

Autor:

Bernd Reichert
Kierownik Działu Przetworników Procesowych
Pomiar temperatury

Pan i niewolnik

Elektroniczny pomiar ciśnienia różnicowego przy pomocy dwóch przetworników procesowych

Monitorowanie poziomu cieczy poprzez pomiar różnicy ciśnień osiągnęło nowy wymiar: system z dwoma przetwornikami procesowymi w układzie pan-niewolnik (master-slave). W porównaniu z konwencjonalnymi rozwiązaniami pomiarowymi, ta konfiguracja jest prostsza do zainstalowania, bardziej precyzyjna, i mniej podatna na wahania temperatury.

Rynek oferuje kilka różnych metod do wyboru odnośnie monitorowania poziomu cieczy, w zastosowaniach ze zbiornikami zamkniętymi lub porównywalnymi, do określania poziomu często wykorzystuje się przetworniki ciśnienia różnicowego. Ta technika sprawdza się w wielu sytuacjach, zwłaszcza wtedy, gdy zanurzenie przyrządu pomiarowego nie wchodzi w grę, na przykład z powodu obecności narzędzi lub agresywnych substancji w zbiorniku.

Aby móc monitorować poziom trzeba określić różnicę pomiędzy ciśnieniem w fazie ciekłej a ciśnieniem w fazie gazowej wewnątrz zbiornika. Aby obliczenia były dokładne, oprócz ciśnienia hydrostatycznego należy wziąć pod uwagę geometrię zbiornika (pozioma lub pionowa, różne możliwe pokrywy i dna) oraz gęstość właściwą medium.

Przetworniki ciśnienia różnicowego posiadają dwa przyłącza procesowe 1/4" NPT, zgodne z normą IEC 61518, zamontowane jedno obok drugiego. Konstrukcja ta odzwierciedla pierwotne zadanie pomiarowe urządzenia, a mianowicie określenie spadku ciśnienia, na przykład w rurach, filtrach lub pompach. Przy pomiarze poziomu cieczy odległość pomiędzy punktami pomiarowymi dla ciśnień P_1 i P_2 jest znacznie większa, wobec czego cały proces musi być wspomagany kapilarami. Mają one ograniczoną objętość, co gwarantuje przekazywanie ciśnienia bez żadnych zakłóceń. Warto wspomnieć, że rozwiązania pomiarowe zawierające tego typu połączenie z punktami pomiarowymi są wrażliwe na zmiany temperatury, które mogą negatywnie wpłynąć na ich pracę. W najgorszym przypadku poważne wahania temperatury mogą przełożyć się na błędne wyniki pomiarów.

Jeśli dane zastosowanie wymaga większej dokładności, opisywana przez nas metoda pomiarowa wkrótce osiągnie szczyt swoich możliwości. Dobra wiadomość jest taka, że dostępne stało się rozwiązanie alternatywne, w którym pomiar ciśnienia różnicowego dokonywany jest elektronicznie. Niepożądane skutki konwencjonalnych pomiarów zostały tym samym

zredukowane do minimum. System pomiarowy opracowany przez firmę WIKA oparty jest na dwóch oddzielnych przetwornikach procesowych - np. CPT-2x lub IPT-2x, które osiągają dokładność równą 0,05% ustawionego zakresu - w różnych konfiguracjach. Te dwa urządzenia pracują jako urządzenie nadrzędne i podrzędne - pan i niewolnik. Ich wzajemne połączenie jest czysto elektryczne, za pośrednictwem kabla sygnałowego, który nie jest podatny na awarię. Komunikują się przez wewnętrzną magistralę.

Urządzenie podrzędne jest zasilane przez urządzenie nadrzędne i parametryzowane, poprzez interfejsy albo na wyświetlaczu urządzenia nadrzędnego. "Niewolnik" mierzy ciśnienie P_1 , na przykład ciśnienie gazu w zamkniętym zbiorniku i przekazuje je do "pana". Ciśnienie P_2 , które w tym przypadku jest ciśnieniem w kolumnie cieczy na dnie zbiornika, jest rejestrowane przez urządzenie nadrzędne, które następnie oblicza różnicę pomiędzy ciśnieniami P_1 i P_2 . Na podstawie tej różnicy oraz innych kluczowych parametrów, takich jak kształt zbiornika i gęstość medium, urządzenie nadrzędne określa objętość medium w zbiorniku, wskazując poziom jego napełnienia. Wartość ta może być przekazana do dyspozytorowi i/lub wyświetlacza urządzenia nadrzędnego w formie sygnału analogowego lub cyfrowego.

Zalety tego rozwiązania nie kończą się na zmniejszeniu wpływu temperatury i umożliwieniu większej precyzji pomiarów - również rozruch zajmuje mniej czasu. Dla porównania, rozwiązania pomiarowe zawierające przetwornik ciśnienia różnicowego wymagają przeprowadzenia próbnych pomiarów, aby zweryfikować poprawność działania kapilar (może się na przykład okazać, że trzeba wyeliminować przestrzeń powietrzna z przewodów impulsowych i ciśnieniowych).

