

st. kpt. mgr inż. Paweł ZBROŹEK

Zakład-Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych

GENERATORY AEROZOLI GAŚNICZYCH WYTWARZANYCH PIROTECHNICZNIE

Streszczenie

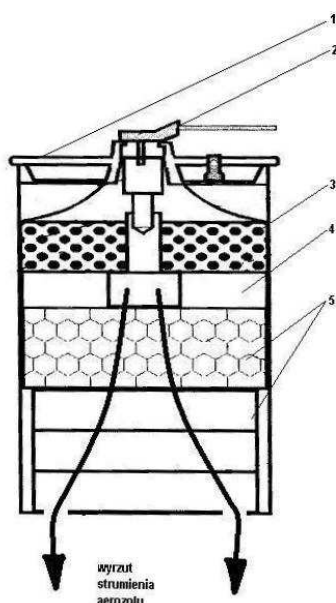
W referacie przedstawiono budowę generatorów aerozolu wytwarzanych pirotechnicznie, przeznaczenie i ograniczenia, działanie i mechanizmy gaśnicze aerozoli, warunki bezpieczeństwa, zalety i wady generatorów.

Summary

This paper describes construction of condensed (pyrotechnic) aerosol generators, applications and limitations, performance and extinguishes mechanism of aerosols, health hazard, advantages and disadvantages aerosol generators.

1. Budowa i ogólny opis generatorów

Generatory aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie są to, w uproszczeniu, metalowe pojemniki wypełnione substancją, która pod wpływem spalania generuje aerozol gaśniczy.



Rys. 1 Schemat generatora aerozolu

Aerazolowy generator gaśniczy składa się z:

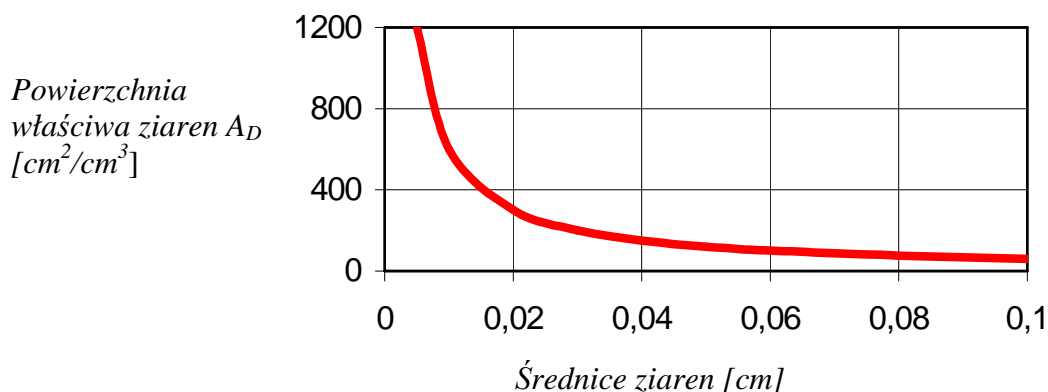
1. stalowej obudowy, zwykle cylindrycznej,
2. zapalnika wyzwalanego elektrycznie przez sygnał podawany z centrali sterowania gaszeniem; zapalnik wyzwała reakcję chemiczną w generatorze; dodatkowo lub opcjonalnie może być zapalnik wyzwalany termicznie tzn. przekroczenie określonej wartości temperatury w pomieszczeniu powoduje aktywację generatora,
3. środka aerolotwórczego w postaci sprasowanego bloku; podstawowymi składnikami są: azotan lub nadchloran potasu (rzadziej sodu) jako utleniacz oraz żywice fenolowe, poliestrowe lub epoksydowe jako paliwo i jako spoiwo,
4. komory reakcji chemicznej, umiejscowionej pomiędzy komorą środka aerolotwórczego, a komorą chłodzenia; w tej komorze powstaje aerol gaśniczy,
5. komór chłodzenia - przestrzeni wewnątrz obudowy, w której aerol jest filtrowany i chłodzony przed wypuszczeniem na zewnątrz; znajdują się tam substancje pochłaniające ciepło oraz zatrzymujące żużel.

