

Czujniki specjalne w zastosowaniach systemów sygnalizacji pożaru

Streszczenie. Publikacja przedstawia przegląd trzech, nowoczesnych rozwiązań detektorów stosowanych współcześnie w instalacjach systemów sygnalizacji pożaru przeznaczonych do pracy w trudnych warunkach środowiskowych. Omówiono zasadę działania standardowych optycznych czujek dymu instalowanych w systemach sygnalizacji pożaru. Przedstawiono wady szeroko stosowanych detektorów oraz opisano przykładowe zastosowania, w których czujki ogólnego przeznaczenia nie są w stanie zapewnić prawidłowego dozoru. W publikacji omówiono budowę oraz przedstawiono zasady działania nowoczesnych czujek zasysających, czujek płomienia oraz czujek DTS (światłowodowych detektorów ciepła). Odniesiono się również do zastosowania wyżej wymienionych urządzeń w różnych dziedzinach przemysłu, w których wykorzystywane są nie jako instalacja wczesnego wykrywania pożaru, a elementy pracujące niezależnie, które są odpowiedzialne za monitorowanie procesów produkcyjnych.

Abstract. The paper gives an overview of three modern designs of detectors used in fire alarm systems dedicated to operation in difficult environmental conditions. The principle of operation of standard optical smoke sensors installed in fire alarm systems has been discussed. The shortcomings of popular detectors have been presented. Examples of situations where general purpose sensors are not able to provide proper monitoring have been demonstrated. The design and operation principle of state-of-the-art suction detector sensor, flame sensors and DTS (Distributed Temperature Sensing using optical fibers) sensors have been described in the paper. The authors have also commented on the use of such devices in different branches of industry, where these elements are not used in early fire detection installations, but they operate independently, being responsible for the monitoring of manufacturing processes. (**Special sensors in fire alarm systems applications**).

Słowa kluczowe: system sygnalizacji pożaru, detekcja dymu, detekcja ciepła, czujki płomienia, czujki światłowodowe DTS, czujki optyczne dymu.

Keywords: fire alarm system, smoke detection, heat detection, flame sensors, optical fibre DTS sensors, optical smoke sensors.

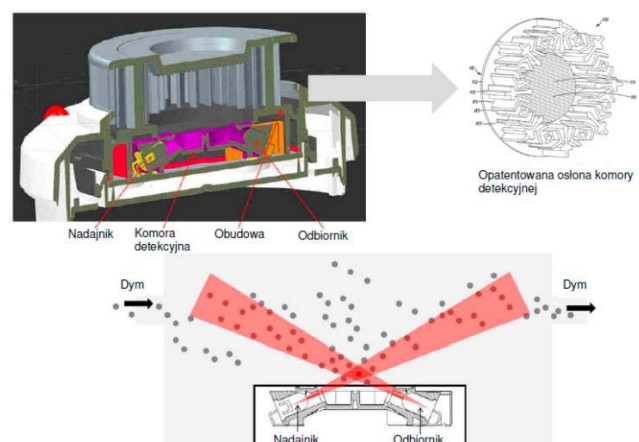
Wstęp

Postęp technologiczny oraz prężnie rozwijający się przemysł coraz częściej prowadzą do powstawania nowych wyzwań stawianych projektantom Systemów Sygnalizacji Pożaru. Nowoczesne budownictwo, w którym stosowane są coraz nowsze materiały konstrukcyjne oraz możliwość budowy obiektów o nieregularnych kształtach niesie za sobą konsekwencję projektowania coraz bardziej skomplikowanych instalacji bezpieczeństwa budynkowego, w tym instalacji które są częścią ogólnie rozumianego Systemu Przeciwpożarowego. Także zakłady produkcyjne poprzez zastosowanie coraz większej ilości samodzielnych maszyn i drogich w wyposażeniu linii produkcyjnych, na których to nowoczesne technologie przejmują rolę człowieka wymagają przystosowania instalacji sygnalizacji pożaru pod wczesną i sprawną detekcję zagrożenia pożarowego zarówno od strony bezpieczeństwa personelu jak i ochrony samego mienia. W odpowiedzi na powyższe producenci Systemów Sygnalizacji Pożaru badają nowoczesne sposoby na wykrycie zagrożenia pożarowego w trudnych warunkach, w których standardowe instalacje nie są w stanie zapewnić wysokiej skuteczności oraz wczesnej detekcji. W niniejszej publikacji omówiono kilka ciekawych i nowoczesnych rozwiązań jakie są aktualnie stosowane zarówno w instalacjach pożarowych obejmujących dozorem obiekty użyteczności publicznej jak i sferę przemysłu gdzie System Sygnalizacji Pożaru może jednocześnie odpowiadać za monitorowanie poprawnego przebiegu danego procesu technologicznego.

