

# Podkontrola



automatyka i pomiary

nr 4/2009 (10)

## w numerze:

akademia automatyki:

**Termopary bez tajemnic – cz.2**

dobra praktyka:

**Zrobotyzowane stanowisko spawania elementów  
kondensatorów. Realizacja dla Delphi Poland S.A.**

temat wydania:

**„Zielona” energia.  
Pozyskiwanie i pomiar biogazu**

nr 04/2009 (10)

wydawca



INTROL Sp. z o.o.  
ul. Kościuszki 112  
40-519 Katowice  
tel. 032/ 205 33 44  
fax 032/ 205 33 77

dotatkowe informacje i subskrypcja  
[www.podkontrola.pl](http://www.podkontrola.pl)

redakcja

Paweł Głuszek  
Bogusław Trybus  
Rafał Skrzypiciel



### Drodzy Czytelnicy

Ostatni kwartał roku i ostatni już tegoroczny numer naszego magazynu. Tym razem na łamy „Pod kontrolą” wraca dział „Dobra praktyka”, w którym prezentujemy rozwiązanie zrealizowane przez jedną ze spółek Grupy Introl SA. Oczywiście nie brakuje również wykładów „Akademii Automatyki” oraz „Tematu Wydania” 4/2009.

„Zielona” energia – termin używany niemal w każdej współczesnej publikacji związanej z energetyką ciepłą i zawodową. Nie ma chyba osoby, która nie słyszała o najnowszych technologiach związanych z wytwarzaniem energii ze źródeł odnawialnych. Z uwagi na aktualność problematyki, postanowiliśmy zaprezentować kilka podstawowych informacji na temat biogazu i możliwości jego wykorzystania w procesach produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Nie byłoby to możliwe, gdybyśmy przy okazji omawianej tematyki, pominieli kwestię pomiarów. Dlatego też „Temat Wydania” to spojrzenie na biogaz i jego właściwości z punktu widzenia kierownika działu pomiaru przepływu. W artykule autor wskazuje na zalety biogazu, źródła jego wytwarzania oraz szanse jakie stwarza on całej gospodarce. Artykuł zwraca również uwagę jakie wymagania stawia aparaturze kontrolno-pomiarowej ta specyficzna mieszanina gazów, jaką jest biogaz.

Zgodnie z obietnicą złożoną w poprzednim numerze, „Akademia Automatyka” jest kontynuacją tematu czujników temperatury potocznie zwanych termoparami. Po przedstawieniu ogólnych zasad fizycznych na jakich opiera się pomiar, tym razem autor koncentruje uwagę na elementach dodatkowych, wchodzących w skład czujników termoparowych. Osłony, spoiny, bloki wyprowadzeń – to te części wielu termopar wpływają na poprawności ich funkcjonowania i możliwość zastosowania w określonych aplikacjach. Z dodatkowymi elementami konstrukcyjnymi czujników temperatury związane są również pewne problemy. Ale o szczegółach przeczytaj Państwo w „Akademii Automatyki”.

Robotyzacja całego naszego życia, jeśli już nie stała się codziennością, to wkrótce zapewne nią będzie. Roboty wkraczają do rzeczywistości współczesnego człowieka, a przemysł jest tego najlepszym przykładem. Zastępowanie pracy ludzi robotami, mimo, iż budzi wiele kontrowersji natury socjalno-egzystencjalnej, jest ekonomicznie uzasadnione. Dzięki wykonywaniu powtarzalnych czynności przez specjalnie zaprojektowanego robota, możliwe jest optymalizowanie procesów i – co z tym związane – generowanie wymiernych korzyści. Właśnie z uwagi na przydatność robotów w automatyzacji procesów technologicznych, „Dobra Praktyka” jest tym razem relacją z zakończonej inwestycji, której wykonawcą była jedna ze spółek Grupy Introl SA – Zakład Projektowania Technologii i Automatyki Pro-Zap Sp. z o.o.

Jako, że numer 4/2009 jest ostatnim w tym roku, chciałbym serdecznie podziękować wszystkim naszym Czytelnikom za cały rok wzajemnej współpracy związanej zarówno z samym czasopismem jak i całością naszej działalności. Życząc wszystkim udanego roku 2010, zapraszam już do lektury przyszłorocznych wydań „Pod kontrolą”.

Gorąco zachęcam do lektury  
Wiceprezes Zarządu Introl Sp. z o.o.

*Jerzy Janota*

## spis treści

aktualności	str. 3
nowe produkty	str. 4
temat wydania „Zielona” energia Pozyskiwanie i pomiar biogazu	str. 6
dobra praktyka Zrobotyzowane stanowisko spawania elementów kondensatorów Realizacja dla Delphi Poland S.A.	str. 8
akademia automatyki Termopary bez tajemnic – cz. 2	str. 10

## Przeptywomierze Görlicha z atestem higienicznym

24 sierpnia tego roku, na potrzeby aplikacji jednego z naszych Klientów, wydany został Atest Higieniczny na przepływowomierz MAG-Flow TGR firmy Görlich. Atest potwierdza spełnianie przez urządzenie wymagań higienicznych niezbędnych w pomiarze przepływu wody przeznaczonej do spożycia. Certyfikat wydany przez Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny potwierdził niniejszym, iż elementy zwilżane przepływowomierza wykonane są z materiałów, które mogą mieć kontakt z wodą zdatną do spożycia. Oznacza to tym samym, iż model TGR jest urządzeniem, które z powodzeniem może być stosowane między innymi w przemyśle spożywczym czy gospodarce wodno-ściekowej.



## Grupa Intral SA na targach „KATOWICE 2009”

1-4 września tego roku w katowickim „Spodku” odbyły się Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego „Katowice 2009”. Reprezentowana przez przedstawicieli wszystkich niemal spółek Grupa Intral SA prezentowała na targach swoją ofertę skierowaną do sektora energetycznego, hutnictwa i przemysłu wydobywczego. Goście stoiska 16/B mieli



również okazję poznać historię największych realizacji Grupy, wykonywanych w kraju i za granicą. Wszystkim osobom, z którymi mieliśmy przyjemność się spotkać podczas tych czterech dni, serdecznie dziękujemy.

## Wyróżnienie dla Intral SA

Miło nam poinformować o kolejnej nagrodzie przyznanej spółce Intral SA. Podczas zorganizowanych w Polkowicach targów ekoenergetycznych „ECO SOURCE”, nadrzędna spółka Grupy Intral SA otrzymała wyróżnienie „Najciekawszy Produkt Targów”. Nagroda została przyznana za realizowane inwestycje związane z agregatami prądowo-ciepłymi, m.in. na częstochowskiej oczyszczalni „Warta”, jastrzębskiej KWK Borynia, KWK Wesoła, jak i Geotermii Podhalańskiej. Jak zawsze, dziękujemy za kolejny wyraz uznania.



## Pomiary kontrolne przepływowomierzy

Dział pomiaru przepływu z powodzeniem rozwija nowe rozwiązania skierowane dla Klientów zainteresowanych cyklicznymi weryfikacjami poprawności działania swoich przepływowomierzy.

Zbudowane przez nas stanowisko, dzięki zastosowaniu przepływowomierza masowego o klasie dokładności 0,1% oraz wagi legalizowanej w klasie III, pozwala nam sprawdzać przepływowomierze stosowane w rurociągach o średnicach od 1 mm do 80 mm i maksymalnym zakresie pomiarowym do 50 t/h. Ostatnio wykonanymi pomiarami kontrolnymi było zweryfikowanie poprawności działania 64 przepływowomierzy w jednej z polskich fabryk branży kosmetycznej.