Środek aerolotwórczy to sprasowany blok o odpowiednio dobranym składzie chemicznym umożliwiającym stosunkowo wolne i równomierne spalanie. Gaszenie generatorem gaśniczym polega na zapaleniu środka aerolotwórczego, następstwem czego jest intensywne wydzielanie w produktach spalania aerolu gaśniczego do obszaru pożaru. Gaszenie zachodzi poprzez wypełnienie aerolem przestrzeni gaszonej – podobnie jak gaszenie gazami obojętymi. Chociaż główny mechanizm gaśniczy aeroli to nie rozcieńczenie tlenu jak w przypadku gazów inercyjnych, ale inhibicja, czyli wychwytywanie i wiązanie wolnych rodników odpowiedzialnych samopodtrzymującą się łańcuchową reakcją zachodzącą w płomieniu.



Fot. 1 i 2 Strumień aerolu podczas rozładowania na hali i na wolnym powietrzu.

Aktywacja generatora może nastąpić elektrycznie poprzez system automatycznego wykrywania pożaru albo, rzadziej, termicznie poprzez samoistne zapalenie termoczułego zaprojektowanego na odpowiednią temperaturę lontu (spełniającego podobną funkcję jak ampułka lub zamek topikowy w tryskaczu). Po przekroczeniu określonej wartości temperatury (np. 150 °C) następuje samozapłon lontu a następnie płonący lont odpala zapłonnik generatora i dalej substancję aerozolitwórczą. Produktem spalania substancji zawartej w metalowym pojemniku jest aerozol gaśniczy o właściwościach fizykochemicznych zbliżonych do proszków gaśniczych klasy BC i działających w podobny sposób na płomień. Dla przypomnienia podam, że proszki gaśnicze klasy BC działają inhibitująco tylko na płomień, natomiast nie tworzą warstwy odizolowującej paliwo od strefy spalania jak ma to miejsce w przypadku proszków klasy ABC. Toteż proszki klasy BC jak również aerozole wykazują nikłą skuteczność gaśniczą w przypadku zaawansowanego pożaru ciał stałych zwęglających się (pożary grupy A) ale skutecznie gaszą płomienie – szczególnie w zakresie pożarów cieczy (pożary grupy B). Skuteczność gaszenia płomieni za pomocą określonego rodzaju zdyspergowanego medium gaśniczego (proszek gaśniczy, aerozol, mgła wodna) zależy od tego jak dużą powierzchnią to medium oddziałuje na płomień – im większa powierzchnia oddziaływania medium tym skuteczność gaszenia jest wyższa. Aby zwiększyć powierzchnię oddziaływania medium gaśniczego, np. proszku, możemy albo zwiększyć ilość podawanego proszku, albo przy tej samej masie proszku zmniejszyć jego ziarna. Poglądową zależność między wielkością drobin (średnicą) a ich powierzchnią właściwą przedstawia wykres na rysunku 2. Powierzchnię właściwą wyraża się zwykle w $[cm^2/g]$, w przypadku rozpylonych cieczy (mgły wodnej) podaje się również w $[cm^2/cm^3]$. Przedstawione na wykresie zależności mają jedynie sens poglądowy gdyż krzywa tam przedstawiona charakteryzuje powierzchnię właściwą dla układu monodispersyjnego, którego ziarna tworzą powierzchnie idealne sferyczne. Proszki gaśnicze to układy polidispersyjne (o różnych wielkościach ziaren), których powierzchnie ziaren są bardzo nieregularne, dlatego rzeczywisty kształt krzywej charakteryzującej powierzchnię właściwą może być odpowiedni tylko dla danego rodzaju proszku.



Rys. 2. Powierzchnia właściwa A_D jednorodnych drobin o sferycznym kształcie w zależności od ich średnicy.

Aerozole mają w porównaniu z proszkami dużo mniejsze ziarna - o kilka rzędów wielkości. Z tego powodu, że aerozole składają się z dużo mniejszych drobin, mają one dużo większą powierzchnię właściwą i dzięki temu przy tej samej masie medium gaśniczego rozwijają znacznie większą powierzchnię oddziaływania w płomieniu, co powoduje, że bardziej skutecznie gaszą płomienie.

Generatory posiadają masę od kilkunastu gramów (do zabezpieczania podzespołów elektronicznych) do kilkudziesięciu kilogramów. Dysze są położone w taki sposób, że generator może wytwarzać rozproszony lub zwarty strumień aerozolu od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów bezpośredniego zasięgu. Specjalne dyfuzory nakładane na dysze pozwalają na dowolne kształtowanie zasięgu i kształtu strumienia a jednocześnie wychwytyją część zanieczyszczeń z aerozolu.

