

mł. bryg. mgr **Bożenna PORYCKA**  
st. kpt. mgr inż. **Joanna RAKOWSKA**  
Zespół Laboratoriów Badań Chemicznych  
i Pożarowych CNBOP

## **WYZNACZANIE WŁAŚCIWOŚCI PIANOTWÓRCZYCH ŚRODKÓW GAŚNICZYCH W ASPEKCIE WYKORZYSTANIA ICH W AKCJACH RATOWNICZO- GAŚNICZYCH ORAZ W GAŚNICACH PRZENOŚNYCH I PRZEWOŹNYCH.**

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono wybrane metody badawcze pianotwórczych środków gaśniczych, jak również omówiono zastosowanie uzyskanych wyników badań w praktyce.

### **Summary**

In the article were presented research methods of fire extinguishing foams, as well as obtained results in practice applications were discussed.

### **Wstęp**

Nadrzędną sprawą dla jednostek ochrony przeciwpożarowej naszego kraju jest możliwość stosowania sprawdzonych, niezawodnych i skutecznych środków gaśniczych - zarówno pian jak i proszków.

Przydatny i skuteczny środek gaśniczy powinien posiadać odpowiednie właściwości użytkowe (cechy fizykochemiczne i gaśnicze), które nie powinny ulegać pogorszeniu podczas okresu gwarancji (z reguły jest to pięć lat). Środek gaśniczy o sprawdzonej jakości zgodnej z obowiązującymi wymaganiami, odpowiednio zastosowany, ograniczy do minimum straty popożarowe dotyczące ludzi, majątku, jak i środowiska naturalnego nie stwarzając przy tym dodatkowego zagrożenia

Niezwykle ważne jest, aby środki gaśnicze były odpowiednio dobrane do rodzaju materiału, który powinny ugasić szybko i skutecznie.

Sprawdzanie i kontrolowanie jakości środków gaśniczych dostępnych na rynku pod kątem ich przydatności podczas akcji gaśniczych ma ogromny wpływ na efektywność działań gaśniczych. Niniejszy artykuł dotyczy właściwości środków pianotwórczych w aspekcie ich zastosowania w akcjach ratowniczo-gaśniczych lub podręcznym sprzęcie gaśniczym.

### **Nadzór nad jakością dopuszczanych wyrobów**

Jakość wyrobów dopuszczanych w naszym kraju sprawdzana jest poprzez m.in. badania wykonywane w Zespole Laboratoriów Badań Chemicznych i Pożarowych CNBOP (są podstawą do wydania Świadectwa Dopuszczenia przez Jednostkę Certyfikującą), podczas kontroli dopuszczeń (produkty do badań pobierane są bezpośrednio od producenta, z rynku lub od użytkowników), jak również podczas badań międzylaboratoryjnych i kontrolnych prowadzonych przez laboratorium na wyrobach, które miały już wyznaczone właściwości. Kontrola dopuszczeń jest narzędziem jednostki dopuszczającej służącym do sprawdzania wyrobów dostępnych na rynku polskim. W przypadku negatywnego wyniku badania w czasie kontroli dopuszczeń świadectwo dopuszczenia może zostać cofnięte.

Badania międzylaboratoryjne, jak i kontrolne, mają na celu potwierdzenie prawidłowości uzyskanego wyniku, doskonalenie metod badawczych oraz ocenę zmian jakościowych wyrobu w warunkach prawidłowego przechowywania. Prowadzenie badań kontrolnych pozwala na zachowanie wysokiego poziomu badań oraz umożliwia „wychwycenie” produktu o złej jakości.

W przypadku jakichkolwiek zastrzeżeń bądź wątpliwości co do jakości produktu, użytkownik może zwrócić się do CNBOP z prośbą o sprawdzenie danego wyrobu.

Dzięki takiemu systemowi nadzoru nad jakością wyrobów dopuszczanych do stosowania, ochrona przeciwpożarowa naszego kraju powinna otrzymywać tylko sprawdzone, niezawodne produkty.

