного або двох та більше сповіщувачів, а також струму короткого замикання. Тому пряме відгалуження ШПС з встановленням кінцевого резистора тільки в одному кінці шлейфу або кінцевих резисторів в кожному кінці шлейфа подвоєного опору не можливо, оскільки, будуть порушені вимоги зазначених нормативних документів.

Вирішення проблеми узгодження сигналів у ШПС можливе вразі застосування відповідних пристроїв узгодження, за допомогою яких можливе «дорощування» ШПС в кінцевій частині шлейфа. Недоліком згаданих пристроїв узгодження ШПС є обов'язкове живлення їх від додаткового джерела живлення.

Технічне рішення [10], згідно якого перетворювач сигналів у ШПС являє собою Т-подібний розгалужувач (рис. 8), який має один вхід та два виходи. Цей пристрій не вимагає для роботи додаткового джерела живлення, і в той же час має індикацію активізації свого стану із зазначенням напрямку, в якому виник обрив шлейфа.

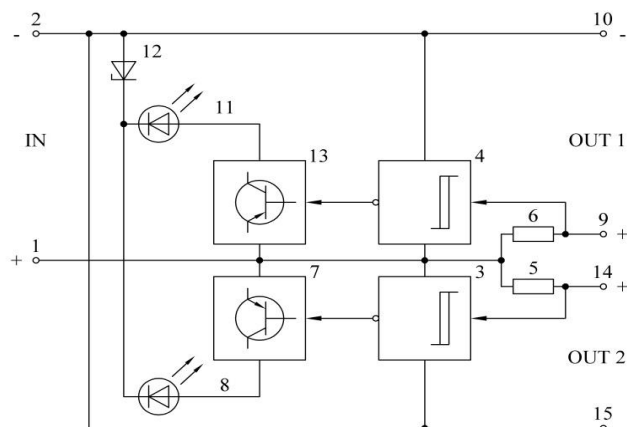


Рис. 8. Схема Т-подібного розгалужувача ШПС

Функціонує Т-подібний розгалужувач наступним чином. До вхідних клем IN1 та IN2 підключається та частина ШПС, яка йде від ППКП і на якій можуть бути розташовані СП. До вихідних клем OUT1 9 та 10 першого виходу і до вихідних клем OUT2 14 та 15 другого виходу підключаються ще дві частини ШПС із своїми СП. У віддалених від пристрою кінцях цих двох частин шлейфу встановлюються кінцеві резистори, опір кожного з них вибирають таким, щоб при паралельному з'єднанні їх обох він становив рекомендований опір кінцевого резистора для звичайних радіальних ШПС.

Опори резисторів 5 та 6 вибирають такими, щоб падіння напруги на цих резисторах у стані ПОЖЕЖА становило кілька відсотків від напруги, прикладеної до вхідних клем 1 та 2. У черговому режимі роботи падіння напруги на кожному з цих резисторів буде перевищувати напругу перемикачів граничних елементів 3 та 4. Обидва транзисторних ключа 7 та 13 будуть вимкнені, світлодіодні індикатори 8 та 11 не будуть світитися. Сумарний струм споживання граничними елементами 3 та 4 не перевищує струм споживання одним активним сповіщувачем. Якщо в одній з частин ШПС, що підключена до одного з виходів, наприклад, OUT1 станеться обрив лінії зв'язку, то зменшиться величина струму, яка протікає через резистор 5. Переключиться відповідний граничний елемент 3. Зміниться стан і на виході відповідного транзисторного ключа 7 і засвітиться світлодіодний індикатор 8. У цьому випадку транзисторний ключ 7 сформує в ШПС коротке замикання. При струмі (20–25) мА, що характерно для короткого замикання, сумарне падіння напруги на стабілітроні 12, світлодіодному індикаторі 8 і на відповідному транзисторному ключі 7 буде цілком достатнім для нормальної роботи граничних елементів 3 та 4. Аналогічно буде функціонувати пристрій у випадку обриву в іншому плечі Т-подібного розгалужувача.

Отже, при виявленні обривів у частинах ШПС Т-подібний розгалужувач передає на ППКП сигнал, що відповідає стану «коротке замикання». Одночасно відповідний індикатор 8 або 11 буде сигналізувати про те, в якій частині шлейфу була виявлена несправність типу ОБРИВ.

Якщо несправності типу ОБРИВ будуть з'являтися у тій частині ШПС, що підключена до входу Т-подібного розгалужувача, то він не буде перешкоджати роботі ППКП, який прийме і обробить цей сигнал. Підвищення струму у вихідних ланцюгах частин шлейфу, що підключені до виходів OUT1 і OUT2, не змінюватиме стан граничних елементів 3 або 4, але такий приріст струму буде надходити на ППКП і оброблятися ним. А це означає, що застосування Т-подібних розгалужувачів у ШПС дозволяє, не порушуючи вимог нормативних документів, скорочувати загальну їх довжину.

Але, для нормальної роботи Т-подібного розгалужувача існує обмеження за кількістю сповіщувачів у в кожній частині ШПС, до і після нього. Рекомендується між ППКП та розгалужувачем встановлювати не більше 16 сповіщувачів, а до кожного з виходів OUT1 і OUT2 підключати не більш ніж по 8 сповіщувачів.

