

ANALIZA PORÓWNAWCZA CHARAKTERYSTYK PRZEPŁYWOWYCH WYBRANYCH ZASYSACZY LINIOWYCH Z-2 STOSOWANYCH W OCHRONIE PRZECIWPÓŻAROWEJ

Streszczenie

Do wytwarzania piany podczas prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych potrzebny jest specjalistyczny sprzęt. Pomimo postępu technologicznego zasysacze liniowe są nadal stosowane i używane w jednostkach ochrony przeciwpożarowej podczas działań gaśniczych. Prezentowana praca jest kontynuacją badań omówionych w artykule opublikowanym na ubiegłorocznej konferencji "TRANSCOMP 2014", jednakże badania przeprowadzono na innym stanowisku i przy użyciu innego systemu pomiarowego. Efektem przeprowadzonych badań było wyznaczenie charakterystyk przepływowych trzech typów zasysaczy liniowych Z2 produkowanych przez trzech różnych producentów. Wyniki badań podano zarówno w formie tabelarycznej jak i graficznej. Sformułował wnioski oparte na analizie porównawczej charakterystyk przepływowych uzyskanych w trakcie eksperymentów, między innymi dotyczących ich zgodności z wymaganiami norm.

WSTĘP

Do podstawowych zalet strumienic należy wymienić: prostą budowę i obsługę, brak elementów ruchomych, wysoką niezawodność działania, dużą rozpiętość uzyskiwanych natężeń przepływu strumienia zasysanego, zdolność samozasysania cieczy. Mimo swych licznych zalet strumienice posiadają również wady, wśród których są m.in.: niska sprawność (zwykle nie przekracza 30%), wrażliwość na zmiany warunków pracy układu, konieczność stosowania dodatkowych układów zasilania takich jak pompy wirowe lub kompresory.

Mimo postępu technologicznego, zasysacze liniowe nadal są stosowane i wykorzystywane przez jednostki ochrony przeciwpożarowej podczas działań ratowniczo – gaśniczych. Obowiązek posiadania na stanie tego urządzenia regulują Wytoczne Komendanta Głównego PSP, dotyczące standaryzacji pojazdów pożarniczych i innych środków transportu Państwowej Straży Pożarnej z dnia 14 kwietnia 2011 roku [12].

W celu pozyskania niezbędnych informacji na temat działania strumienic cieczowych konieczne jest wyznaczenie ich charakterystyk pracy [9, 10]. Badania takie pozwalają zoptymalizować pracę strumienic stosowanych w pożarnictwie. Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki odniesiono do wymagań stawianych w rozporządzeniu MSWiA [8] i normie PN-M-51069 [7]. Ponadto podczas badań określono korelację podstawowych parametrów charakteryzujących strumienice, którymi są: współczynnik wydatków α , współczynnik ciśnień β oraz parametr (wyróżnik) konstrukcyjny m .

Prezentowana praca jest kontynuacją badań omówionych w artykule opublikowanym na ubiegłorocznej konferencji "TRANSCOMP 2014" [3], jednakże badania przeprowadzono na innym stanowisku pomiarowym oraz przy użyciu innego systemu pomiarowego.

1. ZASADA DZIAŁANIA ZASYSACZY LINIOWYCH

Zasysacz liniowy jest typem strumienicy cieczowej. W pożarnictwie znalazł on zastosowanie w procesie tworzenia pian gaśniczych. Wyróżnia się 3 typy zasysaczy liniowych: Z-2, Z-4, Z-8, o przepływach nominalnych odpowiednio 200 dm³/min, 400 dm³/min i 800 dm³/min. Zasysacze Z-2 oraz Z-4 posiadają nasady wlotową i wylotową wielkości 52, natomiast zasysacz Z-8 nasady

wielkości 75 [2, 3]. Zasada działania zasysacza jest ściśle związana z działaniem strumienicy. Ciecz roboczą stanowi woda, natomiast płynem zasysanym jest środek pianotwórczy. Stężenie wodnego roztworu środka pianotwórczego nastawia się w zakresie 1 – 7 %, w starszych modelach 1 – 6 % [2, 4-6]. Schemat zasysacza liniowego został przedstawiony na rysunku 1.

