kpt. mgr inż. **Grzegorz KEMPCZYŃSKI**
Jednostka Ratowniczo - Gaśnicza
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

BADANIE WŁAŚCIOWOŚCI PIAN GAŚNICZYCH WYTWARZANYCH ZA POMOCĄ SYSTEMU CAF Z WODNYCH ROZTWORÓW ŚRODKÓW PIANOTWÓRCZYCH TYPU S I P.

Streszczenie
W swoim artykule autor przedstawia wyniki badań dotyczących pian gaśniczych wytwarzanych przez urządzenia CAFS. Analizuje także, które z ogólnie dostępnych na polskim rynku środków pianotwórczych nadają się do wykorzystania w tego typu urządzeniach.

Summary
In the article author presents the results of his researches concerning to extinguishing foams generated by CAFS device and using foam compounds commercially available on polish market (different than compounds recommended by device producers).

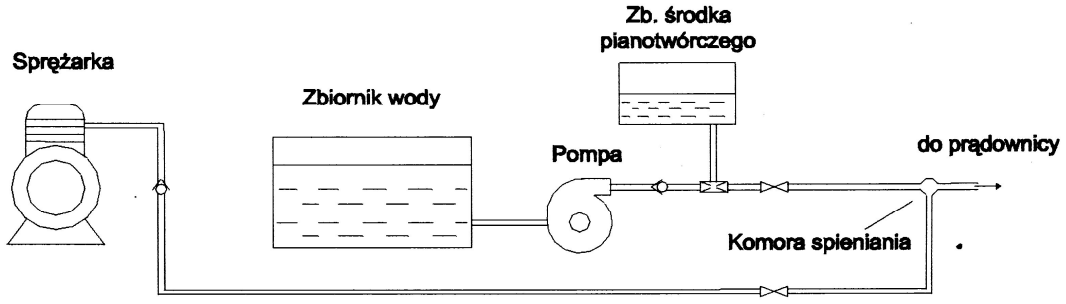
Wstęp

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wyników przeprowadzonych przez mnie badań dotyczących oceny własności pian wytwarzanych przy użyciu urządzeń CAFS oraz stwierdzenie przydatności typowych środków pianotwórczych do wytwarzania pian sprężonych systemem CAFS. Ponieważ od dawna wiadomo, że typowe środki pianotwórcze można stosować w roztworach wodnych w niższych niż tradycyjnie stosowanych stężeniach. Aby jednak otrzymać w miarę stabilne piany niezbędne było zastosowanie innej, bardziej zaawansowanej metody wytwarzania piany. Wśród wielu metod „wysoko energetycznych" w ostatnich latach szczególną pozycję zajął CAFS, czyli system wytwarzania pian przy użyciu sprężonego powietrza. Znanych jest wiele innych metod wytwarzania piany, jednak ta została przyjęta jako jedna z nielicznych nadających się do praktycznego użycia. Swym zakresem badania objęły środki pianotwórcze syntetyczne (jako najpopularniejsze i będące na wyposażeniu praktycznie każdej jednostki ratowniczo gaśniczej w kraju), a także jeden z wybranych środków pianotwórczych proteinowych. Wprawdzie te środki są wycofywane z PSP, ale możemy je spotkać np. w rafineriach czy magazynach paliw. Poza tym są one używane do wytworzenia piany jako zabezpieczenia prac pożarowo niebezpiecznych, gdzie stabilność pian jest własnością pożądaną.

System piany sprężonej CAFS - Compressed Air Foam System.

CAFS jest to w polskim tłumaczeniu system wytwarzania piany przy wykorzystaniu sprężonego powietrza. Sama metoda otrzymywania piany nie jest „nowinką" techniczną. W 1941 roku Podręcznik Inżyniera Królewskiej Floty (Wielkiej Brytanii) opisał dokładnie system piany sprężonej CAFS do walki z pożarami cieczy palnych na lotniskowcach. Marynarka Wojenna Stanów Zjednoczonych zbadała dokładnie system piany sprężonej w 1947 roku. Już wtedy odkryto, że bardzo ważnym jest fakt, aby ciśnienie strumienia wodnego roztworu środka pianotwórczego było równe ciśnieniu podawanego powietrza. Ciekawostką jest, że w latach sześćdziesiątych w USA używano tego systemu do mycia samochodów. W Polsce od niedawna pojawiły się urządzenia systemu CAFS, głównie firmy Schmitz i Hale. Występują zarówno jako samodzielne jednostki, a także zabudowane na samochodach straży pożarnej. Inni producenci urządzeń CAFS to: Waterous, Rosenabuer, Robwen.

