

dr inż. Zygmunt Marciniak, prof. IPS
mgr inż. Mikołaj Antkowiak
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”

Stale instalacje gaszące stosowane w spalinowych i elektrycznych pojazdach szynowych

W eksploatacji nowoczesnych pojazdów szynowych powinno być zagwarantowane pełne bezpieczeństwo przeciwpożarowe również dla zabudowanych urządzeń, aparatów i zespołów, których cena jest coraz wyższa i w przypadku pożaru może spowodować duże straty finansowe. W związku z tym należy dążyć w procesie projektowania nowoczesnych pojazdów szynowych do właściwego doboru materiałów niemetalowych, wyposażać pojazdy w urządzenia wykrywania i sygnalizacji pożaru, oraz zabudowy przenośnych i stałych urządzeń gaśniczych.

Prezentowany referat jest poświęcony właśnie zagadnieniom traktującym o bezpieczeństwie przeciwpożarowym w pojazdach szynowych. Zaprezentowano w nim przepisy i normy oraz przedstawiono układy stałych instalacji gaszących na gaz obojętny i mgłę wodną zastosowane w nowych i modernizowanych lokomotywach spalinowych i elektrycznych projektowanych między innymi w Instytucie Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu.

Ponadto zwrócono uwagę na dokładne badania nowych i zmodernizowanych pojazdów trakcyjnych w zakresie ochrony przeciwpożarowej w tym doboru odpowiednich materiałów konstrukcyjnych, zapewnienia przejść ewakuacyjnych oraz działania przenośnych i stałych urządzeń gaszących. Referat został przygotowany w ramach następujących projektów celowych realizowanych w Instytucie Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu: 04491/C.ZR 6-6/2009 pt.: „Zmodernizowana lokomotywa spalinowa serii SU46 przystosowana do wymagań TSI obowiązujących w Unii Europejskiej”; 6 ZR 6 2008 C/0708S pt.: „Zmodernizowana lokomotywa manewrowa typu 6D (serii SM42) z silnikiem spalinowym spełniającym wymagania normy „Euro IIIa”; 04425/C.ZR 6-6/2009 pt.: „Uniwersalna lokomotywa elektryczna wielosystemowa o budowie modułowej na prędkość powyżej 200 km/h”.

1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo pożarowe jest niezwykle ważne w taborze szynowym zarówno dla przewożonych pasażerów jak i samej obsługi, gdyż ogień i wydzielane podczas spalania produkty uboczne stanowią poważne a nawet śmiertelne niebezpieczeństwo dla ludzi. Ponadto nowoczesne pojazdy szynowe (w tym lokomotywy elektryczne i spalinowe) tworzone są z coraz

droższych materiałów a zabudowane aparaty, urządzenia, zespoły, układy i systemy są coraz bardziej zaawansowane technicznie, co w przypadku ich utraty w wyniku nieopanowanego i niezlikwidowanego p

pojazdów trakcyjnych w tym lokomotyw, dla zapewnienia bezpieczeństwa przeciwpożarowego należy zwracać uwagę na [2]:

- Właściwy dobór materiałów niemetalowych, charakteryzujących się niską zapalnością, małą prędkością rozprzestrzeniania się płomienia a także niską emisją gazów toksycznych i dymu podczas spalania.
- Odpowiednią zabudowę wnętrza pojazdu (minimalizację otwartych wnęk z materiałami łatwopalnymi) oraz na tworzenie barier ogniowych utrudniających lub uniemożliwiających rozprzestrzenianie się ognia (płomienia).
- Zabudowę w pojazdach urządzeń detekcji i sygnalizacji pożaru.
- Wyposażenie pojazdów w przenośne urządzenia gaśnicze (instalowane w kabinach sterowniczych i przedziałach pasażerskich).
- Zabudowę stałych instalacji gaśniczych dla ochrony przedziałów zajmowanych przez pasażerów i obsługę oraz przedziałów maszynowych (silnikowych i elektrycznych), w których znajduje się najczęściej droga aparatura, maszyny i urządzenia.