### **Wprowadzanie nowych metod badawczych**

W celu skutecznej oceny jakości środków gaśniczych laboratorium dokonuje dogłębnej analizy przydatności metod opisanych w dokumentach normatywnych, w stosownej literaturze, przeprowadza eksperymenty i dopiero wprowadza metody.

Dzięki temu jednostki ratowniczo-gaśnicze PSP mogą stosować odpowiednie, sprawdzone wyroby.

Metody badawcze stosowane w laboratorium są odpowiednie do rodzaju wykonywanych pomiarów i umożliwiają uzyskiwanie wiarygodnych wyników badań.

Metody są akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji

### **Badania i metody badawcze**

Badania prowadzone są zarówno na nowych pianotwórczych środkach gaśniczych, wprowadzanych na polski rynek, jak również na takich, które są znane strażakom od wielu lat. Sprawdzane są ich właściwości fizykochemiczne oraz parametry piany.

#### **Ocenie podlegają następujące parametry fizykochemiczne:**

- pH,
- gęstość,
- lepkość,
- napięcie powierzchniowe
- współczynnik rozplývania środka pianotwórczego,
- zawartość osadu przed i po kondycjonowaniu temperaturowym (w temperaturze -30°C – jeśli klient deklaruje i w temperaturze 60°C),

#### **Oraz parametry piany:**

- liczba spienienia,
- wartość pięciominutowa piany,
- szybkość wykraplania piany (wartość 25% i wartość 50% - połówkowej),
- czas gaszenia
- czas nawrotu palenia.

### **Badania lepkości pseudoplastycznych pianotwórczych środków gaśniczych**

(tzn. takich, których lepkość maleje ze wzrostem szybkości ścinania w stałej temperaturze).

Metoda oznaczania lepkości pseudoplastycznych środków pianotwórczych polecana w PN-EN 1568:2008 cz.1-4 zał. D a opisana w EN ISO 3219: 1994 jest przykładem na to, że nie powinno się wprowadzać metod badawczych polecanych w dokumentach normatywnych bez dogłębnej analizy. W przeciwnym razie wiąże się to z niemałymi kosztami dodatkowymi.

W normie zaproponowano wiskozymetr z układem stożek-płytką, tymczasem jest on stosowany głównie do badania bardzo małych czy cennych próbek. W przypadku

pianotwórczych środków gaśniczych zdecydowanie korzystniejsze jest zastosowanie metody cylindrycznej.

W stosowanych przez jednostki ratowniczo-gaśnicze PSP akcjach wykorzystywane są pianotwórcze środki gaśnicze, których lepkość ma także wpływ na efektywność działań.

Wynik badania lepkości środków pianotwórczych jest istotny dla ich użytkownika. Jeśli ta wartość w najniższej temperaturze stosowania jest wyższa od  $200 \text{ mm}^2/\text{s}$  należy zastosować specjalne urządzenia dozujące.

W praktyce, w pianach otrzymanych z cieczy o dużej lepkości, proces wykraplania jest zahamowany i rozpad piany uwarunkowany jest głównie dyfuzją gazu.

Jedną z metod stabilizacji piany jest wprowadzenie do roztworu stabilizatorów np. w postaci rozpuszczalnych w wodzie polimerów. Substancje te, zwiększając lepkość roztworu i błonek, powodują zmniejszenie szybkości wypływu roztworu z pian [3].

### **Napięcie powierzchniowe i współczynnik rozplývania**

Wypracowano metodę badania napięcia powierzchniowego z użyciem tensjometru K9, stosując metodę pierścienia zgodnie z PN-EN 1568:2008 cz. 1-4 zał. F.

Napięcie powierzchniowe można również badać stosując metodę płytki. Wyniki badań za pomocą pierścienia i płytki różnią się między sobą. Wyniki uzyskane za pomocą płytki są niższe i płytka jest najczulsza na zmiany prędkości przesuwu w roztworze. Z tego względu ważne jest, aby zostało zanotowane, jaką metodą wykonano badanie.

