

Podkontrola

automatyka i pomiary

nr 1/2011 (15)

w numerze:

akademia automatyki:

Pomiary ciśnienia cz. 1

Mechaniczne przyrządy pomiarowe

dobra praktyka:

Kontrola wydajności produkcji

czyli jak sprawnie analizować postoje

temat wydania:

Czy wiesz ile wody masz w oleju?

O awariach maszyn i ich przyczynach

nr 01/2011 (15)

wydawca



INTROL Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 112
40-519 Katowice
tel. 32 205 33 44
fax 32 789 00 10

dodatkowe informacje i subskrypcja
www.podkontrola.pl

redakcja

Paweł Głuszek
Bogusław Trybus
Rafał Skrzypiciel
Adam Reimann



Witamy w 2011 roku

Na wstępie, nie będąc specjalnie oryginalnym, pragnę w imieniu swoim, redakcji oraz całego zespołu Introl Sp z o.o. przekazać wszystkim Czytelnikom najserdeczniejsze życzenia szczęścia i pomyślności w życiu osobistym i zawodowym. Niech ten rok będzie dla nas wszystkich pełen samych sukcesów, miłych niespodzianek i uśmiechu.

W nowy rok wkraczamy z nowym, piętnastym już numerem „Pod kontrolą”. W najnowszej odsłonie przygotowaliśmy jedną niespodziankę, którą jest nowy dział tematyczny „Czy wiesz, że”. Na łamach tegoż działu chcemy prezentować wybrane ciekawostki ze świata inżynierii i techniki, często związane z zamiłowaniami hobbystycznymi naszych specjalistów. Tematy będą odległe od problematyki automatyki i pomiarów, dlatego też mamy nadzieję, że okażą się ciekawą odskocznią od spraw stricte zawodowych.

„Temat wydania” jest niejako uzupełnieniem poruszanego już w pierwszych numerach naszego magazynu wątku wody w oleju. Autor koncentruje tym razem uwagę na przyczynach, procesach i zagrożeniach jakie niesie ze sobą przedostanie się wody do olejów stosowanych w urządzeniach przemysłowych. Artykuł prezentuje także sposoby radzenia sobie z tym problemem poprzez stosowanie odpowiednich systemów pomiarowych, pozwalających na redukcję awarii. „Temat wydania” szczególnie polecamy wszystkim Czytelnikom związanym zawodowo z utrzymaniem ruchu oraz serwisem mechanicznym w zakładach przemysłowych.

Autor „Dobrej praktyki” kolejny raz zdaje relacje z wdrożenia zrealizowanego dla jednego z naszych Klientów. Tym razem spotkaliśmy się z brakiem systemu monitoringu przyczyn częstych postojów poszczególnych linii produkcyjnych. Z uwagi na brak narzędzi i procedur analizy postojów, menadżerowie zakładu nie posiadali wiedzy na temat przyczyn częstych awarii i zatrzymań prac na poszczególnych maszynach, odcinkach, a nawet całych liniach. Po szczegółowej analizie sytuacji, zaproponowaliśmy a następnie wdrożyliśmy nasze rozwiązanie, o którym traktuje „Dobra praktyka”.

Ciśnienie to podstawowa wielkość fizyczna, którą należy kontrolować. Ciśnienie dziesiątek mediów transportowanych w tysiącach kilometrów różnicowanych rurociągów, na co dzień podlega monitoringowi i kontroli. To właśnie różnorodność mierzonych mediów, konstrukcji rurociągów i wymagań aplikacyjnych determinuje potrzebę stosowania bardzo szerokiej gamy aparatury. Jednymi z najbardziej powszechnych są przyrządy mechaniczne i to ich charakterystykę prezentuje autorka „Akademii automatyki”.

