

temat wydania



mgr inż. **KRZYSZTOF KARASIAK**

Absolwent Politechniki Śląskiej wydziału Chemicznego na kierunku Technologia Chemiczna. W Intro-
lu od czerwca 2014 a obecnie na stanowisku Kierownika Działu Pomiarów Przepływu. Specjalizuje się w pomiarach przepływu za pomocą przepływomierzy bezinwazyjnych ultradźwiękowych oraz masowych Coriolisa.

tel. 785 900 874

Bezinwazyjny ultradźwiękowy pomiar przepływu pary o wysokim reżimie temperaturowym – czy to możliwe?

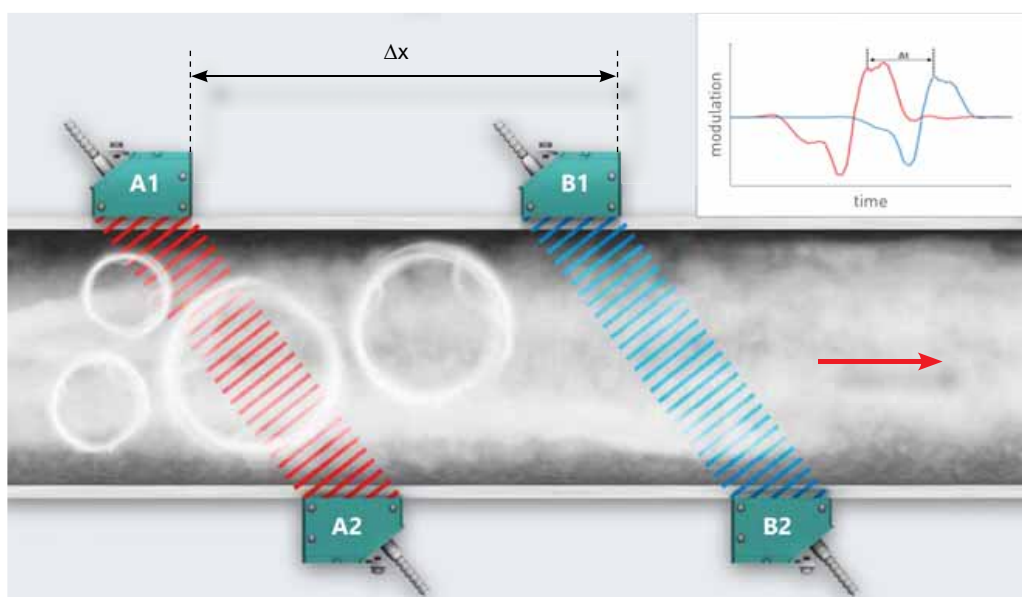
Procesy technologiczne w przemyśle np. w energetyce, ciepłownictwie, przemyśle chemicznym wykorzystują parę wodną jako ważne medium technologiczne. Para wodna, dzięki swym właściwościom fizykalnym, jest często używanym w przemyśle czynnikiem termodynamicznym. W elektrowniach, gdzie pracują kotły parowo-gazowe, służy głównie do napędu turbin parowych, w innych gałęziach przemysłu wykorzystuje się parę wodną jako nośnik ciepła. Para wodna jest skraplana w wymienniku ciepła lub w bezpośrednim systemie grzewczym, co daje entalpię parowania w procesie w postaci ciepła. Para wodna ma więc bardzo szerokie zastosowanie, co definitywnie wskazuje na konieczność jej opomiarowania oraz optymalizacji zużycia poprzez kontrolowanie przepływu, co znacząco przekłada się na względy ekonomiczne zużycia tego medium.



