



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

Jerzy GAŁAJ, Łukasz KUCMIN

BADANIA WŁASNOŚCI PRZEPIYWOWYCH WSPÓLCZESNYCH PRĄDOWNIC WODNYCH

Streszczenie

W pracy omówiono badania decydujące o efektywności gaśniczej własności przepływowych dwóch nowoczesnych prądownic wodnych Turbo Master i Turbo Twist. Ogólnie scharakteryzowano obydwie prądownice i stanowisko pomiarowe, na którym przeprowadzono badania. Opisano zastosowaną metodykę pomiarową. Zaprezentowano w postaci graficznej otrzymane wyniki a także podano funkcje, przy pomocy których aproksymowano charakterystyki przepływowe. Na końcu podano wnioski sformułowane na podstawie przeprowadzonych badań zawierające m.in. porównanie otrzymanej stałej wypływu z wymaganiami normowymi.

WSTĘP

Poszukiwanie nowych, lepszych sposobów ochrony ludności i mienia, a także skuteczniejszych sposobów gaszenia jest zasadniczym celem działania prawie wszystkich placówek naukowo – badawczych zajmujących się ochroną przeciwpożarową. Na uwagę zasługuje fakt, że w około 90% przypadków pożarów, jako środek gaśniczy stosowana była woda [1]. Jednym z wielu elementów mogących poprawiać bezpieczeństwo kraju jest zwiększanie efektywności akcji gaśniczych i sposobów gaszenia pożarów, poprzez udoskonalanie obecnie stosowanych prądownic pożarniczych. Celem pracy jest zbadanie nieznanych do tej pory w Polsce własności przepływowych dwóch od niedawna stosowanych w Państwowej Straży Pożarnej nowoczesnych prądownic Turbo Master i Turbo Twist. Prądownice wodne stanowią zakończenie gaśniczych linii węzowych połączonych z pompami pożarniczymi lub wewnętrznymi sieciami hydrantowymi. Służą one do formowania odpowiedniego strumienia wody w zależności od potrzeb i warunków działań ratowniczo – gaśniczych. Mogą wytworzyć zwarty lub rozproszony (kroplisty i mgłowy) prąd wody oraz pianę ciężką po zamontowaniu odpowiedniej nasadki pianowej (niektóre konstrukcje prądownic wodnych posiadają takie możliwości) [4].

W zależności od konstrukcji wyróżniamy następujące typy prądownic wodnych:

- a) proste (PW);
- b) pistoletowe (PWS);
- c) typu turbo (PWT);
- d) uniwersalne z możliwością podawania piany średniej i ciężkiej typu turbo (PW/PT).

Najbardziej znanymi konstrukcjami są prądownice uniwersalne typu TURBO, w których podgrupę stanowią prądownice typu TURBO MASTER. Prądownice uniwersalne typu

TURBO mają możliwość regulowania wydajności i stopnia rozproszenia prądu wody (podają osobno prądy rozproszone i zwarte). Prądownice typu Turbo Master posiadają dodatkowo możliwości utworzenia parasola ochronnego. Pomiędzy strumieniem rozproszonym, a parasolowym możliwa jest płynna regulacja kąta rozwarcia – maksimum 160 stopni. Skrajne położenie uruchamia parasol ochraniający strażaka przed uderzeniem fali ciepła podczas efektu rozgorzenia (ang. flash over). Wydajność regulowana jest skokowo przy pomocy obrotowego pierścienia według poniższych przedziałów.

Najczęściej w praktyce znajdują zastosowanie dwa typy prądownic:

- a) Turbo Master 52 z regulacją wydajności 100-200-300-400,
- b) Turbo Master 25 z regulacją wydajności 50-90-140.

Obie ww. prądownice posiadają funkcję płukania. Przekręcając pierścień skrajnie w prawo uruchamiamy funkcję oczyszczania. Pozwala to na wypłukanie zanieczyszczeń o średnicy do 6 mm.

Inną podgrupą prądownic uniwersalnych typu TURBO stanowią prądownice typu TURBOJET. Nie posiadają one regulacji wydajności tylko regulacje stopnia rozproszenia (prąd zwarty i rozproszony), jednak mogą podawać te prądy równocześnie (duo prądy). Prądownice proste mogą posiadać konstrukcje z zaworami (kulowymi) lub bez zaworów, natomiast wszystkie konstrukcje prądownic pistoletowych posiadają zawory odcinające (kulowe lub iglicowe).

Ze względu na wielkość nasad prądownice dzielimy na:

- a) 25 (PW 25, PWS 25, PWT 25, PW / PT 25),
- b) 52 (PW 52, PWS 52, PWT 52, PW / PT 52),
- c) 75 (PW 75, PWT 75, PW / PT 75).

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BADANYCH PRĄDOWNIC WODNYCH

1.1. Prądownica uniwersalna PWT 52 Turbo Twist

Najnowszy typ prądownicy produkowanej przez firmę niemiecką AWG spełnia rolę urządzenia wielofunkcyjnego służącego do podawania wody i pian gaśniczych za pomocą wymiennych nakładek – dysz. Widok prądownicy pokazano na rys. 1.

Zasadniczą częścią tej prądownicy jest korpus z nasadą obrotową typu Storz 52 lub 75 z zaworem kulowym i specjalnej konstrukcji szybkozłączem do montażu i demontażu nakładek roboczych.



Rys. 1. Widok ogólny prądownicy PWT 52 Turbo Twist [14]

W przypadku tego typu korpusu można w prosty i szybki sposób zamontować lub wymienić, w zależności od potrzeb i rozwoju akcji, 13 nakładek roboczych, które w zależności od podawanego środka gaśniczego formują jego odpowiednie strumienie i wytwarzają pianę ciężką lub średnią. Jedną z trzynastu dysz jest nakładka do podawania strumieni zwartych i rozproszonych, pokazana na rys. 2.