Generatory aerozolu dzięki temu, że są proste w montażu, łatwe w obsłudze i konserwacji a przy tym bezpieczne dla ludzi i przyjazne dla środowiska naturalnego zdobywają coraz więcej zwolenników. Tym bardziej, że są one ciągle udoskonalane przez producentów jak również doskonałe są metody projektowania systemów gaśniczych opartych o generatory aerozolu. Zapewne generatory będą wypierały z niektórych obszarów klasyczne urządzenia gaśnicze – głównie gazowe, w zdecydowanej jednak mierze będą zajmowały niszę, jaka od dawna istnieje między podręcznym sprzętem gaśniczym a stosunkowo drogimi klasycznymi urządzeniami gaśniczymi.

Zrozumiała i uzasadniona jest nieufność w stosunku do tego typu „nowinek”. Jednak gruntowne zapoznanie się z tą technologią gaśniczą pozwoli rozwiązać większość wątpliwości. Mimo skąpych danych statystycznych z terenu dotyczących zachowania się generatorów

w czasie rzeczywistych pożarów, to jednak odnotowano wiele przykładów skutecznego ich działania – szczególnie w kraju ich pochodzenia w Rosji. Dla przykładu - głośny pożar wieży telewizyjnej „Ostankino” w Moskwie był ugaszony głównie za pomocą generatorów aerozolu wrzucanych do pożaru. Coraz bardziej nowoczesne, skuteczne, bezpieczne a przy tym estetyczne i zajmujące niewiele miejsca urządzenia gaśnicze, jakim są generatory aerozolu mają szansę stać się powszechnymi urządzeniami gaśniczymi – podobnie jak tania i efektywna czujka autonomiczna w obszarze systemów wykrywania pożarów.

W CNBOP w ostatnich kilkunastu latach przebadano kilka rodzajów generatorów aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie. Część z nich przeszła badania pozytywnie. Dotychczas wykonywano badania na podstawie własnych metodyk. Obecnie korzystamy pomocniczo z projektów norm europejskich (prEN 15276- 1 i 2) oraz amerykańskich (NFPA 2010), gdyż klienci życzą sobie, aby wykonywać badania na zgodność z tymi normami. Z uwagi na niedoskonałości norm europejskich proponujemy klientom, aby zrezygnowali z kilku małoistotnych lub wręcz bezcelowych badań wymienionych w normach w zamian za inne przez nas opracowane badania decydujące o bezpieczeństwie stosowania np.

1. Kompatybilności elektromagnetycznej polegającej na sprawdzeniu odporności na zakłócenia elektromagnetyczne,
2. Badań ciśnieniowych, czyli sprawdzeniu, jakie ciśnienie może wytworzyć pracujący generator w przestrzeni zamkniętej,
3. Wpływu pozostałości po wyładowaniu na bezpieczeństwo pożarowe, gdyż spalająca się substancja aeroszotwórcza sama w sobie może stanowić zagrożenie pożarowe.

Pomimo że generatory mogą tworzyć instalację gaśniczą w obiekcie budowlanym nie zostały one objęte mandatem Komisji Europejskiej harmonizującym z Dyrektywą Budowlaną 89/106/EWG. Podobna sytuacja jest z ugruntowanymi już na rynku zabezpieczeń p.poż urządzeniami gaśniczymi mgłowymi. Z tego powodu wyrobom tym nie może być nadany znak CE ani też krajowy znak B, mogą być jedynie poddane dobrowolnej ocenie zgodności. Jednak mechanizmy rynkowe, a nie wymogi prawne wymuszają od producentów uzyskanie certyfikatu zgodności.

2. Klasyfikacja generatorów aerozoli gaśniczych

Aerozol gaśniczy może być wytwarzany dwoma sposobami:

- pirotechnicznie, w których aerozol jest wytwarzany w wyniku spalania środka aerozolutwórczego,
- pneumatycznie, w których aerozol jest wytwarzany w wyniku podania strumieniem sprężonego gazu bardzo rozdrobnionego proszku (średnice ziaren rzędu 0,001mm) podobnie jak ma to miejsce w gaśnicach proszkowych.

Dotychczas praktyczne zastosowanie znalazły aerozole wytwarzane pirotechnicznie. Oprócz aerozoli fazy stałej (wysoko zdyspergowanych proszków) wykorzystuje się do gaszenia aerozole fazy ciekłej (wody i roztworów wodnych) popularnie nazywanych mgłą wodną. Jest to również gwałtownie rozwijająca się i bardzo obiecująca technologia gaśnicza.