Nasze mobilne stanowisko kontrolne, dzięki zastosowaniu ultraprecyzyjnej aparatury do pomiarów przepływu, cieszy się coraz większym zainteresowaniem automatyków, dla których istotna jest pewność wskazań urządzeń wykorzystywanych do prowadzonych na co dzień pomiarów.



## Kolejne szkolenie w Czorsztynie

Korzystając z urokliwych okolic Zalewu Czorsztyńskiego, kolejny raz zorganizowaliśmy szkolenie „Pomiary w przemyśle”, które odbyło się w dniach 1-2 października tego roku. Program dwudniowego seminarium uwzględniał tematykę związaną z pomiarami przepływu, poziomom, a także systemami gazometrycznymi i termowizją wykorzystywaną w przemyśle. Oczywiście, poza czasem poświęconym na zgłębianie wiedzy, nasi Goście mieli okazję zwiedzić zamek w Niedzicy oraz uczestniczyć w splotwie przetorem Dunajca. Wszystkim Uczestnikom dziękujemy za przybycie.

## „Dni Technologii” firmy VEGA w Polsce

W dniach 22-24 września odbyło się w Krakowie seminarium z zakresu nowej technologii PLICS PLUS. Po raz pierwszy w historii, nasz niemiecki partner zdecydował się na powierzenie organizacji międzynarodowego spotkania naszej firmie. W spotkaniu wzięli udział dystrybutorzy z Czech, Słowacji, Bułgarii, Litwy, Izraela, Polski oraz czterech przedstawicieli firmy VEGA. W trakcie trzydniowego szkolenia, zostały zaprezentowane nowe produkty marki VEGA. Wśród przedstawianych nowości były między innymi sondy radarowe (wersje do 450°C, zasilanie 9,6 V DC), nowe sondy mikrofalowe z falowodem, urządzenia komunikacji bezprzewodowej z możliwością kalibracji urządzeń przez HART, mierniki izotopowe. Wszystkie prezentowane urządzenia są lub wkrótce znajdą się w ofercie naszej firmy.



## Przetwornik sygnału VEGAMET 391

Wśród bogatej oferty urządzeń współpracujących z aparaturą pomiarową marki VEGA, pojawiło się nowe urządzenie do przetwarzania sygnału. VEGAMET 391 jest uniwersalnym urządzeniem do przetwarzania sygnału, używanym w wielu aplikacjach takich jak pomiar poziomu, nadciśnienia oraz ciśnienia procesowego. Urządzenie może służyć także jako urządzenie zasilające dla podłączonych czujników. Do VEGAMET 391 można podłączyć dowolny czujnik 4÷20 mA/HART. VEGAMET 391 może zasilac podłączony czujnik i przetwarzać jego sygnały pomiarowe. Żądany parametr jest prezentowany na wyświetlaczu i przekazywany do wbudowanego wyjścia prądowego w celu dalszego przetwarzania. Sygnał pomiarowy może zostać przekazany do zdalnego wskaźnika lub nadrzędnego układu sterowania. VEGAMET 391 jest wyposażony także w przełączniki sześciopozycyjne do sterowania pompami i innymi urządzeniami. Wskaźnik posiada atest SIL 2.



pomiary poziomu  
poziomy@intrtol.pl

## Bariery mikrofalowe VEGAMIP

Zasada działania urządzenia polega na tłumieniu sygnału radarowego o częstotliwości 24 GHz przez materiał znajdujący się pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem, a zatem jest to metoda o prawie identycznej zasadzie działania jak sygnalizator izotopowy. W odróżnieniu od urządzeń izotopowych, urządzenie nie wymaga żadnych dopuszczeń, kontroli szczelności źródła itp. W przypadku zbiorników wykonanych z tworzyw sztucznych, nadajnik i odbiornik należy umieścić na odpowiedniej wysokości zbiornika – promieniowanie mikrofalowe jest zdolne do penetracji zbiornika przez ścianę wykonaną z dielektryka. W przypadku zbiorników metalowych lub betonowych, należy wykonać otwory w ścianach lub zainstalować okna wziernikowe z dielektryka (szkło, tworzywa sztuczne). Z uwagi na całkowitą niewrażliwość na zapylenie, silne zaparowanie oraz zanieczyszczenie anten, bariery mikrofalowe mogą być zamiennikami barier optycznych lub ultradźwiękowych.



pomiary poziomu  
poziomy@intrtol.pl

## Wskaźnik pętli prądowej VEGADIS 62 z HART

Wskaźnik VEGADIS 62 przeznaczony jest do wpięcia w pętlę sygnałową dowolnego przetwornika analogowego z komunikacją HART lub sieć multidrop, bez potrzeby doprowadzenia dodatkowego zasilania. Wbudowany moduł HART pozwala na odczyt wartości pomiarowej za pomocą komunikacji HART, czyli bez błędów przetworników analogowo/cyfrowych. W przypadku sieci cyfrowej HART multidrop, można wybrać adres przetwornika, którego wartość pomiarową chcemy wyświetlić. Dodatkowo, wskaźnik ma możliwość kalibracji zera, zakresu oraz czasu uśredniania dowolnego urządzenia z komunikacją HART.



pomiary poziomu  
poziomy@intrtol.pl

## Sonda radarowa VEGAPULS 68 do 450°C

Firma VEGA jako pierwsza na świecie opanowała technologię produkcji sond o częstotliwości 26 GHz, przy wykorzystaniu anteny z uszczelnieniem z ceramiki oraz grafitu. Ulepszona wersja sondy VEGAPULS 68 pozwala na pracę części procesowej w stałej temperaturze do 450°C, bez potrzeby chłodzenia powietrzem lub wodą, oraz w zbiornikach o ciśnieniu do 100 bar. Dotychczas, w temperaturach powyżej 250°C konieczne było stosowanie urządzeń o częstotliwości 6 GHz, które niestety są trudne w uruchomieniu z uwagi na 4-krotnie większy kąt wiązki (silne echa fałszywe oraz słabe echo od produktu) oraz bardzo mały stosunek sygnału do szumu (co najmniej 2 razy gorszy niż dla urządzeń z uszczelnieniem teflonowym). Nowa VEGAPULS 68 z anteną o średnicy zaledwie 95 mm, pozwala na pomiar np.: w piecach wapienniczych, klinkieru (na wyjściu z pieca), płynnej stali, biopaliwa przy podawaniu do kotła itp.



pomiary poziomu  
poziomy@intrtol.pl

## ■ Ośmiokanałowy, cyfrowy rejestrator temperatury PROVA 800

Prova 800 to nowoczesny, przenośny rejestrator parametrów procesu, przeznaczony głównie do rejestracji temperatury. Rejestrator umożliwia podłączenie do 8 różnych czujników z pośród 11 typów termopar i jednoczesną rejestrację wyników pomiaru dla każdego z nich. Wyniki wyświetlane są w postaci liczbowej lub wykresów. W komplecie dostarczane są czujniki temperatury typu ATPK-01. Dzięki dodatkowym adapterom, możliwe jest rejestrowanie sygnałów prądowych i napięciowych.