Rys. 2. Widok dyszy wodnej T2235 TT do PWT Turbo Twist [14]

Podobnie jak prawie we wszystkich modelach prądownic wodnych uniwersalnych typu Turbo, tak i w tym przypadku dysze pozwalają na formowanie zarówno zwartych jak i rozproszonych strumieni wodnych w zakresie od 0° do 120°. Urządzenie pozwala również na regulowanie wydajności wody. Producent proponuje cztery wielkości dysz do podawania wody, które różnią się między sobą wymiarami, ciężarem i zakresem regulowanej wydajności wody i zamontowania w korpusie z nasadą 52 lub 75. Ich dane techniczno-użytkowe podano w tab. 1. W warunkach laboratoryjnych przebadano głowicę T 2235 TT, której parametry podano w tab. 2.

Tab. 1. Dane techniczno - użytkowe dysz do podawania wody w PWT 52 Turbo Twist [4]

Model dyszy wodnej	Regulowana wydajność przy ciśnieniu 0,6 MPA [l/min]	Wymiar dł. / śr. [mm]	Masa [kg]
T 2130	40 / 80 / 130	167 / 70	0,90
T 2235	60 / 130 / 235	180 / 92	1,24
T 2400	130 / 235 / 400	187 / 92	1,24
T 2750	360 / 550 / 750	235 / 113	2,10

Tab. 2. Parametry konstrukcyjne prądownicy Turbo Twist – głowica standardowa [4]

Nazwa	Nasada wejścia	Długość	Średnica	Masa
T 2235 TT	52	180 mm	92 mm	1,24 kg

Do prądownicy produkowane są różne dodatkowe urządzenia zwiększające jej funkcjonalność takie jak:

- a) łącznik kątowy,
- b) głowice mgłowe.

Poniżej omówiono kilka najczęściej stosowanych i przebadanych podczas eksperymentu głowic wymiennych przeznaczonych dla prądownicy Turbo Twist:

a) głowica generująca strumień płaski regulowany

Widok głowicy pokazano na rys. 3. Pozwala ona na uzyskanie efektu „ściany wodnej”, która efektywnie gasi i chłodzi duże powierzchnie. Doskonale sprawdza się do ochrony przed iskrami oraz do tworzenia osłony przed żarem. Może służyć także do czyszczenia drogi lub ściany. Głowica generująca strumień płaski regulowany posiada dodatkowo obracającą się głowicę, którą można ustawić strumień poziomo lub pionowo. W tabeli 3 podano parametry techniczno-użytkowe głowicy regulowanej.

Tab. 3. Parametry techniczno - użytkowe głowicy generującej regulowany strumień płaski [4]

Zasięg	Kąt rozpylania	Długość	Średnica	Masa
15 m	120°	150 mm	70 mm	0,94 kg



Rys. 3. Widok głowicy generującej strumień płaski regulowany [14]

b) głowica generująca strumień płaski poziomy

Widok głowicy pokazano na rys. 4. Jej przeznaczenie jest bardzo podobne do przeznaczenia głowicy generującej strumień płaski regulowany. Parametry techniczno-użytkowe głowicy podano w tab. 4



Rys. 4. Głowica generująca strumień płaski poziomy [14]

Tabela 4. Parametry techniczno - użytkowe głowicy generującej strumień płaski poziomy [4]

Zasięg	Kąt rozpylania	Długość	Średnica	Masa
12 m	45°	75 mm	70 mm	0,5 kg

c) głowica generująca strumień zwarty

Widok głowicy na prąd zwarty pokazano na rys. 5. Głowica ta generuje zwarty strumień o dużej sile penetracji powierzchni. Jej parametry techniczno-użytkowe podano w tab. 5.

Tabela 5. Parametry techniczno - użytkowe głowicy generującej strumień zwarty [4]

Zasięg	Średnica dyszy	Długość	Średnica	Masa
25 m	10 mm	80 mm	70 mm	0,5 kg



Rys. 5. Widok głowicy generującej strumień zwarty [14]

d) głowica generująca strumień mgłowy

Widok głowicy na prąd mgłowy pokazano na rys. 6. Wytwarza ona mgłę wodną o średnicy kropeł 0,3 mm, dzięki czemu bardzo dobrze ochrania ratownika przed oddziaływaniem cieplnym. Jej parametry techniczno – użytkowe zamieszczono w tab. 6.



Rys. 6. Widok głowicy generującej strumień mgłowy [14]

Tab. 6. Parametry techniczno - użytkowe głowicy generującej strumień mgłowy [4]

Zasięg	Kąt strumienia	Długość	Średnica	Masa
10 m	45°	134 mm	70 mm	0,75 kg

1.2. Prądownica uniwersalna Turbo Master

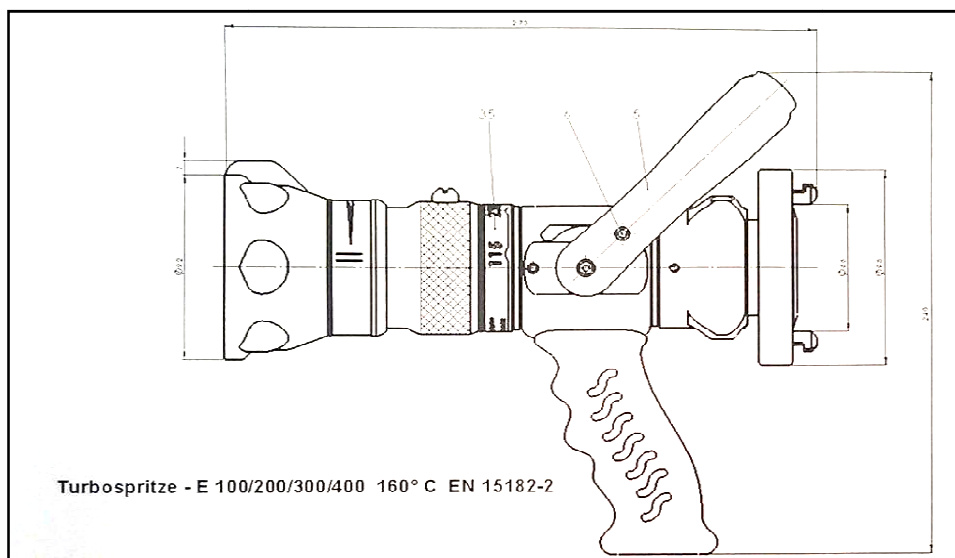
Prądownica Turbo Master należy do najnowszych prądownic turbo produkcji – AWG – renomowanego producenta armatury pożarnej. Ma ona regulowaną wydajność. Pozwala uzyskać trzy rodzaje strumienia, płynnie regulować kąt rozwarcia strumienia rozproszonego, a także posiada zintegrowaną funkcję oczyszczania (płukania). Wydajność regulowana jest przy pomocy obrotowego pierścienia. Parametry konstrukcyjne prądownicy Turbo Master podano w tab. 7.