1.1. Podstawowe układy pracy i parametry strumienic

Zasysacze liniowe instaluje się w linii gaśniczej bądź w linii głównej zgodnie z kierunkiem strzałki umieszczonej na korpusie urządzenia. Umieszczenie zasysacza liniowego w linii głównej jest rzadko stosowane, gdyż eliminuje wówczas możliwość podawania wody z drugiej linii gaśniczej. W tym celu należy stosować zasadę, aby instalować je pomiędzy przedostatnim, a ostatnim odcinkiem linii węzowej. Podstawowymi parametrami pracy zasysacza liniowego są ciśnienie i wydajność strumienia zasilającego (roboczego) Q_r i p_r , strumienia tłoczonego Q_t i p_t i strumienia zasysanego Q_z i p_z . Uwzględniając przyspieszenie ziemskie i gęstości płynów w danej temperaturze ciśnienia te można przeliczyć na wysokości odpowiadających strumieni jako [1]:

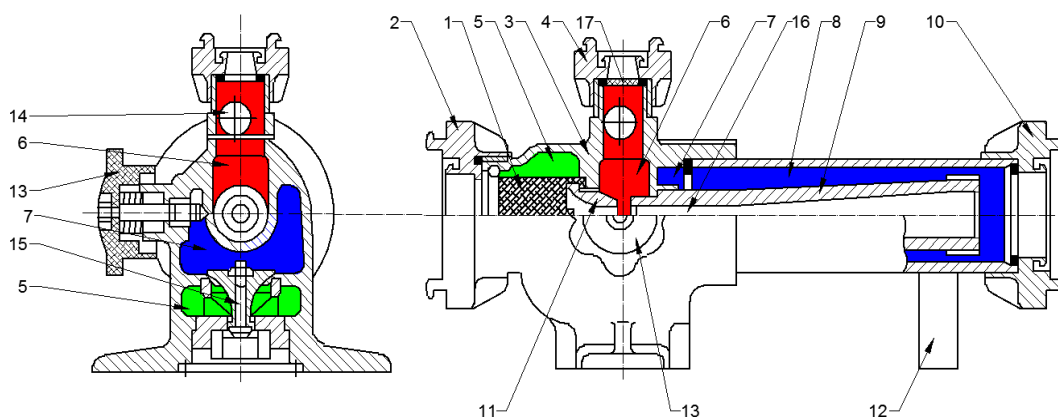
$$H_r = \frac{p_r}{\rho_r \cdot g} \quad [m] \quad (1)$$

$$H_t = \frac{p_t}{\rho_t \cdot g} \quad [m] \quad (2)$$

$$H_z = \frac{p_z}{\rho_z \cdot g} \quad [m] \quad (3)$$

gdzie:

ρ_r – gęstość strumienia roboczego [m³/kg],
 ρ_t – gęstość strumienia tłoczonego [m³/kg],
 ρ_z – gęstość strumienia zasysanego [m³/kg],
 g – przyspieszenie ziemskie [g=9,81m²/s].



Rys. 1. Przekrój zasysacza liniowego [11]

1 – sito filtrujące, 2 – nasada wlotowa o średnicy wewnętrznej 52 mm lub 75 mm, 3 – korpus, 4 – nasada zasysająca o średnicy wewnętrznej 25 mm, 5 – kanał boczny, 6 – komora zasysania (ssawna), 7 – komora przepływowa, 8 – łącznik rurowy, 9 – dyfuzor, 10 – nasada wylotowa o średnicy wewnętrznej 52 mm lub 75 mm, 11 – dysza robocza (zasilająca), 12 – wspornik, 13 – pokrętko do regulacji środka pianotwórczego, 14 – zawór zwrotny, 15 – zawór samoregulacyjny, 16 – komora mieszania, 17 – sito filtrujące

Zasysanie cieczy następuje pod działaniem siły proporcjonalnej do różnicy ciśnienia w komorze ssawnej, a ciśnienia oddziałującego na lustro cieczy w zbiorniku ssawnym.

Dla każdej strumienicy można wyznaczyć jej charakterystyczne współczynniki, którymi są [2, 7]:

a) stężenie wodnego roztworu środka pianotwórczego:

$$C = \frac{Q_z}{Q_t} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

b) strata ciśnienia na zasysaczu (parametr ten informuje jaką stratę ciśnienia generuje dany zasysacz):

$$S = \frac{H_r + H_t}{H_r} \cdot 100 [\%] \quad (5)$$

c) sprawność strumienicy η – jest to stosunek mocy przekazanej strumieniowi zassanemu i mocy oddanej przez strumień roboczy:

$$\eta = \frac{Q_z \cdot (H_z + H_t)}{Q_r \cdot H_r} \cdot 100 [\%] \quad (6)$$

d) współczynnik ejskacji (współczynnik wydatków) u [-] – jest to stosunek natężenia przepływu strumienia zasysanego do natężenia przepływu strumienia roboczego i określa on zdolność zasysającą urządzenia:

$$u = \frac{Q_z}{Q_r} [-] \quad (7)$$

e) współczynnik spiętrzenia (ciśnien) β [-] – jest to stosunek wysokości ciśnienia strumienia tłoczonego i wysokości ciśnienia strumienia zasilającego określający straty energetyczne strumienicy (w strumienicach cieczowych $\beta < 1$):

$$\beta = \frac{H_t}{H_r} = \frac{p_t \cdot \rho_r}{p_r \cdot \rho_t} [-] \quad (8)$$