Czujki Zasysające

Początek czujek zasysających wiąże się z instalacjami adresowanymi starszego typu, a sama idea detekcji jest dokładnie taka sama jak w przypadku standardowych, punktowych czujek optycznych dymu. Działanie czujek optycznych dymu polega na pomiarze promieniowania podczerwonego emitowanego przez nadajnik rozproszonego przez cząsteczki dymu obecne w komorze [1]. Nadajnik oraz odbiornik są usytuowane niewspółosiowo przez co w przypadku braku zadymienia czujki odbiornik nie

wykrywa obecności promieniowania. Konstrukcja tego typu czujek przedstawiona na rysunku 1, jest stosowana od wielu lat i w większości przypadków spełnia założenia dotyczące wczesnego wykrywania pożaru.

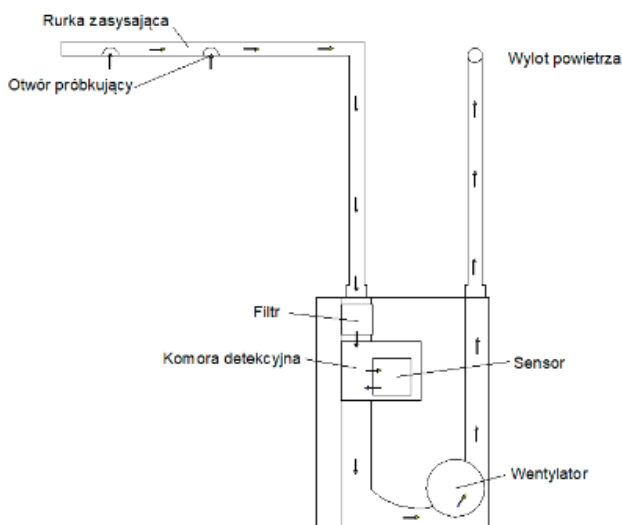


Rys. 1. Budowa punktowej, optycznej czujki dymu [2]

O ile powyższa konstrukcja detektora dymu świetnie sprawdza się w przestrzeniach ogólnych takich jak pokoje hotelowe czy galerie handlowe o tyle niesie za sobą dwa podstawowe problemy. Pierwszym problemem jest zagadnienie dotarcia dymu do komory detekcyjnej. Punktowa czujka dymu nie zasygnalizuje obecności zagrożenia dopóki dym powstały w wyniku pożaru nie dotrze do jej komory. W przypadku przestrzeni bardzo wysokich (takich jak szyby windowe, otwarte klatki schodowe) może okazać się że dym dotrze do komory czujki dopiero w stanie już rozwiniętego pożaru [3], a w skrajnych przypadkach ulegnie tak dużemu rozproszeniu, że jego śladowa ilość w komorze detekcyjnej nie uruchomi stanu alarmowego czujki. Drugim problemem jest zabrudzenie. Czujki dymu umieszczone są na stropach lub sufitach przez co znajdują się w najwyższych punktach pomieszczeń. Wraz z naturalną konwekcją ciepła

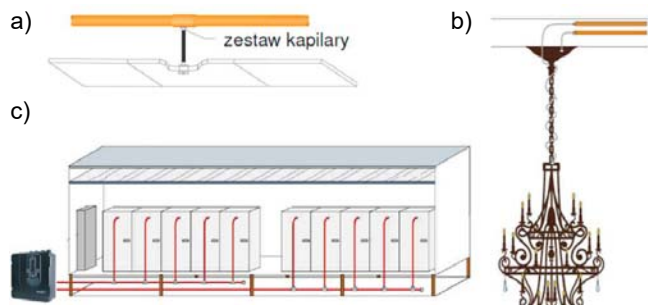
w pomieszczeniu do komór detekcyjnych dociera także kurz oraz inne zanieczyszczenia [4]. Czujki punktowe nie posiadają filtrów chroniących komorę detekcyjną aby nie zatrzymywać cząstek dymu w przypadku pożaru, muszą być zatem odporne na wieloletnie zabrudzenie. Możliwość łatwego zabrudzenia czujek punktowych niesie za sobą konsekwencję wytwarzania detektorów o niższej czułości aby nie generowały fałszywych alarmów pożarowych przez drobne zanieczyszczenia.