Zapraszam do lektury

Jerzy Janota

prezes zarządu Introl Sp. z o.o.

spis treści

aktualności	str. 3
nowe produkty	str. 4
czy wiesz że...	str. 5
temat numeru Ile wody masz w oleju? O awariach maszyn i ich przyczynach	str. 6
dobra praktyka Kontrola wydajności produkcji czyli jak sprawnie analizować postoje	str. 8
akademia automatyki Pomiary ciśnienia cz. 1 Mechaniczne przyrządy pomiarowe	str. 10

Wiarygodność potwierdzona

Z przyjemnością informujemy, iż otrzymaliśmy Certyfikat Wiarygodności Biznesowej nadawany przez międzynarodową wywiadownię gospodarczą Dun and Bradstreet Poland. Przeprowadzona przez D&B Poland analiza wskaźników finansowych oraz moralności płatniczej wykazała doskonałą kondycję finansową oraz minimalne ryzyko współpracy handlowej z Introl Sp. z o.o.

Cieszy nas fakt, iż nasza praca, stabilność i transparentność biznesowa kolejny raz spotykają się z uznaniem międzynarodowych instytucji finansowych.



Laboratorium z rozszerzoną akredytacją

Informujemy, iż na podstawie oceny przeprowadzonej przez Polskie Centrum Akredytacji w dniach 22-23 listopada 2010 roku w Laboratorium Pomiarowym firmy Introl Sp. z o.o., w dniu 12 stycznia 2011 r. została podjęta decyzja o przedłużeniu akredytacji Nr AP 053 w rozszerzonym zakresie. Na mocy decyzji, rozszerzono zakres akredytacji o nowy personel, potwierdzając kompetencje techniczne 8 osób będących pracownikami laboratorium. Przedłużenie akredytacji skutkuje wydaniem nowego Certyfikatu akredytacji, który jest obowiązujący do 21 maja 2015 roku.



Dni Innowacji Vega 2010

W dniach 08-09 listopada zeszłego roku, w niemieckiej miejscowości Rust, odbyły się „DNI INNOWACJI VEGA 2010”. Spotkanie mające charakter dorocznego seminariów zgromadziło przedstawicieli firmy VEGA z całego świata oraz użytkowników stosujących urządzenia tego producenta w swoich zakładach.

W szkoleniu brała także udział nasza delegacja wraz z kilkunastoma przedstawicielami polskich zakładów przemysłowych, które od lat korzystają z technologii spod znaku VEGA. W trakcie

dwudniowego pobytu Goście mieli okazję zapoznania się z najnowszymi rozwiązaniami w zakresie pomiaru poziomu, wzięcia udziału w wykładzie „The power of communication”, a także poznać technologie produkcji aparatury pomiarowej.



Biuro Wsparcia Regionów

Po koniec zeszłego roku w strukturze naszej organizacji zostało wyodrębnione Biuro Wsparcia Regionów, powołane w celu udoskonalenia procesów obsługi naszych Klientów. Głównym zadaniem Biura jest zapewnienie optymalnego przepływu informacji pomiędzy naszymi Partnerami, przedstawicielstwami regionalnymi działającym na terenie kraju i działami technicznymi w Katowicach. Dane kontaktowe koordynatorów poszczególnych regionów znajdują się na www.introl.pl w zakładce aktualności.



Największy kontrakt w historii Grupy INTROL S.A.

Spółka INTROL S.A. podpisała umowę ze Spółką Energetyczną JASTRZĘBIE S.A. na budowę dwóch układów wysokosprawnej kogeneracji. Na mocy umowy, Introl S.A. zabuduje dwa agregaty prądowórcze o mocy ok. 4,0 MWe każdy, z układami odzysku ciepła zasilane gazem z odmetanowania kopalń. Jeden układ zostanie zabudowany w EC Mo-

introl SA

szczyca, a drugi w EEG EC Pniówek. Kontrakt zostanie zrealizowany do 4 lipca 2011 roku, a jego wartość opiewa na niemal 34 mln PLN netto.