Podstawowym zadaniem większości stałych urządzeń gaśniczych nie jest ugaszenie pożaru, ale uzyskanie kontroli nad pożarem, czyli powstrzymanie rozwoju pożaru, jego stłumienie i doprowadzenie do sytuacji, w której pożar można dogasić ręcznie. Przejęcie kontroli nad pożarem jest celem zdecydowanej większości stałych urządzeń gaśniczych tryskaczowych, mgłowych jak również aerozolowych. Po zadziałaniu tego typu systemów gaśniczych po automatycznym gaszeniu pożaru konieczna jest niezwłoczna interwencja służb pożarniczych w celu sprawdzenia skuteczności gaszenia i ewentualnego dokończenia akcji gaśniczej. Urządzenia gaśnicze aerozolowe, w zależności od aplikacji mogą być przeznaczone do ugaszenia pożaru lub do kontrolowania pożaru, czyli przejęcia kontroli nad pożarem.

3. Przeznaczenie, zakres i warunki stosowania

Aerozolowe generatory gaśnicze mogą być częścią systemu gaśniczego lub stanowić samodzielne urządzenie gaśnicze. Aerozolowe generatory gaśnicze stanowiące samodzielne urządzenie gaśnicze to generatory z autonomicznym mechanizmem wyzwiania wchodzącym integralnie w skład danego generatora – np. z lontem, który ulega samozapaleniu po przekroczeniu określonej temperatury zadziałania. Aerozolowe generatory gaśnicze będące częścią systemu gaśniczego to generatory wpięte w instalację gaśniczą, które są w tej instalacji monitorowane i wysterowywane.

Aerozolowe generatory gaśnicze będące częścią systemu gaśniczego lub stanowiące samodzielne urządzenie gaśnicze przeznaczone są do gaszenia grup pożarów¹:

- 1) grupy A (pożary powierzchniowe),
- 2) grupy B,
- 3) grupy C ,

¹ PN-EN 2: 1998

i ponadto do gaszenia urządzeń pod napięciem.

W CNBOP przeprowadziliśmy testy pożarowe z różnymi materiałami i w różnych konfiguracjach. Niektóre generatory okazywały się bardziej skuteczne inne mniej skuteczne. Na ich skuteczność zapewne miał wpływ skład chemiczny substancji aerozolutwórczej, efektywności chłodzenia aerozolu oraz zastosowane stężenia i stopień dyspersji. Na podstawie przeprowadzonych badań potwierdzam, że generatory aerozolu mogą być (po uprzednich badaniach) stosowane do:

- gaszenia izolacji przewodów elektrycznych PCV pod warunkiem odłączenia od zasilania, w przeciwnym razie mogą tylko kontrolować pożar,
- kontrolowania pożarów tkanin - aerozol gasi płomień i zapobiega rozwojowi jednak po wywietrzeniu może nastąpić powrót spalania, dlatego wymagane jest dogaszanie,
- kontrolowania pożarów z drewnem, materiałami drewnopochodnymi i papierem (pod warunkiem wczesnego rozpoczęcia gaszenia),
- gaszenia i kontrolowania niektórych materiałów drewnopochodnych: sklejka, płyta okleinowa, MDF wymienionych w prEN 15276-1,
- gaszenia i kontrolowania tworzyw sztucznych: polistyren (PS), polietylen (PE), polipropylen (PP), akrylonitryl-butadien-styren (ABS), polimetakrylan metylu (PMMA),



Fot. 3 i 4 Stos z tkaninami.



Fot 4 i 5 Polistyren przed gaszeniem i po gaszeniu.



Fot 6 i 7 Test gaśniczy ze stosem drewna.



Fot 8 i 9 Test gaśniczy z polietylenem.

- gaszenia cieczy palnych: ropopochodnych, cieczy polarnych, olei jadalnych w tym gaszenia tych cieczy w dużych kubaturach – badania wykonano na hali 2650 m³ i wysokości 7,5 m.

W rzeczywistych aplikacjach generatory aerozolu powinny być bardzo skuteczne do:

- kontrolowania i gaszenia pożarów tuneli kablowych,

- gaszenia maszynowni i przedziałów silników,
- gaszenia generatorów elektrycznych i pomieszczeń z paliwem do silników tych generatorów,
- gaszenia transformatorów energetycznych,
- gaszenia kotłowni olejowych,
- gaszenia kabin lakierniczych,
- gaszenia lub kontrolowania stacji przekaźnikowych telekomunikacyjnych.

Stosowanie generatorów aerozolu do gaszenia pożarów grupy C nie jest przez mnie polecane, jest jednak możliwe - wymaga zastosowania specjalnych środków technicznych oddzielających palną atmosferę gazów od materiału aeroszotwórczego.