W procesie spalania oprócz ciepła wydzielane są produkty uboczne jak tlenek węgla (CO), tlenek azotu (NO_x) oraz dymy (w składzie: sadza, cząstki stałe, popioły, pary), które jako toksyczne są niebezpieczne dla zdrowia prowadząc do ciężkich zachorowań a w wielu przypadkach również do uduszenia. Związki toksyczne (najczęściej stałe) prowadzą również do uszkodzenia nowoczesnych aparatów, urządzeń i zespołów (mimo ugaszenia ognia) stwarzając ryzyko groźnych wypadków. Dlatego tak ważna jest również ochrona przeciwpożarowa wyposażenia nowoczesnych pojazdów szynowych [3]

Dalsza część referatu jest właśnie poświęcona układom i urządzeniom gaśniczym, w które wyposażone są coraz częściej nowoczesne pojazdy szynowe zarówno nowo budowane jak i modernizowane.

2. Wymagania dla ochrony przeciwpożarowej pojazdów szynowych

Wytyczne i wymagania wyznaczające „kanony” ochrony przeciwpożarowej pojazdów szynowych ujęte są przede wszystkim w [1,2,4,5]:

- Technicznych specyfikacjach interoperacyjności:
 - Podsystem „Tabor kolejowy – lokomotywy i tabor pasażerski” – System Kolei Konwencjonalnych. Załącznik do Dyrektywy 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we wspólnocie.
 - Podsystem „Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości. Załączniki do

- Dyrektywy 2001/16/WE – Interoperacyjność transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i Dyrektywy 96/48/WE – Interoperacyjność transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości.
- Kodeksach (kartach) UIC (ERRI) w tym UIC 564-2:1991 i UIC 642:2001.
- Normie europejskiej EN 45545 części 1 ÷ 7 pt. „Ochrona przeciwpożarowa pojazdów szynowych”
- Normach krajowych (obowiązujących), z których najważniejsze to PN-K-02506:1998, PN-K-02507: 1998 i PN-K-02511:2000.

3. Klasyfikacja pożarów i kategorie pojazdów ze względu na ochronę przeciwpożarową

Głównym zagrożeniem występującym wraz z pojawieniem się pożaru to zagrożenie życia i zdrowia oraz straty materialne, przy czym charakter pożaru w tym różnorodność płonących materiałów oraz środki stosowane w ich gaszeniu najlepiej obrazuje tablica 1.

Klasyfikacja pożarów Tablica 1

Klasyfikacja pożaru	Rodzaj materiału	Środki gaszące
A	Paliwa stałe jak drewno, papier, guma	Woda, mgła wodna, piana, proszki, gazy
B	Paliwa ciekłe jak rozpuszczalniki, benzyna, oleje napędowe czy mineralne	Mgła wodna, piana, CO ₂ , proszki
C	Paliwa gazowe jak metan, butan, etylen	Mgła wodna, CO ₂ , gazy obojętne i chemiczne, proszki
D	Metale palne jak magnez, potas, sód, tytan	CO ₂ , gazy obojętne, proszki
E	Urządzenia pod napięciem (klasa uwzględniana w Ameryce Pn., Australii, nieuwzględniana w Europie)	CO ₂ , gazy obojętne i chemiczne, mgła wodna (z dopuszczeniem do określonych napięć)
F	Oleje i tłuszcze (w kuchniach przemysłowych)	Mgła wodna, piana, CO ₂ , gazy obojętne i chemiczne

We względu na bezpieczeństwo pożarowe wyróżnia się dwie klasyfikacje pojazdów szynowych (kategoria projektowa, kategoria operacyjna). Według kategorii projektowej pojazdy dzieli się na cztery grupy:

- A - zespoły trakcyjne bezzałogowe (sterowane automatycznie)
- D - pociągi z wagonami piętrowymi
- S - wagony sypialne i z miejscami do leżenia (kuszetki)
- N - pociągi standardowe (pozostałe)

Natomiast według kategorii operacyjnej dzielimy na:

- Kategorię 1 – Pojazdy zaprojektowane lub wyposażone do eksploatacji pod ziemią, w tunelach i na konstrukcjach podniesionych, przy czym mogą być one zatrzymane z minimalnym opóźnieniem zapewniając szybka ewakuację boczną