Tab. 7. Parametry konstrukcyjne prądownicy Turbo Master [4]

Nazwa	Nasada wejścia	Długość	Wysokość	Masa kg
Turbo Master	25	265	230	1,5
Turbo Master	52	272	242	2,3

Pomiędzy strumieniem rozproszonym a parasolem ochronnym możliwa jest płynna regulacja kąta rozwarcia strumienia – od 120° do 160°. Skrajne położenie uruchamia parasol wodny chroniący strażaka przed efektem rozgorzenia. Turbo Master pracujący przy ciśnieniu roboczym 0,6 MPa i wydajności 400 l/min wytwarza krople wody o wielkości ok. 0,45 mm. Wyższe ciśnienie maksymalnie 1,6 MPa i/lub mniejsza wydajność powoduje zredukowanie wielkości kropli do ok. 0,2 mm. Strumień, przy ustawieniu maksymalnej wydajności 400 l/min, zapewnia wystarczającą ochronę przed efektem rozgorzenia w

obecności instalacji o napięciu do 380 V. Na rys. 7 pokazano schematycznie budowę prądownicy



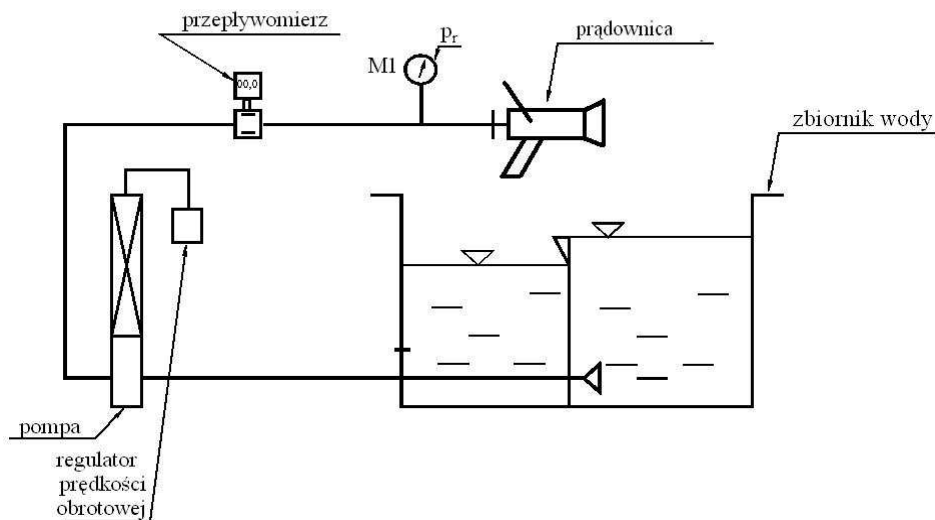
Rys. 7. Budowa prądownicy Turbo Master [13]

2. OPIS BADAŃ

Badany obiekt badany (prądownica Turbo Master lub Turbo Twist) został podłączony do linii tłocznej zasilanej przez pompę z wbudowanym układem automatycznej regulacji umożliwiającym stabilizację ciśnienia zasilania. Na przewodzie zasilającym zainstalowano przepływomierz elektromagnetyczny nie powodujący zakłócenia przepływu, służący do pomiaru natężenia przepływu oraz tensometryczny czujnik ciśnienia wraz z przetwornikiem przeznaczony do pomiaru ciśnienia roboczego. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 8, a jego widok na rys. 9. Głównym elementem stanowiska badawczego jest pompa konstrukcji wieloczołowej firmy Grundfos, która posiada dziewiętnaście stopni prędkości. Kolejnym bardzo istotnym elementem stanowiska, są urządzenia pomiarowe, przepływomierz MAGFLO marki Danfoss pokazany na rys. 10 oraz czujnik tensometryczny ciśnienia CL1 (produkcja ZEP) współpracujący z przetwornikiem zawierającym wyświetlacz CL 300 pokazane na rys. 11.

Pomiar dokonywany był zgodnie z podaną niżej procedurą:

- a) ustawienie minimalnych obrotów na pompie odpowiadających minimalnemu ciśnieniu zasilania prądownicy,
- b) uruchomienie pompy zasilającej,
- c) ustabilizowanie przepływu,
- d) pomiar ciśnienia i wydatku,
- e) zwiększenie obrotów pompy o jeden stopień prędkości,
- f) powtórzenie czynności opisanych w punktach c) do e) aż do osiągnięcia maksymalnych obrotów pompy (dziewiętnaście różnych obrotów),
- g) wyłączenie pompy i zakończenie pojedynczego badania.



