

Pomiary izotopowe część 2

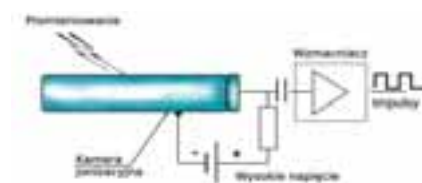
Każdy układ pomiarowy, wykorzystujący źródła promieniowania, składa się zawsze z takich samych elementów. Są nimi: detektor promieniowania, źródło izotopowe w pojemniku ochronnym oraz przetwornik (jednostka sterująca). W zależności od przeznaczenia układu, wymienione elementy mogą się różnić wielkością, budową i sposobem wykonania, jednak ich funkcje pozostają w każdym przypadku takie same.

Detektor i pojemnik ochronny ze źródłem są zawsze instalowane w miejscu, w którym należy wykonać pomiar tzn. przy zbiorniku czy reaktorze, na przenośniku lub na rurociągu. Wzajemne położenie tych elementów jest takie, że mierzony produkt znajduje się pomiędzy nimi. Przetwornik najczęściej jest umieszczany w sterowni, a z detektorem łączy się go za pomocą odpowiednio dobranych przewodów. Niektórzy producenci upraszczają budowę układu pomiarowego poprzez umieszczenie elektroniki przetwornika w obudowie detektora. W takiej sytuacji sygnał pomiarowy z detektora trafia bezpośrednio do systemu sterowania np. jako standardowy prąd 4...20 mA lub sygnał cyfrowy.

Wspomnieliśmy, że detektor ma za zadanie mierzyć natężenie promieniowania, które dociera do niego po przejściu przez produkt. Zmiany natężenia są powodowane, zależnie od przeznaczenia układu pomiarowego, przez zmieniającą się gęstość produktu, zmieniający się poziom w zbiorniku lub zmieniającą się ilość produktu na przenośniku. Jak widać, patrząc na sygnał wyjściowy detektora (ilość impulsów lub wartość prądu) nie jesteśmy w stanie powiedzieć, jaką wielkość fizyczną mierzy nasz układ pomiarowy. Dlatego bardzo ważną czynnością jest w przypadku układów izotopowych kalibracja. Kalibracja oznacza nic innego, jak przyporządkowanie określonych wartości wielkości mierzonej konkretnym wartościom sygnału z detektora. Dla użytkownika jest ważne, że kalibracja układu może się odbywać dopiero po jego zainstalowaniu. Nie ma sensu kalibracja u producenta lub w warsztacie, rzeczywista konfiguracja układu pomiarowego zawsze będzie inna. Konieczne jest posiadanie informacji na temat rzeczywistych wartości mierzonej wielkości: musi istnieć możliwość sprawdzenia poziomu w zbiorniku (np. przez wziernik), możliwość poboru próbki do zbadania w laboratorium (przy pomiarze gęstości) lub możliwość zważenia przetransportowanego materiału.

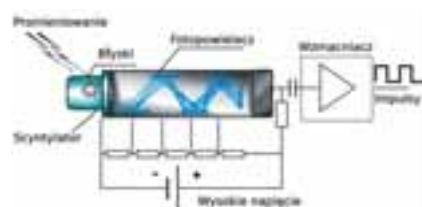
Powiemy teraz kilka słów na temat działania i budowy poszczególnych elementów układu izotopowego.

Detektor promieniowania składa się elementu wrażliwego na promieniowanie oraz układu elektronicznego wzmacniającego i formującego sygnał pomiarowy. W zależności od przeznaczenia detektora, jako element reagujący na promieniowanie są stosowane liczniki Geigera-Müllera lub układy z kryształem (scyntylatorem) i fotopowielaczem. Wymienione wersje różnią się przede wszystkim czułością (liczniki ze scyntylatorem mają czułość większą o rząd), a także ceną (liczniki GM są tańsze). Jak działa detektor?



Rys. 1. Licznik Geigera-Müllera

Promieniowanie trafiając na licznik GM wywołuje lawinowy przepływ prądu, który jest zamieniony przez układ elektroniczny na impuls. W przypadku scyntylatora, promieniowanie wywołuje pojawienie się fotonów (błysków światła), które następnie docierają do tzw. fotopowielacza – lampy elektronowej posiadającej kilka elektrod. Pojedynczy błysk zostaje wzmacniony i, podobnie jak w przypadku licznika GM, jest widoczny jako impuls na wyjściu układu. W obu przypadkach ilość generowanych przez układ impulsów jest proporcjonalna do natężenia promieniowania docierającego do detektora.