У національному стандарті ДСТУ EN 54–1:2014 є вимога стосовно сумісності СП та ППКП: «п.1.6. Те, що компонент системи задовольняє вимогам відповідної частини EN 54, не означає того, що такий компонент буде обов'язково правильно функціонувати спільно з іншим компонентом, який також задовольняє вимогам відповідної частини EN 54 (наприклад, пожежний приймально-контрольний прилад у сполученні з пожежним сповіщувачем), якщо тільки обидва компонента не були оцінені разом як ті, що задовольняють вимогам щодо системи».

На практиці ж не завжди досягається узгодження технічних вимог. Сучасні СП являють собою активні вироби, що мають різні вольт-амперні характеристики.

У таких умовах, під час проектування СПС, виникає багато типових питань від різних проектних організацій, що висвітлені на сайтах виробників відповідних пристроїв. Крім того, передбачаючи подібні питання, розробники технічних засобів завчасно викладають на своїх сайтах відповіді на них:

- типові проекти з використанням виробленого ними устаткування;
- схеми підключення конкретних пристроїв, вказуючи необхідні номінали узгоджувальних елементів, кількісні та якісні параметри ліній зв'язку між блоками;
- у спеціальному розділі дають відповіді на типові питання;
- коригують експлуатаційну документацію;
- повідомляють про випуск нових виробів.

Проектним організаціям доводиться створювати проекти на основі нових компонентів, вивчаючи їх експлуатаційну документацію, намагаючись врахувати вимоги замовника. При цьому критерії вибору обладнання можуть бути різноманітними (особливості об'єкту, дизайн виробів,

цінова політика тощо), але вибравши ППКП від одного виробника, СП від іншого, комунікатор від третього, а оповіщувачі від n-го – виходить вже не система, а набір протиріч.

Не дивлячись на те, що про проблеми узгодження сигналів в шлейфах існують постійно і про них говорилося у різних публікаціях [10..14], але окремого стандарту, який би визначав основні технічні вимоги до параметрів, не створено досі. Також не конкретизовані технічні характеристики СП та ППКП у конкретному національному галузевому документі, які б забезпечували їх взаємне узгодження. Усі обмеження зведені тільки до п. 1.6 вище згаданого стандарту EN 54 не дозволяють вирішити підняте питання узгодження в ШПС. Цим і пояснюється, що для підключення СП до ППКП різних виробників доводиться використовувати або пристрої узгодження, які безпосередньо підключаються у ШПС, або застосовувати відповідні розрахунки елементів узгодження.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.5-13-2014 Системи пожежного захисту. Державні будівельні норми України. – К.: Мінрегіон України, 2015.
2. ДСТУ EN 54: 2003 Системи пожежної сигналізації. Національний стандарт України. – К.: Держспоживстандарт України, 2004.
3. NFPA-72 1996. National Fire Alarm Code. Technical Committees on Fundamentals of Fire Alarm Systems. – Minneapolis, 2004.
4. Баканов В. В. Ключ к системам пожарной сигнализации высокой надежности // Алгоритм безопасности, №6, 2010, с. 6.
5. Горелик А. С., Язынин М. П. Устройство подключения провода в охранных приборах и извещателях пожарных. Патент России на изобретение №2314612, бюл. № 1, 2008.
6. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИП212-85, ТУ-4371-006-59069151-2004, Паспорт.
7. Безвинтовой зажим для электрических проводов, Патент России на изобретение №2314613, бюл. № 1, 2008.
8. Баканов В. В., Капре М. К., Мисевич І. З., Чумак А. М. Безвинтовий затискач електричних провідників. Патент України на винахід № 94835, бюл. №11, 2010.
9. Фролик Я. Непаяные соединения в электронике (пер. с венгер.) –М.: Энергия, 1978, с.11.
10. Баканов В. В., Мисевич І. З. Перетворювач сигналів у шлейфі пожежної сигналізації. Патент України на корисну модель № 48194, бюл. № 5, 2010.
11. И. Неплохов Классификация неадресуемых шлейфовых, или почему за рубежом нет двухпороговых приборов // Алгоритм безопасности, № 3, 2008, с 7.
12. И. Неплохов Анализ параметров шлейфа двухпорогового ППКП // Алгоритм безопасности, № 5 2010.
13. Баканов В. Пути решения проблем в шлейфах пожарной сигнализации // F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты, № 4, 2009, с 54.
14. Терлецький Т.В., Мороз С.А., Приступа С.О. Особливості застосування давачів dh22 і у1-69 в інформаційно-вимірювальних системах // Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Фізика і хімія твердого тіла: стан, досягнення і перспективи». 25-26 жовтня 2018 р., м. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2018. – С. 171-173.

Рецензенти:

Андрій Борисович Семенюк – зам. директора ПАТ «Електротермометрія».

Віктор Юрійович Денисюк – к.т.н., доцент кафедри приладобудування Луцького НТУ

Стаття надійшла до редакції 24.01.2019