TECHNOLOGIA CFM

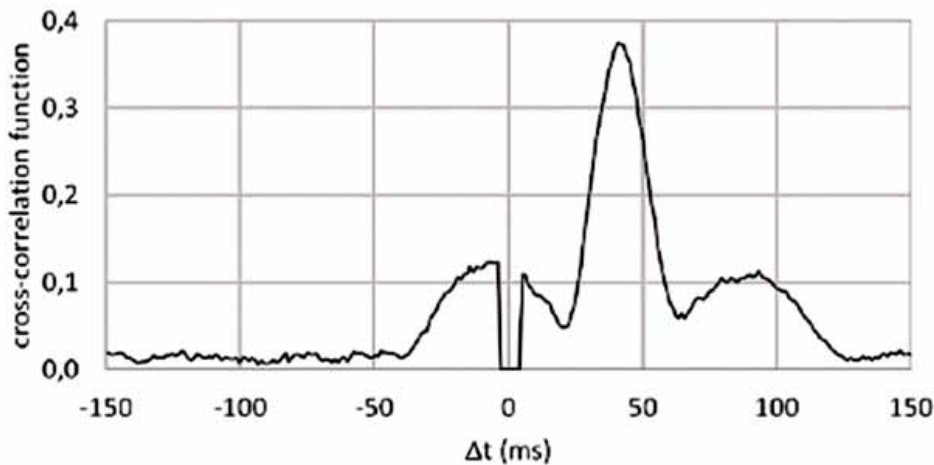
Czym jest technologia CFM? Prędkość przepływu płynu (np. pary wodnej) mierzy się stosując zasadę korelacji. Dwie pary sond pomiarowych ultradźwiękowych tego samego typu montuje się jedna za drugą w odległości Δx na rurze całkowicie wypełnionej płynem, jak to pokazano na rysunku 1. Ścieżki par sond pomiarowych tworzą bariery pomiarowe A i B. Sygnały ultradźwiękowe są naprzemiennie emitowane przez sondy pomiarowe nadawcze A1 i B1 oraz odbierane przez odpowiednie sondy odbiorcze A2 i B2. Amplituda

i faza sygnałów ultradźwiękowych są modulowane przez zawirowania występujące w przepływie turbulentnym. Ponieważ wiry poruszają się wraz z przepływem, przechodzą przez bariery pomiarowe A i B z przesunięciem czasowym Δt , w taki sposób, że wzorce modulacji sygnałów ultradźwiękowych bariery pomiarowej A i B są również przesunięte o Δt , jak to pokazano na rysunku 1. Czas przesunięcia Δt jest mierzony za pomocą korelacji krzyżowej sygnałów modulacyjnych. Typową funkcję korelacji krzyżowej sygnałów modulacyjnych pokazano na rysunku 2.



Rysunek 1

CFM - Konfiguracja pomiaru przepływu z korelacją krzyżową (po lewej) i ilustracja przesunięcia czasowego pomiędzy wzorami modulacji sygnału modulacji A i B (po prawej)



Rysunek 2
Funkcja korelacji krzyżowej sygnałów modulacyjnych A i B

Wskazana bezinwazyjna metoda pomiarowa przeznaczona jest głównie do procesów technologicznych, gdzie temperatura pary jest bardzo wysoka, a para jest przegrzana bez kondensacji (np. para świeża stosowana do napędzania turbin parowych). Typowe zastosowania to: rozliczenia wewnętrzne rozchodu pary, monitoring procesu oraz bilansowanie zużycia. Głównymi odbiorcami będą zatem elektrownie produkujące energię, zakłady przetwarzania odpadów, przemysł chemiczny i rafineryjny oraz pozostałe zakłady wytwórcze.

CFM to innowacyjne wykorzystanie technologii ultradźwiękowej bezinwazyjnej do pomiaru przepływu pary wodnej. Przypomnijmy, że bezinwazyjność oznacza brak ingerencji w proces technologiczny. Dzięki temu wyeliminowane są wszelkiego rodzaju zagrożenia wynikające