Przełykiwomierze VZD/P do kontroli zużycia paliwa

W naszej ofercie pojawiły się nowe przełykiwomierze marki Aquametro dedykowane pomiarom paliwa w pojazdach transportowych (ciężarówki, autobusy), maszynach budowlanych i rolniczych, łodziach i statkach śródlądowych. Te odporne na drgania (testowane do 4 g), proste w programowaniu i montażu urządzenia, wyposażone w czytelny wyświetlacz LCD (model VZD), pozwalają na ciągły monitoring zużycia paliwa w określonej maszynie,



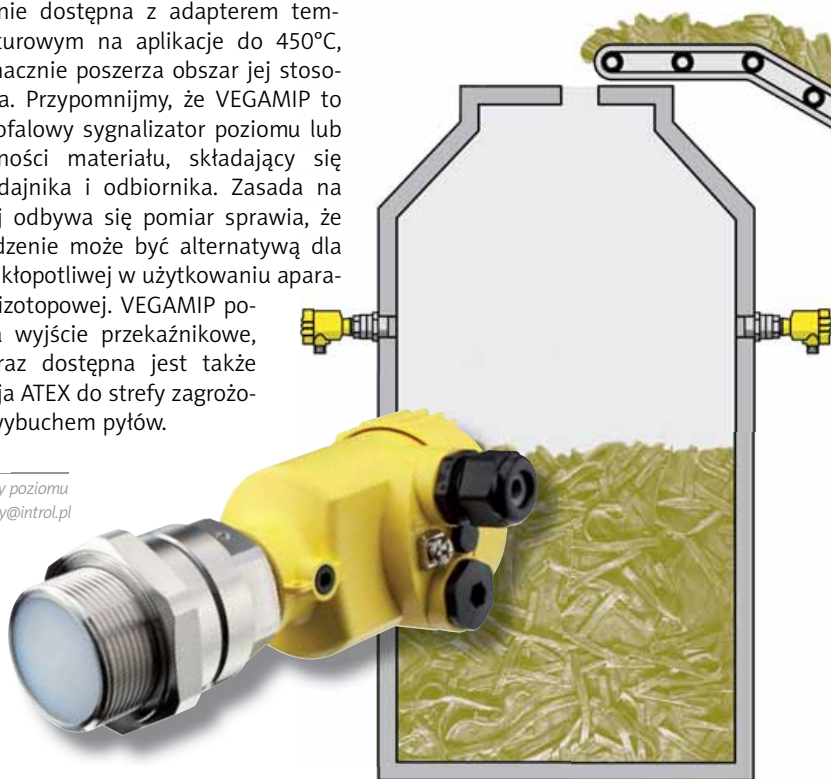
w ustalonym okresie czasu. Zainstalowany w pojeździe VZD/P daje możliwość ciągłej kontroli chwilowego, całkowitego i dobowego zużycia paliwa z dokładnością lepszą niż 1%, a także pozwala na dokładne określenie czasu pracy i przestojów. Dzięki bardzo małym wymiarom miernik może być instalowany w miejscach o ograniczonym dostępie, umożliwiając kontrolę kosztów zużycia oleju napędowego, oleju opałowego i benzyny w niemal każdym pojeździe czy maszynie.

*pomiary przełykiwu
przełykiwu@introl.pl*

Sygnalizator poziomu VEGAMIP teraz do 450°C

Bariera mikrofalowa VEGAMIP jest obecnie dostępna z adapterem temperaturowym na aplikacje do 450°C, co znacznie poszerza obszar jej stosowania. Przypomnijmy, że VEGAMIP to mikrofalowy sygnalizator poziomu lub obecności materiału, składający się z nadajnika i odbiornika. Zasada na jakiej odbywa się pomiar sprawia, że urządzenie może być alternatywą dla dość kłopotliwej w użytkowaniu aparatury izotopowej. VEGAMIP posiada wyjście przekaźnikowe, a teraz dostępna jest także wersja ATEX do strefy zagrożonej wybuchem pyłów.