- Kategorię 2 – Pojazdy zaprojektowane lub wyposażone do eksploatacji pod ziemią, w tunelach i na konstrukcjach podniesionych z możliwością bocznej ewakuacji a stacje (w tym stacje „awaryjne”) gwarantują pełne bezpieczeństwo osiągnięte po krótkim czasie jazdy.
- Kategorię 3 – Pojazdy zaprojektowane lub wyposażone do eksploatacji pod ziemią, w tunelach i na konstrukcjach podniesionych z możliwością bocznej ewakuacji a stacje (w tym stacje „awaryjne”) gwarantują pełne bezpieczeństwo osiągnięte po długim czasie jazdy.
- Kategorię 4 – Pojazdy zaprojektowane lub wyposażone do eksploatacji pod ziemią, w tunelach i na konstrukcjach podniesionych bez możliwości bocznej ewakuacji a stacje (w tym stacje „awaryjne”) gwarantują pełne bezpieczeństwo osiągnięte po krótkim czasie jazdy.

Te dwie wyżej wymienione klasyfikacje pojazdów na kategorie pozwalają określić dla jakiej kategorii pojazdu, oraz w której kategorii operacyjnej, pojazdy wymagają zabudowy stałych urządzeń (instalacji) gaszących w konkretnych przedziałach (przestrzeniach) na pojeździe (tablica 2).

4. Środki gaszące stosowane w układach gaszenia pojazdów szynowych

Środkami gaszącymi używanymi do gaszenia pożarów w pojazdach szynowych są woda, mgła wodna, piana, proszki oraz gazy [1, 2]. Najpopularniejszym środkiem gaśniczym jest woda, która nie jest stosowana jako środek jednorodny w gaszeniu przedziałów wysokiego napięcia oraz przedziałów silnikowych. W większości stosowana jest woda zdemineralizowana. Wadą stosowania wody jest również bardzo duży wydatek niezbędny do ugaszenia, oraz wymagane duże zbiorniki oraz duża przestrzeń.

Na bazie wody wytwarza się również mgłę wodną różniącą się od systemów zraszaczowych wykorzystujących wodę przede wszystkim wielkością kropeł wody oraz ilością wody zużytej do akcji pożarniczej. Ponadto mgła znacznie lepiej wypełnia kubaturę

chronionej przestrzeni, jest bezpieczniejsza dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych, oraz charakteryzuje się brakiem szkodliwego oddziaływania na organizm ludzki.

Innymi środkami wytwarzanymi na bazie wody są również środki pianowe mniej popularne w gaszeniu pojazdów szynowych ponieważ nie nadają się do ochrony urządzeń elektrycznych i elektronicznych, a ponadto może prowadzić do zatrucia lub uduszenia osób chronionych. Mimo popularności, w gaszeniu pożarów pojazdów szynowych nie znalazły zastosowania proszki chemiczne ponieważ nie są zalecane do gaszenia przedziałów, w których znajdują się ludzie, a ponadto osiadłe na urządzeniach (w wyniku działania wilgoci) są trudne do usunięcia i powodują ich korozję.

Najpopularniejszymi środkami gaszącymi są środki gazowe, które znajdują szerokie zastosowanie w ochronie urządzeń elektrycznych oraz przestrzeni z miejscami trudnodostępnymi. Środki gazowe dzielimy na trzy grupy:

- Oparte na dwutlenku węgla (CO₂) stosowane w gaśnicach ręcznych działających bezpośrednio na źródło ognia
- Składające się z mieszaniny azotu (N₂), argonu (Ar) i dwutlenku węgla (CO₂) znane jako Inergen lub Argonite
- Oparte na pierwiastkach takich jak wodór (H₂), tlen (O₂), węgiel (C) oraz fluor (F), chlor (Cl), brom (Br). W praktyce stosowane były i są halony (obecnie ze względu na niszczenie warstwy ozonowej zakazane), fenony i ketony fluorowe.