Podstawowymi elementami systemu CAF są: pompa , zbiornik wody, zbiornik ze środkiem pianotwórczym, kompresor powietrza, system bezpośredniego wtrysku środka pianotwórczego po tłocznej stronie pompy, komora mieszania lub urządzenie do tego przeznaczone i układ regulacji stosunku ilościowego wodnego roztworu środka pianotwórczego do powietrza.



Ryc.1. System wytwarzania piany przy pomocy sprężonego powietrza – CAFS
Źródło: A. Mizerski, M. Sobolewski, B. Król „Zastosowanie pian do gaszenia pożarów" SGSP Warszawa 2002

CAFS zdolny jest do wytwarzania pian określanych mianem „sucha" i „mokra", które są regulowane przez stopień dodania do roztworu powietrza i przez stężenie koncentratu pianotwórczego w wodzie. Regulacja ta w zależności od typu urządzenia odbywa się płynnie (piana sucha – piana wilgotna/płynna – piana mokra) lub dwustopniowo (piana sucha – piana mokra). Producenci CAFS wprowadzili umowny podział rodzaju pian. Piana „sucha"

charakteryzuje się liczbą spieniania powyżej 20, „piana mokra" – poniżej 10, natomiast piana „wilgotna/płynna" ma liczbę spienia między 10 a 20 [1]. Specyficzny system mieszania powietrza i roztworu powoduje, że można otrzymać „dobrą" pianę przy stężeniach niższych od zalecanych 3% lub 6%, wykorzystując typowe środki pianotwórcze.

W tradycyjnym systemie, piana powstaje w urządzeniach armatury pianowej, gdyż powietrze, wskutek różnicy ciśnień, jest wsysane do roztworu dopiero w prądownicy lub wytwornicy pianowej. W urządzeniach CAFS sprężone powietrze przez kompresor doprowadzane jest do komory spieniania, gdzie miesza się z wodnym roztworem środka pianotwórczego. Powstała już w ten sposób piana wężami tłocznymi prowadzona jest do prądownicy o szerokim otworze wylotowym. **Tym samym masa węży jest wielokrotnie mniejsza niż w tradycyjnym systemie.**

Duża energia mieszania pozwala na uzyskanie drobnych pęcherzyków piany, a długi czas mieszania w wężu powoduje, że pęcherzyki piany są zbliżone wielkością do siebie[2]. **Piana taka charakteryzuje się większą stabilnością i zdolnością przylegania do pionowych płaszczyzn.**

MINI-CAFS firmy HALE.

Mimo większej ilości producentów agregatów CAFS skupiono się na dokładniejszym opisie budowy urządzenia, które zostało wykorzystane w badaniach i jest na wyposażeniu Jednostki Ratowniczo – Gaśniczej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, a tym samym bierze udział w akcjach ratowniczo – gaśniczych. Urządzenie CAFS współdziała z autopompą o minimalnym przepływie wody 400 l/min i ciśnieniu 7 bar. Silnik napędzający to czterosuwowy Briggs & Stratton V2 o mocy 18 KM, z rozruchem elektrycznym lub mechanicznym. Pojemność zbiornika na benzynę pozwala na ok. 1 godz. pracy ciągłej. System dozowania środka pianotwórczego mieszania piany Foam-Master 1.0 z płynną regulacją stężenia od 0,2% do 1,0%. Kompresor (sprężarka śrubowa) o wydajności nominalnej 1400 l/min przy ciśnieniu 7 bar. Jednostka może działać metodą tradycyjną (możliwość użycia wody ze środkiem pianotwórczym bez sprężonego powietrza), przy maksymalnej wydajność 1200 l/min. Masa jednostki 230 kg. Wymiary urządzenia: 950 x 500 x 850 mm

[1] Przegląd Pożarniczy 1/2003 – „CAFS – system piany sprężonej" B. Król
[2] „Zastosowanie pian do gaszenia pożarów" A. Mizerski, M. Sobolewski, B. Król str.56

Fot. 1. MINI CAFS firmy HALE
Źródło: materiały reklamowe firmy HALE

Badania właściwości pian wytworzonych za pomocą systemu CAF.