Dla cieczy o tej samej gęstości można je skrócić, gdyż $\rho_r = \rho_t$, wówczas:

$$\beta = \frac{p_t}{p_r} [-] \quad (9)$$

f) wyróżnik konstrukcyjny m – jest to stosunek pola przekroju komory mieszania A_{km} do pola przekroju wylotu dyszy roboczej A_{dw} . Wielkość ta charakteryzuje geometrię wewnętrzną strumienicy [3]:

$$m = \frac{A_{km}}{A_{dw}} [-] \quad (10)$$

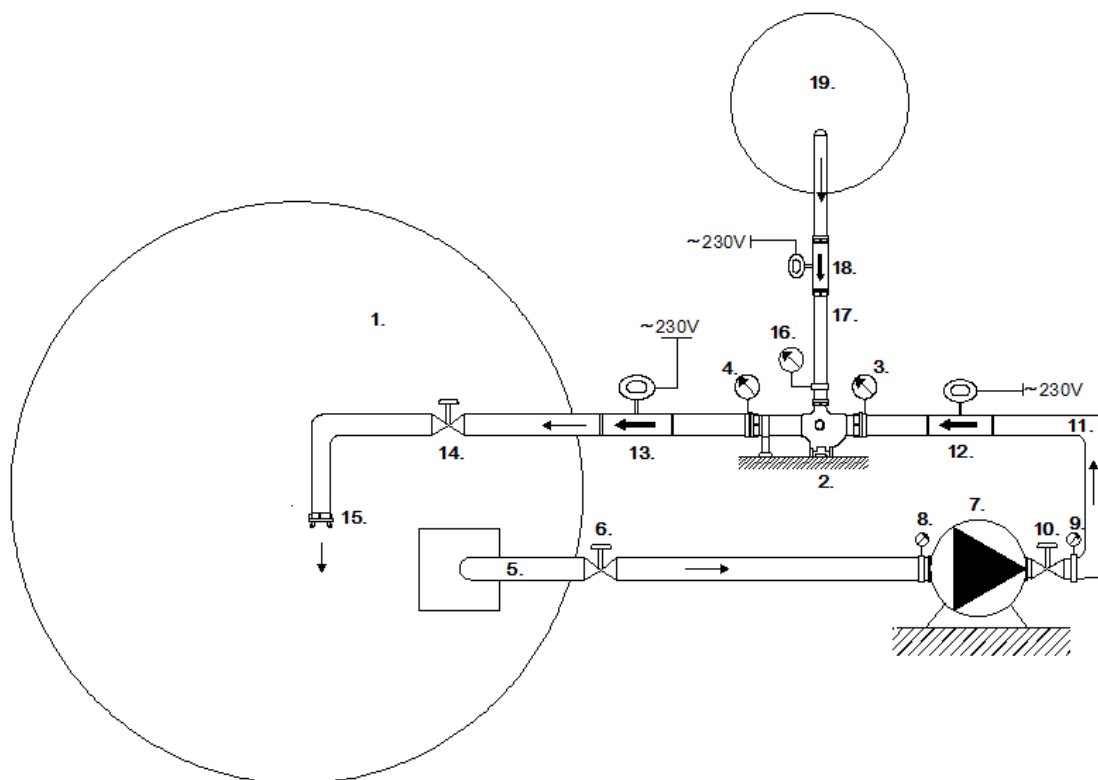
2. PROGRAM BADAŃ ORAZ METODY BADAWCZE

2.1. Cel i zakres badań

Do badań wykorzystano trzy zasysacze liniowe typu Z-2, trzech różnych producentów. Są to: zasysacz liniowy Z-2 polskiej produkcji Ł.S.P.M „PROGAZ” (rysunek 2), zasysacz liniowy Z-2 firmy „POHORJE Mirna” (rysunek 3) oraz jego odpowiednik niemieckiej firmy „AWG” (rysunek 4). Poddane badaniom zasysacze można spotkać na wyposażeniu większości jednostek ratowniczo – gaśniczych na terenie całego kraju.



Rys. 2. Zasysacz liniowy Z-2 „PROGAZ”



Rys. 5. Schemat stanowiska badawczego dla badanych zasysaczy liniowych [11]

1 – zbiornik wodny pojemności 4,5 m³, 2 – badany zasysacz liniowy, 3, 4, 9 – manometr, 5 – rurociąg ssawny DN 100 pompy zasilającej, 6, 10, 14 – zawory wolno otwieralne, 7 – pompa zasilająca (motopompa Rosenbauer FOX M16/8), 8 – wakuometr kontrolny pompy, 11 – rurociąg zasilający strumienicę (odcinek węża pożarniczego W-52), 12, 13, 18 – przepływomierz elektromagnetyczny, 15 – rurociąg tłoczny strumienicy DN 65, 16 – wakuometr, 17 – przewód ssawny (wąż półsztywny średnicy 25 mm), 19 – zbiornik ssawny.