Rys. 8. Schemat stanowiska pomiarowego [3]



Rys. 9. Widok stanowiska pomiarowego [4]



Rys. 10. Widok przepływomierza [4]



Rys. 11. Czujnik ciśnienia wraz z przetwornikiem [4]

Powyższą procedurę badawczą powtarzano dla każdego typu prądownicy i głowicy w przypadku Turbo Twist oraz różnych ustawień wydajności prądownicy przy prądzie zwartym i rozproszonym. W pierwszej kolejności przeprowadzono badania prądownicy Turbo Master dla prądu zwartego i rozproszonego przy ustawieniach 100, 200, 300 i 400 oznaczających nominalne wydajności prądownicy w dm^3/min . Podobne badania przeprowadzono dla głowicy standardowej dołączonej do prądownicy Turbo Twist, przy czym ustawienia wydajności były w tym przypadku równe 60, 130 i 235. Ponadto tę samą

procedurę badawczą zastosowano do prądownicy Turbo Twist z dołączonymi głowicami generującymi: strumień płaski regulowany, strumień płaski poziomy, strumień zwarty i strumień mgłowy.

3. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Otrzymane podczas badań wartości objętościowego natężenia przepływu (wydatku) w dm^3/s i ciśnienia w MPa w dziewiętnastu punktach pomiarowych dla wspomnianych wyżej przypadków zebrano w tabelach, które znajdują się w pracy [4]. Ze względu na ograniczoną objętość w niniejszej pracy zamieszczono tylko wybrane charakterystyki przepływowe.

Na podstawie otrzymanych wyników można określić stałą wypływu K dla prądu zwartego i rozproszonego generowanego przez prądownicę Turbo Master. Na podstawie [7] może być ona wyznaczona z następującej zależności.

$$K = \frac{60 \cdot Q}{\sqrt{(10 \cdot P)}} \quad (1)$$

gdzie,

Q – wydatek objętościowy w dm^3/s

P – ciśnienie w MPa

W tab. 8 podano uśrednione wartości stałej K wyznaczone dla prądu zwartego i rozproszonego przy różnych ustawieniach głowicy 100, 200, 300 i 400.

Tab. 8. Uśrednione wartości stałej wypływu K [4]

Wydajność nominalna [dm^3/min]	Uśredniona wartość stałej K [$\text{dm}^3/(\text{min} \cdot \sqrt{\text{MPa}})$]	
	prąd zwarty	prąd rozproszony
100	32	28
200	70	82
300	139	156
400	175	196

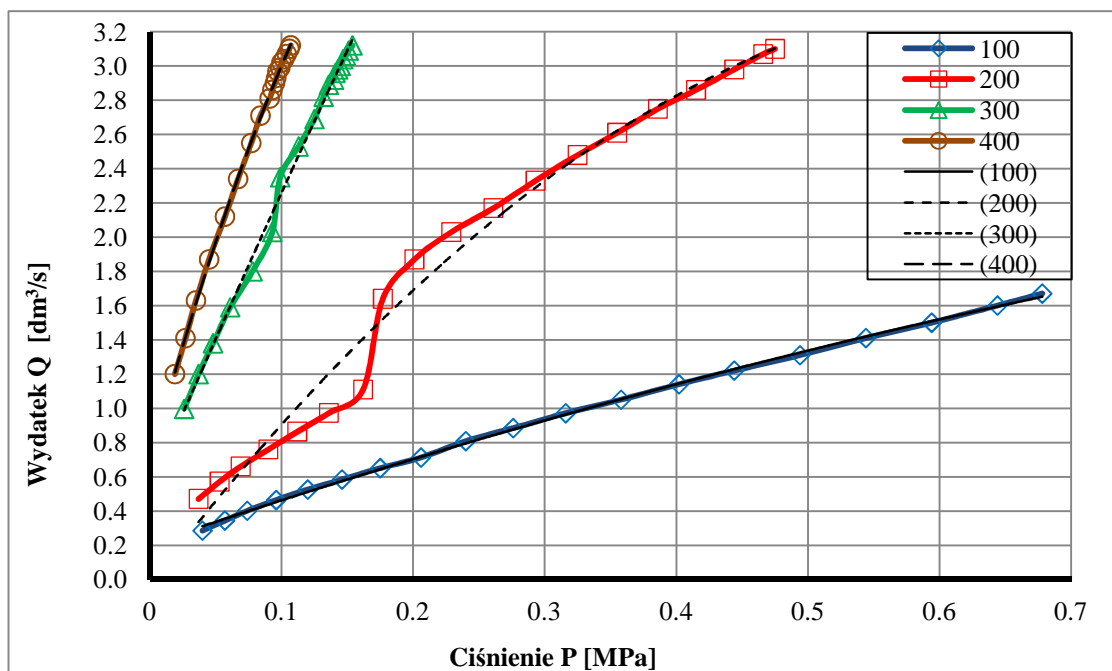
Otrzymane uśrednione wyniki stałej K praktycznie spełniają wymagania normy PN-EN 671 – 1. Jedynie przy wydajności minimalnej $100 \text{ dm}^3/\text{min}$ uzyskana wartość jest mniejsza od podanej w normie dla prądownic o średnicy równoważnej przekraczającej 9 mm. Analogiczne uśrednione wartości współczynnika wypływu K otrzymane dla prądownicy Turbo Twist zamieszczono w tab. 9.

Tab. 9. Uśrednione wartości stałej K dla prądownicy Turbo Twist [4]

