

VORTEX

Przepływomierz wirowy o podwyższonych walorach zastosowania dla użytkowników i projektantów

Pomiary przepływów za pomocą przepływomierza wirowego Vortex sprawdzają się od lat w różnych instalacjach procesowych. Nic dziwnego, skoro ta zasada pomiaru zapewnia niewątpliwie korzyści w szerokim spektrum zastosowań. Oczywiście, czasem jej stosowanie jest ograniczone i wymaga kompromisów. Projektanci i użytkownicy mogą mieć kłopoty z doborem właściwej średnicy przepływomierza, uwzględniającej wymogi techniki pomiarowej oraz warunki instalacji w aparaturze procesowej.

Emerson Process Management oferuje innowacyjny miernik Rosemount 8800C i 8800CR z wbudowaną redukcją średnicy nominalnej, który znacznie ułatwi projektantom i użytkownikom stosowanie przepływomierza Vortex.

Zasada pomiaru z wykorzystaniem w przepływomierzach Vortex efektu Karmana cieszy się od 10 lat coraz większą popularnością. W porównaniu z innymi pomiarami przepływu objętościowego należy wymienić jej niewątpliwie zalety:

- niższe koszty instalacji w porównaniu z urządzeniami, w których wykorzystuje się inne zasady pomiaru
- relatywnie wysoka dynamika i dokładność pomiaru
- mniej części składowych, a w związku z tym mniej słabych punktów w całości instalacji
- wysoka niezawodność i małe nakłady na konserwację.



Oprócz korzyści występują też jednak pewne ograniczenia. Mogą one mieć przyczyny fizyczne lub konstrukcyjne. Fizycznych barier zastosowania tego pomiaru nie uda się zmienić, wynikają one z wymogów techniki przepływowej podczas pomiaru.

Ważny parametr stanowi tu liczba Reynoldsa. Ta liczba bezwymiarowa opisuje profil przepływu medium, przy czym uwzględnia, oprócz gęstości i lepkości medium, także natężenie przepływu oraz średnicę rurociągu.

Zasadniczo przyjmuje się stały czynnik kalibracji przepływomierza, w rzeczywistości zmienia się on wraz ze zmianą liczby Reynoldsa. Jeżeli przyjrzymy się tym zależnościom bliżej, wówczas stwierdzimy, że czynnik kalibracji pozostaje niezmienny w dość szerokim zakresie, również wtedy, gdy zmienia się liczba Reynoldsa. Ponieważ liczba ta ulega zmianie wraz ze zmianą natężenia przepływu, tylko ten linearny zakres pracy może zostać wykorzystany do wiarygodnego pomiaru.

Jeżeli chodzi o zależność od profilu przepływu, w praktyce zakres pracy jest definiowany na podstawie liczby Reynoldsa:

liczba Reynoldsa min. 10.000 dla średnicy nominalnej do 100 mm
liczba Reynoldsa min. 20.000 dla średnicy nominalnej od 150 mm

Zasada pomiaru:

W pomiarze wykorzystuje się efekt tworzenia się zawirowań zgodnie z „aleją wirową Karmana”.

Medium, przepływające wzdłuż przegrody, ulega podzieleniu i zawirowaniu po jej obu stronach.

Powstałe wiry powodują stałe zmiany nacisku medium, mierzone przez czujnik.

Częstotliwość tych zmian jest proporcjonalna do prędkości przepływu medium.

Na podstawie danych geometrycznych i ich zależności, wyrażonych w czynniku kalibracji, obliczana jest objętość przepływu.

W tych zakresach zależność między prędkością przepływu (= liczba oderwanych wirów), czynnikiem kalibracji a wynikającą z tego wielkością strumienia przepływu ma charakter linearny. Tych uwarunkowań fizycznych nie da się zmienić.

Zakłócenia profilu przepływu, a co za tym idzie, błędy pomiarowe, mogą także powstać z innych przyczyn, np. ze względu na łuki rurociągu, zawory znajdujące się przed przepływomierzem lub niezgodność średnicy rurociągu i obudowy miernika. Czynniki te można jednak zredukować przez udoskonalenia konstrukcyjne oraz odpowiedni montaż urządzeń.