Powyższe problemy tradycyjnych czujek optycznych wymusiły na producentach stworzenie nowego detektora wczesnego wykrywania – czujkę zasysającą (rys.2). W dużym uproszczeniu czujka zasysająca jest standardową czujką optyczną dymu umieszczoną w szczelnej obudowie, w której przy pomocy orurowania, filtrów i wbudowanego wentylatora generowany jest wymuszony obieg powietrza zasysanego z przestrzeni objętej dozorem.



Rys.2. Schemat budowy czujki zasysającej [5]

Taka konstrukcja pozwala na wykorzystanie pełnej czułości detektorów optycznych dymu. Ze względu na obecność filtrów niweluje się zjawisko zabrudzenia, a wymuszony obieg powietrza przez czujkę wyklucza problem późnego dotarcia dymu do komory detekcyjnej. W najnowszych konstrukcjach systemów zasysających emitowane przez nadajnik promieniowanie podczerwone zostało zastąpione wiązką laserową, co pozwala na bardzo dokładne próbkowanie cząstek trafiających do komory detekcyjnej i wykrywanie dymu niewidocznego dla ludzkiego oka występującego w bardzo wczesnym stadium pożaru [6]. Pomimo tak dokładnej wykrywalności dymu za sprawą filtracji powietrza zachowano bardzo dużą odporność na fałszywe alarmy związane z zabrudzeniem detektora. Ponadto konstrukcja czujki zasysającej nie wymaga instalowania samej czujki w pomieszczeniu objętym dozorem, ponieważ do głównej obudowy urządzenia doprowadza się orurowanie, którym zasysane jest powietrze. Samo orurowanie może być zakończone giętkimi kapilarami, które zostały docenione w obiektach kulturowych jak muzea czy teatry, w których dużą rolę odkrywa aspekt wizualny pomieszczenia. Rolę widocznych punktowych czujek dymu przejmują bardzo cienkie, prawie niewidoczne kapilary zasysające, które wykorzystywane są również w rozdzielnicach elektrycznych, gdzie niemożliwym jest zainstalowanie tradycyjnej czujki dymu ze względu na zbyt duże zakłócenia elektromagnetyczne (rys.3).



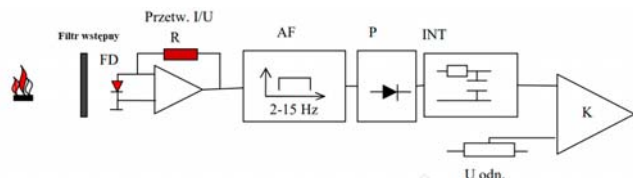
Rys.3. Przykłady zastosowania czujki zasysającej FAAST Honeywell: a) kapilara montowana w suficie podwieszanym, b) kapilary montowane na oprawie oświetleniowej, c) instalacja dozoru wnętrza rozdzielnic elektrycznych [2]