Rejestrator Prova 800 standardowo wyposażony jest w kartę SD o pojemności 2 GB, co pozwala na przechowywanie wyników pomiarów z okresu około 3 lat. Opcjonalnie, rejestrator może być wyposażony w kartę SDHC o pojemności 8 GB. Rejestrator polecany jest wszystkim osobom, którzy cenią szybkość i wygodę prowadzenia pomiarów temperatury w różnych procesach technologicznych.



czujniki temperatury  
czujtemp@introl.pl

## ■ Miernik zawartości suchej masy MICRO POLAR LB 566

Nowością w zakresie urządzeń do pomiarów izotopowych marki BERTHOLD, jest miernik Micro Polar LB 566. Przeznaczony jest on do ciągłego pomiaru gęstości, zawartości suchej masy lub zawartości wody w produkcie. Pomiar polega na „prześwietlaniu” produktu za pomocą mikrofal, które przechodzą przez medium, podlegają zjawiskom tłumienia i przesunięcia fazowego. Układ pomiarowy składa się z jednostki sterującej, przepływowej celi pomiarowej i kabla łączącego jednostkę z celą pomiarową.

Miernik jest urządzeniem dedykowanym do bezkontaktowych pomiarów między innymi: suchej masy w serze, karmelu, maśle, margarynie.



izotopy  
izotopy@introl.pl

## ■ Przetworniki prędkości powietrza dla zakresu od 0,2 do 20 m/s

Firma E+E Elektronik, znany producent przetworników pomiarowych, wprowadziła do sprzedaży nowe, miniaturowe przetworniki prędkości powietrza z serii EE575 i EE576. Urządzenia umożliwiają dokładny pomiar przepływu w powietrzu i gazach. EE575 dokonuje pomiaru prędkości do 20 m/s, zaś EE576 zaprojektowano specjalnie do pomiaru przepływów o prędkości do 2 m/s.

Przetworniki te wyposażono w nowo zaprojektowaną głowicę czujnika i cienkowarstwowy czujnik termiczny, przez lata sprawdzony m.in. w przemyśle motoryzacyjnym. Czujnik ten jest mniej wrażliwy na pył i zanieczyszczenia niż konkurencyjne rozwiązania.

Dzięki sondzie o długości 150 mm oraz wbudowanej elektronice, urządzenie ma niewielkie wymiary, co umożliwia stosowanie go



w miejscach, gdzie dostępna przestrzeń jest bardzo ograniczona. Dodatkowo, nowe konstrukcje sondy pomiarowej oraz kołnierza montażowego, zapewniają właściwe położenie czujnika, co wpływa na oszczędność czasu i zapobiega niewłaściwej instalacji.

Urządzenia zasilane są napięciem 10-29 VDC i posiadają liniowe wyjścia napięciowe 0-5V lub 0-10V. Dzięki zakresowi temperatur wynoszącemu od -20 do 60°C, seria EE575 i EE576 gwarantuje najwyższą elastyczność zastosowań i instalacji.

Nowe przetworniki znajdują zastosowanie w instalacjach grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, sterowaniu wlotami i wylotami powietrza oraz przy monitoringu przepływu laminarnego. Ich dodatkowym atutem jest atrakcyjna cena, dzięki której nowe rozwiązania firmy E+E Elektronik mają duże szanse stać się powszechnie stosowanym rozwiązaniem w wielu polskich przedsiębiorstwach.

pomiary temperatury  
temperatura@introl.pl

## „Zielona” energia

### Pozyskiwanie i pomiar biogazu

**Zmiany zachodzące na rynku energetycznym wymagają korzystania z alternatywnych (odnawialnych) źródeł energii. Jednym z nich jest biogaz – nośnik energetyczny, łatwy w pozyskaniu i transporcie, wymagający jednak zastosowania dedykowanych rozwiązań technologicznych.**

#### Szansa, której nie można zmarnować

Obecnie nikt nie ma już złudzeń, że produkcja biogazu na dużą skalę może oznaczać zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju, zmniejszenie deficytu gazowego państwa – a w dłuższym czasie – niezależnienie się od importu gazu oraz wypełnienie zobowiązań unijnych dotyczących produkcji energii ze źródeł odnawialnych.

Przykładem działań rządowych na rzecz energetyki odnawialnej, jest program „Innowacyjna Energetyka – Rolnictwo Energetyczne”. Autorzy programu zakładają, że w roku 2020 aż 15% całego polskiego rynku energii końcowej (obejmującego energię elektryczną, ciepło i paliwa transportowe), stanowić będzie energia ze źródeł odnawialnych. Jest to założenie zgodne z projektem dyrektywy dotyczącej wykorzystania energii odnawialnej (ze stycznia 2008 roku). Drugim celem programu IERE jest wytworzenie istotnej nadwyżki eksportowej na unijny rynek „certyfikatów zielonych”. Planowana nadwyżka ma wynosić prawie 50% ilości energii, która będzie potrzebna na pokrycie zapotrzebowania krajowego.

Rdzeniem Programu IERE pod względem technologicznym, jest budowa do 2020 roku biogazowni zintegrowanych ze źródłami kogeneracyjnymi, o łącznej mocy elektrycznej tych źródeł wynoszącej około 5 tys. MW. Realizacja ma nastąpić dzięki stworzeniu optymalnych warunków do rozwoju instalacji wytwarzających biogaz rolniczy (tzw. biogazownie rolnicze), wskazaniu możliwości współfinansowania tego typu instalacji ze środków publicznych (zarówno krajowych jak i pochodzących z Unii Europejskiej) oraz przeprowadzeniu stosownych działań edukacyjno-promocyjnych w zakresie budowy i eksploatacji biogazowni rolniczych.

Według autorów projektu, szacowany potencjał surowcowy pozwala na wyprodukowanie rocznie 5 mld m<sup>3</sup> biogazu, o parametrach jakościowych wysokometanowego gazu ziemnego. Stwarza to możliwość działania dla około 2000 biogazowni, każda o mocy 1 MW.

#### Unia Europejska i jej wymagania

Roczna emisja całkowita (źródła wielkie i małe), wynikająca ze spalania węgla kamiennego w Polsce, wynosi w przybliżeniu: 80 mln ton × 2,2 tony CO<sub>2</sub>/tonę = 176 mln ton. Roczna emisja wynikająca ze spalania węgla brunatnego, wynosi natomiast: 60 mln ton × 1,3 tony CO<sub>2</sub>/tonę = 78 mln ton. Razem jest to 254 mln ton. Przydział uprawnień dla Polski, przyznany przez Komisję Europejską na 2008 rok, wynosi natomiast 208,5 mln ton. Z wycień wynika jasno, że aby sprostać wymaganiom Unii Europejskiej i nie narażać się na ogromne wydatki związane z koniecznością zakupu „zielonych certyfikatów”, musimy jako kraj znacząco zredukować emisję spalin. Ideальnym rozwiązaniem jest inwestycja w technologie do wytwarzania energii odnawialnej.

#### Jak powstaje biogaz?

Biogaz wytwarzany jest w procesie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych, podczas której substancje organiczne rozkładane są przez bakterie na związki proste. W procesie fermentacji beztlenowej, do 60% substancji organicznej zamienianej jest w biogaz.

Biogaz powstający w wyniku fermentacji beztlenowej, składa się w głównej mierze z metanu (od 40% do 70%) i dwutlenku węgla (około 30-50%), ale zawiera także inne gazy, m.in. azot, siarkowodor, tlenek węgla, amoniak i tlen. Do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej może być wykorzystywany biogaz zawierający powyżej 40% metanu.

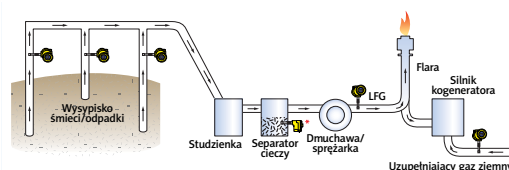
#### Źródła biogazu i potrzeba pomiaru jego przepływu

Zgodnie z wymogami Unii Europejskiej, składowanie odpadów organicznych może odbywać się jedynie w sposób zabezpieczający przed niekontrolowanymi emisjami metanu. Co więcej, gaz wysypiskowy musi być spalany w pochodni lub w instalacjach energetycznych, a odchody zwierzęce fermentowane. Wszystkie te obostrzenia oraz względy ekonomiczne wymagają dokładnego pomiaru

przepływu biogazu, wytwarzanego w zróżnicowanych procesach.