*pomiary poziomu
poziomu@introl.pl*



Nowa zabudowa do wag zbiornikowych GPA-C EHP

W naszej ofercie pojawił się nowy model zabudów wag zbiornikowych GPA-C EHP. Zabudowy stanowią kompletny zestaw do montażu wag zbiornikowych. Firma Bilanciai wyposażyła je w niemieckiej produkcji przetworniki EHP klasy C3. W skład zestawu wchodzi 3 lub 4 zabudowy GPA-C, skrzynka potężeniowa oraz dowolny terminal serii „D” firmy Bilanciai. Zabudowy dostępne są w nominałach: 5000 kg, 10000 kg, 30000 kg, 50000 kg.



*pomiary masy
wagi@introl.pl*

Nowe czujniki systemu Wisensys

Bezprzewodowy system rejestracji Wisensys będący w naszej ofercie od kilku lat został rozszerzony o nowe czujniki pomiarowe, dające możliwość:

- pomiaru wartości analogowych z możliwością zasilania przetworników z zewnętrznego źródła zasilania (pomiar w miejscach całkowitego braku zasilania, zasilanie kluczowane np. z akumulatora)
- pomiaru zwarcia styku o natychmiastowej transmisji danych (pomiar poziomu w zbiornikach, systemy alarmowe itp.)



- pomiaru stosunku wypełnienia impulsu dla sygnału impulsowego (układy PWM)
- pomiaru częstotliwości sygnałów impulsowych (liczniki energii, przełykiwomierze itp.)

Rozbudowany system Wisensys posiada także repeatery sygnału stanowiące tanie rozszerzenie zakresu pracy bazy odbiorczej.

*rejestracja i wizualizacja
temperatura@introl.pl*

Przenośne piecyki kalibracyjne FB i MB

Firma Beamex wprowadza na rynek nowe przenośne urządzenia do wzorcowania czujników temperatury. Są to dwa typy piecyków serii Beamex FB i Beamex MB. Seria Beamex FB jest przeznaczona do wzorcowania czujników temperatury w zakresie -25 do 660°C (3 typy) o dokładności lepszej niż 0,2°C. Natomiast Seria Beamex MB odznacza się szerszym zakresem temperatury -40 do +700°C (4 typy) i wyższą dokładnością – poniżej 0,1°C. Opcjonalnie, obie serie mogą być wyposażone w czujniki wzorcowe zwiększające dokładność. Tradycyjnie (podobnie jak pozostałe kalibratory) piecyki dostarczane są standardowo ze świadectwami wzorcowania z laboratorium akredytowanego. **Piecyki obu serii w połączeniu z kalibratorem wielofunkcyjnym serii MC5 umożliwiają całkowicie automatyczne wzorcowanie czujników temperatury.** Po wykonaniu wzorcowania wyniki kalibracji mogą być przesłane z MC5 do oprogramowania kalibracyjnego CMX i wydrukowane w formie świadectwa wzorcowania.



kalibratory
kalibratory@introl.pl

Miernik nasłonecznienia z rejestracją Tes 1333R

Nowy miernik marki TES to precyzyjny przyrząd do pomiaru promieniowania słonecznego w terenie. Te kompaktowe, łatwe w obsłudze urządzenie zostało wyposażone w bardzo stabilny, fotoelektryczny detektor krzemowy o długiej żywotności. Miernik wykonuje pomiary nasłonecznienia z dowolnego kierunku, pod dowolnym kątem oraz w każdej pozycji i może zostać stabilnie zamocowany na trójnożnym stojaku. Tes 1333R wyposażony jest w funkcję ustawiania czasu, może podawać łączną energię słoneczną mierzoną co sekundę, a także obliczać średnią energię na godzinę. Miernik posiada funkcje rejestracji danych oraz RS-232 co umożliwia gromadzenie i późniejszą analizę wyników pomiarów. Dzięki doskonałej stabilności długookresowej oraz szerokiemu zakresowi widmowemu Tes 1333R świetnie sprawdza się między innymi przy produkcji i montażu paneli słonecznych, w rolnictwie, przy produkcji materiałów termoizolacyjnych i przeciwslonecznych, a także w budownictwie (instalacje zaston przeciwslonecznych) i hydrologii.



przyrządy przenośne
przenosne@introl.pl

Czy wiesz że...