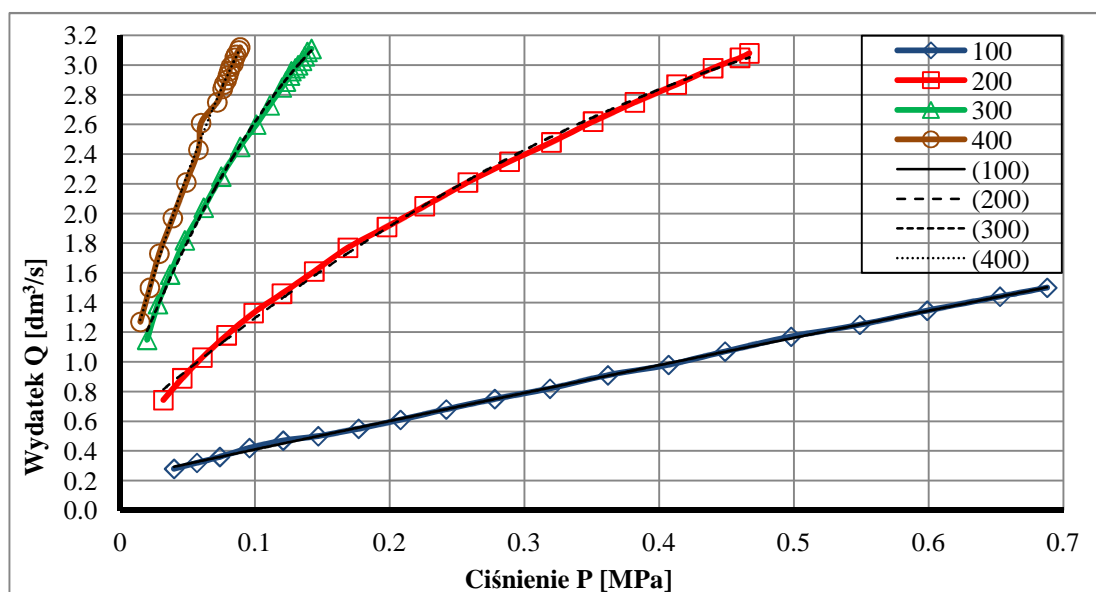
Wydajność nominalna [dm^3/min]	Uśredniona wartość K_{sr} [$\text{dm}^3/(\text{min} \cdot \sqrt{\text{MPa}})$]	
	prąd zwarty	prąd rozproszony
60	31	27
130	56	55
235	105	91

Podobnie jak w przypadku prądownicy Turbo Master, jedynie przy minimalnej wydajności $60 \text{ dm}^3/\text{min}$ uzyskana wartość jest mniejsza od podanej w normie dla prądownic o średnicy równoważnej przekraczającej 9 mm.

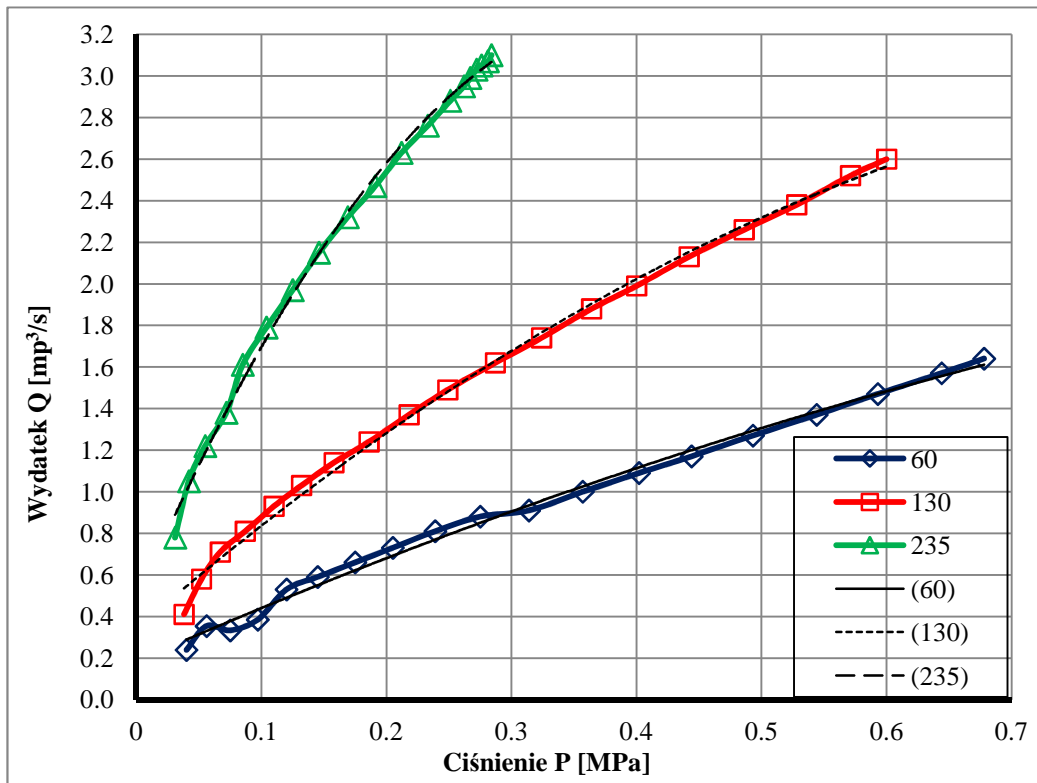
Charakterystyki przepływowe otrzymane dla różnych nastaw prądownicy Turbo Master i dwóch rodzajów prądów zwartego i rozproszonego wraz z krzywymi je aproksymującymi pokazano na rys. 12 i 13. Analogiczne charakterystyki otrzymane dla prądownicy Turbo Twist pokazano na rys. 14 i 15. Ponadto w celach porównawczych na rys. 16 pokazano aproksymowane charakterystyki przepływowe otrzymane dla różnych typów głowic wymiennych przeznaczonych dla prądownicy Turbo Twist. Funkcje wielomianowe opisujące aproksymowane krzywe odpowiednio dla prądownicy Turbo Master i Turbo Twist z głowicami standardowymi podano w tab. 10 i 11. Z kolei w tab. 12 zamieszczono średnie wartości stałej wypływu K i funkcje wielomianowe drugiego stopnia będące aproksymacjami charakterystyk przepływowych otrzymanych dla prądownicy Turbo Twist z dołączonymi i opisanymi wcześniej głowicami wymiennymi.