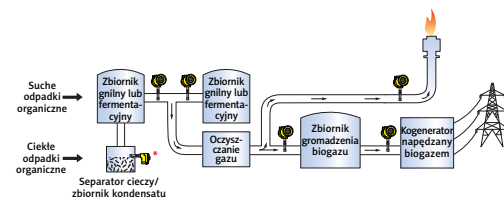
#### Wysypisko śmieci

Na wysypisku śmieci powstaje mieszanka metanu, dwutlenku węgla oraz śladowych ilości azotu, tlenu i innych gazów. Gazy te pobierane są przez głowice studienne i doprowadzane przez sieć rurociągów do wspólnego rurociągu głównego. Typowe układy zawierają także dmuchawy, pompy, separatory cieczy i pochodnię lub utleniacz. Zgromadzone gazy mogą być usuwane (likwidowane) w pochodni lub pozyskiwane jako paliwo napędzające silnik kogeneratora, wytwarzającego równocześnie energię elektryczną i ciepłą.



#### Fermentacja biomasy organicznej

Organiczne odpady przemysłowe, powstające w przetwórstwie żywności, w rzeźniach, w restauracjach oraz te pochodzące z gospodarstw domowych, a także obornik gromadzony w gospodarstwach hodowlanych czy też energetyczne rośliny uprawne, mogą być poddawane fermentacji beztlenowej w zbiornikach reakcyjnych. Produktem otrzymanym w procesie rozkładu biomasy jest biogaz, który stanowi mieszaninę metanu, dwutlenku węgla, wody i śladowych ilości siarkowodoru. Cały proces obejmuje wytwarzanie gazu, jego oczyszczanie, gromadzenie i na końcu wykorzystanie biogazu jako paliwa do ogrzewania lub wytwarzania energii elektrycznej. Naziemna pochodnia jest integralną częścią układu bezpieczeństwa tego procesu. Pomiar przepływu biogazu w różnych punktach układu, zapewnia obsłudze istotne informacje niezbędne dla optymalizacji wytwarzania gazu, sterowania, zapewnienia bezpieczeństwa oraz do celów sprawozdawczych.

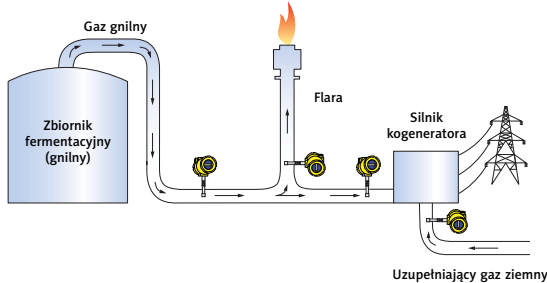


#### Oczyszczalnie ścieków

Instalacja przerobu ścieków wytwarza w zbiorniku fermentacyjnym gaz gnilny, który łączy metan, dwutlenek węgla i śladowe ilości innych gazów. Skład gazu może różnić się zależnie od procesu i temperatury, ale typowy, średni skład to 65% metanu i 35%

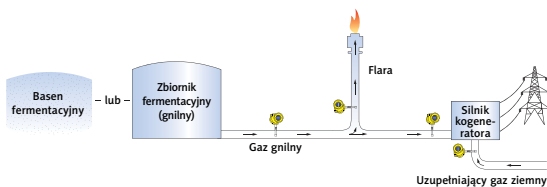
dwutlenku węgla. Gaz gnilny jest gazem wilgotnym i zanieczyszczonym, zawierającym dodatki siarkowodoru, który skrapla się i osiada na ścianach rur i wszelkich innych elementach rurociągu.

Inżynierowie w oczyszczalniach ścieków, muszą mierzyć ilość gazu dostarczanego do silników kogeneratora. Pomiar ilości przepływającego biogazu jest krytycznym parametrem procesu, koniecznym do oszacowania wydajności procesu i sterowania nim. Zazwyczaj wymagany jest również pomiar przepływu gazu do pochodni w celu określenia i raportowania ilości spalanych gazów. W układach kogeneracji, przepływomierze montowane są na liniach zasilających silniki w biogaz, a także na rurociągach z uzupełniającym gazem ziemnym.



### Metan z hodowli zwierząt

Rozkład odchodów zwierzęcych i innych odpadów rolniczych jest głównym źródłem bogatego w metan biogazu, wykorzystywanego jako paliwo. Zamiast emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, nowoczesne farmy hodowlane inwestują w układy odzyskiwania i zmniejszania emisji gazów fermentacyjnych. Pozyskane w ten sposób gazy, służą jako paliwo do silnika kogeneratora, który dostarcza energię gospodarstwu, a często umożliwia sprzedaż jej nadmiaru do lokalnej sieci elektroenergetycznej. Z 1 m<sup>3</sup> płynnych odchodów, moż-



na uzyskać średnio 20 m<sup>3</sup> biogazu, a z 1 m<sup>3</sup> obornika – 30 m<sup>3</sup> biogazu, o wartości energetycznej ok. 23 MJ/m<sup>3</sup>.

Pomiar przepływu biogazu jest niezbędny dla zapewnienia skutecznego i wydajnego prowadzenia procesu fermentacji, jak również uzyskania dowodów zmniejszenia szkodliwej emisji, upoważniających do uzyskania zwolnień podatkowych oraz ulg inwestycyjnych.

### Trudne warunki pomiaru przepływu

Przy wyborze przepływomierza konieczne jest rozpatrzenie różnych wymagań do-

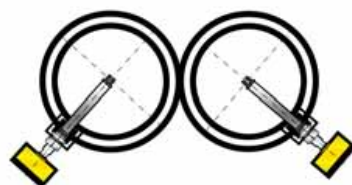
tyczących warunków jego zastosowania. Mogą nimi być: wilgotność lub stopień zanieczyszczenia gazu, mieszanina składników gazowych, instalacja gazu potencjalnie wybuchowego, natężenie przepływu zmieniające się w szerokim zakresie i inne szczególne parametry. Przedstawienie specyficznych warunków danej aplikacji pozwala uniknąć użycia źle dobranego układu pomiarowego, wymagającego nadmiernych zabiegów konserwacyjnych, stwarzającego zagrożenia przy eksploatacji, a często wymagającego kosztownego i skomplikowanego montażu.

Popularne układy pomiarowe oparte na technice wirowej (Vortex) i przepływomierze turbinowe, mają niestety tendencje do zatykania się i fałszowania pomiaru w przypadku, gdy gaz jest wilgotny i zanieczyszczony. Kryzy pomiarowe mają małą zakresowość i nie pozwalają mierzyć przepływu płynów o dużej dynamice zmian. W efekcie, silniki kogeneratora osiągają mniejszą sprawność, a koszty związane z obsługą przepływomierzy rosną. Przepływomierze dla systemów biogazowych powinny zatem działać w szerokim zakresie przepływów, a technologia pomiaru musi być odporna na zanieczyszczenia i zawilgocenie. Co więcej, ze względu na problematyczność medium, na którym taki przepływomierz pracuje, ewentualna konserwacja musi być maksymalnie prosta.

