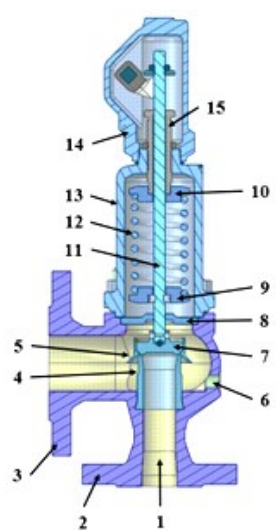


Metoda doboru sprężyn zaworu bezpieczeństwa, bazująca na hydrodynamicznym modelu przepływu

Łukasz ZAŃKO¹Przemysław JASZAK¹Janusz SKRZYPACZ¹Robert WOJTYNEK²¹Politechnika Wrocławska²Zetkama

Wprowadzenie

Zawory bezpieczeństwa należą do grupy urządzeń zabezpieczających przed nadmiernym wzrostem ciśnienia. Służą do ochrony systemów przed podwyższonym ciśnieniem poprzez wydmuch czynnika roboczego. Stosowane są w wielu środowiskach przemysłowych, a ich niezawodność działania ma bezpośredni wpływ na stabilność i wydajność instalacji ciśnieniowych. Warunkiem prawidłowego zabezpieczenia instalacji ciśnieniowych jest niezmienność parametrów pracy zaworu bezpieczeństwa, przy wielokrotnej jego eksploatacji. Budowę przykładowego zaworu bezpieczeństwa zaprezentowano na rysunku 1.



Rysunek 1. Przekrój konstrukcji zaworu bezpieczeństwa :

1 – kanał dopływowy, 2 – króciec dolotowy, 3 – króciec wylotowy (odpływowy), 4 – siedlisko (gniado) zaworu, 5 – dzwon, 6 – kanał odwadniający, 7 – grzybek, 8 – wkładka, 9 – talerzyk sprężyny dolny, 10 – talerzyk sprężyny górny, 11 – trzpień, 12 – sprężyna, 13 – kołpak sprężyny, 14 – kaptur, 15 – tuleja zabezpieczająca

Jednym z elementów niezawodnej pracy zaworów bezpieczeństwa jest prawidłowo dobrana sprężyna. Poprawnie dobrana sprężyna zaworu bezpieczeństwa powinna spełniać dwa podstawowe zadania:

- spowodować pełne i szybkie otwarcie zaworu,
- zapewnić jak najszybsze, a przede wszystkim szczelne zamknięcie się zaworu.

Wskaźnikami jakości otwierania i zamykania się zaworów bezpieczeństwa są dwa parametry:

- współczynnik pełnego otwarcia zaworu b_1 ,
- współczynnik szczelnego zamknięcia się zaworu b_2 .

Na wartość tych współczynników zasadniczo wpływa kształt charakterystyki hydrodynamicznej zaworu oraz jej położenie na tle charakterystyki sztywności sprężyny. Kształt charakterystyki hydrodynamicznej wynika głównie z ukształtowania kanałów przepływowych zaworu, natomiast charakterystykę sztywności mechanizmu zaworowego determinuje geometria sprężyny. Na rysunku 2 przedstawiono w jaki sposób kształt i położenie charakterystyki hydrodynamicznej zaworu pod względem charakterystyki sztywności sprężyny wpływa na wartość współczynników b_1 i b_2 .

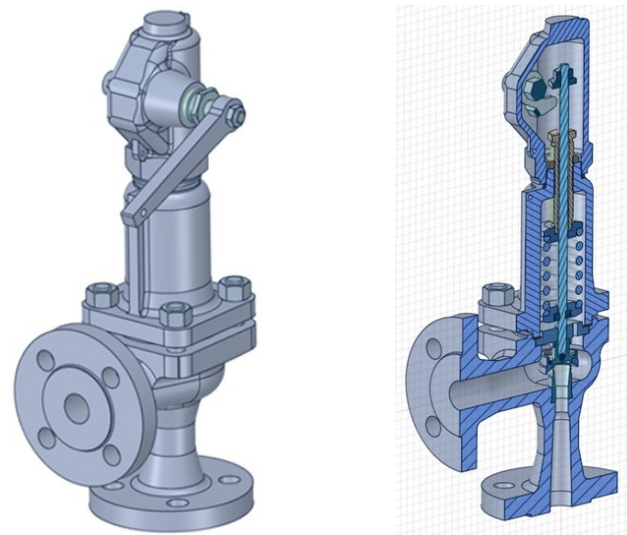


Rysunek 2. Położenie różnych charakterystyk hydrodynamicznych zaworu na tle charakterystyki sztywności sprężyny