Wśród pytań do użytkowników o ich doświadczenia praktyczne z Vortexem, oprócz wielu aspektów pozytywnych, pojawiają się także punkty problematyczne:

- praktycznie niemożliwe zapewnienie w rurociągu wystarczających odcinków wlotowych i wylotowych
- błędy pomiarowe w wyniku wibracji aparatury
- awarie miernika spowodowane zabrudzeniem lub zapchaniem czujników
- możliwa zmiana średnicy nominalnej przepływomierza pod wpływem zmiany danych procesowych
- wyższy koszt instalacji ze względu na konieczność dopasowania rurociągu do przyrządu
- zagrożenie wynikające z nieszczelności czujnika lub aparatury rejestrującej sygnały elektromechaniczne.

Z praktyki:

Doświadczenia użytkowników pokazują, że w ponad 60% przypadków stosowania przepływomierza Vortex jego średnica powinna być mniejsza niż średnica rurociągu. W aspekcie techniki pomiarowej wymagane są czasem nawet dwa skoki średnicy.

Jeżeli miernik będzie zbyt duży, pojawią się problemy w niskim zakresie pomiaru!

Praktyka pokazuje także, że prawie w żadnej aparaturze procesowej nie jest możliwe zapewnienie odcinka wlotu wielkości 35 D oraz wylotu 8 D.

Powyższe problemy są uwarunkowane konstrukcyjnie i nie odnoszą się wyłącznie do samego miernika, lecz muszą być rozważane w kontekście warunków instalacji w danej aparaturze procesowej.

Wiele przepływomierzy często w praktyce pracuje z ograniczoną dynamiką pomiarową ze względu na obrany zbyt duży ich wymiar. Użytkownicy są też zmuszeni akceptować błędy wynikające ze zbyt krótkich odcinków wlotu i wylotu, ponieważ warunki instalacji w urządzeniach procesowych nie zawsze pozwalają zaplanować odcinki odpowiedniej wielkości. Na co dzień konieczne są więc kompromisy. Nie musi być tak jednak zawsze!

Poniżej przedstawiamy rozwiązania, które bazują na uwarunkowaniach praktycznych i dlatego stanowią znaczną korzyść dla użytkownika i projektanta.

Zalety konstrukcyjne przepływomierza wirowego Rosemount 8800C

Przepływomierz wirowy typu 8800C firmy Rosemount, należącej do Emerson Process Management, od czasu wprowadzenia na rynek w 1994 roku, przekonał do swoich walorów konstrukcyjnych wielu klientów. Podczas jego projektowania uwzględniono praktyczne doświadczenia użytkowników. Obecnie dostarczamy miernik, w najprawdziwszym sensie tego słowa, „z jednego odlewu”.

Obudowa przepływomierza 8800C wraz z przegrodą zaburzającą i membraną przekazującą drgania przegrody do czujnika piezoelektrycznego, tworzą całkowicie jednolity korpus („z jednego odlewu”). Czujnik piezoelektryczny znajduje się na zewnątrz przyrządu. Mechaniczne przekazywanie drgań jest oparte na „równowadze mas” całego układu drgającego, tzn. że masa transportowana przez zmienne impulsy nacisku (od drgań) jest równa masie, która przenosi te impulsy przez czujnik piezoelektryczny. Daje to użytkownikowi wiele korzyści:



- wysoką odporność na wibracje dzięki konstrukcji opartej na równowadze mas oraz zastosowaniu filtrów elektronicznych
- bezproblemową, łatwą wymianę czujnika bez konieczności wyjmowania miernika z rurociągu
- duże bezpieczeństwo i niezawodność pomiaru, jakie zapewnia całkowicie jednolita konstrukcja korpusu
- wysoką odporność na gromadzenie się osadu, ponieważ czujnik znajduje się poza medium pomiarowym i brak jest jakichkolwiek szczelin.

Oprócz wyjątkowej konstrukcji, jedynej tego rodzaju na rynku przepływomierzy, model 8800C oferuje też najnowocześniejszą technologię analizy sygnału. Przetwarzanie sygnału przez elektroniczny filtr podnosi niezawodność i stabilność pomiaru.

Żadnych kłopotów nie sprawia obsługa i konfiguracja miernika. Po wprowadzeniu parametrów procesowych obliczane jest elektronicznie natężenie sygnału oraz częstotliwość wirów i odpowiednio do tego ustawiane są automatycznie filtry. Dzięki parametrom przechowywanym w pamięci miernik ustawia automatycznie właściwe dane do prawie do wszystkich możliwych zastosowań bez dodatkowego dostosowywania ręcznego. Konieczność ręcznego strojenia filtrów pojawia się niezwykle rzadko.