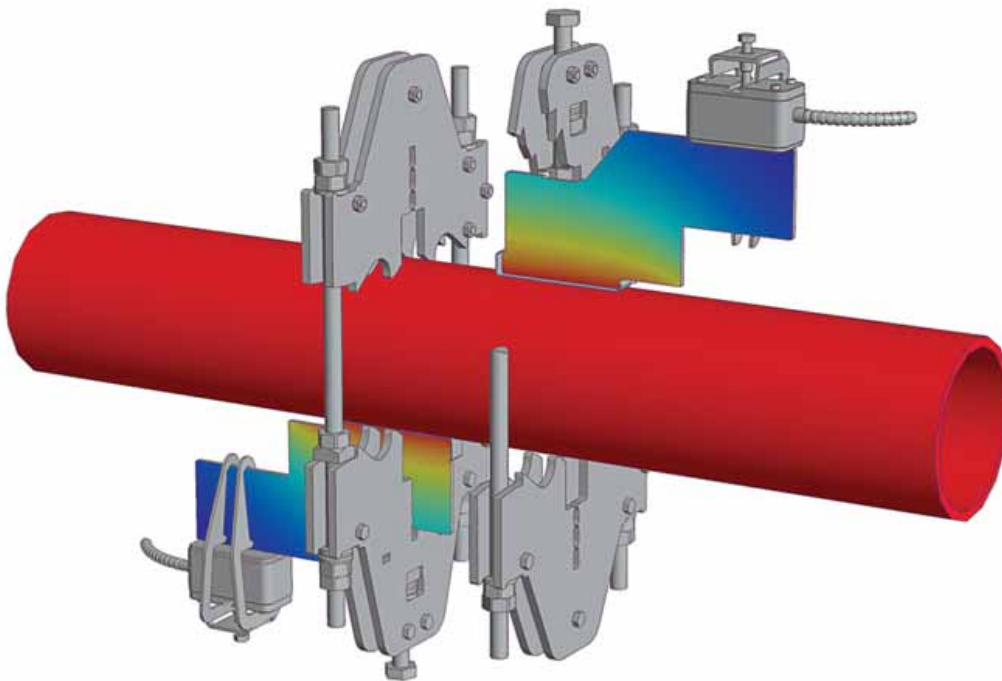
z rozszczelnienia połączeń procesowych oraz możliwość prowadzenia pomiaru przepływu bez konieczności zatrzymywania procesu technologicznego, co przekłada się na oczywiste korzyści ekonomiczne.



CFM W PRAKTYCE

Na rurociągu montujemy sondy pomiarowe, które są przystosowane do pomiaru pary wodnej. W zależności od zakresu temperatury, sondy montowane są bezpośrednio na rurociągu, bądź za pomocą specjalnej nakładki wysokotemperaturowej WaveInjector skonstruowanej do procesów technologicznych o wysokim reżimie temperaturowym (rysunek 3).

Technologia CFM umożliwia nieinwazyjny pomiar na rurociągach o średnicy zewnętrznej w za-



Rysunek 3
Nakładka wysokotemperaturowa WI

» **Przeptywomierz bezinwazyjny w technologii CFM mierzy przepływ masowy pary wodnej w temperaturze do 630°C.**



kresie 10 – 900 mm. Maksymalna temperatura czynnika mierzonego sięga aż 630°C! Warunkiem zaimplementowania tej technologii jest wartość Reynolds powyżej 10000 (warunek konieczny). Nieodzownym elementem układu pomiarowego jest konieczność montażu przylgowego bądź bezinwazyjnego czujnika temperatury. Urządzenie posiada także wejście pod pomiar ciśnienia do pełnej kompensacji. Dzięki nim uzyskujemy pomiar skompensowany, a także możemy odnieść ten pomiar do masy przepływającej pary wodnej. Uchwyty montażowe sond pomiarowych oraz nakładki wysokotemperaturowej również mogą być całkowicie zaizolowane w celu zmniejszenia jakichkolwiek strat ciepła do otoczenia.