Rys. 3. Zasysacz liniowy Z2 „POHORJE Mira”



Rys. 4. Zasysacz liniowy Z-2 „AWG”

2.2. Stanowisko badawcze i zastosowana metoda pomiarowa

W celu przeprowadzenia badań wykorzystano specjalne stanowisko pomiarowe, przedstawione na rysunku 5. Podczas badań wyznaczono natężenia przepływu i ciśnienie strumienia roboczego oraz wylotowego, a także podciśnienie i natężenie przepływu wody w układzie zasysania. W celach kontrolnych monitorowano parametry pracy pompy zasilającej oraz temperaturę wody w zbiornikach. Badania wykonano w układzie zamkniętym przepływu wody. Układ zasilania strumienicy stanowiła motopompa połączona ze zbiornikiem z wodą. W badaniach użyto następujące przyrządy pomiarowe [11]:

- przepływomierz elektromagnetyczny Yamatake-Honeywell, typ K1D10A-0050PL41 SX-XX, DN 50, dokładność $\pm 0,5$ % mierzonego przepływu
- przepływomierz elektromagnetyczny Elis, typ Flonet FN20XX.1 o średnicy nominalnej DN 65 i dokładności pomiarowej $\pm 0,2$ % aktualnego natężenia przepływu,
- przepływomierz elektromagnetyczny MAGFLO, typ MAG 2500 o średnicy nominalnej DN 25 i dokładności pomiarowej $\pm 0,5$ % aktualnego natężenia przepływu,
- manometr glicerynowy Wika, zakres pomiaru $0 \div 1$ MPa, skala pomiaru 0,2 MPa, klasa dokładności 1,6,
- manometr glicerynowy Wika, zakres pomiaru $0 \div 1$ MPa, skala pomiaru 0,2 MPa, klasa dokładności 1,6,
- wakuometr sprężynowy, zakres pomiaru $-0,1 \div 0$ MPa, skala pomiaru 0,002 MPa, klasa dokładności 1,6.

2.3. Przebieg badań

Podczas badania geometryczną wysokość ssania stanowiącą różnicę wysokości między lustrem cieczy w zbiorniku ssawnym (19) a osią zasysacza (2) przyjęto równą $H_{gs} = 0,3 \pm 0,1$ m. Dla każdego

punktu pomiarowego rejestrowano i zapisywano następujące wskazania przyrządów pomiarowych: ciśnienie zasilania strumienia roboczego p_r (manometr nr 3), natężenie przepływu strumienia roboczego Q_r (przepływomierz nr 13), podciśnienie w przewodzie ssawnym p_z (wakuometr nr 16), wydajność strumienia zasysanego Q_z (przepływomierz nr 18), ciśnienie wylotowe (tłoczenia) z zasysacza p_t (manometr nr 4). Podczas badania kontrolowano dokładność wskazania przepływomierza zamontowanego w rurociągu ssawnym przez odczyt i analizę wyników podanych przez przepływomierz (13) zastosowany w układzie wylotowym zasysacza. Badania wykonano tak, aby każda uzyskana charakterystyka pracy zasysacza zawierała minimum 10 punktów pomiarowych.

Punkty pracy wskazane na charakterystykach uzyskano w wyniku dławienia przepływu wody w rurociągu tłocznym zasysacza. Dławienia dokonano przez stopniowe zwiększanie strat w rurociągu przez zakręcanie zaworu dławiącego (14). W jego wyniku uzyskiwano zwiększenie ciśnienia tłoczenia na wylocie z zasysacza aż do momentu, w którym dokręcenie zaworu dławiącego spowodowało zbyt duże opory na linii tłocznej i zasysacz nie pobierał wody ze zbiornika ssawnego (19).

Przed przystąpieniem do badań po wcześniejszym zainstalowaniu przedmiotowego zasysacza do stanowiska pomiarowego, sprawdzono szczelność układu, dokładność połączeń oraz prawidłowość zamontowania przyrządów pomiarowych. Silnik pompy uruchomiono i ustawiono na zadane ciśnienie zasilające układ p_r , przy otwartym zaworze regulacyjnym umieszczonym za zasysaczem. Regulacje wydatku cieczy roboczej dokonano poprzez dławienie zaworem umieszczonym za zasysaczem. Pozwoliło to na otrzymanie wymaganych parametrów ciśnienia p_t w układzie pomiarowym.