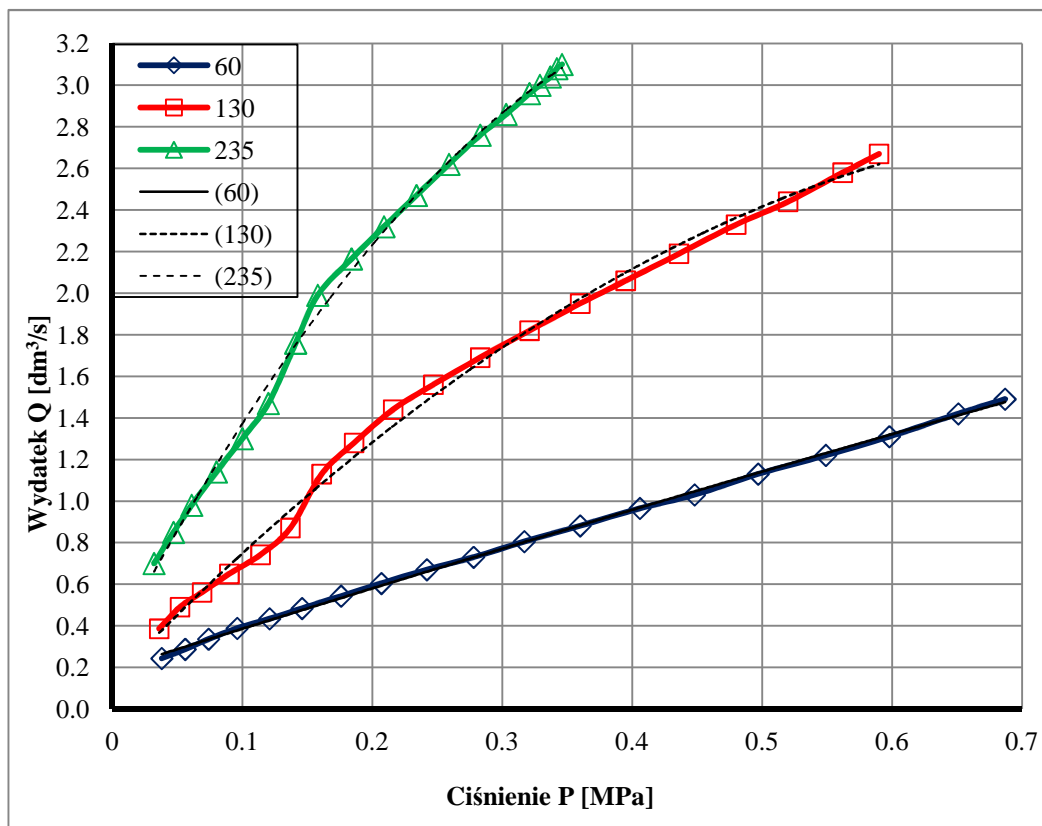
Rys. 12. Charakterystyki przepływowe dla prądu zwartego prądownicy Turbo Master [4]



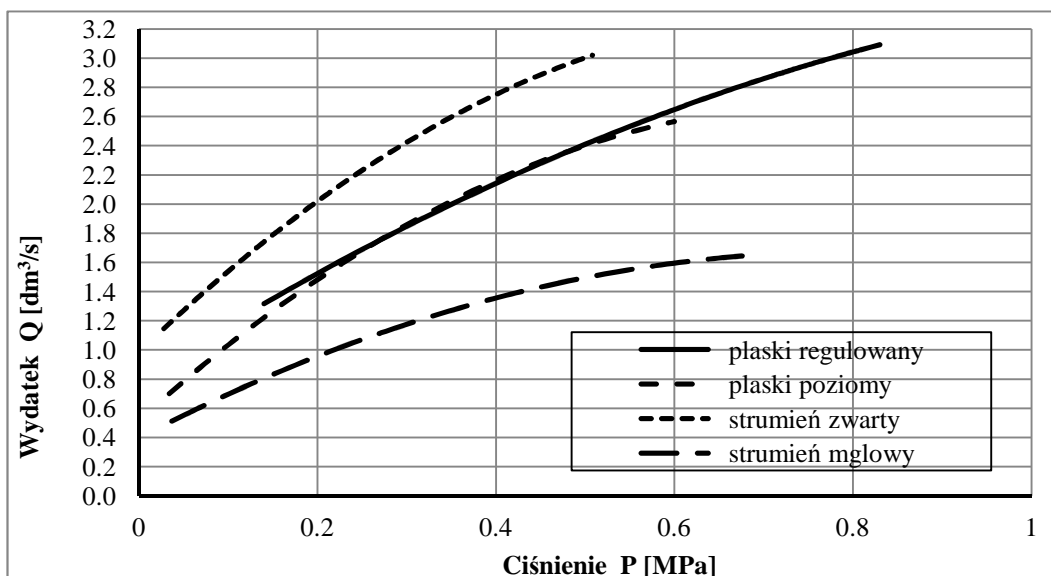
Rys. 13. Charakterystyki przepływowe dla prądu rozproszonego prądownicy Turbo Master [4]



Rys. 14. Charakterystyki przepływowe dla prądu zwartego prądownicy Turbo Twist [4]



Rys. 15. Charakterystyki przepływowe dla prądu rozproszonego prądownicy Turbo Twist [4]



Rys. 16. Aproxymowane charakterystyki przepływe dla różnych głowic prądownicy Turbo Twist [4]

Tab. 10. Funkcje wielomianowe otrzymane w wyniku aproksymacji charakterystyk przepływowych przy różnych nastawach prądownicy Turbo Master [4]

Rodzaj prądu	Wydajność nominalna [dm ³ /min]	Funkcja wielomianowa	Odchylenie R ²
zwarty	100	$Q=-0,7298P^2+2,6251P+0,2073$	0,9995
	200	$Q=-7,2234P^2+10,019P-0,0255$	0,9834
	300	$Q=-4,4752P^2+17,743P+0,5298$	0,9958
	400	$Q=-49,013P^2+27,954P+0,6956$	0,9996
rozproszony	100	$Q=-0,12P^2+1,9534P+0,2156$	0,9995
	200	$Q=-5,2394P^2+7,7549P+0,5719$	0,9984
	300	$Q=-49,822P^2+23,562P+0,7575$	0,9986
	400	$Q=-86,751P^2+33,73P+0,7972$	0,9974