5 Układy wykrywania i sygnalizowania pożaru

W kompletnych systemach przeciwpożarowych kluczową rolę odgrywają układy wykrywania pożaru, ponieważ nawet najdoskonalszy system gaszenia nie spełni swojej roli, jeśli nie zostanie uruchomiony w odpowiednim momencie [2].

Systemy detekcji pożaru działają na zasadzie wykrywania wzrostu temperatury, pojawienia się dymu i gazów, oraz na zasadzie wykrywania wizualnej emisji promieniowania. Do wykrywania pożaru służą

Przedziały (pomieszczenia) wymagające zabudowy stałych urządzeń (instalacji) gaszących Tablica 2

Przedział (pomieszczenie) pojazdu Kategoria pojazdu	Zabudowa silnika szynowego pod podłogą	Zabudowa wyposażenia elektrycznego pod ostoją	Zabudowa silnika szynowego wewnątrz pojazdu	Zabudowa wyposażenia elektrycznego wewnątrz pojazdu	Zabudowa silnika szynowego w przedziałach wewnętrznych lokomotywy
N, D	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4
S, D	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4
A	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4

więc czujniki temperatury (punktowe i liniowe), czujniki dymu lub gazu, oraz wykrywacze płomieni (kamery). Sygnalizacja wykrytego pożaru ma za zadanie alarmować obsługę pojazdu (lokomotywy, zespołu trakcyjnego) lub pociągu (przedziały i pomieszczenia pasażerskie). Sygnalizacja może być optyczna za pomocą lampek sygnalizacyjnych, wyświetlaczy cyfrowych lub monitorów, oraz akustyczna za pośrednictwem syren, gwizdałek elektrycznych i pneumatycznych.

Wszystkie elementy i aparaty systemów wykrywania i sygnalizacji przeciwpożarowej umiejscowione są w przedziałach objętych ochroną takich jak przedziały elektryczne i silnikowe oraz w kabinach sterowniczych. Uruchomienie systemów gaszących odbywa się automatycznie oraz ręcznie. Często (w nowoczesnych lokomotywach) ręczne uruchomienie systemu gaszenia może być realizowane z zewnątrz za pośrednictwem przycisku zabudowanego na podwoziu.

6. Stałe instalacje gaszące stosowane w pojazdach szynowych

W pojazdach szynowych w tym w lokomotywach elektrycznych i spalinowych stosowane są najczęściej dwa typy stałych instalacji gaszących:

- Gazowe (na gaz obojętny)
- Wodne (na mgłą wodną)

6.1. Stałe instalacje gaszące na gaz obojętny

Stałe instalacje gaszące na gaz obojętny Inergen (mieszanka azotu – 52%, argonu – 40%, dwutlenek węgla – 8%) stosowane były w nowoczesnych lokomotywach elektrycznych serii EU11 i EU43 przeznaczonych dla PKP (lokomotywy nie były nigdy eksploatowane w Polsce i zostały sprzedane kolejom włoskim – FS) [2].

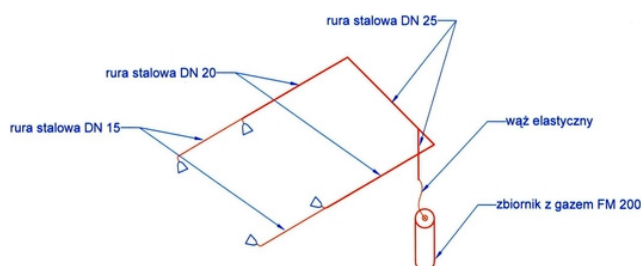
Drugim gazem najczęściej stosowanym w stałych instalacjach gaszących nowych i modernizowanych lokomotyw spalinowych i elektrycznych jest FM-200 zawierający mieszkankę gazową typu siedmiofluoropropen [6]. Środek gaśniczy FM-200 jest gazem nieprzewodzącym prąd, a jego główną zaletą jest to, że może być wykorzystany do ochrony pomieszczeń, w których normalnie pracują ludzie.