Zaletą aerozoli gaśniczych jest fakt, że są w stanie ugasić pożar grupy B przy niewielkim stężeniu – najbardziej efektywne aerozole gasiły pożary testowe z heptanem przy stężeniu 0,06 kg/m³. Jest to wartość 10-krotnie mniejsza niż minimalne stężenie projektowe proszków na bazie węglanów. Poza tym skutecznie, bezpiecznie i stosunkowo tanio gaszą ciecze palne w tym ciecze polarne (alkohole) oraz oleje jadalne.

Tabela 1. Minimalne stężenia projektowe wybranych środków gaśniczych przy gaszeniu pożaru z grupy B (heptanu).

Środek gaśniczy	Min. stężenie projektowe pożar. grupy B [kg/m³]	Źródło	Uwagi
Aerozol gaśniczy	0,1	Dane producenta	W przeliczeniu na masę środka aeroszotwórczego – bez uwzględniania masy chłodziwa i pojemnika
Proszek gaśniczy na bazie węglanów	0,65	wg PN-EN 12416-2:2005 Stałe urządzenia gaśnicze-Urządzenia proszkowe-Część 2: Projektowanie, instalowanie i konserwacja.	Bez uwzględnienia wentylacji, otworów, otwartych powierzchni i współczynnika zależnego od sumarycznej powierzchni chronionego pomieszczenia
Zamiennik halonu HFC227ea (np. FM-200)	0,7	wg ISO 14520-9: 2001 Stałe urządzenia gaśnicze gazowe – Właściwości i projekt instalacji – Środek gaśniczy HFC227ea	W temperaturze 20 °C

Dzięki uzyskaniu dobrych efektów gaśniczych przy stosunkowo niskich stężeniach nie zajmują dużych przestrzeni jak to ma miejsce np. w przypadku stałych urządzeń gaśniczych (SUG) na CO₂.

Tabela 2. Porównanie objętości różnych środków gaśniczych niezbędnych do gaszenia określonej objętości V.

Rodzaj składowanego środka gaśniczego	Objętość środka gaśniczego niezbędna do gaszenia określonej objętości V
środek aerozoltwórczy	1 jednostka objętości
HFC227ea (np. FM-200)	6 jednostek objętości
CO ₂	15 jednostek objętości
gazy obojętne (200 bar)	ok. 40 jednostek objętości

Charakterystyczną cechą aerozoli gaśniczych wytwarzanych pirotechnicznie jest to, że zwiększanie stężenia powyżej określonych stężeń „nasylenia” nie powoduje wzrostu efektywności gaśniczej – a wręcz przeciwnie rozładowanie większej liczby generatorów niż to wynika z obliczeń projektowych spowoduje uzyskanie wyższych temperatur w chronionym pomieszczeniu co może sprzyjać rozwojowi pożaru – np. tlenia.

Jak każdy środek gaśniczy tak również aerozole gaśnicze nie powinny być stosowane do niektórych aplikacji w których są nieskuteczne lub same mogą stanowić zagrożenie pożarowe.

W stosowaniu generatorów aerozolu należy stosować następujące ograniczenia:

A. Generatorów aerozolu nie wolno bezwzględnie stosować:

1. Do gaszenia materiałów zapalających się samorzutnie na powietrzu,
2. Do gaszenia materiałów wybuchowych i pirotechnicznych,
3. Do gaszenia materiałów ulegających samorzutnemu rozkładowi lub polimeryzacji,
4. Do gaszenia metali - pożary grupy D.

B. Generatory aerozolu wykazują:

1. Nieskuteczność - przy pożarach, przy których spalanie jest bezpłomieniowe lub, przy których tlen nie jest dostarczany z powietrza,
2. Niską skuteczność – przy pożarach głęboko posadowionych, pożarach materiałów tłących się, żarzących się lub zwęglających się (ograniczają się do kontrolowania takiego pożaru),

C. Należy podjąć szczególne środki ostrożności i przeprowadzić szczegółową analizę zagrożeń przy stosowaniu generatorów w następujących aplikacjach:

1. Do gaszenia cieczy palnych o znacznej objętości (powyżej kilku m³), lub cieczy mogących się spalać ze stosunkowo dużej powierzchni (powyżej kilku m²),