Antonov An-225 „Mrija” – największy i najcięższy samolot

An-225 został zaprojektowany i zbudowany w zakładach Antonowa w latach 1984-1988 i przeznaczony był początkowo do transportu radzieckiego wahadłowca kosmicznego Buran. Pierwszy jego lot odbył się 21 grudnia 1988 roku. Po prezentacji na salonach lotniczych w Paryżu i Farnborough i rozpadzie Związku Radzieckiego (co wiązało się z rozwiązaniem programu kosmicznego) An-225 w roku 1994 został „uziemiony”. W związku z zapotrzebowaniem na przewozy dużych ładunków cargo (głównie turbin, generatorów oraz sprzętu wojskowego) w 2000 roku samolot został przywrócony do służby, a w 2001 roku został zakończony proces certyfikacji typu.



An-225. Wymiary to 84 m długości, 88,4 m rozpiętości skrzydeł i 18,1 m wysokości. Maksymalna masa startowa wynosi 640 ton!

Pośród licznych rekordów ustanowionych przez An-225 warto wspomnieć m.in. najcięższy oraz najdłuższy ładunek cargo (oba – jeżeli można tak określić – transportowane w „jednym kawałku”) przewieziony drogą lotniczą. W pierwszym przypadku był to generator przeznaczony do elektrowni gazowej w Armenii, o wymiarach „zaledwie” 16,23×4,27m ale o wadze prawie 190 ton (rekordowy ładunek składający się z kilku elementów ważył prawie 254 tony)! Najdłuższym ładunkiem były dwie łopaty elektrowni wiatrowej o długości 42 metrów transportowane z Chin do Danii.

Moje spotkanie z „Mriją”

W Polsce „Mrija” gościł dwukrotnie – w 2003 roku na lotnisku Ławica w Poznaniu oraz w 2005 roku na lotnisku Katowice-Pyrzowice. W tym drugim przypadku miałem przyjemność osobiście gościć we wnętrzu kolosa. An-225 miał wówczas przetransportować z Polski 3 śmigłowce Mi-2 przeznaczone do prac agrolotniczych. Można by pomyśleć, że to naprawdę dużo, jednak gdy weszliśmy do środka zobaczyliśmy... 5 kolejnych Mi-2 ustawionych w ładowni!



W sumie z Katowic „Mrija” ruszył do Armenii z ośmioma śmigłowcami na pokładzie.

Autor:
Paweł Szuba
Kierownik Działu
Temperatur

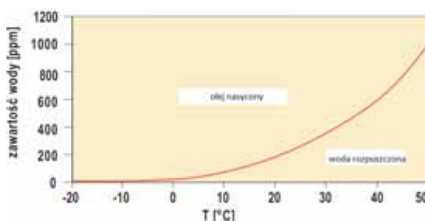
Czy wiesz ile wody masz w oleju?

O awariach maszyn i ich przyczynach

Olej jest jednym z niezbędnych i najczęściej spotykanych mediów w przemyśle. Stosowany jest w tysiącach maszyn i układów w celu zmniejszenia tarcia, przenoszenia mocy i energii, chłodzenia, jako środek przeciwkorozyjny, ochronny czy izolacyjny. We wszystkich przypadkach pojawienie się w oleju wody stanowi realne zagrożenie dla urządzenia, w którym pracuje. Czym jest zatem to zjawisko? Jakie są jego skutki? Jak sobie z nim radzić?