W skład systemu wykorzystującego FM-200 wchodzi zbiornik na środek gaśniczy, zawór butlowy, wąż wylotowy, manometr kontaktowy, siłownik elektryczny, siłownik ręczny, czujnik ciśnienia, czujnik wyzwolenia, rurociąg oraz dysze wylotowe. Środek gaśniczy po wyzwoleniu przechodzi przez zawór butlowy, wąż wylotowy do rurociągu rozprowadzającego w pomieszczeniu chronionym i dalej do dysz rozpylających. Instalacja gaśnicza zapewnia całkowite rozprowadzenie środka gaśniczego w czasie do 10 sekund. Środek gaśniczy może być wyzwolony automatycznie, ręcznie (przyciskiem start) oraz awaryjnie za pomocą siłownika ręcznego zabudowanego

na zaworze butli [6].

Stałe instalacje gaszące na środek FM-200 zastosowano już w lokomotywach SM42, ST44, S-200, T448P, 740, 741, 744, 753-7 i E6ACT „Dragon”, przy czym pojemność zbiornika (lub zbiorników) dobierana jest indywidualnie do objętości chronionego pomieszczenia (przedziału) [2, 6].

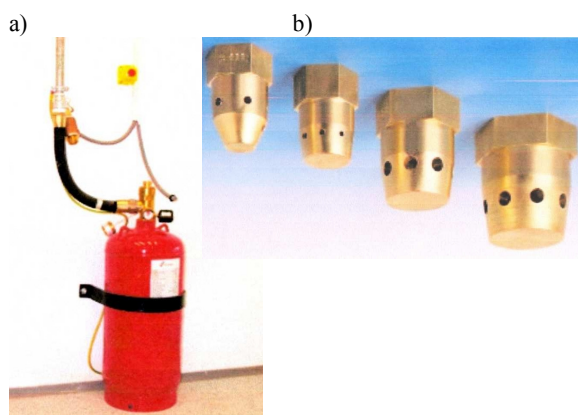
Schemat blokowy instalacji na środek FM-200 przedstawiono na rys. 1, jego zabudowę w lokomotywach na rys. 2, a dysze rozpylające i zbiornik z gazem na rys. 3.



