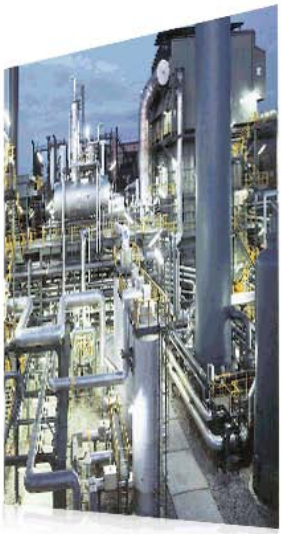
Przetworniki temperatury w procesach technologicznych



Na instalacjach przemysłowych pomiar temperatury stanowi blisko 30% wszystkich pomiarów. W przypadku pomiaru za pomocą termometrów elektrycznych najważniejszy element stanowi wbudowany przetwornik temperatury, który łączy proces z systemem sterującym tym procesem bądź opracowującym zmierzone wartości. W poniższym artykule podano, niezależne od producenta, zalecenia oraz wskazówki dla osób używających tego typu urządzeń w praktyce.

Obok względnie oczywistych wymagań stawianych termometrom, jak np. wytrzymałość na wstrząsy i ściskanie oraz odporność na korozję, geometrię przyłączy itd., występuje szereg innych złożonych wymagań, które muszą być spełnione wyłącznie w stosunku do zamontowanych w termometrach przetworników temperatury. Do tych specyficznych, często pomijanych wymagań należy zaliczyć: ochronę przeciwwybuchową (ATEX), bezpieczeństwo funkcjonalne (SIL), standardowe sygnały wyjściowe, np. 4–20 mA, oraz protokoły (HART lub Fieldbus), a także ich podłączenie do systemów sterujących procesami – systemów Asset Management oraz możliwie najprostszą obsługę przetworników temperatury.

Ochrona przeciwwybuchowa

Przetworniki temperatury używane w strefach zagrożonych wybuchem muszą spełniać specjalne wymagania. W celu ochrony osób i urządzeń, tego rodzaju przyrządy pomiarowe muszą być zgodne z wytycznymi dyrektywy ATEX 94/9/EG, a poszczególne warunki muszą odpowiadać danemu rodzajowi ochrony przed zapłonem. Podstawowy cel to zapobieganie wybuchom w strefach niebezpiecznych i zagrożonych wybuchem. W instalacjach procesu najczęściej montuje się samoistnie bezpieczne urządzenia – oznacza to, że zasilanie przetwornika temperatury ograniczane jest za pomocą przyrządu zasilającego/barierą Zenera. Użytkownik musi zbadać parametry bezpieczeństwa i sprawdzić, czy poszczególne komponenty można wzajemnie połączyć. Ze względu na wydatną biegunowość przetworników temperatury zbadanie zależności technicznych związanych z ochroną przeciwwybuchową może być konieczne z dwóch stron. Po pierwsze – od przetwornika w kierunku czujnika, po drugie – od przetwornika w kierunku systemu sterującego procesami.

Należy pamiętać, że nagrzewanie na wierzchołku czujnika lub osłony termometrycznej zależy od typu czujnika (TC/RTD), jego średnicy, rodzaju konstrukcji osłony termometrycznej oraz od mocy doprowadzonej do przetwornika temperatury w razie awarii. W praktyce okazuje się, że – w razie awarii – elementy termiczne cechuje zdecydowanie niższe samoogrzewanie niż termometry rezystancyjne.

Fot. 1. Termometr rezystancyjny z osłoną termometryczną

Tabela 1. Pomiar samobezpieczeństwa punktu pomiaru temperatury

Czujnik		Przetwornik temperatury			Przyrząd zasilający
U_i: 30 V DC	≤	U_0: 6,5 V DC	U_i: 30 V DC	≥	U_0: 25,4 V DC
I_i: 550 mA	≤	I_0: 9,3 mA	I_i: 130 mA	≥	I_0: 88,2 mA
P_i: 1	≤	P_0: 15,2 mW	P_i: 800 mW	≥	P_0: 560 mW
C_i: można pominąć		C_0: 24 μF	C_i: 7,8 nF		C_0: 93 μF
L_i: można pominąć		L_0: 365 mH	L_i: 100 μH		L_0: 2,7 mH

Jak pokazuje przykład (tabela 1), dopuszczalne byłoby połączenie czujnika, przetwornika temperatury i przyrządu zasilającego. Jednak użytkownik musiałby dodatkowo uwzględnić wartości indukcyjności oraz reaktancji pojemnościowej przewodów przyłączeniowych.

