

autor: mgr inż. Maciej Szudarek

tytuł rozprawy: Modelling selected properties of mechanical oscillator flowmeters / Modelowanie wybranych właściwości przepływomierzy z oscylatorem mechanicznym

promotor: dr hab. inż. Mateusz Turkowski, prof. PW

promotor pomocniczy: dr inż. Adam Piechna

## **Streszczenie**

Słowa kluczowe: metrologia przepływów, numeryczna mechanika płynów, modelowanie

W niniejszej rozprawie doktorskiej poruszono tematykę właściwości metrologicznych i użytkowych przepływomierzy z oscylatorem mechanicznym. Głównym celem pracy było zwiększenie zakresu stosowalności tych urządzeń poprzez rozwój stanu wiedzy oraz weryfikację dotychczasowych modeli i założeń. Badania zostały zawężone do konstrukcji przepływomierza, która z powodzeniem była stosowana w przemyśle. W ramach pracy opracowano model numeryczny przepływomierza i wykonano jego walidację. Pozwolił on na zbadanie pracy przepływomierza dając szereg informacji dotyczących jego działania. Wykazano, że nieliniowość charakterystyki przepływomierza wynika między innymi ze zmienności kształtu wlotowego profilu prędkości w funkcji liczby Reynoldsa. Przedstawiono metodę poprawy liniowości charakterystyki, która zwiększa zakresowość przepływomierza z 6:1 do 26:1 przy nieliniowościach nieprzekraczających 0,5%. Wykorzystując opracowany model przeprowadzono symulacje wariantowe zmieniając parametry pracy przepływomierza oraz jego wymiary i konfiguracje geometryczne. Na podstawie badań eksperymentalnych określono wytyczne dla projektanta i wykazano, że bezwymiarowa sztywność  $F$  jest poprawnym kryterium optymalizacji geometrii. Poprawia ona próg rozruchu przepływomierza i zmniejsza wpływ tarcia w łożyskach na charakterystykę przetwarzania. W ramach pracy zebrano cenne dane dotyczące wymagań instalacyjnych. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń wykazano, że dotychczasowe zalecenia dotyczące długości odcinków dolotowych mogą zostać złagodzone. Zaproponowano również metodę szacowania wpływu zaburzeń w układzie dolotowym na pracę przepływomierza na bazie wyników uproszczonego modelu numerycznego. Wykazano, że w przypadku obecności pulsacji przepływu możliwe jest wystąpienie zjawiska unoszenia częstotliwości. W ramach pracy przeprowadzono również unikatowe w skali światowej badania w warunkach kriogenicznych. W wyniku badań przy zastosowaniu ciekłego azotu i skroplonego gazu ziemnego dowiedziono, że przepływomierz z oscylatorem mechanicznym z powodzeniem może pracować w warunkach kriogenicznych. Na podstawie otrzymanych wyników wykazano, że przepływomierz spełnia wymogi metrologiczne stawiane instalacjom do pomiaru skroplonego gazu ziemnego. W rezultacie PGNiG wykazało zainteresowanie wdrożeniem przepływomierza do pomiaru skroplonego gazu ziemnego w lokalnych punktach regazyfikacji w Polsce. Wyniki otrzymane w ramach niniejszej pracy są w dużej mierze unikatowe i nie były do tej pory publikowane przez nikogo w czasopiśmie naukowych.