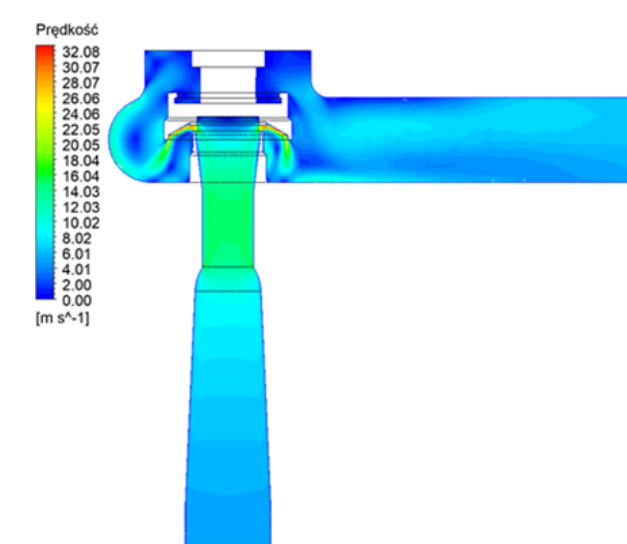
Metoda doboru sprężyn

Zaprezentowana metoda doboru sprężyn opiera się na dwóch etapach.

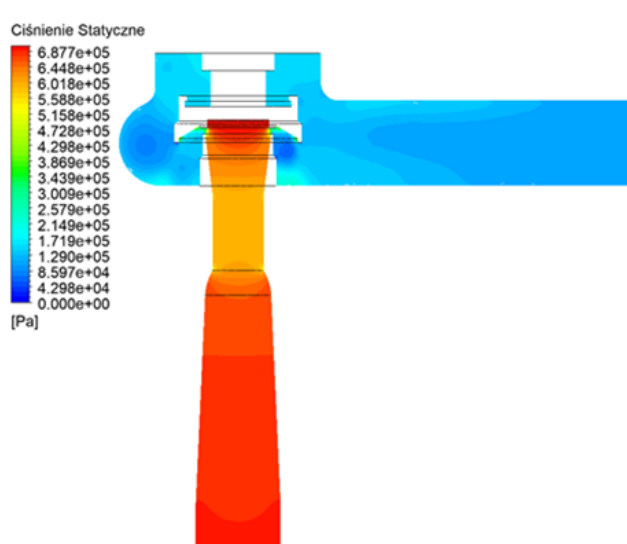
Etap I: Otrzymanie charakterystyki sił hydrodynamicznych ze sporządzonych modeli przepływowych.



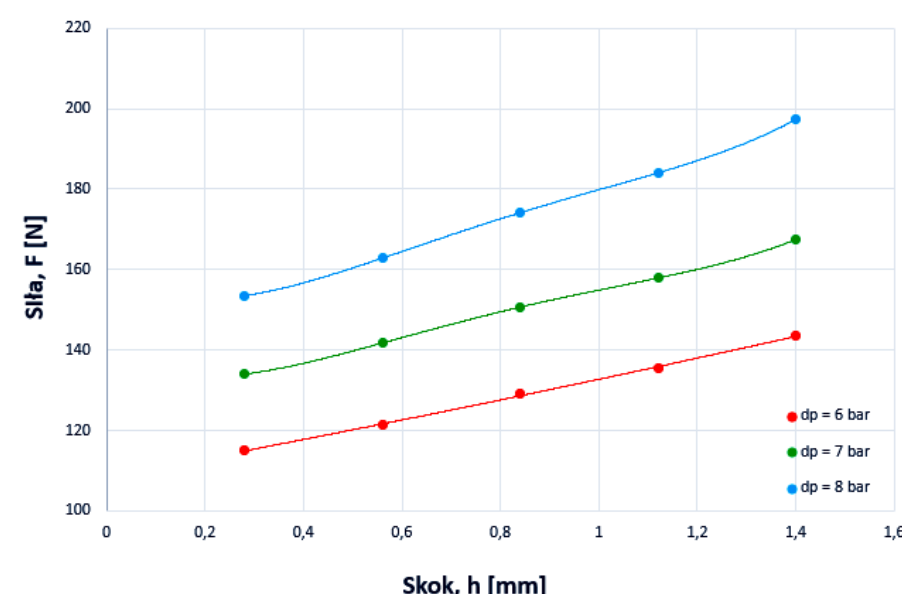
Rysunek 3. Przykładowy model geometryczny zaworu bezpieczeństwa