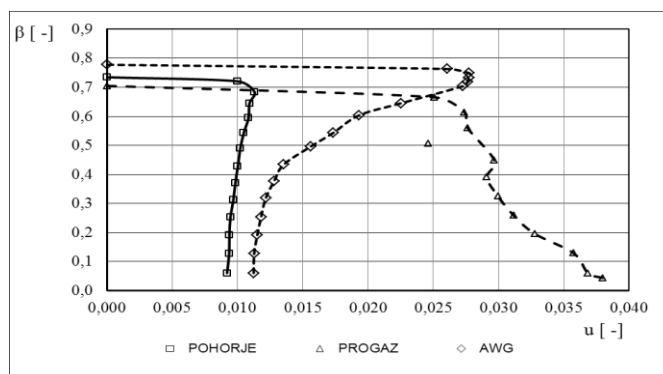
Każdorazowo po ustabilizowaniu się wskazań na urządzeniach pomiarowych odczytano je i zapisano w następującej kolejności:

- ciśnienie zasilania p_r [MPa],
- ciśnienie tłoczenia za strumienicą p_t [MPa],
- ciśnienie w obszarze ssawnym p_z [MPa],
- natężenie przepływu strumienia roboczego Q_r [dm^3/s],
- natężenie przepływu strumienia zasysanego Q_z [dm^3/s].

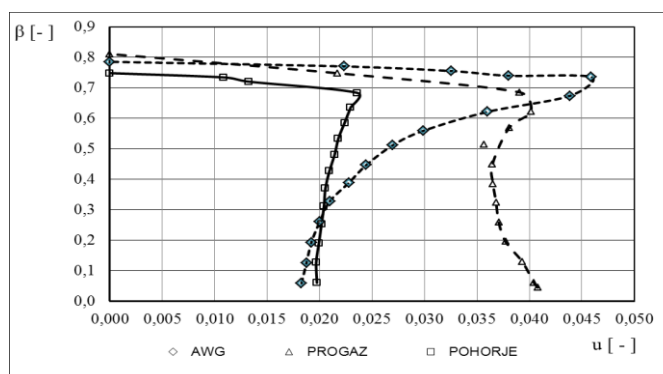
W każdej serii pomiarowej rejestrację prowadzono do momentu uzyskania zerowej wartości wydatku strumienia zasysanego $Q_z = 0$ [dm^3/s]. Opisane czynności wykonano dla badanych zasysaczy liniowych przy zadanym ciśnieniu zasilania p_r wynoszącym odpowiednio 0,4, 0,6 i 0,8 MPa oraz dla trzech różnych stężeń ustalonych za pomocą nastawy zaworu dozującego (zawór regulacyjny) 1%, 3% i 5%. Po przeprowadzeniu serii badań dokonano pomiaru średnic tj. wylotu dyszy zasilającej d_1 oraz komory mieszania d_2 w celu obliczenia współczynników m badanych zasysaczy.

2.4. Wyniki badań

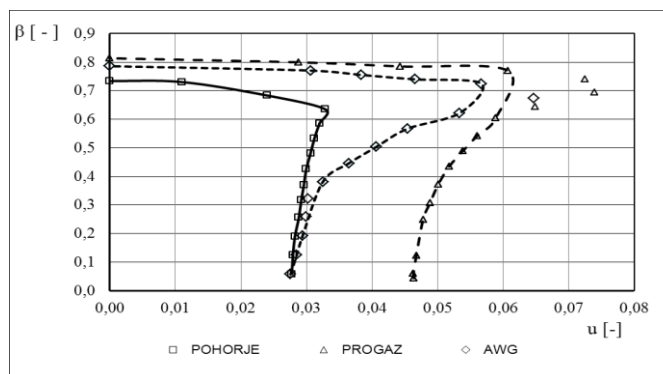
Ze względu na to, że w przypadku wszystkich badanych zasysaczy przy ciśnieniu 0,4 MPa nie spełniają one warunków normowych w zakresie odchyłki stężenia rzeczywistego i ustawionego na pokrętle regulacyjnym w żadnym z badanych stężeń (1%, 3%, 5%), w niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki uzyskane tylko przy ciśnieniach 0,6 MPa i 0,8 MPa. Na rysunkach 6-11 pokazano uzyskane bezwymiarowe charakterystyki przepływowe dla trzech badanych zasysaczy Z-2 przy dwóch wybranych ciśnieniach 0,6 i 0,8 MPa oraz trzech stężeniach 1%, 3% i 5%. Z kolei w celu przanalizowania wpływu ciśnienia na charakterystyki poszczególnych zasysaczy na rysunkach 12-14 przedstawiono je oddzielnie dla każdego badanego zasysacza otrzymane przy stężeniu 3% i dwóch ww. wartościach ciśnień.