Metoda pomiarowa CFM jest pożądana zwłaszcza tam, gdzie proces technologiczny jest prowadzony w sposób ciągły (np. produkcja energii elektrycznej zwłaszcza w fazie dużego zapotrzebowania) i nie ma możliwości jego zatrzymania. Bezinwazyjny pomiar nie powoduje strat ciśnienia, co często jest istotnym czynnikiem w optymalizowaniu procesów technologicznych wykorzystujących parę wodną. Dzięki temu, technologia bezinwazyjna ma relatywną przewagę nad technologiami inwazyjnymi, działającymi na zasadzie pomiaru różnicy ciśnień (kryzy, dysze, stożki spiętrzające) czy bardzo popularnymi przepływomierzami typu Vortex. Bezinwazyjny pomiar przepływu pary oznacza również pomiar bez bezpośredniego kontaktu z medium płynącym w rurze, co redukuje możliwości wycieków do zera.

Przepływomierz bezinwazyjny w technologii CFM mierzy przepływ masowy pary wodnej w temperaturze do 630°C, gdzie minimalna wartość ciśnienia wynosi 1 bar(a), zakładając, że para jest w stanie nasycenia bądź przegrzana.

Bezinwazyjna technologia ultradźwiękowa jest dostępna jako przetwornik stacjonarny dwu-

kanałowy (obsługa dwóch barier pomiarowych) FLUXUS G722 ST-HT. Model ten jest stacjonarnym przepływomierzem do pomiaru przepływu pary obsługujący różne cyfrowe interfejsy komunikacyjne, takie jak Profibus PA, Modbus RTU, TCP czy też HART.



BEZINWAZYJNA METODA POMIARU PRZEPŁYWU PARY WODNEJ CFM – DLA KOGO?

Technologia bezinwazyjna CFM wykorzystana do pomiaru przepływu pary wodnej jest rozwiązaniem bezkonkurencyjnym dla innych technologii pomiarowych z uwagi na jej montaż. W przeciwieństwie do przepływomierzy typu Vortex, nie wymaga ona redukcji rurociągu, w celu uzyskania poprawnych prędkości przepływu w niskich zakresach pomiarowych. Technologia ta dzięki zastosowaniu specjalnych sond pomiarowych oraz nakładki wysokotemperaturowej WI może pracować bez przerwy przez bardzo długi okres czasu, również w strefach zagrożenia wybuchem (I i II Strefa Ex).

Nie jest to jednak metoda uniwersalna i nie nadaje się do wszystkich procesów. Z uwagi na stosunkowo długi czas odpowiedzi na sygnał zwrotny (tzw. time response) wynoszący 10-35 s, metoda ta nie jest odpowiednia do procesów o dużej dynamice i szybkich zmianach wartości przepływu. Technologia dodatkowo nie umożliwia wykonania pomiaru „przepływu zerowego”, a zakresowość metody CFM wynosi zaledwie 1:25.

Dużym atutem rozwiązania bezinwazyjnego jest wyraźne obniżenie kosztów instalacyjnych, które przekładają się na brak wyłączenia pracy ciągłych technologicznych i maszyn oraz chłodzenia rurociągów, w celu zainstalowania na nich układów pomiarowych. Przepływomierze nie mają

”Typowe zastosowania technologii CFM to: rozliczenia wewnętrzne rozchodu pary, monitoring procesu oraz bilansowanie zużycia.



Rysunek 4
Przetwornik stacjonarny Fluxus G722 ST-HT i nakładka WaveInjector



Rysunek 5
Aplikacja z użyciem nakładki wysokotemperaturowej WI

kontakty z medium procesowym, dzięki czemu ich żywotność jest znacząco większa.

Z punktu widzenia optymalizacji procesu rozwiązanie nieinwazyjne nie powoduje strat ciśnienia. To, w porównaniu z konkurencyjnymi

pomiarami z wykorzystaniem kryz pomiarowych czy przepływomierzy typu Vortex, przekłada się znacząco na wzrost wydajności procesu i mniejsze zużycie pary wodnej jako medium kluczowego.



Akustyczna kamera obrazowa CRYSOUND



Zobacz i usłysz więcej nieszczelności
i wyładowań niezupełnych



Ultrasound
Solutions