*Napięcie powierzchniowe* powiązane jest ze zdolnością zwilżania gazowej powierzchni i zdolnością wytwarzania piany (spienianiem roztworu).

*Współczynnik rozplývania* natomiast świadczy o zdolności jednej cieczy do samoistnego rozplývania się po powierzchni innej cieczy. Dotyczy środków pianotwórczych tworzących film wodny (typu AFFF, FFFP).

Technika badania wymaga dobrego zorganizowania pracy i dużej sprawności manualnej. Wyniki muszą być uzyskane na próbkach przygotowanych bezpośrednio przed pomiarem. Bardzo istotna jest kolejność wykonywanych badań, aby uzyskany wynik dotyczył współczynnika rozplývania a nie napięcia powierzchniowego cykloheksanu.

### **Zawartość osadu pianotwórczych środków gaśniczych**

Wypracowano metodę badania zawartości osadu na urządzeniu zgodnym z PN-EN 1568:2008 cz. 1-4. Jest to kolejny przykład podania nieprzemyślanej aparatury w dokumencie

normatywnym. Podczas badań pękały próbki wirówkowe do oznaczania osadu. Po wielu próbach z różnym rodzajem szkła, dobrano odpowiednie próbki, ale pozostał problem opróżniania ich po badaniu.

Ujawnił się dodatkowy problem dotyczący przepłukiwania osadu przez sito. Osad wylany bezpośrednio z pojemnika (bez odwirowania) na sito ulega rozbiciu pod strumieniem tryskawki, jednak pozostaje na sicie. Natomiast osad z tej samej próbki, wylany po odwirowaniu, nie pozostaje na sicie po spłukaniu wodą destylowaną z tryskawki.

Oznaczanie to jest istotnym badaniem z punktu widzenia użytkownika sprzętu pożarniczego, albowiem uzyskuje on informację o tym, czy środek pianotwórczy (również po kilkuletnim przechowywaniu), nie będzie powodował zatykania sprzętu pożarniczego, a w niektórych sytuacjach wręcz uszkadzał go.

### **Oznaczanie współczynnika refrakcji**

W celu określenia zmian zachodzących w roztworach środków pianotwórczych w gaśnicach podczas przechowywania wykonuje się badanie współczynnika refrakcji. W gaśnicach stosowane są środki pianotwórcze typu AFFF. Na podstawie badań stwierdzono, że kondycjonowanie temperaturowe powodowało znaczne zmiany współczynnika refrakcji. Stwierdzano zmętnienie roztworu, a w niektórych przypadkach występował osad. Zmiany występujące w roztworze w gaśnicach nie są korzystne dla użytkowników, albowiem skuteczność sprzętu może być słabsza, gaśnice mogą zatykać się wytworzonym osadem.

### **Pogarszanie jakości środków pianotwórczych**

Podczas prowadzonych prac badawczych okazało się, że w ciągu ostatnich trzech lat znacznie pogorszyła się jakość pianotwórczych środków gaśniczych. Wiele wyrobów miało podwyższoną wartość pH (wartość ta była wyższa niż deklarował producent lub nawet przekraczała 9,0 pH). Jest to jeden z parametrów, który określa możliwość negatywnego wpływu na środowisko naturalne, a jego wartość nie powinna być niższa niż 6 i nie wyższa niż 9,5 (jest to wymóg ochrony środowiska). Środek pianotwórczy nie powoduje wtedy dodatkowej degradacji środowiska.