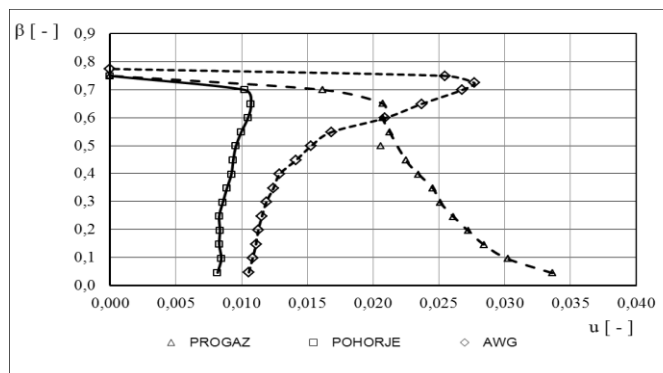
Rys. 6. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla trzech badanych zasysaczy otrzymane przy ciśnieniu 0,6 MPa i stężeniu 1%



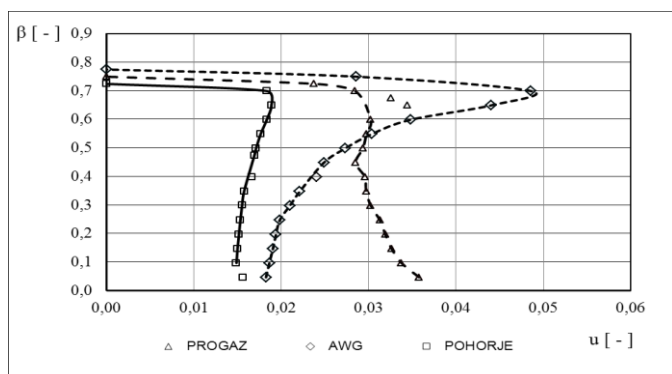
Rys. 7. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla trzech badanych zasysaczy otrzymane przy ciśnieniu 0,6 MPa i stężeniu 3%



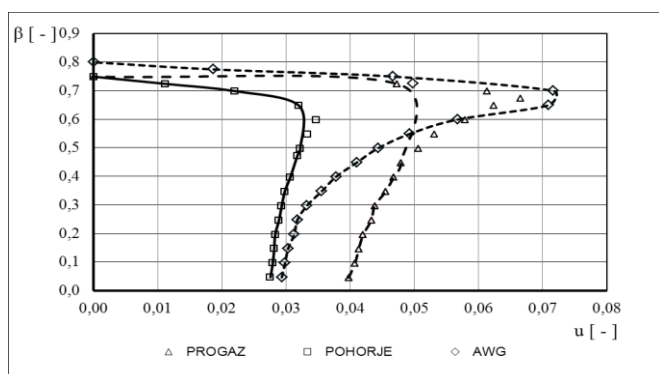
Rys. 8. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla trzech badanych zasysaczy otrzymane przy ciśnieniu 0,6 MPa i stężeniu 5%



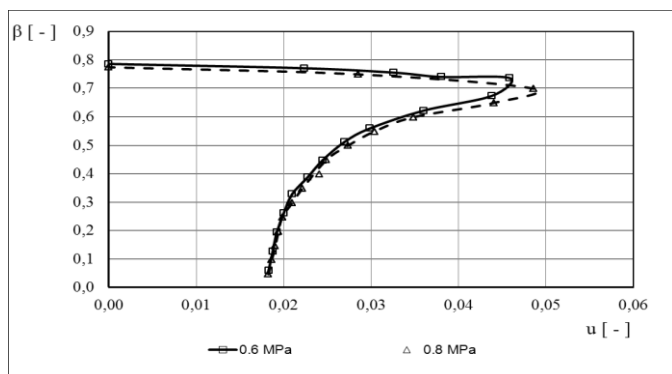
Rys. 9. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla trzech badanych zasysaczy otrzymane przy ciśnieniu 0,8 MPa i stężeniu 1%



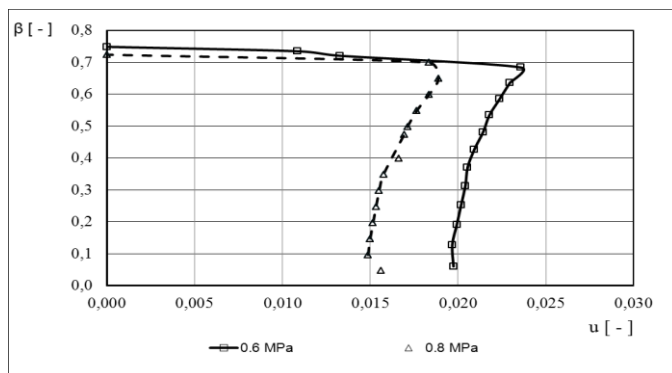
Rys. 10. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla trzech badanych zasysaczy otrzymane przy ciśnieniu 0,8 MPa i stężeniu 3%