### Optymalne rozwiązanie

Przepływomierze termiczne mogą mierzyć przepływy o dynamice zmian nawet 1000:1, nie posiadają części ruchomych, co pozwala na zastosowanie ich do pomiaru gazów zanieczyszczonych, zarówno w oczyszczalniach ścieków, biogazowniach rolniczych, jak i na wysypisku odpadów. Dodatkowo, odpowiednia zabudowa przepływomierza pozwala na zastosowanie go do pomiaru medium o dużej wilgotności, a konstrukcja przepływomierza pozwala na montaż i demontaż bez konieczności zatrzymywania przepływu.

Analizując proces pomiaru przepływu biogazu, należy jeszcze wspomnieć o pro-



montaż pod kątem 45° od poziomu

stownicy strumienia Vortab. Może się ona okazać pomocna w wielu funkcjonujących już instalacjach przepływu biogazu. Prawie wszystkie metody pomiarowe wymagają odpowiednich odcinków prostych (w zależności od modelu i elementów zakłócających przepływ: 10-20 średnic przed i 5-10 średnic za punktem zabudowy przepływomierza). Ponieważ w przeszłości nie występowała konieczność pomiaru przepływu w rurociągu biogazowym, instalacje takie mogą nie posiadać odpowiednio długich odcinków prostych. Prostownice Vortab pozwalają w wielu wypadkach na niskokosztowe ominięcie tego problemu i wykonanie dokładnego pomiaru przepływomierzem, bez konieczności przerabiania rurociągów.



Podsumowując zagadnienie wytwarzania energii z biogazu i potrzebę pomiaru jego przepływu, należy stwierdzić, iż – ze względu na wartość energetyczną – jest to medium przyszłościowe. Ze względu na swoją charakterystykę, wymaga ono jednak zastosowania nowoczesnej aparatury. Tylko specjalistyczne urządzenia pomiarowe, radzące sobie z trudnymi warunkami aplikacyjnymi, sprawdzone w setkach biogazowni na całym świecie, mogą sprostać wymaganiom polskiego, rodzącego się rynku energii odnawialnej. W obszarze pomiaru przepływu, taką aparaturę od lat oferuje amerykański „ekspert przepływu masowego” – firma FCI.



Autor artykułu:  
Wojciech Wydra

Ukończył wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, specjalność Maszyny i Urządzenia Energetyczne.

W Introlu pracuje od 01.04.2002, obecnie na stanowisku kierownika Działu pomiarów przepływu

tel. 032/7890090  
e-mail: przeplywy@introl.pl

## Zrobotyzowane stanowisko spawania elementów kondensatorów

### Realizacja dla Delphi Poland S.A.

*Automatyzacja procesów produkcyjnych z wykorzystaniem robotów przemysłowych, często w opinii klientów wiąże się z dużymi nakładami finansowymi. Stąd, przy realizacji tego typu zadań, szczególną uwagę należy zwrócić na to aby maksymalnie wykorzystać możliwości jakie drzeją w układach sterowania robotów i niepotrzebnie nie przepłacać za zbyt skomplikowane systemy.*

#### Przemysłowy projekt

Przykładem podejścia zakładającego wykonanie zrobotyzowanej aplikacji, optymalnie dopasowanej do wymagań funkcjonalnych, jest stanowisko zrealizowane przez firmę Pro-Zap Sp. z o.o. dla Delphi Poland S.A. oddział Ostrów Wielkopolski. Klient zwrócił się do firmy Pro-Zap o zaprojektowanie i wykonanie stanowiska spawania elementów kondensatorów: zbiorników i wsporników. Warunki, które postawiono to oczywiście – poza wysoką jakością i powtarzalnością procesu – krótki czas cyklu, prostota obsługi, elastyczność, mobilność stanowiska i akceptowalna cena. Po analizie, zdecydowano się na realizację postawionego zadania przez wykorzystanie robota IRB 140 firmy ABB współpracującego ze źródłem spawalniczym firmy Fronius.

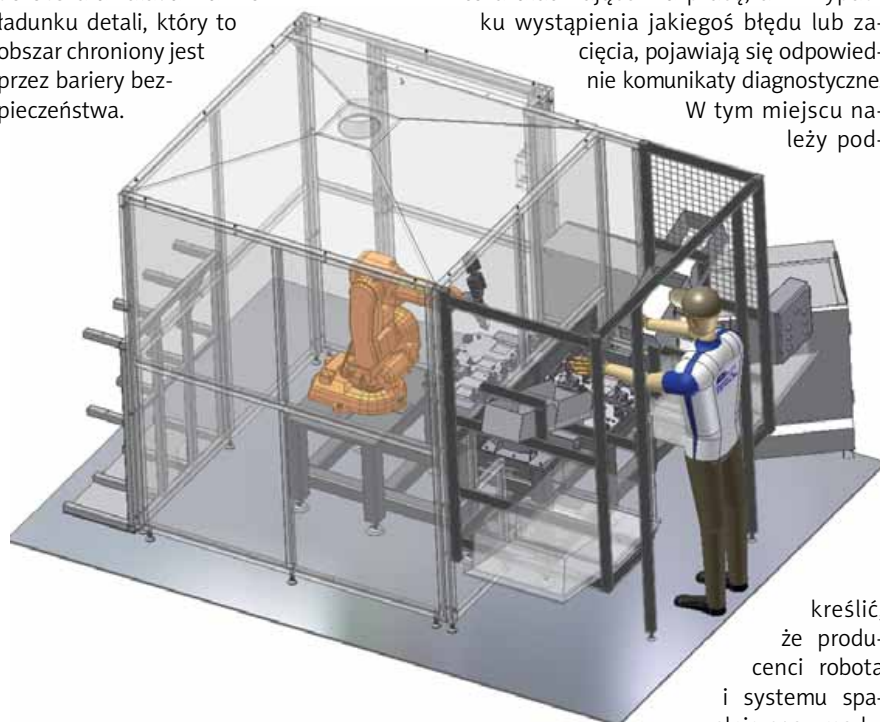
Standardowe stanowiska zrobotyzowane wykorzystują robota do realizacji samego procesu technologicznego, a nadzór nad całym stanowiskiem tj. obsługę przycisków, lampek, układów bezpieczeństwa, dodatkowych napędów, komunikację z operatorem, przejmuje sterownik PLC połączony z panelem operatorskim. W projektowaniu omawianej aplikacji, zrezygnowano ze sterownika PLC i panelu operatorskiego, a ich zadanie przejął robot. Komunikacja z operatorem (wyświetlanie komunikatów diagnostycznych, parametryzowanie procesu, obsługa poszczególnych elementów w trybie ręcznym) odbywa się za pośrednictwem pulpitu z przyciskami i przede wszystkim panelu programowania robota. Zadania zwykle realizowane przez sterownik PLC, przejęte zostały przez układ sterowania

roboty wyposażony w tym celu w opcję wielozadaniowości (w wypadku robotów firmy ABB opcja dodatkowa tzw. multi-tasking, niewystępująca w standardowej wersji systemu).

Robot, poprzez interfejs komunikacyjny DeviceNet, współpracuje ze źródłem spawalniczym, a w skład stanowiska wchodzi jeszcze stół obrotowy, na którym zamontowane zostało odpowiednie oprzyrządowanie z pneumatycznymi dociskami. Obszar pracy robota zabudowany został w taki sposób, aby dostęp do niego był możliwy po otwarciu drzwi chronionych zamkiem elektromagnetycznym. Operator ma w normalnym trybie pracy dostęp tylko do obszaru załadunku i rozładunku detali, który to obszar chroniony jest przez bariery bezpieczeństwa.

je pneumatyczne dociski. W tym samym czasie robot spawia elementy umieszczone w gniazdach na drugiej stronie stołu obrotowego. Po zrealizowaniu operacji na obydwu stronach stołu, następuje automatyczny obrót i cykl może rozpocząć się od nowa. Ponieważ rozładunek gotowych detali i załadunek nowych części odbywa się jednocześnie z pracą robota, cykl pracy zależy niemal tylko od czasu spawania – czas obrotu stołu i czasu przejazdu palnika między kolejnymi spoinami są nieporównywalnie krótsze.