Rys. 1 Schemat instalacji gaśniczej lokomotywy spalinowej

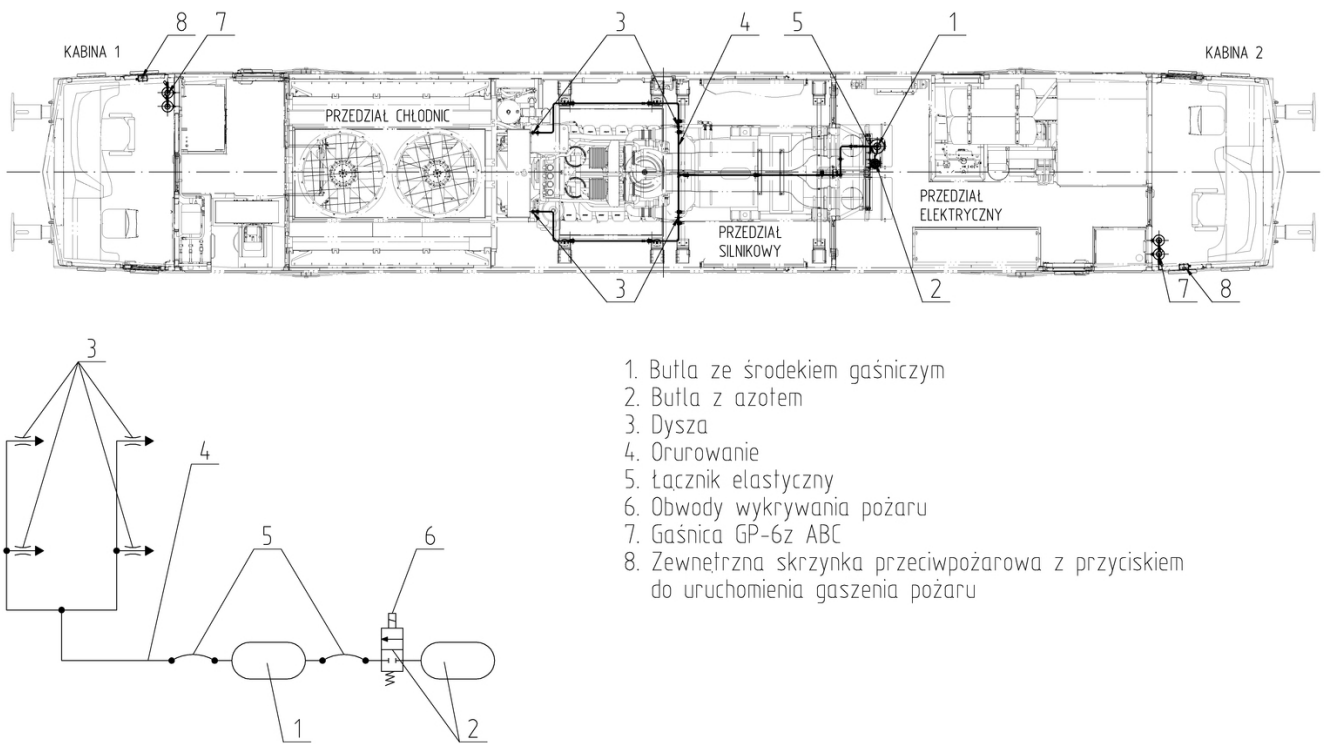


Rys.2 Zabudowa stałej instalacji gaśniczej na gaz FM-200
a – w lokomotywach ST44BF i ST44PC
b – w lokomotywach ST44 dla LHS, PKP i Pol Miedz Trans



Rys.3 Zbiornik na środek gaśniczy FM-200 i dysze rozpylające

Obecnie w miejsce środka gaśniczego FM-200 używany jest gaz nowocześniejszy (droższy) stworzony do gaszenia ewentualnych pożarów w pomieszczeniach statków kosmicznych, rakiet i samolotów.



Rys.4 Schemat instalacji gaśniczej firmy Fogtec dla lokomotywy spalinowej serii ST46

a)



b)



Rys.6 Widok zabudowanej dyszy rozpylającej instalacji gaśniczej firmy Fogtec

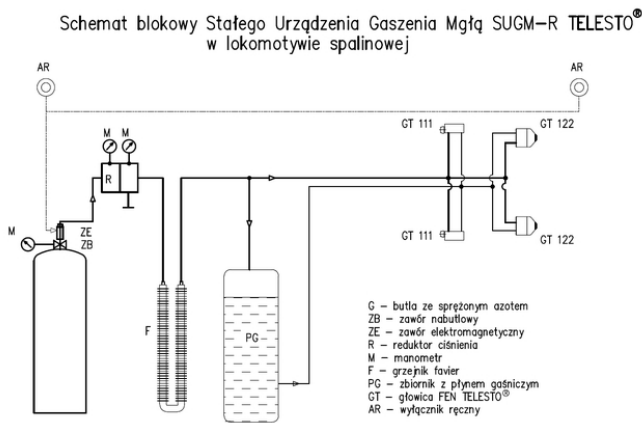
c)



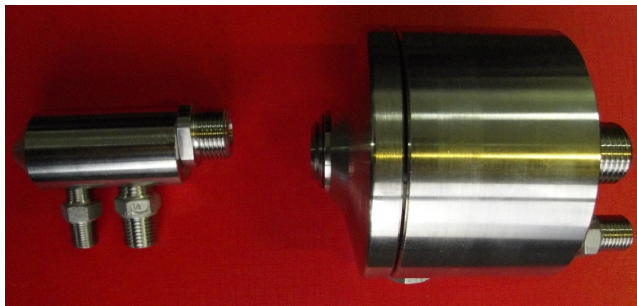
Rys.5 Zabudowa butli ze środkiem gaśniczym Tempa S30 i azotem w zmodernizowanych lokomotywach SM42-6Dk(a), ST45-301Dd(b) i ST46-303Da(c)

W skład instalacji gaszącej oferowanej przez firmę Telesto wchodzi butle ze sprężonym azotem i płynem gaśniczym, zawory nabutlowe i elektromagnetyczne, regulator ciśnienia, manometr, grzejnik, włącznik ręczny, orurowanie i głowice [8]. Głowice generują strumień mgły o optymalnych parametrach (wielkości kropli, wartości energii kinetycznej) pozwalających na szybkie i wydajne wypełnienie przedziału chronionego minimalizując ilość wody i czas reakcji.