2. Do gaszenia na otwartym powietrzu lub w pomieszczeniach o dużych nieszczelnościach uniemożliwiających utrzymanie stężenia gaśniczego przez założony czas,
3. Do gaszenia w pomieszczeniach o dużych kubaturach (powyżej kilku tysięcy m³) lub o znacznych wysokościach,
4. Do gaszenia cieczy palnych o temperaturze zapłonu poniżej 328,15 K (55^oC) - pożary grupy B (normy prEN 15276- 1 i prEN 15276- 2 dopuszczają taką aplikację),
5. Do gaszenia gazów palnych - pożary grupy C (normy prEN 15276- 1 i prEN 15276- 2 dopuszczają taką aplikację),
6. Do gaszenia w przestrzeni o bardzo małej wysokości - z uwagi na tendencję do osiadania oraz przestrzeni, w których występują przeszkody w swobodnym rozchodzeniu się aerozolu - z uwagi na tendencję do osiadania aerozolu na tych przeszkodach.

Nieuwzględnienie punktów A.1., A.2., A.3., A.4. wiąże się z ryzykiem wybuchu pożaru który może być zapoczątkowany wyrzutem rozpalonych drobin żużla (lub chłodziwa) w strumieniu aerozolu. Ponadto, nieuwzględnienie punktu C.4. i C.5. wiąże się z ryzykiem wybuchu w przypadku gdy stężenie par cieczy palnej lub gazu palnego w otoczeniu pracującego aerozolowego generatora gaśniczego przekroczy dolną granicę wybuchowości (DGW).

Nieuwzględnienie punktu B.1. i B.2., wiąże się z ryzykiem nieugaszenia ewentualnego pożaru z uwagi na zastosowanie środka gaśniczego o nie odpowiednim mechanizmie gaśniczym do danego rodzaju pożaru, nieuwzględnienie punktu C.2. i C.6. wiąże się z ryzykiem nieugaszenia ewentualnego pożaru z uwagi na szybko spadające stężenie środka gaśniczego lub niedotarcie środka gaśniczego w odpowiednim stężeniu do ogniska pożaru.

Z uwagi na brak danych statystycznych w zakresie skuteczności gaśniczej aerozolowych generatorów gaśniczych w warunkach eksploatacji na obiektach, jak również niedoskonałość metod projektowania oraz z uwagi na brak potwierdzonych danych dotyczących niezawodności aerozolowych generatorów gaśniczych w warunkach eksploatacji zaleca się szczególną ostrożność przy zabezpieczaniu obiektów w odniesieniu, do których nieskuteczne gaszenie w jednym fragmencie strefy gaszenia może mieć istotne następstwa w skuteczności gaszenia całej strefy gaśniczej np. jak w warunkach w C.1.i C.3.,

Wszelkie aplikacje generatorów aerozolu, które mogłyby budzić obawy dotyczące skuteczności lub poziomu bezpieczeństwa CNBOP zaleca poddać odpowiednim badaniom i szczegółowej analizie.

4. Bezpieczeństwo stosowania i niezawodność działania

W zakresie bezpieczeństwa środka gaśniczego wymagany jest certyfikat Państwowego Zakładu Higieny. Ponadto podczas badań generatory są obserwowane czy w czasie ich aktywacji i działania nie następuje zbyt gwałtowne spalanie grożące wywiązaniem się zbyt wysokiej temperatury w strumieniu aerozolu lub uszkodzeniem obudowy do rozerwania włącznie. Generatory mogące stwarzać takie zagrożenie uzyskują negatywny wynik badań w naszym instytucie. W CNBOP nie prowadzono badań nad bezpieczeństwem stosowania generatorów w obecności innych materiałów, z którymi aerozol mógłby wejść w reakcję. Nie prowadzono badań również nad wpływem aerozolu i temperatury wytwarzanej z generatorów na materiały i urządzenia. Niemniej samo zapylenie może eliminować generatory z aplikacji, w których wymagana jest wysoka czystość. Generatory mogą być skutecznie i bezpiecznie stosowane pod warunkiem, że zidentyfikuje się wszystkie możliwe zagrożenia i podejmie odpowiednie środki zapobiegawcze. Do głównych zagrożeń, jakie niosą ze sobą stosowanie generatorów aerozolu należą:

1. Znaczne ograniczenie widoczności, (praktycznie całkowite) dlatego przy ochronie dużych powierzchni należy mieć na względzie ten czynnik przy planowaniu ewakuacji.