W trakcie pracy automatycznej, na panelu programowania robota wyświetlane są odpowiednie komunikaty dla operatora ułatwiające mu pracę, a w wypadku wystąpienia jakiegoś błędu lub zacięcia, pojawiają się odpowiednie komunikaty diagnostyczne. W tym miejscu należy pod-



kreślić, że produkcję robota i systemu spawalniczego zmodyfikowali zgodnie z projektem

swoje produkty tak, aby diagnozowanie ewentualnych problemów związanych z samym procesem spawania, również było maksymalnie uproszczone i możliwe bezpośrednio z panelu programowania robota.

Przełączenie robota z trybu automatycznego do trybu ręcznego powoduje, że na panelu robota wyświetlane jest menu z opcjami, przy pomocy których operator

#### Zrobotyzowane spawanie

Praca stanowiska przebiega w następujący sposób: operator układa elementy w gniazdach rozmieszczonych po jednej stronie stołu obrotowego (po wcześniejszym rozładunku tych, które wykonane zostały w poprzednim cyklu); po zakończeniu załadunku wycofuje się z obszaru chronionego barierami, potwierdza to odpowiednim przyciskiem, co z kolei aktywuje





może włączać i wyłączać poszczególne gniazda i tym samym decydować o rodzaju aktualnej produkcji, sterować pojedynczymi dociskami, ustawiać stół obrotowy w określonej pozycji, a także doprowadzać robota w określone położenie: do pozycji wyjściowej; do pozycji kalibracji lub do pozycji, w której możliwe jest sprawdzenie i ewentualne korygowanie położenia elektrody spawalniczej.

### Wielozadaniowość i łatwość obsługi

Przy tworzeniu stanowiska starano się maksymalnie uprościć jego obsługę tak, aby nawet operatorom, którzy pierwszy raz stykają się z robotami nie nastęrczało to trudności. Dlatego też, rozruch (załączanie układu bezpieczeństwa, załączanie napędów robota, startowanie realizacji programu) sprowadza się do przyciśnięcia kilku przycisków umieszczonych na



specjalnie przygotowanym pulpicie i nie wymaga sięgania do panelu programowania robota. Również w trakcie pracy automatycznej, obsługa sprowadza się do rozładunku gotowych części, załadowania nowych i potwierdzeniu przez operatora swojej gotowości jednym przyciskiem.

Jak już wcześniej wspominałem, zadania zwykle realizowane przez sterownik PLC, zostały w tym przypadku przejęte przez robota. Główne zadanie (TASK 0) sekwencyj-

nie realizuje program pracy robota – przeprowadza końcówkę spawalniczą przez kolejne zadane punkty, sprawdzając po drodze warunki przejścia między nimi oraz załączając i wyłączając źródło spawalnicze w odpowiednich momentach. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że tworząc program spawania, dla każdej spoiny można ustawić inne parametry. Część tych parametrów można ustawić bezpośrednio w programie – na przykład prędkość przejazdu. Z kolei typowo spawalnicze parametry dostępne są w sterowniku spawarki w postaci zestawów (tzw. job-ów). Z poziomu programu robota, dla każdej spoiny można wywołać odrębny program w spawarce (dostępne do 100 programów). Proces spawania można również podzielić na trzy fazy: faza zajarzenia łuku, faza spawania zasadniczego, faza wypełniania krateru. Co więcej, dla każdej z faz można zdefiniować odrębne programy spawania. Dzięki temu, możemy mieć 100% kontroli w każdym momencie procesu spawania, a doświadczeni spawalnicy klienta mogą stroić system pod swoje potrzeby z poziomu interfejsu źródła spawalniczego, a więc poziomu dobrze im znanego – bez konieczności zapoznawania się ze specyfiką programowania robota.

Oprócz głównego zadania, które może być zatrzymywane (między innymi w wyniku wystąpienia jakiegoś błędu) lub uruchamiane przez operatora, układ sterowania realizuje zadania współbieżne pracujące niezależnie od tego czy zadanie główne jest w danym momencie aktywne czy nie. Te zadania odpowiedzialne są kolejno: za obsługę stołu obrotowego (TASK 1), obsługę przycisków i lampek pulpitu (TASK 2) oraz zamykanie i otwieranie pneumatycznych docisków (TASK 3).

Istotną z punktu widzenia użytkownika, jest także specjalna konstrukcja mechaniczna całego stanowiska. Umożliwia ona bowiem łatwy demontaż stanowiska i ustawienie go w innym miejscu, a po podłączeniu mediów – zasilania elektrycznego i sprężonego powietrza – natychmiastową gotowość do pracy.

### Przed wszystkim bezpieczeństwo

W trakcie projektowania i wykonywania stanowiska, założone i spełnione zostały wszelkie normy bezpieczeństwa. W trybie automatycznym, obszar pracy robota nie jest dostępny dla operatora, a obszar stołu obrotowego i strefa działania docisków pneumatycznych chroniona jest przez bariery bezpieczeństwa odpowiedniej kategorii. Dodatkowo, operator ma w zasięgu działania przycisk zatrzymania awaryjnego. W trybie ręcznym, a więc w trybie, w którym można między innymi dokonać modyfika-

cji trajektorii robota (niezbędna jest praca człowieka bezpośrednio przy robocie), możliwe jest załączenie napędów manipulatora, ale tylko w momencie kiedy operator trzyma wciśniętą płytkę zezwolenia na panelu programowania robota. Jej zwolnienie lub wciśnięcie do końca powoduje natychmiastowe wyłączenie napędów, a osie manipulatora zatrzymywane są w danej pozycji przez hamulce.



### Same korzyści

Zrealizowana przez Pro-Zap aplikacja jest przykładem stanowiska bardzo nowoczesnego, niezawodnego, zapewniającego wysoką jakość, powtarzalność produkowanych detali oraz dużą elastyczność – niewielkim kosztem można dostosować je do produkcji innych podzespołów. Jednocześnie, stanowisko jest proste w obsłudze i atrakcyjne cenowo poprzez bardzo precyzyjne dostosowanie funkcjonalności do specyficznych wymagań procesu spawania. To właśnie względy funkcjonalne i ekonomiczne dają użytkownikowi podstawy do planowanego, szybkiego zwrotu inwestycji.