Bezpieczeństwo funkcjonalne (SIL)

Kolejne wyzwanie podczas wyboru odpowiedniego przetwornika pojawia się w związku z aplikacjami krytycznymi ze względu na bezpieczeństwo, zgodnie z międzynarodową normą IEC 61508/61511. Aplikacja krytyczna ze względu na bezpieczeństwo oznacza, że w przypadku technicznej awarii urządzenia bądź całego obwodu bezpieczeństwa może dojść do zakłócenia, które może doprowadzić do uszkodzenia urządzenia i/lub urazu osoby. SIL to klasyczne podejście do ryzyka. Obliczenia dotyczące bezpieczeństwa pozwalają dokładnie określić całkowite ryzyko, jakie stanowi urządzenie lub obwód bezpieczeństwa i przy użyciu odpowiednich komponentów można doprowadzić do znaczącej jego redukcji. Wymagania SIL w wysokim stopniu ograniczają wybór potencjalnych przetworników temperatury. W przypadku techniki procesu okazuje się, że aktualnie zgodnie z SIL certyfikowane są wyłącznie przetworniki HART 4–20 mA. Ponadto obserwacja w ramach SIL powinna uwzględniać tylko sygnał 4–20 mA, a nie przekazywanie wartości pomiarowych przez protokół HART.

Po przeprowadzeniu oceny ryzyka i klasyfikacji SIL przez konstruktora urządzenia będzie potrzebny przetwornik temperatury odpowiadający dokładnie temu poziomowi SIL. Najczęściej osiągany jest poziom SIL2. W związku z tym należy odpowiedzieć na poniższe pytania:

- czy przetwornik temperatury nadaje się do aplikacji SIL, jeśli tak, to do którego poziomu?
- czy w związku z przetwornikiem temperatury możliwe są systemy redundantne?
- jakie wartości PFD/SFF przetwornik oferuje, przy którym czujniku/przyłączu czujnika?
  (SFF: *Safe Failure Fraction* podaje liczbę bezpiecznych błędów. Ta wartość powinna być bardzo wysoka. PFD: *Probability of Failures on Demand* podaje prawdopodobieństwo wystąpienia błędu przy wykonaniu funkcji bezpieczeństwa. Ta wartość powinna być bardzo niska).
- które wartości interwału Proof są podawane?
  (Interwał Proof: podaje powtarzającą się kontrolę funkcji).

Fot. 2. Rodzina przetworników temperatury

Fot. 3. Możliwe zastosowanie opatentowanego urządzenia montażowego

Fot. 4. Urządzenie montażowe

SIL oznacza, że całkowity obwód bezpieczeństwa, tzn. czujnik/przetwornik, jednostka logiczna i element wykonawczy, należy rozumieć jako system ukierunkowany na bezpieczeństwo. Poziom SIL uzyskujemy zatem po zsumowaniu wszystkich pojedynczych komponentów. W przypadku obliczeń SIL wyznacza się dla czujnika/przetwornika znaczenie wynoszące 35%, dla jednostki logicznej 15%, a dla elementu wykonawczego 50%.

W przypadku obliczeń SIL wartości PFD i SFF wszystkich komponentów używanych w obwodzie bezpieczeństwa są sumowane. W tym celu konstruktor potrzebuje odpowiedniego raportu FMEDA oraz deklaracji zgodności SIL od producenta przetwornika temperatury. Wynik obliczeń należy porównać z wcześniej wybranym poziomem SIL oraz wartościami normy IEC61511.

Jeśli nie zostaną osiągnięte wartości wymagane dla poziomu SIL, konstruktor powinien albo podjąć dodatkowe działania konstrukcyjne, zaplanować systemy redundantne, albo przedsięwziąć inne odpowiednie środki, aby dodatkowo zredukować ryzyko instalacji.

Sygnały wyjściowe i protokoły komunikacyjne

Kolejny czynnik decydujący o wyborze odpowiedniego przetwornika temperatury wiąże się z ustaleniem sygnału wyjściowego lub protokołu cyfrowego, o ile w związku z wymaganiami SIL nie istnieją już ograniczenia.