Czujki Płomienia

Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne z zakresu detekcji zagrożenia pożarowego muszą zapewniać wczesne wykrywanie oraz odporność na trudne warunki środowiskowe często występujące w obiektach przemysłowych. Jednocześnie różne konstrukcje nowych detektorów, w odróżnieniu od standardowych rozwiązań, często nie są tworzone pod kątem wykrywania ogólnego zagrożenia, a przeznaczone są do wykrywania konkretnych, znanych i spodziewanych zagrożeń pożarowych. Przykładem takich detektorów są czujki płomienia. Stosowane przez wiele lat klasyczne Systemy Sygnalizacji Pożaru bazowały na wykrywaniu dwóch podstawowych parametrów pożaru: dymu i/lub ciepła poprzez zastosowanie czujek optycznych i/lub termicznych. Taka budowa instalacji przeciwpożarowej bazowała na podstawowym założeniu mówiącym, że większość pożarów rozpoczyna się w pierwszej fazie od tlenienia i dużego zadymienia, dopiero później następuje zapłon podpalonej substancji oraz emisja dużej ilości ciepła. Ponadto zakładano, że wczesne stadium pożaru będzie trwało relatywnie długo (kilkanaście/kilkadziesiąt minut), a co za tym idzie rozprzestrzenianie się zagrożenia nie będzie gwałtowne. Poprzez rozwijający się przemysł projektanci instalacji przeciwpożarowych bardzo szybko spotkali się z problemem wczesnej detekcji pożarów gwałtownych, których źródłem są substancje łatwopalne. W odróżnieniu od standardowo przyjętych założeń zagrożenie pożarowe związane z podpaleniem paliw ropopochodnych, związków chemicznych czy alkoholu cechuje się inną charakterystyką. Pożary substancji łatwopalnych są gwałtowne, rozprzestrzeniają się bardzo szybko już od chwili początkowego zapłonu, do tego nie cechują się emisyjnością dużej ilości dymu we wczesnym stadium. Pierwsze próby objęcia dozoru pomieszczeń, w których występuje zagrożenie gwałtownego pożaru substancji łatwopalnych podjęto poprzez detekcję ciepła przy pomocy czujek termicznych. Szybko okazało się, że jest to najmniej dokładny rodzaj detekcji wymagający bardzo dużego zagęszczenia detektorów. Ciepło pochodzące od pożaru cechuje się bardzo szybkim rozprzestrzenianiem, w efekcie czego punktowe czujki termiczne muszą zostać zainstalowane w bardzo niewielkich odległościach, a skuteczność wczesnej detekcji jest uzależniona w głównej mierze od odległości zainstalowanego detektora do miejsca pożaru. Czujki termiczne, ze względu na wykrywanie ciepła, są także nieskuteczne w przypadku wysokich pomieszczeń, ponieważ rozproszone ciepło nie jest w stanie dotrzeć do detektora umieszczonego na wysokości kilku metrów we wczesnym stadium zagrożenia.

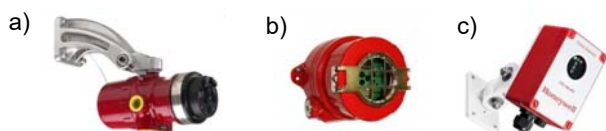
Rozwiązaniem powyższych problemów okazały się czujki płomienia (rys.4), które łamią podstawowe założenia detekcji zagrożenia pożarowego. Przy ich konstrukcji

porzucono ideę wykrywania skutków pożaru takich jak dym i ciepło, a skupiono się na wykrywaniu samego ich źródła czyli płomienia. Czujki płomienia wyposażone są w detektor promieniowania podczerwonego i/lub ultrafioletowego, który ma za zadanie próbkowanie sygnału docierającego do czujki z otoczenia [1]. Do głównych zalet czujek płomienia należą: duży zasięg (do kilkudziesięciu metrów) oraz odporność na gorące przedmioty znajdujące się w polu widzenia za sprawą zastosowania filtracji promieniowania statycznego na wejściu detektora. Wadę natomiast stanowi podatność na fałszywe alarmy pochodzące od promieniowania słonecznego oraz promieniowania związanego z procesami technologicznymi takimi jak spawanie czy spalanie gazu.



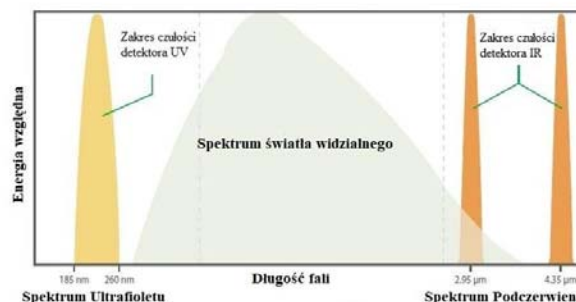
Rys.4. Zasada działania czujki płomienia pracującej w paśmie bliskiej podczerwieni [7]

Zależnie od miejsca zainstalowania i spodziewanego zagrożenia pożarowego czujki płomienia dobiera się pod detekcję różnego rodzaju promieniowania charakterystycznego dla spalania konkretnych substancji jakie występują w obszarze objętym dozorem. Ponieważ część promieniowania emitowanego przez płomień podczas spalania różnych substancji pokrywa się ze spektrum promieniowania światła słonecznego algorytmy analizujące promieniowanie docierające do detektora czujki płomienia badają nie tylko długość fali ale także jego dynamikę (migotanie) czy proporcje występowania poszczególnych długości fali w stosunku do reszty całego spektrum, w ramach którego detektor wykonuje dozór. Nowoczesne czujki płomienia (rys.5) wyposażone są w detektory oraz algorytmy analizujące sygnał wejściowy pozwalające na wykrycie płomienia pochodzącego od palącej się zapalki z kilkudziesięciu metrów przy pracy pod pełnym promieniowaniem słonecznym.