Rysunek 4. Rozkład prędkości w zaworze bezpieczeństwa



Rysunek 5. Rozkład ciśnienia statycznego w zaworze bezpieczeństwa

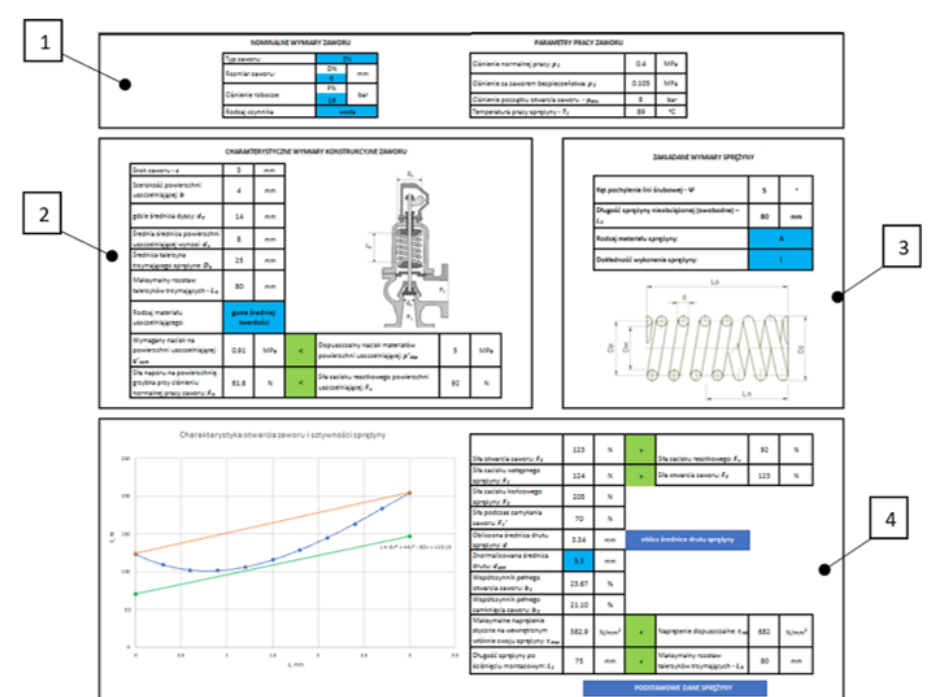


Rysunek 6. Charakterystyki sił hydrodynamicznych dla różnych ciśnień początku otwarcia zaworu bezpieczeństwa

Wykorzystanie oprogramowania CFD pozwala na otrzymanie rozkładów ciśnień oraz prędkości (rys. 4-5), a także na sporządzenie charakterystyk sił hydrodynamicznych. Rysunek 6 prezentuje rozkład sił hydrodynamicznych w zależności od ciśnienia początku otwarcia zaworu.

Etap II: Wprowadzenie otrzymanych charakterystyk hydrodynamicznych do programu, a następnie dobór sprężyny o optymalnych wartościach parametrów b_1 i b_2

W ramach współpracy z biurem projektowo-konstrukcyjnym ZETKAMA S.A. i Politechniką Wrocławską oraz wspólnie realizowanym projekcie badawczo-rozwojowym, opracowano program komputerowy do optymalnego doboru sprężyn w mechanizmach zaworów bezpieczeństwa.



Rysunek 7. Główne okno programu obliczeniowego:

1 - obszar do definiowania typu i wielkości zaworu oraz nastawy ciśnienia otwarcia, 2 - obszar do definiowania dodatkowych cech geometrycznych i funkcjonalnych zaworu, 3 - obszar do wprowadzenia lub wyboru geometrycznych i wytrzymałościowych parametrów sprężyny, 4 - obszar do sterowania położeniem charakterystyki sztywności zaworu

Dostępna w programie biblioteka danych posiada zestaw funkcji aproksymujących przebieg charakterystyki zaworu w zależności od wybranej konstrukcji zaworu bezpieczeństwa. Wyżnym elementem programu jest wcześniejsze wyznaczenie charakterystyki hydrodynamicznej zaworu i wczytanie jej do biblioteki. Charakterystykę hydrodynamiczną zaworu można wyznaczyć na drodze eksperymentalnej lub przeprowadzić symulację komputerową z wykorzystaniem metody CFD

Tabela 1. Porównanie wartości współczynników b_1 i b_2 między zaprezentowaną metodą, a przeprowadzonymi badaniami doświadczalnymi

Współczynnik	Czynnik: Woda	
	Program	Eksperyment
b_1 [%]	7,30	10,12
b_2 [%]	23,45	24,14
	Czynnik: Powietrze	
b_1 [%]	Program	Eksperyment
b_2 [%]	7,23	8,00
	11,45	12,95

Podsumowanie

Zaproponowana metoda doboru sprężyn w zaworach bezpieczeństwa pozwala na szybkie i precyzyjne przeprowadzenie badań doświadczalnych w obszarze optymalnych parametrów pracy zaworów bezpieczeństwa. Do prawidłowego wykorzystania przedstawionej metody wykorzystano modelowanie przepływów, w celu uzyskania charakterystyki sił hydrodynamicznych. Dzięki zaprezentowanej metodzie doboru sprężyn minimalizujemy czas oraz koszty przeprowadzania badań eksperymentalnych.