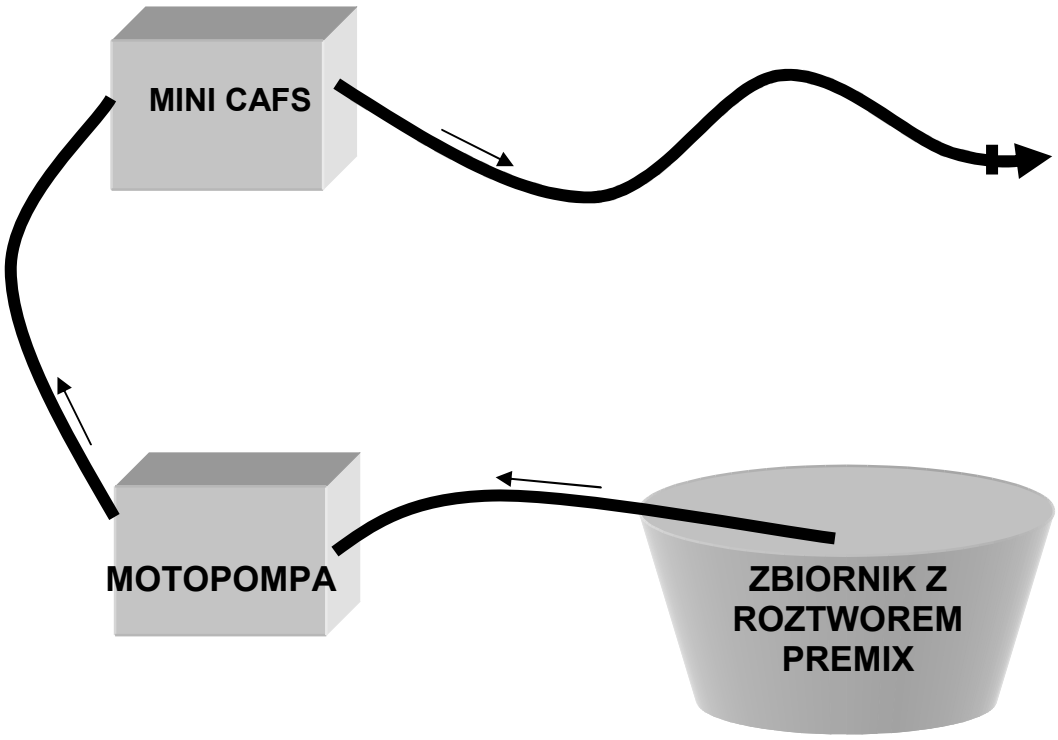
Celem badań było praktyczne określenie, przy jakich stężeniach poszczególnych środków pianotwórczych można uzyskać pianę suchą o dobrej jakości, która będzie satysfakcjonowała strażaków podczas działań ratowniczo – gaśniczych.

Badania właściwości pian wytworzonych za pomocą systemu CAF przeprowadzono w ośrodku SGSP w Starej Miłosnej pod Warszawą. Wykorzystano do tego urządzenie MINI CAFS firmy HALE, które zostało zakupione i wykorzystane w ramach realizacji tematu badawczego w Zakładzie Środków Gaśniczych SGSP. W wyniku współpracy pomiędzy Zakładem Środków Gaśniczych a Zakładem Ratowniczo Gaśniczym , CAFS został zabudowany na przyczepce, co ułatwiło mi sam transport urządzenia w trakcie badań, a przede wszystkim stworzyło możliwość wykorzystania systemu do działań ratowniczo – gaśniczych. W obecnej chwili urządzenie zamontowane jest na ciężkim samochodzie ratowniczo gaśniczym GCBA 5/32 MAN.

Fot. 2. Urządzenie CAFS zabudowane na przyczepce.
Źródło: Fotografia autora pracy

Do badań użyto środków pianotwórczych syntetycznych i proteinowych. Pomiary przeprowadzono dla stężeń w zakresie od 0,1% do 2,0%. Samo urządzenie nie posiada takiej szerokiej regulacji stężeń, między innymi dlatego korzystano z przygotowanych roztworów tzw. „PRE-MIX". Podstawową zaletą „PRE – MIX – ów" była dokładność stężeń roztworów i ich niezmienność w trakcie badań, a tym samym dokładności wyników badań. W ten sposób wyeliminowany został ewentualny błąd spowodowany niedokładnością pracy dozownika.