Rys.5. Przykładowe czujki płomienia Honeywell: a) Triple-IR, b) FS20X, c) FSI100 [8]

Spalanie większości znanych substancji łatwopalnych emituje promieniowanie w zakresie światła widzialnego oraz również w paśmie podczerwieni i/lub ultrafioletu. Niemożliwym jest wykorzystanie do detekcji pełnego promieniowania emitowanego przez płomień, ponieważ znajduje się ono w tym samym spektrum co światło widzialne, a co za tym idzie czujka biorąca pod uwagę ten zakres spektrum byłaby bardzo podatna na fałszywe alarmy. Dzięki badaniom spalania substancji łatwopalnych można jednak określić konkretne długości fali promieniowania spoza spektrum światła widzialnego, które są emitowane podczas ich spalania (rys.6) oraz zestawić występowanie konkretnych długości fali z ich dynamiką i amplitudą.



Rys.6. Promieniowanie emitowane przy spalaniu poza pasmem światła widzialnego [9]

Ponieważ różne substancje łatwopalne charakteryzują się emitowaniem promieniowania różnych długości fali podczas spalania opracowano trzy podstawowe grupy detektorów płomienia, które przeznaczone są do wykrywania zagrożenia w różnych pasmach spektrum – promieniowania ultrafioletowego, promieniowania podczerwonego oraz wielosensorowe układy z 2 lub 3 detektorami z zakresu podczerwieni lub mieszaniną detektorów promieniowania podczerwonego i ultrafioletowego [10]. Dzięki temu umożliwiono precyzyjny dobór detektora do spodziewanego zagrożenia pożarowego.

Światłowodowa Liniowa Czujka Ciepła

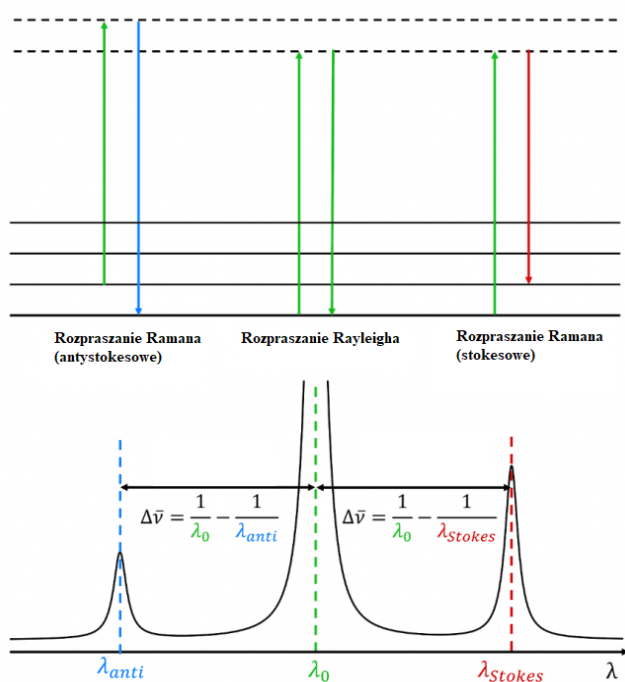
Najbardziej innowacyjnym podejściem do tematu detekcji zagrożenia pożarowego jest próba wykrycia zagrożenia jeszcze zanim ono wystąpi. Wspólną cechą wszystkich pożarów jest podgrzewanie/dostarczenie początkowej dawki ciepła do materiału, który w efekcie ulega zapłonowi. Wszystkie wcześniej omówione sposoby detekcji, zarówno tradycyjne w postaci czujek punktowych jak i bardziej nowoczesne systemy zasysające czy czujki płomienia bazują na wykrywaniu wczesnego stadium pożaru. Innymi słowy zagrożenie pożarowe musi już występować aby tego typu detektory mogły je wykryć i rozpocząć alarmowanie. Głównie za sprawą wymagań stawianych w przemyśle postawiono problematykę nie wykrywania już istniejącego zagrożenia, a wykrywania zjawisk dynamicznych występujących bezpośrednio przed powstaniem pożaru jako mogących być przyczyną zagrożenia. Ze względu na to, że w większości przypadków jedynym zjawiskiem występującym przed pożarem jest rosnąca temperatura skupiono się na detekcji i rozwijaniu czujek ciepła, które paradoksalnie nie cechują się dużą skutecznością w standardowych instalacjach przeciwpożarowych. Innym aspektem brany pod uwagę był fakt, że pożar we wczesnym stadium jest już momentem zniszczenia danego elementu, który uległ nadmiernemu przegrzaniu. W odpowiedzi na powyższą problematykę opracowano Światłowodowe Liniowe Czujki Ciepła DTS.