2. Szkodliwe działanie na organizm człowieka przy długim oddziaływaniu aerozolu – głównie na drodze inhalacji. Oprócz wysoko zdyspergowanych soli i tlenków metali alkalicznych – zwykle potasu, w produktach powstających przy wytwarzaniu aerozolu znajdują się również inne substancje mogące być inhalowane przez człowieka będącego w przestrzeni działania aerozolu: amoniak, tlenki azotu, tlenek węgla, cyjanowodór. Po rozładowaniu generatora do stężenia projektowego substancje te występują zwykle w śladowych lub podprogowych ilościach. Należy jednak przed wprowadzeniem generatorów na rynek wykonać analizę jakościową oraz ilościową produktów wydzielających się ze spalania substancji aerosolotwórczej oraz porównać ich z dopuszczalnymi stężeniami progowymi (przekroczenie ich jest niebezpieczne dla ludzi). Jeśli w produktach powstających przy wytwarzaniu aerozolu występują substancje w ilościach przekraczających określone dla człowieka niebezpieczne wartości progowe to aerozoli tych nie można stosować w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie.

3. Możliwość poparzenia się rozładowującym się generatorem lub możliwość uszkodzenia oczu strumieniem aerozolu (w przypadku bezpośredniego skierowania z małej odległości strumienia aerozolu na człowieka). Dlatego dysze generatorów nie należy kierować bezpośrednio na miejsca, w których mogą przebywać ludzie. W tabeli poniżej przedstawiono średnie temperatury, jakie można zaobserwować w strumieniu aerozolu

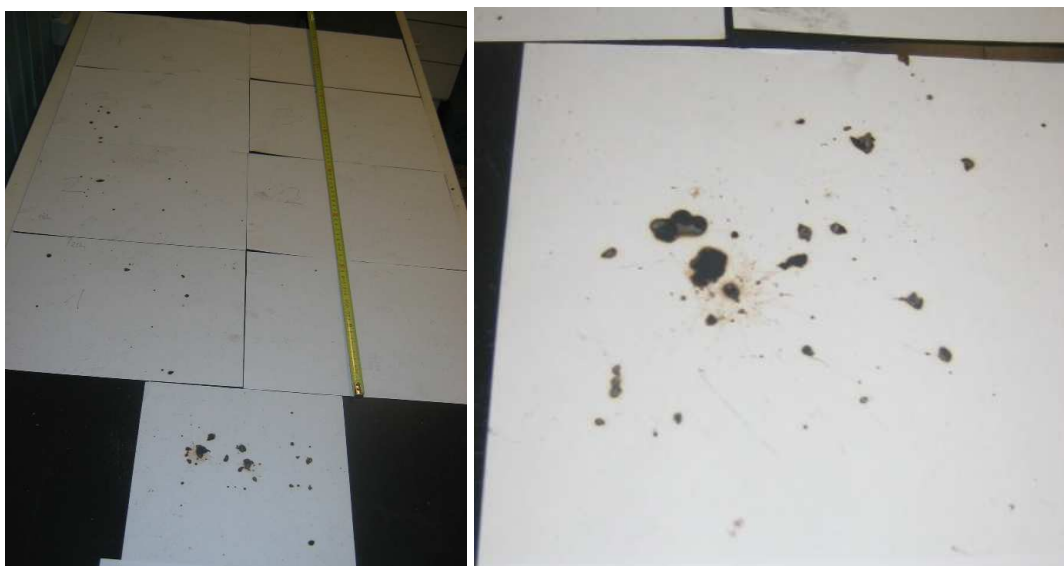
Tabela 3. Wartości temperatur w strumieniu aerozolu (wartości orientacyjne – zależne od typu generatora)

Odległość od czoła dyszy generatora			
3 cm	10 cm	32 cm	100 cm
500 ÷ 600 °C	150 ÷ 200 °C	50 ÷ 100 °C	20 ÷ 30 °C powyżej temp otoczenia

4. Możliwość uszkodzenia materiałów i aparatury wrażliwych na zanieczyszczenia - aerozol (np. aparatura elektroniczna wymagająca czystego środowiska, niektóre czyste procesy technologiczne),

5. Możliwość uszkodzenie materiałów i aparatury wrażliwych na wysokie pH – pył może mieć w środowisku wodnym wartość pH 8-10. Pył ma właściwości higroskopijne, co w połączeniu z jego wysokim pH oddziałuje korozyjnie na środowisko, w którym zalega. Aby temu zapobiec osiadły z aerozoli pył, żużel, jaki i zużyte generatory należy możliwie szybko usunąć. Do usuwania pyłu nie ma konieczności stosowania specjalnych ochron dróg oddechowych, jednak zaleca się wyposażyć w maskę przeciwpyłową szczególnie, jeśli praca ta ma potrwać dłużej.