Również wymiana przyrządów jest znacznie mniej skomplikowana, gdy różnica ciśnień jest mierzona elektronicznie. Jeśli dojdzie do awarii, tylko jedno z dwóch urządzeń będzie wymagało wymiany - drugie będzie mogło pracować w zestawieniu z urządzeniem zastępczym (nadrzędnym lub podrzędnym). Gdy różnica ciśnień jest mierzona za pomocą kapilar, wystąpienie usterki jest równoznaczne z koniecznością wymiany całego systemu - nawet jeśli jedynym problemem jest małe załamanie w przewodzie ciśnieniowym.

Opisywana przez nas metoda elektronicznego pomiaru ciśnienia różnicowego może być teoretycznie realizowana również za pomocą dwóch przetworników ciśnienia. Wymagałoby to jednak zainstalowania trzeciego elementu wraz z kluczową jednostką obliczeniową oraz drugiego źródła napięcia i dwóch wejść ciśnieniowych w układzie pomiarowym. Elementy elektroniczne, które są potrzebne do przetwarzania informacji i obliczania różnicy ciśnień, są już zintegrowane w przetworniku procesowym.

Kolejna cecha przetworników procesowych, często wykorzystywana przy pomiarach poziomu cieczy, to funkcja proporcjonalnego zmniejszenia umożliwiającego spersonalizowanie zakresu pomiarowego. W kontekście pomiarów poziomu cieczy oznacza to, że operator zbiornika skaluje zakres pomiarowy przetwornika do zakresu rzeczywiście istotnego dla procesu.

Sygnal pomiarowy, np. 4...20 mA, jest następnie optymalnie wykorzystywany w tym zakresie.

Jednocześnie należy pamiętać, że dokładność pomiaru spada proporcjonalnie, jeśli zakres pomiarowy przetwornika jest zredukowany poniżej pewnej granicy. O ile zachowana zostanie proporcja 5:1, można dowolnie skorzystać z funkcji proporcjonalnego zmniejszenia. Przykładowo, jeżeli ustawiony zakres wynosi 200 mbar (= 2 m słupa wody), to przyrząd pomiarowy może być używany przy ciśnieniu 0...1 bar bez wpływu na dokładność wynoszącą 0,1%; niepewność pomiaru dla 200 mbar nie będzie większa niż 0,2 mbar lub 2 mm.

Elektroniczne pomiary ciśnień różnicowych są bardzo wszechstronne. Rejestrowanie poziomu cieczy to zaledwie wierzchołek góry lodowej. Ta metoda jest idealna do zastosowań z różnorodnymi mediami, na przykład w produkcji soków owocowych, gdzie stosunek koncentratu do wody może być określony w oparciu o gęstość, a tym samym zmianę ciśnienia. Kolejnym dobrym przykładem są zbiorniki zęzowe na statkach, które należy uważnie monitorować, ponieważ woda morska miesza się z płynami i smarami. Różnica ciśnień spowodowana różnymi gęstościami mediów występujących w zbiorniku wskazuje, kiedy poziom wody osiąga określony limit maksymalny.

Biorąc pod uwagę wspomniane cechy, zastosowanie układu pan-niewolnik do pomiarów przepływu w oparciu o różnicę ciśnień, na przykład w filtrach lub kryzach w rurociągach, wydaje się oczywiste. Podczas gdy w zbiornikach przeważają warunki ciśnienia statycznego, normą w rurociągach są stosunkowo wysokie ciśnienia procesowe. Niemniej jednak różnice ciśnień, które mają decydujące znaczenie dla tego typu pomiarów, wynoszą zazwyczaj kilka milibarów. Aby móc rejestrować ciśnienie statyczne i wykorzystywać je do obliczeń, przetwornik musiałby mieć tak obszerny zakres pomiarowy, że zupełnie nie sprawdzałby się w takich warunkach. Dokonywane pomiary nie kwalifikowałyby się jako dokładne.

Z tego powodu do pomiaru natężenia przepływu zalecane są klasyczne przetworniki ciśnień różnicowych. Określają różnicę ciśnień w oparciu o spadek ciśnienia w milibarach, przy czym ciśnienie statyczne może spokojnie wynosić 150 barów lub więcej.

Wniosek: System do mierzenia ciśnienia różnicowego bazujący na parze przetworników w relacji pan-niewolnik stanowi elastyczną alternatywę w dziedzinie monitorowania poziomu cieczy w zbiornikach zamkniętych lub w zbiornikach z mediami mieszanymi. Nadaje się głównie do zastosowań o wysokich wymaganiach w zakresie dokładności, gdzie wpływy temperatury muszą być ograniczane do minimum.

Rys. 1:



Zdjęcie WIKA: DP01

Rys. 2:



©iStockphoto.com

Kontakt:

WIKA Polska
spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp. k.
ul. Łęska 29/35
87-800 Włocławek
Tel.: (+48) 54 23 01 100
Faks: (+48) 54 23 01 101
info@wikapolska.pl
www.wikapolska.pl