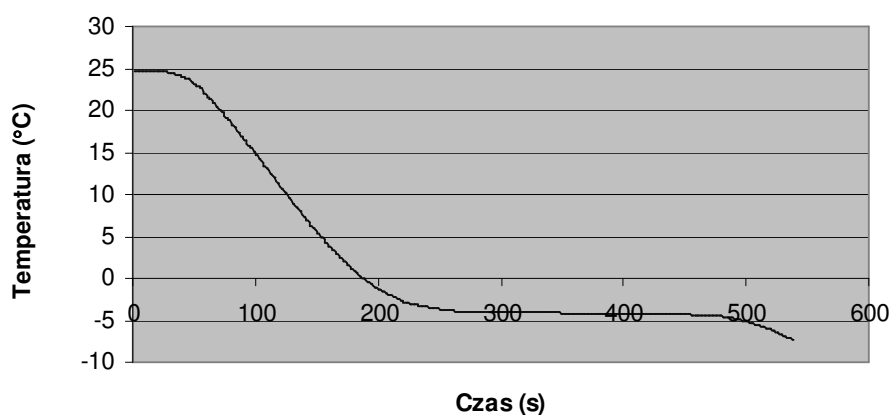
Również parametry wytwarzanej piany nie spełniały wymagań; liczba spienienia była zbyt niska, a piana wykraplała się zbyt szybko. Utrata właściwości środka gaśniczego poniżej wartości granicznych powinna być równoznaczna z wycofaniem partii takiego produktu ze stosowania.

Było wiele przyczyn pogorszenia właściwości środków pianotwórczych: m.in. chęć obniżenia ceny produktu (stosowano inne, tańsze komponenty). Niektórzy producenci znacznie obniżali temperaturę krzepnięcia koncentratu środka pianotwórczego do np.  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  czy nawet  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Niestety takie zmiany pociągały za sobą pogorszenie innych parametrów (np. jakości piany). Tymczasem zapomniano, że podczas akcji ratowniczo gaśniczej do strefy pożaru podawany jest nie koncentrat, a roztwór środka pianotwórczego w stężeniu od 1 do 6% objętościowych. 1% objętościowo roztwór - to oznacza, że w 1 litrze roztworu znajduje się 10 ml koncentratu i 990 ml wody. Temperatura krzepnięcia wody wynosi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a roztworu środka pianotwórczego zazwyczaj nie więcej niż ok.  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

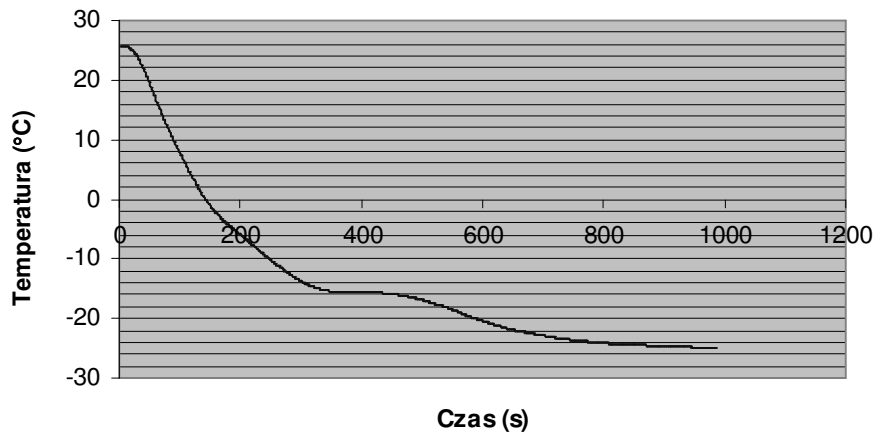
Ze względu na nasilającą się tendencję obniżania temperatury krzepnięcia środków pianotwórczych dokonano wstępnego oszacowania wpływu glikolu etylenowego (składnika zmniejszającego ten parametr) na jakość uzyskiwanej piany gaśniczej.