Światłowodowa Liniowa Czujka Ciepła DTS (and. Distributed Temperature Sensor) zbudowana jest z jednostki głównej, do której przyłączony jest kabel światłowodowy jako element detekcyjny (rys.7). Jednostka główna wyposażona jest w emiter światła laserowego wprowadzanego do kabla światłowodowego oraz sensor poddający analizie wiązkę światła powracającego do jednostki centralnej po odbiciu od zwierciadła umieszczonego na końcu kabla. Tego typu rozwiązanie jest stosowane zarówno jako część Systemów Sygnalizacji Pożaru, ale także jako elementy niezwiązane z instalacjami bezpieczeństwa budynkowego służące do monitorowania przebiegu procesów produkcyjnych.



Rys.7. Budowa światłowodowej czujki liniowej ciepła [11]

Zasada działania światłowodowej czujki ciepła bazuje na wykrywaniu oscylacyjnego zjawiska Ramana występującego w wiązce światła powracającej do jednostki centralnej [12]. Jednostka centralna emituje impulsy światła laserowego z określoną częstotliwością (przeważnie co 10 nanosekund), które docierając do końca kabla światłowodowego ulegają rozproszeniu i odbiciu. Powracająca do detektora wiązka ulega rozkładowi na pasmo fotonów o tej samej energii co wiązka emitowana (rozpraszanie Rayleigha) oraz na pasma stokesowskie i antystokesowskie o odpowiednio zmniejszonej i zwiększonej częstotliwości, które są położone symetrycznie po obu stronach pasma Rayleigha (rys.8). Odległości pasm stokesowskich i antystokesowskich od głównego pasma emitowanej wiązki są bezpośrednio związane z drganiem cząsteczek (temperaturą) medium w jakim została rozpraszona wiązka światła – w tym przypadku z temperaturą samego kabla światłowodowego. Jednostka centralna poddaje analizie pasma stokesowskie i antystokesowskie i na ich podstawie określa temperaturę kabla światłowodowego. Ponadto ponieważ znana jest częstotliwość impulsów światła emitowanego oraz prędkość rozchodzenia się wiązki w kablu światłowodowym czujka precyzyjnie określa na jakim odcinku kabla wystąpiła zmiana temperatury, a także jest w stanie wykrywać i wskazywać miejsce jego uszkodzenia.



Rys.8. Mechanizm zjawiska Ramana [7]

Aktualnie produkowane światłowodowe czujki ciepła (rys.9) charakteryzują się bardzo dużym zasięgiem detekcji do około 60 kilometrów długości kabla światłowodowego w przypadku urządzeń wykorzystywanych w przemyśle oraz do około 10 kilometrów długości kabla w przypadku urządzeń przeznaczonych do Systemów Sygnalizacji Pożaru. Kabel światłowodowy prowadzony jest w miejscach

spodziewanego wzrostu temperatury dzięki czemu wykrywa zagrożenie już na etapie przegrzania elementu zanim dojdzie do zagrożenia pożarowego lub jego uszkodzenia.



Rys.9. Światłowodowa Liniowa Czujka Ciepła Honeywell DTS [14]

Wykrycie zmiany temperatury kabla światłowodowego jest uzależnione od długości na jakiej wystąpiło podgrzanie kabla oraz od różnicy temperatur. Teoretycznie nowoczesne detektory są w stanie wykrywać różnicę temperatur z dokładnością do 0,01 stopnia Celsjusza na całej długości kabla światłowodowego. W praktyce jednak ze względu na naturalnie występujące różnice temperatur kabla na tak dużej odległości (8-10 kilometrów) detekcja została ograniczona do kilku stopni Celsjusza. Ponadto szybkość reakcji jednostki centralnej na tak niewielkie zmiany temperatury jest silnie uzależniona od odcinka kabla, na którym wystąpił przyrost – im krótszy odcinek oraz mniejsza różnica temperatur tym słabiej zachodzi zjawisko Ramana, a co za tym idzie detekcja takiego przyrostu jest trudniejsza. W takim przypadku odpowiedź jednostki centralnej na zmianę temperatury może trwać kilkadziesiąt minut. Z punktu widzenia instalacji przeciwpożarowej jednak nie jest to wada detektorów, a ich zaleta. Czujka zainstalowana jako część instalacji wykrywającej pożar ma za zadanie reagować na znaczne przyrosty temperatury nawet na niewielkich odcinkach kabla, jednocześnie będąc odporną na powolne i niewielkie zmiany wynikające z normalnej pracy urządzeń. Przyjmując takie założenia światłowodowe czujki ciepła wyposażone są w algorytm zdolny do wykrywania progowych zmian temperatur na całej długości kabla światłowodowego oraz wskazywania miejsca wystąpienia przegrzania z dokładnością do kilku centymetrów.