Rys. 2. Licznik scyntylicyjny

Pojemnik ochronny ma za zadanie nadać właściwą formę i kierunek, a także zabezpieczyć przed promieniowaniem otoczenie i ludzi w nim przebywających. Konstrukcja pojemnika wynika z jego funkcji. Obudowa pojemnika jest wykonana najczęściej ze stali, co zapewnia

właściwą wytrzymałość mechaniczną. Wypełnienie stanowi materiał o możliwie dużej gęstości (najczęściej ołów), dzięki czemu promieniowanie zostanie znacznie osłabione. Grubość warstwy ołowiu jest zależna od aktywności źródła umieszczonego w pojemniku. Im większa aktywność, tym większy ciężar pojemnika. Informacje te są istotne już na etapie planowania układu pomiarowego, należy bowiem przewidzieć sposób zamontowania pojemnika i zapewnić mu odpowiednie podpory. W osłonie ołowianej wykonany jest zawsze odpowiednio ukształtowany otwór kolimacyjny. Wiązka promieniowania wychodząca na zewnątrz może mieć kształt stożka o małym kącie np. 9° (dla sygnalizacji poziomu lub pomiaru gęstości) albo płaskiej kurtyny o kącie 45° dla układów ciągłego pomiaru poziomu lub przepływu masy. Konstrukcja pojemnika umożliwia jego zamknięcie i zastąpienie otworu wylotowego promieniowania.



Rys. 3. Typowy pojemnik ochronny źródła punkowego

Jak mówiliśmy już w I części wykładu, izotopy są źródłem promieniowania gamma wykorzystywanego w pomiarach przemysłowych. Najczęściej stosowane izotopy, Cez-137 i kobalt Co-60, różnią się od siebie czasem półrozpadu (czyli żywotnością) i energią promieniowania. Te cechy decydują, który izotop zastosować dla danej aplikacji. Promieniowanie cezu ma mniejszą energię, wobec czego izotop ten stosuje się dla zbiorników i rur o cienkich ścianach oraz małych rozmiarach. Dla zbiorników grubościennych lub przy dużych odległościach pomiędzy źródłem a detektorem, konieczne jest użycie promieniowania o większej energii, czyli źródła kobaltowego. Niedogodnością jest to, że źródło kobaltowe trzeba będzie wymienić po krótszym czasie użytkowania (jak pamiętamy, kobalt ma sześciokrotnie krótszy okres półrozpadu niż cez).

Przetwornik (jednostka sterująca) to element, poprzez który użytkownik ma kontakt z układem. Wyposażony w wyświetlacz oraz przyciski umożliwia lokalne odczytywanie wartości mierzonej, a także odczyt i zmianę parametrów układu oraz przeprowadzanie kalibracji. Jednostka ste-

rująca jest wyposażona w wyjście pomiarowe (najczęściej analogowe 4...20 mA) oraz wyjścia przekaźnikowe (do sygnalizacji lub alarmów). Często istnieje możliwość zdalnego dostępu do przetwornika np. poprzez cyfrową sieć Profibus. Przetwornik może być montowany lokalnie, w obudowie naściennej, lub w sterowni, w typowej kasecie 19". Stosowane obecnie przetworniki posiadają funkcję automatycznej kompensacji zmiany aktywności źródła (rozpadu). Funkcja ta pozwala uniknąć konieczności okresowego powtarzania kalibracji.



Rys. 4. Detektor punktowy z wbudowanym przetwornikiem

Mając wiedzę na temat budowy układu izotopowego, przejdziemy do konkretnych zastosowań w przemyśle. Najczęściej spotykanym pomiarem izotopowym jest pomiar gęstości produktu płynącego rurociągiem. Detektor i pojemnik ochronny ze źródłem są montowane na specjalnej konstrukcji nośnej bezpośrednio na rurze. Jako źródła promieniowania używa się prawie zawsze cezu, co zapewnia przynajmniej piętnastoletni okres pracy układu. Produkty, dla których stosowany jest pomiar izotopowy to zawiesiny wapna i gipsu, sok z buraków cukrowych, czarny ług i kwas siarkowy.

Dużą grupę pomiarów izotopowych stanowią pomiary poziomu. Tutaj zdecydowaną przewagę mają sygnalizatory, czyli układy wykrywające określony stan zapełnienia zbiornika. Ponieważ często zbiornik ma dużą średnicę albo konieczne jest prześwietlenie grubych ścian betonowych lub stalowych, jako izotop stosowany jest głównie kobalt. Układy sygnalizacji spotkamy w silosach węgla, w piecach wapiennych, w zasobnikach wielkiego pieca, ale także w lejach elektrofiltrów lub kanałach zsykowych.