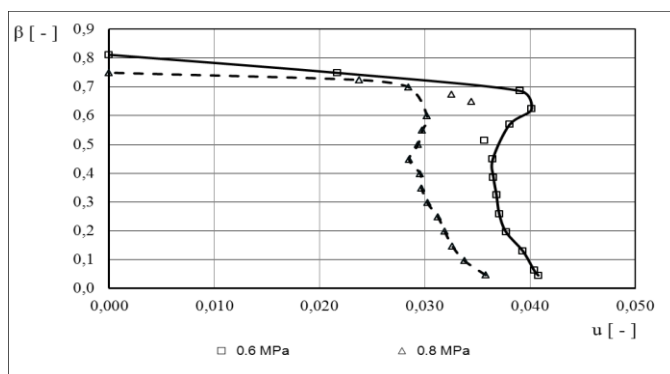
Rys. 11. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla trzech badanych zasysaczy otrzymane przy ciśnieniu 0,8 MPa i stężeniu 5%



Rys. 12. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla zasysacza Z-2 firmy AWG otrzymane przy ciśnieniach 0,6 MPa i 0,8 MPa oraz stężeniu 3%



Rys. 13. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla zasysacza Z-2 firmy POHORJE otrzymane przy ciśnieniach 0,6 MPa i 0,8 MPa oraz stężeniu 3%



Rys. 14. Przebiegi bezwymiarowych charakterystyk dla zasysacza Z-2 firmy PROGAZ otrzymane przy ciśnieniach 0,6 MPa i 0,8 MPa oraz stężeniu 3%

WNIOSKI

Na podstawie analizy otrzymanych wyników badań sformułowano następujące wnioski ogólne:

- Otrzymane charakterystyki przepływowe zasysaczy różnych producentów różnią się znacznie między sobą zwłaszcza w obszarach odpowiadającym większym wartościom współczynnika wydatku u . Do pewnej jego wartości zależnej od ciśnienia i ustawionego stężenia następuje nieznaczne (praktycznie liniowe) zmniejszanie się wartości współczynnika ciśnienia β (w tym zakresie różnice pomiędzy charakterystykami nie przekraczają wartości 0.1). Po jej przekroczeniu następuje nagły spadek wartości β , podczas której wartości współczynnika u maleją w przypadku dwóch badanych zasysaczy AWG i POHORJE lub maleją a następnie rosną w przypadku zasysacza PROGAZ. Jeżeli chodzi o zasysacze PROGAZ i POHORJE, to różnice pomiędzy wartościami maksymalnymi i minimalnymi współczynnika u w tym obszarze nie są zbyt duże i nie przekraczają 0.015. Zupełnie inna sytuacja ma miejsce w przypadku zasysacza AWG, w przypadku którego spadek wartości współczynnika u może nawet przekraczać 0.04 (patrz rys. 11).
- Ze względu na stabilność współczynnika u odpowiadającego ustawionemu stężeniu środka pianotwórczego, najlepszy okazał się zasysacz Z-2 produkowany przez firmę POHORJE, w przypadku którego maksymalne różnice w części roboczej charakterystyki nie przekraczają 0.005. Z punktu widzenia tego samego kryterium drugim w kolejności zasysaczem był ten produkowany przez firmę PROGAZ. W tym przypadku różnice te były większe i w niektórych przypadkach przekroczyły 0.01 (patrz rys. 9 i 11). Wyraźnie najbardziej odbiegającą od wymagań utrzymania stałego stężenia środka pianotwórczego okazał się zasysacz Z-2 produkowany przez firmę AWG, dla którego przy nawet nieznacznych zmianach współczynnika ciśnienia następuje gwałtowne obniżenie współczynnika wydatku u , które przy ciśnieniu 0.8 MPa i stężeniu 5% może nawet przekroczyć wartość 0.04.
- Biorąc pod uwagę zgodność otrzymanych rzeczywistych stężeń ze stężeniami ustawionymi przy pomocy pokrętła, to w większości przypadków otrzymano wartości niższe od zadanych. Różnice te są tym większe im wyższa jest wartość stężenia. Jedynym wyjątkiem od tej reguły stanowi zasysacz PROGAZ dla którego przy ciśnieniu roboczym 0,6 MPa i stężeniu 3%, otrzymano wyższe stężenia.
- Wyższe ciśnienie robocze powoduje szybsze „załamanie” charakterystyki. Średnia różnica pomiędzy wartościami współczynnika u wynosi w przypadku zasysacza Z-2 firmy POHORJE około 0.005 (patrz rys. 16) a w przypadku zasysacza Z-2

- firmy PROGAZ około 0.01 (patrz rys. 17). Z kolei w przypadku zasysacza Z-2 firmy AWG obydwie charakterystyki są bardzo zbliżone do siebie, a maksymalna różnica pomiędzy wartościami współczynnika u w momencie „zagięcia” charakterystyki nie przekracza 0.04. Z tego faktu Wynika stąd wniosek, że jest ona najmniej wrażliwa na ewentualne zmiany ciśnienia roboczego.
- Zawór samoregulacyjny we wszystkich badanych zasysacza ulega całkowitemu zamknięciu przy współczynniku β wynoszącym około 0,7. Świadczy to o zbyt dużych stratach w układzie za zasysaczem. Jest więc to wartość graniczna pracy zaworu, po przekroczeniu której następuje gwałtowny spadek wydajności cieczy zassanej, a tym samym spadek stężenia.