**Autor artykułu:**  
Łukasz Kosmala

W 2004 roku Ukończył Politechnikę Opolską, Wydział Mechanika i budowa maszyn. W firmie PRO-ZAP Sp. z o.o. pracuje od 3,5 roku, początkowo na stanowisku konstruktora, obecnie jako kierownik Działu mechanicznego.

tel. 605 354 666  
e-mail: lukasz.kosmala@prozap.home.pl

## Termopary bez tajemnic – cz. 2

*Czujniki temperatury wyposaża się obecnie w szereg elementów wpływających na trwałość oraz dokładność prowadzonych pomiarów. Odpowiedni dobór tych komponentów uzupełniających, jest często równie kluczowy co wybór samego termoelementu.*

### Czujniki termoparowe

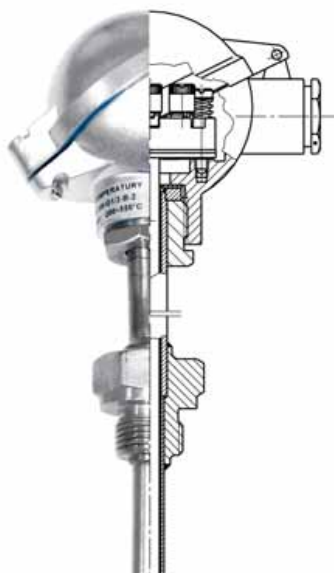
Na dopasowanie czujnika do danego zastosowania, oprócz wyboru termoelementu, może mieć wpływ także obudowa. Realne zastosowania wymagają często aby termopary były zamknięte i zabezpieczone przed wpływami środowiska lub zaopatrzone w oprawę, sondy lub inne elementy optymalnie dopasowane do specyficznych zastosowań. Rysunek 1 prezentuje jeden z kilku typowych projektów przemysłowych czujników temperatury wykorzystujących termopary. Taki najbardziej typowy czujnik składa się z:

**termoelementu** – dwa druty zbudowane z różnych stopów, wytwarzające napięcie gdy wystawi się je na działanie gradientu temperatury;

**osłony** – tuba metalowa lub wykonana z innego materiału, zwykle zamknięta z jednego końca. Osłona chroni element termopary przed wpływami czynników środowiskowych;

**bloku wyprowadzeń** – zbiór złączy (opcjonalny) ułatwiający podłączanie termopary do urządzenia pomiarowego lub przedłużaczy. Fizyczny projekt wyprowadzeń powinien być taki, aby zabezpieczał przed odwrotnym podłączeniem;

**przedłużaczy termopary** – drut przedłużający, wyprodukowany z takiego samego stopu metali jak termoelement (przewód termoparowy) lub z materiałów zastępczych (przewód kompensacyjny).



Rysunek 1

### Kilka słów o osłonach i spoinach

Bardzo ważnym elementem konstrukcyjnym jest osłona czujnika zabezpieczająca termoelement przed zabrudzeniem i fizycznym uszkodzeniem powodowanym przez materiały żrące, płyny i inne czynniki środowiskowe. Powszechnie stosowanymi materiałami osłonowymi są stal, stal nierdzewna, ceramika i porcelana.

Dokonując wyboru materiału osłony czujnika, należy brać pod uwagę zakres temperatury pracy. Niektóre z nich lepiej pasują do wysokich temperatur lub zapewniają dłuższy czas użytkowania w nieprzyjaznym środowisku. Również izolacja umieszczona na termoparze i przewodzie musi zostać oceniona pod kątem wytrzymałości na temperatury i fizyczne uszkodzenia występujące w konkretnym zastosowaniu.

Kolejnym ważnym punktem, który koniecznie trzeba rozważyć przy doborze czujnika temperatury, jest rodzaj spoiny pomiarowej:

**spoina wyeksponowana (SE)** – druty termopary są niezabezpieczone. W takim przy-

padku czujniki mają małą masę termiczną i są wystawiane na bezpośrednie działanie czynników zewnętrznych, co daje najszybszą reakcję na zmiany temperatur. Wadą tego rozwiązania jest podatność na korozję i niska trwałość czujników zaopatrzonych w ten typ spoiny;

**spoina zwarta z osłoną (uziemia) (SP)** – druty termopary są całkowicie zakryte osłoną i połączone z nią. Styk uziemiony daje średni czas reakcji oraz elektryczne połączenie z osłoną. Właśnie połączenie termoelementu z osłoną stanowi w takim przypadku problem, gdyż ewentualne przepięcia lub zwarcia w obwodach elektrycznych, mogą uszkodzić wszystkie czujniki występujące w danych układzie;

**spoina izolowana (SO)** – druty termopary są całkowicie zakryte osłoną, ale są od niej elektrycznie odizolowane. Spoina izolowana daje najwolniejsze reakcje na zmiany temperatury ale w zamian za to zapewnia najwyższą trwałość oraz zabezpieczenie przed przepięciami obwodów elektrycznych.

Tabela 1 Przykładowe materiały stosowane na osłony czujników temperatury

Materiał	Przykłady zastosowania
Stal kwasoodporna 1.4541	osłony czujników temperatury ogólnego przeznaczenia, dla przemysłu chemicznego i azotowego; w instalacjach wody, pary wodnej, w wymiennikach ciepła; dla przemysłu lakierniczego i farmaceutycznego, w autoklawach, kociołkach destylacyjnych, do pracy w kwaśnych wodach szlacheznych w przemyśle węglowym; osłony czujników w przemyśle spożywczym i owocowo-warzywnym, w miejscach narażonych na działanie agresywnych środków konserwujących (sól, SO <sub>2</sub> )
Stal kwasoodporna 1.4571	osłony czujników w środowiskach o dużym zagrożeniu korozją międzykrystaliczną oraz w obecności niektórych bardzo agresywnych chlorków (stali tych nie należy stosować w obecności kwasu azotowego), w przemyśle chemicznym, w miejscach wymagających wysokiej odporności korozyjnej – chłodnice, kondensatory, rurociągi, zbiorniki; w przemyśle spożywczym, celulozowym, farmaceutycznym
Stal żaroodporna 1.4841	osłony czujników pracujące w wysokich temperaturach (do 1150°C), w przemyśle koksowniczym, piecach do obróbki termicznej, w urządzeniach przemysłu szklarskiego
Stal żaroodporna 1.4762	osłony czujników pracujące w wysokich temperaturach (do 1200°C), w przemyśle koksowniczym, piecach do obróbki termicznej, w urządzeniach przemysłu szklarskiego
INCONEL 600	osłony czujników płaszczowych odporne na wysoką temperaturę (do 1200°C), agresywne środowisko i wibracje, pomiary w miejscach trudno dostępnych elementów maszyn i urządzeń
PLATYNA	osłony czujników do pomiaru temperatury ciekłego szkła
Teflon	osłony czujników w przemyśle spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym
Mullit 610	osłony czujników w piecach do obróbki termicznej, kotłowniach,
Korund 799	gazoszczelne osłony czujników w piecach do obróbki termicznej, kotłowniach, odporne na bardzo wysokie temperatury (do 1800°C)
Szko borokrzemowe SIMAX	osłony czujników w przemyśle chemicznym, do stężonych kwasów, zasad i soli, gazów agresywnych
CRYSTON (SiC)	osłony czujników do pomiaru ciekłych metali i stopów Zn, Sn, Pb, Al, Cu,
KARBORUND (SiC)	osłony czujników do pomiaru ciekłych metali i stopów Zn, Sn, Pb, Al, Cu,

Warto przy tym zaznaczyć, iż całkowity czas reakcji czujnika zależy nie tylko od rodzaju spoiny lecz także od średnicy obudowy, rodzaju materiału użytego do jej wykonania oraz od otaczającego środowiska. Czas reakcji może wahać się od dziesiątych części sekundy do kilkudziesięciu sekund. Dobierając odpowiednią spoinę należy zatem znaleźć rozwią-



Ostona czujnika

zanie pośrednie pomiędzy czasem reakcji, a trwałością i bezpieczeństwem całego układu. Oczywiście, wszystko zależy od zastosowania i warunków obiektowych.