Użytkownik ma ponadto do dyspozycji informacje pomocnicze w ramach zaawansowanej diagnostyki (advanced diagnostics), dotyczące diagnostyki urządzenia i procesu. Może np. odczytać w trakcie pomiaru aktualne natężenie sygnału odrywania się wirów i uzyskać w ten sposób jednoznaczną informację o stabilności i niezawodności pomiaru w danym momencie procesu!

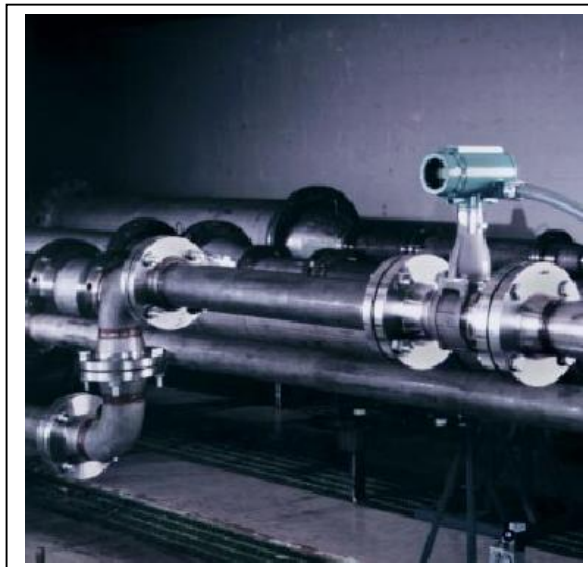
Krótsze odcinki wlotu i wylotu bez utraty dokładności pomiaru

Dzięki wyjątkowym właściwościom konstrukcyjnym modelu 8800C można poradzić sobie, z niektórymi ograniczeniami czy problemami pojawiającymi się zwykle w praktyce pomiarowej lub całkowicie ich uniknąć.

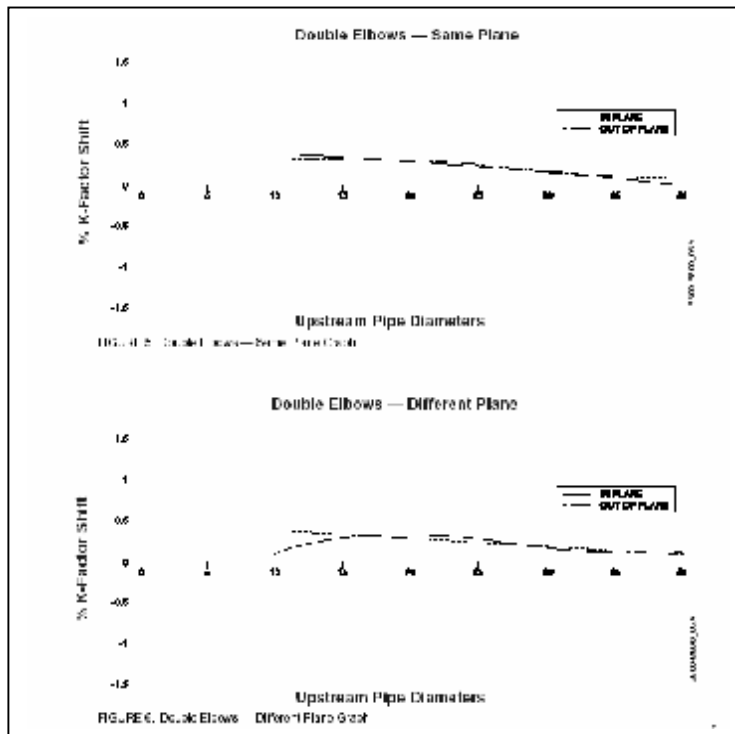
Aby uzyskać krótsze odcinki prostoliniowe po stronie napływowej - medium, do tej pory stosowano zwykle prostownice strumieniowe. To rozwiązanie ma jednak wady, np. większy spadek ciśnienia w miejscu pomiaru, ponadto zwiększone niebezpieczeństwo gromadzenia się osadów.