### Ocena wpływu dodatku glikolu etylenowego na temperaturę krzepnięcia

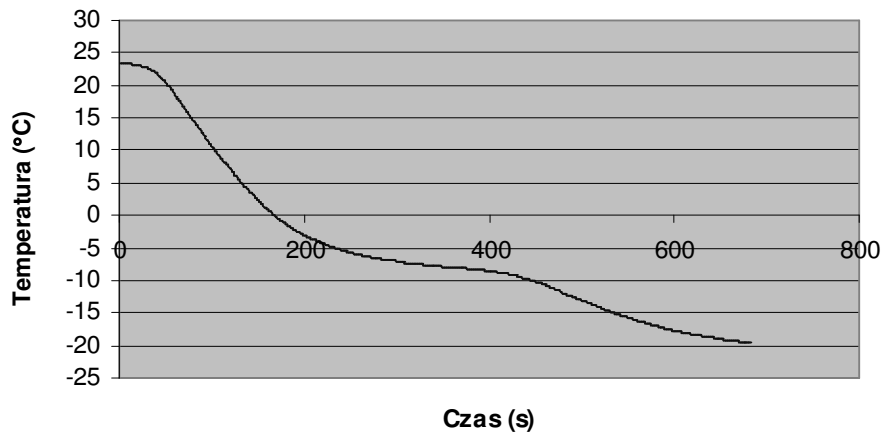
W celu obniżenia temperatury krzepnięcia środków pianotwórczych stosuje się np. glikol etylenowy, którego temperatura krzepnięcia wynosi  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . W doświadczeniu porównano temperaturę krzepnięcia koncentratu syntetycznego środka pianotwórczego (Ryc.1) oraz jego roztworów z dodatkiem 5 % i 10 % glikolu etylenowego. Dodatek 5% glikolu (Ryc.2) spowodował obniżenie temperatury krzepnięcia o około  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; dodatek 10% glikolu obniżył temperaturę krzepnięcia o około  $11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Ryc.3)



Ryc. 1 Temperatura krzepnięcia syntetycznego środka pianotwórczego bez dodatków



Ryc.2 Temperatura krzepnięcia syntetycznego środka pianotwórczego po dodaniu 10% glikolu etylenowego



Ryc.3 Temperatura krzepnięcia syntetycznego środka pianotwórczego po dodaniu 5% glikolu etylenowego

### Wpływ dodatku glikolu na parametry piany

Następnie sprawdzono, jak zmiana składu chemicznego koncentratu spowodowana dodatkiem glikolu etylenowego wpływa na trwałość piany. Wykonano pomiary liczby

spienienia, wartości pięciominutowej i szybkości wykrapłania dla środka z 5% dodatkiem substancji modyfikującej temperaturę krzepnięcia. Wynik zawiera poniższa tabela.

Tabela 1

**Liczba spienienia, wartości pięciominutowej i szybkości wykrapłania dla środka z 5% dodatkiem substancji modyfikującej temperaturę krzepnięcia.**

BADANA CECHA	WYNIK			
	1	2	3	średni
<b>WODA WODOCIĄGOWA, GASZENIE ETYLINY</b>				
Liczba spienienia (przy wydajności 0,75 dm <sup>3</sup> /min 6% wodnego roztworu środka pianotwórczego)	8,3	8,2	8,3	8,3 ± 0,5*
	6,4	6,4	6,4	6,4 ± 0,4**
	≥ 8***			
Wartość pięciominutowa piany [%]	8,1	8,5	8,4	8,3 ± 0,5*
	11,5	11,9	11,7	11,7 ± 0,6**
	≤ 10***			
Szybkość wykrapłania piany [min] - wartość 25%,	9'54"	9'45"	9'48"	9'49" ± 0'30"*
	8'20"	8'25"	8'20"	8'22" ± 0'26"*
	≥ 7***			
Szybkość wykrapłania piany [min] - wartość 50% (połówkowa),	16'56"	16'32"	16'30"	16'14" ± 0'40"*
	14'37"	14'47"	14'21"	14'35" ± 0'44"*
	≥ 15***			

Dodana ilość glikolu do koncentratu: \* - 0% glikolu, \*\* 5% glikolu, \*\*\*wymagania

Dodatek 5% glikolu etylenowego spowodował niewielki spadek temperatury krzepnięcia (tylko o 4 °C), ale pogorszył parametry trwałości piany. Piana nie była dostatecznie trwała, nie tworzyła na powierzchni pływającej cieczy odpowiedniej warstwy odcinającej dopływ tlenu. Zmodyfikowany koncentrat nie spełniał wymagań w zakresie żadnych wartości określających jakość piany.