Tab. 11. Funkcje wielomianowe otrzymane w wyniku aproksymacji charakterystyk przepływowych przy różnych nastawach prądownicy Turbo Twist [4]

Rodzaj prądu	Wydajność nominalna [dm ³ /min]	Funkcja wielomianowa	Odchylenie R ²
zwarty	60	$Q=-0,7868P^2+2,6366P+0,1847$	0,9940
	130	$Q=-2,5026P^2+5,2069P+0,3406$	0,9964
	235	$Q=-16,803P^2+13,901P+0,4738$	0,9971
rozproszony	60	$Q=-0,1717P^2+1,9919P+0,1885$	0,9930
	130	$Q=-3,8949P^2+6,5063P+0,1367$	0,9959
	235	$Q=-11,208P^2+11,952P+0,2984$	0,9976

Tab. 12. Funkcje wielomianowe otrzymane w wyniku aproksymacji charakterystyk przepływowych prądownicy Turbo Twist z dołączonymi głowicami specjalnymi [4]

Rodzaj strumienia generowanego przez głowicę	Wartość średnia stałej wypływu K [dm ³ /(min·√MPa)]	Funkcja wielomianowa
plaski regulowany	65	$Q=-1,3993P^2+3,9281P+0,7948$
plaski poziomy	64	$Q=-3,5207P^2+5,5269P+0,5169$
zwarty	82	$Q=-3,8118P^2+5,9491P+0,9817$
mgłowy	41	$Q=-2,0059P^2+3,2036P+0,3956$

Z wykresów przedstawionych na rys. 12 i 13 wynika, że różnice pomiędzy charakterystykami przepływowymi prądownicy Turbo Master dla prądu zwartego i rozproszonego przy tych samych nastawach są niewielkie i nie przekraczają $0,4 \text{ dm}^3/\text{s}$. Podobnie na podstawie rys. 14 i 15 można stwierdzić, że analogiczna prawidłowość odnosi się do prądownicy Turbo Twist z zamontowaną głowicą standardową. Jednak w przypadku tej prądownicy przy niższych wydatkach otrzymano wyższe ciśnienia, dzięki czemu uzyskuje się większy zasięg zarówno strumienia zwartego jak i rozproszonego. We wszystkich badanych przypadkach przy większych nastawach uzyskuje się wyższe wartości wydatku przy tych samych ciśnieniach. Przykładowo dla strumienia zwartego generowanego przez prądownicę Turbo Master przy ciśnieniu $P=0,1 \text{ MPa}$ osiągnięto następujące wartości wydatków Q w dm^3/s : 0,464 przy nastawie 100; 0,76 przy nastawie 200; 2,35 przy nastawie 300 i 3,02 przy nastawie 400. Analogicznie dla prądownicy Turbo Twist osiągnięto następujące wydatki Q przy tej samej wartości ciśnienia: 0,385 przy nastawie 60; 0,93 przy nastawie 130 i 1,79 przy nastawie 235. Z kolei znacznie wyższe ciśnienia uzyskano przy mniejszych nastawach i tak maksymalne ciśnienie, jakie uzyskano dla prądu zwartego w przypadku prądownicy Turbo Master (nastawa 100) i Turbo Twist (nastawa 60) wyniosło $0,678 \text{ MPa}$. Na podstawie przebiegu funkcji pokazanych na rys. 16, przy pomocy których aproksymowano charakterystyki przepływowe otrzymane dla różnych typów głowic dołączanych do prądownicy Turbo Twist można stwierdzić, że różnią się one w istotny sposób. Najniższą położoną charakterystykę uzyskano dla głowicy wytwarzającej strumień mgłowy (maksymalny wydatek $1,67 \text{ dm}^3$ przy ciśnieniu $0,676 \text{ MPa}$). Znacznie wyżej leży charakterystyka uzyskana dla głowicy wytwarzającej strumień płaski poziomy (maksymalny wydatek $2,6 \text{ dm}^3/\text{s}$ przy ciśnieniu $0,6 \text{ MPa}$). Najwyższą położoną charakterystykę uzyskano dla głowicy wytwarzającej strumień zwarty (maksymalny wydatek $3,07 \text{ dm}^3/\text{s}$ przy ciśnieniu $0,508 \text{ MPa}$). Największy zakres ciśnień uzyskano dla głowicy wytwarzającej strumień płaski regulowany (minimalne ciśnienie $0,14 \text{ MPa}$, a maksymalne $0,83 \text{ MPa}$).

PODSUMOWANIE

Na podstawie otrzymanych wyników eksperymentalnych można sformułować następujące wnioski:

1. Analizując otrzymane charakterystyki przepływowe badanych prądownic można stwierdzić, że istnieje jednoznaczna zależność pomiędzy ciśnieniem a wielkością przepływu. We wszystkich przypadkach ma ona w przybliżeniu charakter paraboliczny, który może być opisany funkcją wielomianową drugiego stopnia. Po aproksymacji charakterystyk $Q=f(P)$ otrzymano fragmenty parabol z wierzchołkami skierowanymi do góry. Uzyskane funkcje umożliwiają precyzyjne ustawienie ciśnienia lub wydatku na prądownicy.
2. Najwyższe ciśnienie równe $0,688 \text{ MPa}$ uzyskano dla prądownicy Turbo Master przy prądzie rozproszonym i nastawie 100. Podobną wartość uzyskano dla prądownicy Turbo Twist z głowicą standardową przy nastawie 60. Otrzymane wielkości mają swoje odzwierciedlenie we wzorach funkcji wielomianowych. Im mniejsza wartość współczynnika przy P^2 , tym szybszy wzrost ciśnienia. Z kolei im większa wartość tego współczynnika, tym szybciej rośnie wydatek. Postacie funkcji odpowiadające najszybszemu wzrostowi ciśnienia i wydatku podano poniżej:
 - a) $Q=-0,12P^2+1,9534P+0,2156$ (Turbo Master, prąd rozproszony, nastawa 100),
 - b) $Q=-86,751P^2+33,73P+0,7972$ (Turbo Master, prąd rozproszony, nastawa 400).
3. Porównując charakterystyki przepływowe otrzymane dla prądownicy Turbo Master i Turbo Twist z końcówką standardową można stwierdzić, że są one bardzo zbliżone w

przypadku nastaw 100 dla Turbo Master i 60 dla Turbo Twist, co potwierdzają funkcje wielomianowe będące aproksymacjami tych charakterystyk.