Schemat blokowy instalacji gaśniczej firmy Telesto przedstawiono na rys. 7, a głowice FEN-GT111 i GT-122 na rys. 8.



Rys.7 Schemat instalacji gaśniczej na mgłę wodną firmy Telesto



Rys. 8 Widok głowic FEN-GT111(a) i GT-122(b) stanowiących integralną część instalacji gaśniczej firmy Telesto

7. Podsumowanie

Nowoprojektowane i modernizowane pojazdy szynowe (w tym lokomotywy spalinowe i elektryczne) wyposażane są w stałe instalacje gaszące. Wybór instalacji uzależniony jest od kwoty przeznaczonej na modernizację oraz od maszyn i urządzeń podlegających ochronie. Należy zauważyć, że zaletami instalacji wykorzystujących jako środek gaśniczy gaz obojętny jest całkowite wypełnienie gazem chronionej przestrzeni, brak wilgoci w gazie oraz niewielkie przestrzenie przechowywania gazu, natomiast wady to konieczność stosowania tylko w szczelnych przestrzeniach oraz zakaz stosowania w przedziałach pasażerskich i ograniczony w przedziałach służbowych.

Dla instalacji wykorzystujących jako środek gaśniczy mgłę wodną zaletami są nieszkodliwość środka dla człowieka i środowiska, poprawa warunków środowiskowych, minimalne koszty montażu, utrzymania i akcji pożarnej, możliwość stosowania w przedziałach pasażerskich, maszynowych i elektrycznych oraz możliwość gaszenia w pomieszczeniach nieszczelnych, natomiast wadą jest konieczność chronienia butli przed mrozem (za pomocą mat grzewczych lub środków przeciw zamarzaniu). Prezentowany referat zwrócił uwagę na zagrożenia związane z ochroną przeciwpożarową pojazdów szynowych (w tym lokomotyw elektrycznych i spalinowych) w odniesieniu do stałych instalacji gaszących. Należy jednak zagadnienia ochrony przeciwpożarowej rozwiązywać kompleksowo dobierając również odpowiednie materiały na etapie projektowania oraz zabezpieczając przejścia ewakuacyjne, a ponadto badając pojazdy w procesie ich dopuszczenia do eksploatacji na torach PKP PLK S.A.

Literatura

- [1] Barbagli M., *Rolling Stock and Fire Protection – An Overview of aspects, solutions and requirements.* Sesto Fiorentino, Italy 2011
- [2] Marciniak Z., Antkowiak M., *Bezpieczeństwo przeciwpożarowe lokomotyw elektrycznych i spalinowych. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej QSET 2011, Kraków – Niepołomice, 06.2011.*
- [3] Marciniak Z., *Zmodernizowane w ostatnich latach lokomotywy elektryczne i spalinowe w Polsce, Technika Transportu Szynowego, 2011, nr 4.*
- [4] Dyrektywa 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, załącznik: *Techniczna specyfikacja interoperacyjności – Podsystem „Tabor kolejowy – Lokomotywy i tabor pasażerski”.*
- [5] PN-EN 45545 cz. 1 ÷ 7, *ochrona przeciwpożarowa pojazdów szynowych.*
- [6] *Projekty wykonania stałych instalacji gasniczych dla lokomotyw elektrycznych i spalinowych (E6ACT, 6Di, ST44, 753-7, 740, 741, 744, S-200, T448P, ST46) – Materiały firmy PPHU Supdroż i Med.-Gaz-Bis, 2008÷2011.*
- [7] *System wykrywania i gaszenia pożaru, Materiały firmy Fogtec Fire Protection, 07.2008.*
- [8] *System mgłowy Telesto, Materiały firmy Telesto.*