**Analiza wyników badań prowadzonych dla próbek tych samych wyrobów pochodzących z różnych partii produkcyjnych**

Stwierdzono, że poszczególne partie różnią się między sobą w sposób znaczący. Jakość piany otrzymywanej z próbek pochodzących z kolejnych lat jest coraz niższa, w niektórych przypadkach otrzymane parametry uzyskują zaledwie wymagane wartości graniczne.

Przeprowadzono analizę prowadzonych badań. Stwierdzono rosnący udział środków gaśniczych o szerszym spektrum działania tzn. jednocześnie do gaszenia cieczy niepolarnych



i polarnych, środków do gaszenia pożarów grupy A i F lub A, B i F, środków przeznaczonych do stosowania z wodą niezasoloną i morską oraz proszków ABC w porównaniu do proszków BC. Coraz częściej występują także koncentraty pianotwórcze przeznaczone do przygotowywania roztworów o niskich stężeniach (1,5% lub mniej).

### **Podsumowanie**

Ze względu na pogarszającą się w ostatnim czasie jakość pianotwórczych środków gaśniczych, sprawdzanie i kontrolowanie jakości dostępnych na rynku pod kątem ich przydatności podczas akcji gaśniczych ma ogromny wpływ na efektywność działań gaśniczych. Środek gaśniczy o sprawdzonej jakości, odpowiednio zastosowany, ograniczy straty pożarowe dotyczące ludzi, majątku, jak i środowiska naturalnego. Dlatego właściwości pianotwórczych środków gaśniczych należy kontrolować w okresie gwarancji producenta a spadek parametrów poniżej wartości granicznych powinien być równoznaczny z wycofaniem partii takiego produktu ze stosowania. W przypadku negatywnego wyniku badania w czasie kontroli dopuszczeń świadectwo dopuszczenia może zostać cofnięte.

**Literatura:**

1. Mizerski A., Sobolewski M.; Środki gaśnicze. Ćwiczenia laboratoryjne; SGSP, Warszawa 1997
2. Mizerski A., Sobolewski M., Król B. Zastosowanie pian do gaszenia pożarów, SGSP, Warszawa 2002,
3. Rakowska J., Zjawiska reologiczne w pianotwórczych środkach gaśniczych cz. III, Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 04 (12)/08, CNBOP, Józefów 2008,
4. PN-EN 1568-1:2008 Pianotwórcze środki gaśnicze. Część 1: Wymagania dotyczące środków pianotwórczych do wytwarzania piany średniej służącej do powierzchniowego gaszenia cieczy palnych nie mieszających się z wodą,
5. PN-EN 1568-2:2008 Pianotwórcze środki gaśnicze. Część 2: Wymagania dotyczące środków pianotwórczych do wytwarzania piany lekkiej służącej do powierzchniowego gaszenia cieczy palnych nie mieszających się z wodą,
6. PN-EN 1568-3:2008 Pianotwórcze środki gaśnicze. Część 3: Wymagania dotyczące środków pianotwórczych do wytwarzania piany ciężkiej służącej do powierzchniowego gaszenia cieczy palnych nie mieszających się z wodą,
7. PN-EN 1568-4:2008 Pianotwórcze środki gaśnicze. Część 4: Wymagania dotyczące środków pianotwórczych do wytwarzania piany ciężkiej służącej do powierzchniowego gaszenia cieczy palnych mieszających się z wodą,
8. PN-EN 1262:2004 (U) Środki powierzchniowo czynne. Oznaczanie pH roztworów i dyspersji środków powierzchniowo czynnych,
9. PN-EN 14370:2005 (U) Środki powierzchniowo czynne. Oznaczanie napięcia powierzchniowego.