4. Charakterystyki otrzymane przy ustawieniach nominalnych 60 -130 -235 zastosowanych w prądownicy Turbo Twist są do siebie bardziej zbliżone niż charakterystyki uzyskane przy ustawieniach 100 – 200 – 300 – 400 prądownicy Turbo Master. Dzięki takiemu rozwiązaniu otrzymano prądy wodne, które z praktycznego punktu widzenia są bardziej skuteczne w działaniu niż prądy do tej pory stosowane.
5. Zastosowanie wymiennych głowic w przypadku prądownicy Turbo Twist pozwala nie tylko na odpowiednie ukształtowanie wytwarzanego strumienia (np. strumień płaski, mgłowy), ale również na uzyskanie wyższych ciśnień niż w przypadku głowicy standardowej. Przykładowo dla głowicy wytwarzającej strumień płaski regulowany otrzymano najwyższe ciśnienie równe 0,83 MPa.
6. Obliczone na podstawie pomierzonych wielkości ciśnienia i wydatku średnie wartości stałej wypływu K są zgodne z wartościami normowymi, za wyjątkiem nastaw minimalnych, ale tylko dla prądownic o średnicy pyszczka większych od 9 mm.
7. Nowoczesna konstrukcja współczesnych prądownic wpływa zarówno na polepszenie ich parametrów gaśniczych (większy maksymalny zasięg rzutu, wyższe ciśnienia i wydatki, większe możliwości kształtowania charakterystyk przepływowych), jak i na szerszy wachlarz zastosowań poprzez większą dowolność w otrzymywaniu odpowiedniego kształtu wytwarzanego strumienia wody.
8. Prądownica Turbo Master ze względu na swoją innowacyjną budowę pozwala na bezpieczną pracę bliżej ognia. Umożliwia to parasol ochronny, który pokrywa swoim zasięgiem ok. 160° pola pracy. Właśnie tym parametrem pracy prądownica Turbo Master wyróżnia się wśród konkurencji. Inne prądownice typu Turbo umożliwiają stworzenie parasola ochronnego obejmującego swoim zasięgiem jedynie 120° pola pracy.
9. Dodatkowym argumentem, przemawiającym za wykorzystaniem badanych prądownic w praktyce jest posiadanie funkcji płukania. Jest to innowacyjne rozwiązanie zastosowane w ich budowie, które umożliwia usuwanie zanieczyszczeń o wielkości do 6 mm.
10. Istotną wadą prądownicy Turbo Twist jest mechanizm jej łączenia z wymienną głowicą. Sama czynność łączenia wymaga użycia dosyć dużej siły i precyzji, a ponadto w przypadku nawet niewielkiego zabrudzenia połączenie może się okazać bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.

Reasumując na podstawie przeprowadzonych badań można wywnioskować, że istnieje potrzeba stworzenia nowego typu prądownicy, która łączyłaby w sobie cechy obydwu badanych prądownic w tym posiadała kilka stopni regulacji wydatku i możliwość płynnego przechodzenia z prądu zwartego do kroplistego i mgłowego. Powinna ona również posiadać dużą ilość wymiennych końcówek o różnej funkcjonalności, które w łatwy i niezawodny sposób byłyby łączone z jej zasadniczą częścią.

INVESTIGATIONS OF FLOW CHARACTERISTICS OF TWO MODERN WATER NOZZLES

Summary

Investigations of flow characteristics and exhaust constant of two current water nozzles Turbo Master and Turbo Twist were described in this paper. They are important from extinguishing effectiveness point of view. A general features of both nozzles and measuring stand are given. A measuring methods are also pointed out. Results obtained during experiments are presented in graphical form. Flow characteristics approximated by means of second-order polynomial functions are included in the tables. Conclusions formulated on a basis of the results are pointed out in the last section of this paper.

BIBLIOGRAFIA

1. Bielecki P.: *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*, Kraków 1996.
2. Bulewicz E., Piechocińska I.: *Badania mechanizmów gaszenia płomieni proszkami gaśniczymi i halonami*, Sprawozdanie dla CNBOP, Kraków 1982.
3. Gałaj J., Pawlak, E., Zegar, W.: *Laboratorium z Hydromechaniki*, Wydawnictwo SGSP, 2004.
4. Kucmin, Ł.: *Analiza porównawcza własności przepływowych różnych typów prądownic*, Rozprawa magisterska, SGSP, Warszawa 2012.
5. Mizerski A., Sobolewski M., Król B.: *Piany gaśnicze*, Wydawnictwo SGSP 2007.
6. Gil, D., Placek P.: *Sprzęt i armatura wodna*, Wydawnictwo CSPSP, Częstochowa 2011.
7. Polska Norma PN-EN 15182-1+A1:2010 „Prądownice dla straży pożarnej – Część 1: Wymagania ogólne”.
8. Praca zbiorowa: *Fizykochemia spalania i środki gaśnicze*, KG PSP, 2005.
9. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 210, nr 109 poz. 719).
10. Rozporządzenie MSWiA z 20 czerwca 2007 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. z 2007r. nr 143, poz. 1002)
11. Sobolewski M.: *Środki gaśnicze i podręczny sprzęt gaśniczy*, Wydawnictwo SGSP, Warszawa .
12. Wilczkowski S.: *Środki gaśnicze*, Kraków 1999.
13. www.kgpsp.gov.pl, 12.06.2012.
14. www.kadimex.pl, 07.05.2012.

Autorzy:

dr inż. Jerzy GAŁAJ – Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie

mgr inż. Łukasz KUCMIN – Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza nr 2 w Krakowie