Ze względu na nierówny poziom terenu pomiar wody w zbiorniku nie mógł odbyć się poprzez zmierzenie wysokości poziomu lustra, a następnie obliczeniu objętości. Za urządzenie pomiarowe przy napełnianiu zbiornika służył wodomierz. Schemat blokowy stanowiska badawczego znajduje się poniżej.



Rys. 6. Schemat stanowiska do przeprowadzenia badań
Źródło: Autor pracy

Na początku cyklu badań wykonywano roztwór PRE – MIX o określonym stężeniu. Po dokładnym wymieszaniu roztwory umieszczano w zbiorniku linię ssawną do motopompy M8/8. Linia tłoczna została poprowadzona do urządzenia CAFS, a z niego linia gaśnicza zakończona prądownicą.

Miejsce badań przedstawiono na fotografii nr 3.

Fot. 3 Widok stanowiska do przeprowadzenia badań
Źródło: Fotografia autora

Piana podawana była przy użyciu prądownicy AWG o średnicy pyszczka 25mm, a także na zasadzie wolnego wylewu z węża. Po ustabilizowaniu się przepływu wytworzoną pianą napełniano naczynia do pomiaru przebiegu synerezy i obliczenia liczby spienienia.

Podsumowanie wyników badań

Zakres przeprowadzonych badań, które należy potraktować jako wstępne dotyczące wytwarzania pian sprężonych z różnych środków pianotwórczych, został tak określony, aby można było przede wszystkim ocenić możliwości wytworzenia pian suchych ze środków pianotwórczych, które według informacji producentów urządzeń CAFS nie są do tego celu przeznaczone. Specjaliści z Zakładu Środków Gaśniczych SGSP, jeszcze zanim urządzenia te trafiły do większej ilości jednostek straży pożarnej w Polsce, wątpili w prawdziwość i sensowność tej tezy. Argument o możliwości powodowania szybszej korozji i zużycia elementów konstrukcyjnych urządzeń CAFS został odrzucony jako pozbawiony

jakichkolwiek podstaw. Znając technologię produkcji (i skład chemiczny) środków pianotwórczych oraz rodzaje materiałów użytych do produkcji elementów urządzeń CAFS mających kontakt ze środkami pianotwórczymi i wodą, obawę o przyśpieszoną korozję można świadomie odrzucić.

Przedstawione wyniki badań dowodzą natomiast, że typowe środki pianotwórcze (typu S i A) mogą z powodzeniem być stosowane w urządzeniach CAFS pod warunkiem zastosowania odpowiedniego stężenia dozowania. Minimalne stężenia badanych środków pianotwórczych określono jako najmniejsze stężenia, przy których otrzymywano klasyczne piany suche i zanotowano jednocześnie stabilny strumień piany (m.in. nie stwierdzono szarpania, drgania linii wężowej). Te minimalne stężenia dla poszczególnych środków pianotwórczych określono na:

- PROTEKTOL SAT-10 – 1%
- ROTEOR M - 1%
- SCHAUMGEIST 3% - 1,5%
- STHAMEX Class - A - 0,5%

W przypadku wytworzenia piany mokrej, stężenie już nie odgrywa tak znaczącej roli, gdyż z założenia spodziewamy się otrzymywania piany o znacznie mniejszej liczbie Ls i trwałości.

W badaniach, aby uniknąć możliwości popełnienia błędu przy dozowaniu środka pianotwórczego, urządzenie CAFS zasilano przygotowanym roztworem środka pianotwórczego (PRE – MIX). Stosowany agregat CAFS (Model Mini CAFS firmy HALE) ma możliwość dozowania środka pianotwórczego w zakresie 0,1 –1 %. Jest to zbyt wąski zakres, aby z zachowaniem marginesu błędu można było stosować środki pianotwórcze typu „S" lub „P" o standardowych zalecanych dozowaniach = 3% (lub większych). Istnieją jednak konstrukcje dozowników w urządzeniach CAFS o szerszym zakresie dozowania.