Typową aplikacją przemysłową tych detektorów są pasy transportowe używane w produkcji lub górnictwie. Kabel światłowodowy jako detektor prowadzony jest w pobliżu łożysk rolek prowadzących pas transportowy wykrywając tym samym przegrzewanie się rolek w przypadku ich zużycia. Na rysunku 10 przedstawiono efekty pożaru pasa transportowego powstałego w wyniku przegrzania jednej z rolek prowadzących.



Rys.10. Zdjęcie taśmy transportowej po pożarze spowodowanym zatarciem rolki prowadzącej [15]

Dzięki dużej elastyczności kabla światłowodowego możliwe jest jego prowadzenie przez różnego rodzaju urządzenia znajdujące się na liniach produkcyjnych czy rozdzielnicze elektryczne i teletechniczne. Ze względu na

dużą odporność na warunki środowiskowe takie jak spaliny, brud, wilgoć, podmuchy powietrza, substancje smoliste oraz zakłócenia elektromagnetyczne światłowodowe czujki ciepła zostały docenione w obszarach detekcji takich obszarów jak tunele, parkingi podziemne, trasy kablowe, transformatory, turbiny, silniki oraz wszelkiego rodzaju magazynów biomasy i innych substancji łatwopalnych.

Wnioski

Zaawansowanie technologiczne oraz dopracowanie konstrukcji czujek specjalnych sprawiło, że stały się nieodłącznym elementem nowoczesnych Systemów Sygnalizacji Pożaru. Dzięki stale trwającym badaniom ukierunkowanym w stronę nowoczesnej detekcji zagrożenia pożarowego [10] opracowano detektory, które nie tylko są pozbawione wad starszych konstrukcji ale także zapewniają wcześniejszą detekcję przy zachowaniu wysokiej odporności na fałszywe alarmy. Jednakże ze względu na cenę czujek specjalnych oraz bardziej skomplikowaną konstrukcję nadal stosuje się standardowe, punktowe detektory dymu i ciepła. W rzeczywistości czujki specjalne stanowią jedynie niewielką część całej instalacji SSP i są uzupełnieniem [16] tam, gdzie wymagana jest bardzo wczesna detekcja zagrożenia lub w miejscach, w których punktowe detektory nie spełniają swojej funkcji. Wiele lat rozwoju czujek punktowych sprawiło, że są bardzo dopracowanymi urządzeniami, które w większości przypadków w zadowalający sposób spełniają swoją rolę i mogą być nadal z powodzeniem stosowane w nowoczesnych instalacjach SSP. Aktualnie czujki specjalne stanowią uzupełnienie adresowalnych instalacji SSP o możliwość nadzoru przestrzeni, urządzeń czy obiektów, które wcześniej nie mogły być objęte dozorem z powodu konstrukcji, geometrii czy zakłóceń jakie generowały podczas normalnej pracy. W ostatnich latach można zaobserwować, że coraz więcej zagranicznych specyfikacji technicznych oraz norm projektowych instalacji SSP jest uzupełnianych o konkretne wskazania do stosowań czujek specjalnych w tym także zastosowań, w których czujki specjalne zastępują czujki punktowe [17]. Łatwo można zaobserwować analogiczne zastosowania czujek specjalnych oraz punktowych. Czujki Zasysające w dalszym ciągu odpowiadają za optyczną detekcję dymu jednakże wykazują się szybszą i bardziej dokładną reakcją na zagrożenie. Światłowodowe Czujki Ciepła nadal bazują na wykrywaniu zagrożenia poprzez badanie przyrostu temperatury jednak umożliwiają znacznie bardziej dokładne odczyty oraz montaż samego sensora wewnątrz innych urządzeń na bardzo rozległej przestrzeni. Niektóre czujki specjalne pozwalają natomiast na detekcję zupełnie innych parametrów pożaru, które nie są możliwe do wykrycia przez detektory punktowe np.: Czujki Płomienia aktualnie są jedynym urządzeniem detekcyjnym zdolnym do wykrycia płomienia i nie posiadają swojego odpowiednika w postaci detektorów punktowych, dzięki czemu możliwe jest objęcie dozorem obiektów, które wcześniej były nieosiągalne dla standardowych rozwiązań.