Model Rosemount 8800C oferuje w tym wypadku prostsze rozwiązanie. Dokonuje na podstawie obliczeń kompensacji przepływającego medium przez skrócone, w porównaniu do wymaganych, odcinki prostoliniowe po stronie napływu i wypływu medium.

Dzięki temu możliwe jest np. skrócenie odcinka po stronie napływu do 10 D, a mimo to użytkownik nie musi się obawiać błędu pomiarowego!



W wyniku licznych symulacji w stanowiskach kontrolnych, przeprowadzonych w firmie Rosemount, odtworzono różne warunki montażu ze skróconymi odcinkami napływu i obliczono ich wpływ na odchylenia pomiarowe. Korekta odchyleń wymaga dostosowania czynnika kalibracji. Poniższe wykresy pokazują, jak zmienia się on w różnych warunkach instalacji.



Wykres 5 pokazuje zmianę czynnika kalibracji na przykładzie przepływu przez 2 kolanka rurowe przebiegające w tej samej płaszczyźnie.

Wykres 7 pokazuje zmianę czynnika kalibracji na przykładzie przepływu przez 2 kolanka rurowe przebiegające w różnych płaszczyznach.

Powyższe wykresy pokazują wielkość i kierunek zmian wpływających na czynnik kalibracji miernika. Użytkownik otrzymuje te dane w ramach informacji technicznej w książce danych. Dobiera je wówczas do swoich warunków instalacji i wprowadza do systemu elektronicznego podczas konfigurowania miernika. W ten sposób może być pewien całkowitej dokładności pomiaru. Żaden kompromis nie jest tu konieczny! Tego rodzaju wykresy zostały ujęte w książce danych dla wszystkich warunków instalacji występujących w praktyce (np. kolanka rurociągów w różnych płaszczyznach, zawory montowane przed miernikiem itp.)

Zintegrowana redukcja średnicy nominalnej w modelu Rosemount 8800CR

Kolejną innowację zastosowaną w przepływomierzach Rosemount przedstawimy na przykładzie modelu 8800CR. Chodzi o wspomniany na wstępie właściwy dobór średnicy nominalnej przepływomierza.

Ponad 60% wszystkich mierników ma nieodpowiednio dobraną średnicę, co wpływa na ich funkcje pomiarowe. Wiele urządzeń jest zbyt dużych, przez co wykazują mniejszą dynamikę pomiaru. Jeżeli będziemy się orientować jedynie według średnicy rurociągu, wówczas przepływomierz z reguły nie będzie gwarantował właściwej dynamiki pomiaru. Jeżeli jednak za punkt wyjścia przyjmijemy optymalną dynamikę pomiaru, musimy uwzględnić redukcję w rurociągu. Należy więc znaleźć kompromis, uwzględniając spadek ciśnienia, funkcje pomiarowe i nakłady na instalację. Nawet jeżeli znajdziemy dobry kompromis, zawsze jednak musimy się liczyć z pewnymi wadami takiego rozwiązania:

- wyższe nakłady projektowe
- wyższe nakłady instalacyjne
- wyższe koszty
- większa liczba możliwych przecieków ze względu na dodatkowe kołnierzowe złącza.

Przy projektowaniu nowego obiektu z pewnością łatwiej uwzględnić powyższe aspekty i nieco zrelatywizować nakłady. Warto jednak pamiętać, że zwykle dość wcześnie planuje się rurociągi i wówczas idealnie byłoby podać specyfikację urządzeń wewnętrznych. Często jednak w tym stadium projektowania wprowadzane są jeszcze zmiany danych procesowych. Powoduje to konieczność ponownego projektowania rurociągów, stąd dodatkowe nakłady i koszty.

Rozwiązanie proponowane przez Rosemount pozwala wyjść naprzeciw tym codziennym problemom. Model 8800CR ma bowiem wbudowaną w urządzeniu redukcję średnicy.