Naturalnie użytkownik będzie wybierał tylko takie protokoły, które już były w urządzeniach stosowane lub są planowane. W technice procesu upowszechniły się sygnały wyjściowe 4–20 mA, HART, Foundation Fieldbus oraz Profibus-PA. Na rynku dostępny jest duży wybór przetworników temperatury do wszystkich powszechnych sygnałów wyjściowych oraz protokołów.

Dla konstruktora lub użytkownika największe znaczenie ma kwestia udostępnienia odpowiedniej technologii podłączenia przez stosowany przetwornik temperatury, bez względu na jego sygnał wyjściowy.

1. Podłączenie do systemów sterujących procesami w celu obliczenia wartości procesu. W celu podłączenia urządzeń Profibus-PA należy wprowadzić odpowiednie pliki GSD w system sterujący procesami, natomiast w przypadku podłączenia urządzeń Foundation Fieldbus pliki cff. Dla sygnału 4–20 A przetwornika HART nie są konieczne żadne szczególne pliki podłączenia.
2. Podłączenie w celu konfiguracji przetwornika temperatury. Istnieją dwie konkurujące ze sobą technologie służące do podłączenia cyfrowych protokołów HART, Profibus-PA i Foundation Fieldbus w systemy Asset Management. Mowa o technologii EDD oraz FDT (EDD – *Electrical Device Description*, FDT – *Field Device Type*). Kilka systemów Asset Management obsługuje niestety wyłącznie technologię EDD, inne natomiast tylko FDT.

Konstruktor lub użytkownik musi zatem wybrać taki przetwornik temperatury, który spełnia wszystkie wymagania danego systemu. Korzystniej jest oczywiście, jeśli przetwornik temperatury obsługuje oba systemy (technologię EDD wzgl. FDT).

Prosta i przejrzysta obsługa

Końcowym kryterium wyboru jest łatwa obsługa przetwornika podczas montowania i podłączania urządzeń. Oczywiście wymiary przetwornika temperatury muszą być zgodne zarówno z DIN 43735, jak również z DIN EN 50446, tak aby można je było zamontować w takich komponentach, jak główka przyłączeniowa, wkład pomiarowy itd. Powinny być tak skonstruowane, aby wszelkie przewody przyłączeniowe można było podłączyć w sposób najbardziej komfortowy. Pomimo wszelkich starań producentów zacisków sprężynowych zacisk śrubowy ze stałą śrubą stanowi ciągle jeszcze jedyną alternatywę do przyłączenia przewodów. Można to łatwo wytłumaczyć, ponieważ w praktyce zaciska się wyłącznie elastyczne przewody o bardzo małych średnicach.

Podczas prac serwisowych i konserwacyjnych, ale również podczas kalibrowania, technik musi mieć łatwy dostęp do przewodów przyłączeniowych lub zacisków, aby podłączyć odpowiednie narzędzie diagnostyczne. Do tej pory używano zacisków szczękowych lub sprężynowych, mają one jednak tę wadę, że dość trudno poddają się łączeniu i łatwo odskakują.

Za pomocą urządzenia montażowego oferowanego przez firmę WIKA można teraz szybko i bezpiecznie podłączać przetworniki temperatury i pozostałe urządzenia procesu do zacisków śrubowych dzięki sile magnetycznej. Dzięki temu zapobiega się kłopotliwemu poszukiwaniu kontaktu z zaciskiem oraz uciążliwemu przerywaniu przepływu prądu.

Wnioski

Spełnienie wszystkich, często sprzecznych ze sobą wymagań stawianych odpowiednim przetwornikom temperatury wymaga kompromisowego podejścia. Zasadniczo zaleca się konstruktorom lub użytkownikom, aby w przypadku niejasności zwrócić się do odpowiedniego producenta. Długotrwałe użytkowanie lub trwałość kompletnego łańcucha pomiarowego stanowi zawsze wypadkową wynikającą z doświadczenia konstruktora i użytkownika, odpowiedniego doradztwa ze strony producenta produktu oraz wysokiej jakości przyrządów pomiarowych.

WIKA Polska SA
ul. Łęgska 29/35
87-800 Włocławek
tel. 54-230 11 00
fax 54-230 11 01
e-mail: info@wikapolska.pl
www.wikapolska.pl