Układy do pomiaru ciągłego, wymagają zastosowania detektora lub źródła o długości odpowiadającej zakresowi po-

miarowemu. Możliwe są trzy konfiguracje układu pomiarowego: punktowe źródło (najczęściej cez) – detektor prętowy, punktowy detektor – źródło prętowe (kobalt) lub detektor prętowy – źródło prętowe. Ze względu na mniejsze wymiary pojemnika, a co za tym idzie, łatwiejszy transport i montaż, najczęściej wykorzystywany jest układ ze źródłem punktowym. Układy ciągłego pomiaru poziomu znajdziemy m.in. w zakładach tłuszczowych (ekstraktory, tostery), papierniczych (silosy zrębków), chemicznych (reaktory), a także w hutach szkła (wanny szklarskie i zasilacze) i stali (krystalizatory na liniach COS).

Bezkontaktowy charakter pomiaru izotopowego jest przydatny, gdy należy zmierzyć ilość produktu sypkiego transportowanego przez przenośnik. Żadnego problemu nie sprawia pomiar na taśmociągu – waga tensometryczna jest dokładniejsza i tańsza. Jeżeli jednak mamy do czynienia z rezerwuarem zgrzeblowym, kubekowym lub ślimakowym – zastosowanie wagi izotopowej jest bez porównania łatwiejsze.

Na zakończenie kilka słów na temat bezpieczeństwa. Większości ludzi pojęcia „promieniowanie” czy „źródło izotopowe” kojarzą się z zagrożeniem. W opisanych wyżej układach przemysłowych stosowane są źródła zamknięte (hermetyczne), przeważnie o niewielkiej aktywności, na dodatek umieszczone w pojemnikach ochronnych. Nie ma więc praktycznie możliwości rozprzestrzenienia się skażenia, nawet w przypadku zniszczenia lub stopienia pojemnika. Państwowa Agencja Atomistyki wydaje zezwolenie na stosowanie źródeł izotopowych tylko wtedy, gdy użytkownik spełnia wszystkie wymagania. Także dalsza eksploatacja układów odbywa się pod nadzorem PAA. Jeżeli więc użytkownicy urządzeń izotopowych będą je wykorzystywać zgodnie z przeznaczeniem, stosując wymogi programów bezpieczeństwa i regulaminów pracy, to nie będą one powodowały zagrożeń większych, niż inne przemysłowe instalacje.



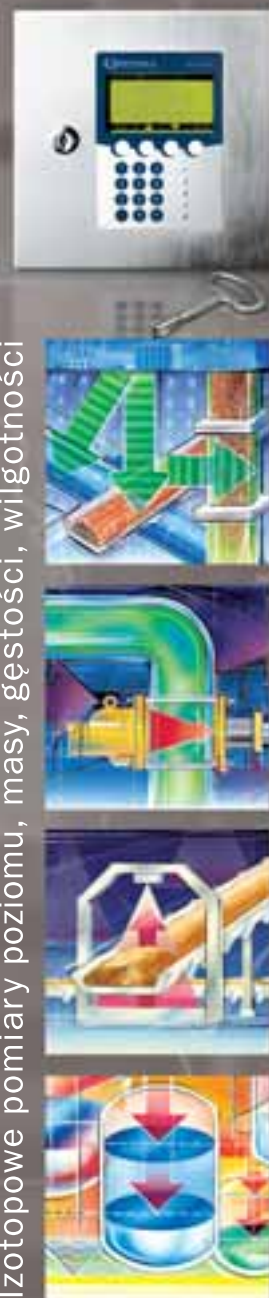
Autor artykułu
Jerzy Janota

Absolwent Wydziału Automatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.
W INTROLU od 14 lat, z czego prawie połowę zajęto mu prowadzenie działu pomiarów izotopowych.

tel. 032 7890025
e-mail: izotopy@introl.pl

pomiary izotopowe

Izotopowe pomiary poziomu, masy, gęstości, wilgotności



- bezkontaktowe
- niezawodne
- bezpieczne

wiele innych specjalistycznych pomiarów znajdziesz na www.introl.pl

bezpłatny katalog
bezpłatny CDRom

introl
automatyka i pomiary

tel. (32) 789 00 25
e-mail: izotopy@introl.pl