W ofercie występują zawsze dwa mierniki o identycznych wymiarach instalacyjnych i w każdej średnicy, przy czym model 8800CR ma obudowę miernika mniejszą o jeden stopień nominalny średnicy. Tak więc np. przepływomierz Vortex o średnicy DN 100 występuje w dwóch wersjach:



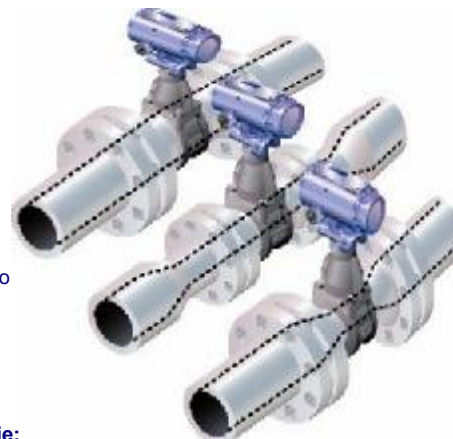
Ilustracja: Modele 8800CR i 8800C w tych samych wymiarach instalacyjnych i różnych zakresach pomiaru

8800C040 w zakresach pomiaru 6,9 do 225 m³/hr (dla wody)
8800CR040 w zakresach pomiaru 4,0 do 130 m³/hr (dla wody)

Początek pomiaru można więc w tym przykładzie przesunąć o 40% w dół zakres pomiaru! Der Meßanfang könnte in diesem Beispiel also um 40% in den unteren Bereich verschoben werden!

W przypadku miernika o wymiarach kołnierza DN100 i obudowy DN80 spadek ciśnienia jest wprawdzie o 15% wyższy niż w porównywalnym tradycyjnym urządzeniu DN80, ale zwykła redukcja w rurociągu spowodowałaby także spadek ciśnienia w punkcie pomiaru. Rozwiązanie zastosowane przez Rosemount jest nie tylko proste, ale i niezwykle korzystne:

w procesie projektowania już na etapie wstępnym można ustalić średnicę miernika. Zmianę danych procesowych można uwzględnić dobierając odpowiedni przepływomierz. W ten sposób redukujemy ryzyko i dodatkowe nakłady na projektowanie oraz dobór przyrządu w późniejszym etapie można łatwo wymienić miernik, jeżeli niezbędna okaże się zmiana zakresu pomiaru niższe koszty instalacji, ponieważ niekonieczna staje się redukcja rurociągu mniejsze ryzyko, ponieważ nie powstają dodatkowe potencjalne miejsca przecieku.



Źle:
wielkość dobrana do średnicy rurociągu

Częsta praktyka:
redukcja rurociągu.

Lepsze rozwiązanie:
Vortex 8800CR z wbudowaną redukcją średnicy

Przepływomierz dopasowuje się więc, można powiedzieć, do instalacji, a nie odwrotnie. Jest to logiczne założenie i łatwe do realizacji dzięki modelowi 8800C.

Obecnie Rosemount oferuje, oprócz zwykłych mierników w wersji z kołnierzem o wymiarach od DN25 do DN300, dla wszystkich średnic także mierniki w wbudowaną redukcją średnicy.

Rozwiązania Emerson Process Management:

Pod hasłem „Consider it solved” wszystkie spółki Grupy Emerson dążą do rozwiązań, które podnoszą walory naszych produktów i usług, a przez to dają więcej korzyści naszym klientom. Przepływomierz wirowy Vortex 8800C także spełnia te wymogi. Dzięki swoim wyjątkowym cechom oferuje rozwiązanie wielu praktycznych problemów:

- duże bezpieczeństwo dzięki całkowicie, jednolitej konstrukcji
- skrócone odcinki prostoliniowe na napływie i wypływie dzięki kompensacji
- łatwy proces uruchomienia przepływomierza dzięki elektronicznemu przetwarzaniu sygnału oraz cyfrowym filtrom adaptacyjnym
- odporność na wibracje dzięki konstrukcji opartej na równowadze mas
- odporność na gromadzenie się osadów ze względu na brak szczelin
- łatwa wymiana czujnika dzięki montażowi na zewnątrz przepływomierza.

Poszerzenie palety modeli mierników Vortex o nową wersję 8800CR z wbudowaną redukcją średnicy stanowi kolejną innowację, która ułatwia montaż na aparaturze procesowej i zwiększa możliwości zastosowania... „Consider it solved”!

Emerson Process Management (www.emersonprocess.pl), oddział koncernu Emerson, jako wiodąca w świecie firma oferuje rozwiązania w zakresie automatyzacji procesowej dla przemysłu chemicznego, rafineryjnego, papierniczego, energetycznego, spożywczego oraz farmaceutycznego.