### Błędy obwodów pomiarowych

Gdy termopary zostaną podłączone do końcówek płyt zbierania danych lub innych przyrządów odczytujących, powstają wówczas połączenia z dodatkowymi stykami. Połączenia te mogą generować niepożądane napięcia termoelektryczne, które to z kolei zmniejszają dokładność pomiaru. Powstawanie dodatkowych styków i związane z tym błędy obwodów, zależne są od materiału wykonania poszczególnych elementów konstrukcyjnych czujnika. Przykładowo, miedziana końcówka wyjściowa włożona do miedzianego gniazda, nie będzie generować napięcia, ale już konstantanowa (CuNi) końcówka połączona z miedzianym złączem, spowoduje powstanie styku termopary typu T, które wygeneruje dodatkowe napięcie termoelektryczne. Problem dodatkowych, niepożądanych napięć termoelektrycznych (szkodliwych, „obcych” spin) rozwiązuje się stosując odpowiednio dobrane przewody i złącza wykonane z metali termoparowych (lub kompensacyjnych). Ważnym jest przy tym aby zwrócić uwagę na każdy przewodnik i końcówkę wzdłuż całego obwodu termopary, aby mieć pewność, że w obwodzie nie powstają niepożądane spoiny.

### Dryft i wzorcowanie

Defekty termoelementów nie wynikają wyłącznie z mechanicznych uszkodzeń czy złamań, ale także z właściwości fizyczno-chemicznych drutów termoelektrod. W pobliżu spoiny mierzącej termoelementu, pod wpływem wysokiej temperatury, występują zjawiska utleniania i dyfuzji, prowadzące do usuwania niektórych pierwiastków i zmieniające skład chemiczny termoelektrod. To zjawisko, znane jako dryft, prowadzi do stopniowego obniżenia napięcia termoelektrycznego. Z tego względu należy okresowo kontrolować poprawność wskazań termopar, korzystając z usług akredytowanych laboratoriów pomiarowych, posiadających dokładne wzorce odniesienia.

### Na zakończenie

Termopary to z pozoru nieskomplikowane konstrukcyjnie i funkcjonalnie, proste urządzenia do kontaktowych pomiarów temperatury. Jak starałem się jednak wykazać, problematyka czujników termoelementowych jest jednak bardziej złożona. Przedstawione w toku niniejszego artykułu kwestie związane z poprawnym doбором czujnika, nie są oczywiście wszystkimi jakie można wymieniwać. Uznaję jednak, iż to właśnie kwestie osłon, spoin oraz błędów pomiarowych są

tematem, który najbardziej interesuje osoby zawodowo związane z pomiarami temperatury w warunkach przemysłowych.



*Opracowanie na podstawie artykułu zamieszczonego w „Automatyka, Podzespoły, Aplikacje” nr 12/2006*

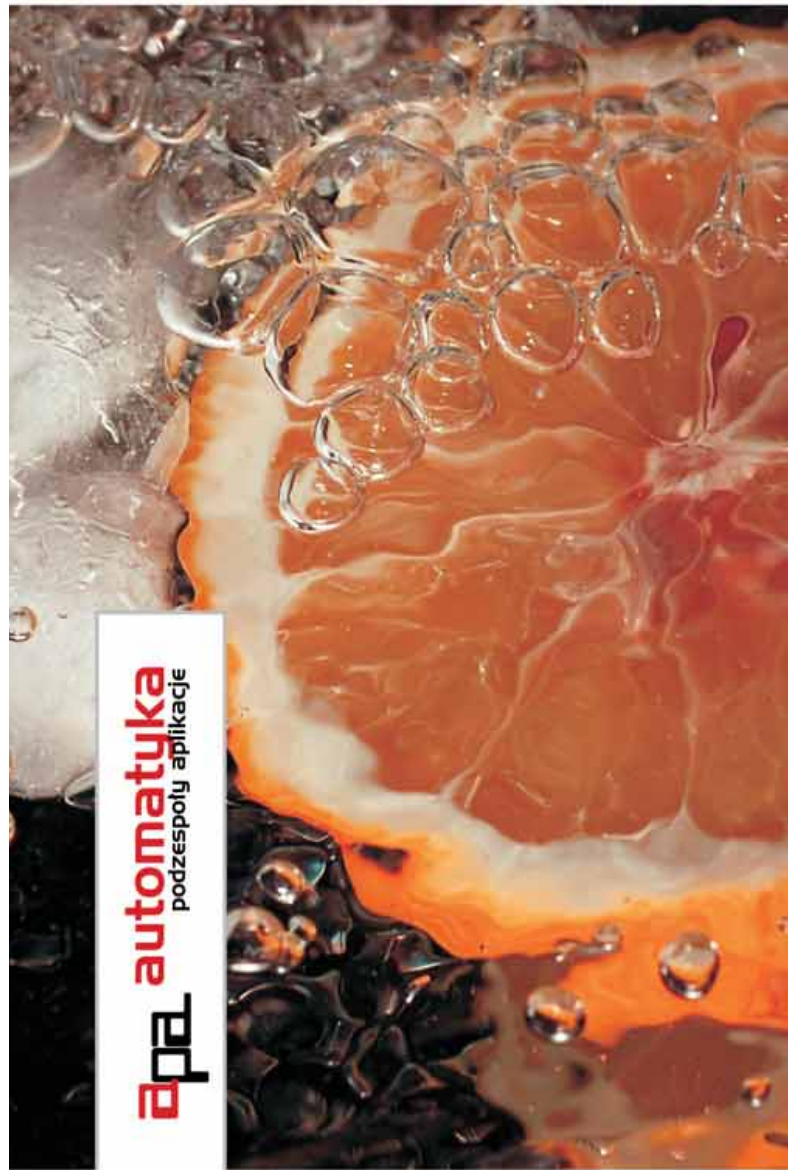
#### Stanisław Stanisz

*Ukończył Wydział Odlewnictwa na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W Introlu pracuje od 2003 roku, obecnie na stanowisku kierownika Działu czujników temperatury.*

tel. 032/7890150

e-mail: [czujtemp@introl.pl](mailto:czujtemp@introl.pl)

# Świeże smaki automatyki



**ppa** automatyka  
podzespoły aplikacje

## Automatyka, Podzespoły, Aplikacje



papier



e-wydanie



www

# Bezpieczne izotopy

BERTHOLD  
TECHNOLOGIES



Z uwagi na ekstremalnie wysoką temperaturę, ciśnienie lub żrące właściwości mierzonego medium, a także skomplikowaną konstrukcję reaktorów, podajników i innych elementów instalacji przemysłowych, wykorzystanie układu złożonego ze źródła izotopowego oraz detektora promieniowania jest nierzadko jedynym rozwiązaniem, pozwalającym na pomiar różnych właściwości fizycznych cieczy lub produktów sypkich.

- pomiar gęstości
- pomiar wilgotności
- pomiar popiołowości węgla
- pomiar poziomu
- pomiar masy

Stosowanie źródeł izotopowych nadal jeszcze budzi wiele wątpliwości i obaw związanych z możliwością skażenia promieniotwórczego. Aby zminimalizować zagrożenia, firma BERTHOLD opracowała i wykorzystuje zaawansowane technologie pozwalające na stosowanie źródeł o bardzo małej aktywności. Dodatkowe zabezpieczenie stanowi unikalna konstrukcja kapsuł oraz pojemników ochronnych. Wszystkie te działania zapewniają ludziom pracującym w pobliżu urządzeń całkowite bezpieczeństwo.

**Mierniki izotopowe firmy BERTHOLD są stosowane w przemyśle już od 60 lat!**

Przedsiębiorstwo Automatykacji i Pomiarów  
Introl Sp. z o.o.

[www.introl.pl](http://www.introl.pl)

**introl**

automatyka i pomiary  
w przemyśle niezastąpieni