Podkreślić należy, że pomimo stosowania roztworów PRE-MIX, notowano przypadki „dziwnego" zachowania urządzenia CAFS np. niemożność wytworzenia piany suchej mimo stosowania odpowiednio wysokiego stężenia. Przyczyną tego na pewno nie była jakość wody, gdyż ewidentnie stosowano tą samą wodę do wytwarzania roztworów PRE – MIX. Decydującą rolę odgrywała natomiast temperatura wody stosowanej do wytwarzania pian. Założeniem badań było oczywiście stworzenie takich warunków, jakie w rzeczywistości mogą panować na miejscu akcji gaśniczej. Stąd stosowana do badań woda miała temperaturę w granicach 283K - 286K. Nie wszystkie stosowane środki pianotwórcze są odporne nawet na

takie temperatury. Dotyczy to głównie środka pianotwórczego Finiflam Allround F-15 3%. Trudno też spodziewać się, aby w warunkach naturalnych temperatura miała zawsze ok. $+20^0$C – tak jak przy badaniach normatywnych. W naszej strefie klimatycznej przez większą część roku temperatura wody w otwartych zbiornikach będzie miała poniżej $+10^0$C, a w sieci wodociągowej poniżej $+15^0$C.

W przypadku badań i prób powinno się także zadbać, aby koncentraty pianotwórcze pochodziły zawsze z jednej partii produkcji. W trakcie badań okazało się, że pojemniki ze środkiem pianotwórczym Finiflam Allround F-15 3% pomimo identycznego terminu dostawy, różniły się w znacznym stopniu właściwościami i zdolnościami pianotwórczymi, zwłaszcza przy zastosowaniu wody o niskiej temperaturze. Dowodzi to, że w wielu przypadkach duża różnica w wynikach badań może wynikać z niezachowania przez producenta parametrów jakościowych dostarczonych produktów.

Wnioski

- Wszystkie badane środki typu S mogą być z powodzeniem stosowane w urządzeniach typu CAFS. Już przy stężeniach roztworu 0,5%, a więc **sześciokrotnie niższe** od stężenia roboczego zalecanego przy wytwarzaniu pian metodami tradycyjnymi, można otrzymać piany o stosunkowo wysokiej stabilności. Zwiększenie stężenia do 0,75% powoduje już znaczny wzrost liczby spienienia za wyjątkiem środka pianotwórczego Finiflam Allround F-15 3%.
- Liczba spienienia pian wytwarzanych za pomocą urządzenia CAFS ze środka Finiflam Allround F-15 3% w zakresie stężeń 0,75 – 2% praktycznie nie zależy od stężenia. Dla stężenia 2,5% zauważono spadek wartości liczby spienienia.
- Piany suche (o Ls >20) udało się otrzymać z roztworu środka pianotwórczego PROTEKTOL SAT-10 i STHAMEX Class – A. Dla obu środków dla stężeń ≥ 0,75%.
- Środki pianotwórcze typu P mogą być stosowane w urządzeniach typu CAFS, co wykazano na przykładzie środka SCHAUMGEIST 3%. Już przy stężeniu 1,5% można otrzymać pianę suchą o bardzo wysokiej stabilności.
- Przydatność gaśnicza stabilnych pian ze środka SCHAUMGEIST 3% wydaje się być wątpliwa. Są one bardzo sztywne i nie nadawałyby się do gaszenia pożarów grupy B (niewielka szybkość rozpływania). W przypadku pożarów grupy A skuteczność tych pian będzie mała ze względu na słabe zdolności zwilżające roztworów środków pianotwórczych typu P. W prezentowanych badaniach właściwości te dało się

zaobserwować poprzez szybkie odpadnięcie piany suchej od pionowych powierzchni, czego nie zaobserwowano w żadnym z przypadków pian typu S i klasy A. Możliwe jest natomiast zastosowanie mokrych pian typu P przy stężeniu równym 1% do zabezpieczenia niewielkich powierzchni przez zapaleniem.

- Stabilność pian (mierzona szybkością synerezy) wytwarzanych za pomocą urządzenia CAFS z roztworów środków typu S o stężeniu 0,5% jest zbliżona do stabilności pian wytworzonych prądownicą zgodnie z normą PN-78/C-83603 z roztworów o stężeniach 5-6%
- Urządzenia typy CAFS nie można uważać za całkowicie niezawodne. Podczas omawianych prób kilkakrotnie obserwowano trudne do wytłumaczenia zakłócenia pracy przejawiające się właściwościami otrzymanego strumienia piany.
- Dobrze by było, aby dozownik środka pianotwórczego posiadał większy zakres stężeń dozowania (co najmniej w granicach 0,2 – 2%). Pozwoliłoby to na „bezpieczne" stosowanie typowych środków pianotwórczych typu S i A.

Literatura

1. Król B, „CAFS – system piany sprężonej" Przegląd Pożarniczy 1/2003,
2. Mizerski A., Sobolewski M., Król B, „Zastosowanie pian do gaszenia pożarów", Warszawa 2002 str.56.