Badania charakterystyk zasysaczy mają istotne znaczenie z punktu widzenia ich zastosowania w układach gaszenia, ponieważ otrzymane w wyniku jego działania aktualne stężenie środka pianotwórczego ma znaczny wpływ na efektywność gaśniczą, a więc na czas trwania pożaru i na ewentualne straty pożarowe. Przeprowadzone badania i otrzymane dzięki nim wyniki, a także sformułowane wnioski mogą pomóc w wyborze zasysacza np. podczas planowania jego zakupu.

Na rynku pojawiają się coraz to nowe wyroby tego typu, których charakterystyki powinny być zbadane zanim znajdą one zastosowanie podczas prowadzonych akcji ratowniczo-gaśniczych. Autorzy mają w planach takie badania, jak również opracowanie odpowiednich wskazówek dla producentów tego rodzaju sprzętu, które mogłyby polepszyć ich własności przepływowe. Idealem byłoby tutaj rozwiązanie, które by umożliwiło niezależnie od zmian ciśnienia roboczego i warunków na wylocie zasysacza, utrzymanie nastawionej wartości stężenia środka pianotwórczego przez cały czas trwania procesu gaszenia.

BIBLIOGRAFIA

- Goliński J. A., Troskoleński A.T., *Strumienice: teoria i konstrukcje*, Warszawa 1979.
- Derecki T., *Sprzęt pożarniczy do podawania wody i pian gaśniczych*, Warszawa 1999.
- Drzymała T., Rozenberg M., Smulczyński T., *Analiza porównawcza wybranych zasysaczy liniowych stosowanych w ochronie przeciwpożarowej*, Logistyka 2014, nr 6, s. 3264-3275.
- Galaj J., Pawlak E., Zegar W., *Laboratorium z hydromechaniki*, Warszawa 2004.
- Gil D., *Armatura wodna i pianowa*, Częstochowa 2003.
- Placek P., *Sprzęt i armatura wodna*, Warszawa 2011.
- PN-M-51069, *Sprzęt pożarniczy. Zasysacze liniowe*, Warszawa 1996.
- Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania, Dz. U. nr 85 poz. 553.
- Rynkowski P., Teleszewski T. J., *Wyznaczanie charakterystyk strumienicy*, Białystok 2012.
- Sokolow J.J., Zinger N.M., *Strumienice*, Warszawa 1965.
- Wąsik W., Drzymała T. Chudy P., *Wpływ ciśnienia zasilania na zmianę parametrów pracy zasysacza liniowego Z4*, Logistyka nr 4/2015.

- Wytyczne Komendanta Głównego PSP, dotyczące standaryzacji pojazdów pożarniczych i innych środków transportu Państwowej Straży Pożarnej z dnia 14 kwietnia 2011 roku.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FLOW CHARACTERISTICS SELECTED OF IN-LINE FOAM CONCENTRATE INDUCERS Z-2 USED IN FIRE PROTECTION AREA

Abstract

To produce foam during firefighting and rescue operations specialized equipment is required. Despite technological progress, in-line foam concentrate inducers are still being applied and used by fire protection units during firefighting operations. This work is a continuation of the research discussed in the paper submitted to last year's conference "TRANSCOMP 2014", but carried out using a different measuring system than before. Research discusses the flow characteristics of three types of in-line foam concentrate inducers Z2 produced by the different manufacturers. The results are given in both tabular and graphical and formulated the conclusions based on comparative analysis of flow characteristics obtained during experiments were formulated, among others referring their compliance with the standard requirements.

Autorzy:

Drzymała Tomasz - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, 01-629 Warszawa, ul. Słowackiego 52/54, Tel: +48 22 5617613, Fax. +48 22 8330724, t.drzymała@sgsp.edu.pl

Galaj Jerzy - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, 01-629 Warszawa, ul. Słowackiego 52/54, Tel: +48 22 5617570, Fax. +48 22 8330724, jgalaj@op.pl, galaj@sgsp.edu.pl

Wiktor Wąsik - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, 01-629 Warszawa, ul. Słowackiego 52/54, Tel: +48 22 5617645, Fax. +48 22 8330724, wwasik@sgsp.edu.pl

Piotr Chudy - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, 01-629 Warszawa, ul. Słowackiego 52/54, Tel: +48 22 5617559, Fax. +48 22 8330724, pchudy@sgsp.edu.pl

Tomasz Smulczyński - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, 01-629 Warszawa, ul. Słowackiego 52/54, Tel: +48 22 5617613, Fax. +48 22 8330724, smolaaa@o2.pl