6. Uszkodzenia termiczne elementów położonych bezpośrednio pod pracującym generatorem i w zasięgu bezpośredniego oddziaływania strumienia - na fot 2 pokazano przepalenia i osmalenia spowodowane na papierze podłożonym pod generatorem.



Fot. 10 i 11 Przepalenia papieru spowodowane wyrzucanymi razem z aerozolem drobinami gorącego żużla.

7. Podwyższenie średniej temperatury w pomieszczeniu, w którym nastąpiło wyładowanie aerozolu – w momencie osiągnięcia stężenia gaśniczego temperatura może chwilowo wzrosnąć nawet o 15 °C. Jeśli w chwili rozpoczęcia wyładowania temperatura w pomieszczeniu ma wartość 20 °C to w momencie zakończenia wyładowania możemy się spodziewać szczytowej temperatury 35 °C a następnie jej spadku.

8. Podwyższenie ciśnienia w szczelnym pomieszczeniu. Na skutek spalania substancji aeroszotwórczej powstają gazowe produkty spalania oraz wzrasta temperatura. Czynniki te powodują, że w hermetycznym pomieszczeniu na skutek spalania substancji aeroszotwórczej w ilości odpowiedniej do stężenia projektowego może wzrosnąć ciśnienie nawet do 20 kPa. Wydłużony w czasie okres generowania aerozolu przy niewielkich nawet nieszczelnościach pozwala na złagodzenie efektu narastania ciśnienia.

9. Dość szybki spadek stężenia aerozolu w czasie na skutek osadzania się aerozolu, dlatego w przypadku konieczności zachowania długiej retencji konieczne są dodatkowe doładowania w okresach co około 10-15 min. Podany czas jest wartością szacunkową. W celu dokładnego wyznaczenia tego czasu należałoby wykonać pomiary gęstości optycznej aerozolu, co zamierzamy w przyszłości wykonywać o ile uda nam się zdobyć odpowiedni densytometr. Jeśli pomieszczenie jest na tyle szczelne, że aerozol nie „ucieka” z gaszonego pomieszczenia, a tylko osiada to środkiem zapobiegawczym przeciw temu osiadaniu może być użycie wentylatorów.

10. Zawodność odpalania. Urządzenia pracujące z wykorzystaniem pirotechniki mają tą przypadłość, że czasem zdarzają się niewypały. Czy są to pociski bojowe, czy są to spłonki górnicze, czy są to zawory uruchamiane pirotechnicznie to dopuszcza się pewien skończony odsetek niewypałów. Środkiem zapobiegawczym może tu być redundancja czyli ich dublowanie – co w przypadku generatorów może być z powodzeniem zastosowane. Redundancja może być stosowana na poziomie konstrukcji generatorów: wówczas do bloku aeroszotwórczego generatora należy podłączyć nie jeden, ale dwa zapłonniki – odpalenie któregośkolwiek zapłonika powoduje uruchomienie generatora. Redundancja może być stosowana na poziomie projektowania instalacji gaśniczej: wówczas w przestrzeni gaszenia należy zwiększyć wyliczoną liczbę generatorów o współczynnik niezawodności (np. 1 szt. + 10%) zaokrąglany zawsze „w górę”.

11. Konieczność wyłączenia klimatyzacji w czasie gaszenia gdyż aerozol jest wychwytywany przez filtry urządzenia klimatyzacyjnego, co przyczynia się do szybkiego spadku stężenia aerozoli, a poza tym grozi to uszkodzeniem klimatyzacji.

Posłowie

Technologia ta, mimo że jest stosowana komercyjnie z sukcesem już od wielu lat wymaga dalszych badań i doskonalenie tak w zakresie funkcjonowania systemów gaśniczych jak i samych generatorów. CNBOP zajmuje się tą technologią od wielu lat, wnosząc istotny wkład w badania i rozwój. Mam nadzieję, że utrzymamy w tym zakresie pozycję lidera nie tylko w naszym regionie, ale i na globalnym rynku.

Literatura

1. prEN 15276- 1 Fixed firefighting systems - Condensed aerosol extinguishing systems – Part 1: Requirements and test methods for components.
2. prEN 15276- 2 Fixed firefighting systems - Condensed aerosol extinguishing systems – Part 2: Design, installation and maintenance.
3. NFPA 2010 - Standard for Fixed Aerosol Fire - Extinguishing Systems - 2005 Edition.