Autorzy: mgr inż. Daniel Zejler, Grupa Zejler, ul. Wojska Polskiego 9, 42-600 Tarnowskie Góry, E-mail: danielzejlerg@gmail.com; dr inż. Piotr Zientek, Politechnika Śląska, Katedra Elektrotechniki i Informatyki, ul. Akademicka 10a, 44-100 Gliwice, E-mail: Piotr.Zientek@polsl.pl.

LITERATURA

- [1] Antos J., Basiak M., Kręciwilk D., Wpływ fałszywych alarmów pożarowych na skuteczność pracy monitoringu pożarowego, *Przegląd Elektrotechniczny*, 48 (2016), nr 2, 181-184
- [2] Szkolenie projektowe Honeywell: Detektory zasysające wczesnej detekcji pożaru FAAST, Warszawa (2019)
- [3] Kalaiarasi A., Kumar D. D., Bharathraj B., Vishak v. N., Jasith S. and Raja L., "Industry – specific Intelligent Fire Management System: A survey," *2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, Coimbatore, India, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCCI56745.2023.10128265.
- [4] Jakubowski K., Paś J., Określenie parametrów eksploatacyjnych wybranych elektronicznych systemów bezpieczeństwa na podstawie procesu ich użytkowania w obiektach infrastruktury krytycznej, *Przegląd Elektrotechniczny*, 21 (2021), nr 10, 103-109
- [5] Osiński K., Czujki zasysające, Systemy Flortech (2020)
- [6] Shixing L. et al., "Aspirating fire detection system with high sensitivity and multi-parameter," *2014 International Conference on Information Science, Electronics and Electrical Engineering*, Sapporo, 2014, pp. 400-404, doi: 10.1109/InfoSEEE.2014.6948140.
- [7] Ciszewski J., Czujki Płomieni – Techniki eliminacji fałszywych alarmów, Instytut Techniki Budowlanej
- [8] Katalog produktowy Honeywell, <https://sps.honeywell.com/us/en/search-results?docType=DocumentType%2FProduct&search=flame+detector>
- [9] MSA - The Safety Company, UV/IR Detectors for Flame Detection - Principles of Operation, *AZoSensors*, 2023
- [10] Kushnir A. and Kopchak B., "Development of Multiband Flame Detector with Fuzzy Correction Block," *2021 IEEE XVIIIth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*, Polyna (Zakarpattya), Ukraine, 2021, pp. 58-63, doi: 10.1109/MEMSTECH53091.2021.9468075.
- [11] ApSensing, Distributed Temperature Sensing (DTS), 2023
- [12] Bazzo J. P., Pipa D. R., Mezzadri F., da Silva E. V., Martelli C. and da Silva J. C. C., "Super-resolution algorithm applied in thermal imaging of hydroelectric generators stator using hybrid sensing with DTS and FBG," *2015 SBMO/IEEE MTT- S International Microwave and Optoelectronics Conference (IMOC)*, Porto de Galinhas, Brazil, 2015, pp. 1-5, doi: 10.1109/IMOC.2015.7369058.
- [13] Edingburgh Instruments, What is the stokes shift?, Edinst, 2022
- [14] Katalog produktowy Honeywell, <https://www.hls-poland.com/pl-pl/business/fire-alarm-systems/esser-by-honeywell/products/detectors-for-special-applications/line-heat-detectors/intelligent-line-heat-detector/evaluation-unit/970120>
- [15] Cichy M., Zabezpieczenie przenośników taśmowych światłowodową, liniową czujką ciepła DTS, (2019)
- [16] Kumar D. D., Bharathraj B., Vishak V. N., Jasith S. and Raja L., "IoT Based Fire Protection System," *2023 4th International Conference on Signal Processing and Communication (ICSPC)*, Coimbatore, India, 2023, pp. 353-357, doi: 10.1109/ICSPC57692.2023.10125807.
- [17] VdS 2095pl: Wytyczne VdS dla automatycznych systemów sygnalizacji pożarowej – projektowanie i instalowanie