Problem wody w oleju

Cząstki wody w przeciwieństwie do cząstek oleju mają wiązania spolaryzowane, co w bardzo dużym stopniu ogranicza zdolność wody do rozpuszczania. W oleju woda przyjmuje podobne formy jak w przyrodzie i pierwszą z nich jest woda rozpuszczona. Identycznie jak w powietrzu, woda rozpuszczona jest niewidoczna w oleju, który wydaje się być czysty. Zjawisko to będzie występować do momentu przekroczenia punktu nasycenia (punktu, w którym olej posiada maksymalną ilość wody w stanie rozpuszczonym). Punkt ten zależy od temperatury, wieku i dodatków oleju. Im wyższa jest temperatura, tym wyższy jest punkt nasycenia oleju. Oznacza to, że przy wyższej temperaturze, więcej wody może pozostać w formie rozpuszczonej (podobnie jak w przypadku cukru – im cieplejsza woda tym więcej cukru będziemy w stanie w niej rozpuścić). W praktyce może zdarzyć się więc sytuacja, w której parametry oleju będą pozostawały zadowalające podczas normalnej pracy, jednak podczas rozruchu (gdy olej jest zimny) woda może się wytrącić i – w zależności od aplikacji – powodować różne zagrożenia.



Krzywa nasycenia oleju

Co ciekawe, relacja punktu nasycenia do wieku oleju jest także wprost proporcjonalna – im starszy olej, tym więcej wody można utrzymać w stanie rozpuszczonym. Dzieje się tak ze względu na proces utleniania się oleju, w którym powstają produkty uboczne o wiązaniach spolaryzowanych. Podobnie oleje z dużą ilością dodatków mają wyższy punkt nasycenia niż oleje z mniejszą ich ilością, właśnie ze względu na związki posiadające wiązania spolaryzowane.

Obok wody rozpuszczonej istnieją jeszcze dwie formy występowania wody

w oleju – emulsja i woda wydzielona. Po zwiększaniu się ilości wody pojawiają się mikroskopijne krople wody (~10 µm), które tworzą emulsję. Wygląd tej fazy to mętna, mleczna konsystencja (analogią tej fazy w przyrodzie jest mgła). Dalsze zwiększenie ilości wody prowadzi do łączenia się kropli i do wydzielenia się osobnej jej warstwy na dnie zbiornika (zwykle woda jest cięższa od oleju) – woda wydzielona.

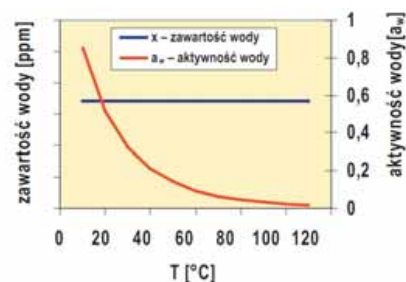
Istotne jest nasycenie

Woda zarówno w formie emulsji jak i osobnej fazy stanowi największe zagrożenie (w niektórych aplikacjach wręcz krytyczne) dla zapewnienia sprawności urządzenia. Ponieważ woda w stanie rozpuszczonym może również być niebezpieczna dla urządzeń, a jej granica przejścia do następnej fazy zmienia się wraz z temperaturą, najbardziej zasadnym (ze względu na bezpieczeństwo) dla wykrycia pojawiania się wody w oleju jest pomiar wody rozpuszczonej, inaczej określany jako **miar aktywności wody lub względnego nasycenia oleju (a_w)**.

Jak silna jest zależność temperaturowa aktywności wody (względnego nasycenia oleju), widać na poniższych przebiegach zarejestrowanych na rzeczywistym układzie. Różowy przebieg dotyczy jednej z maszyn, która pracowała w cyklach po kilka godzin. Podczas pracy (wysoka temperatura – spadek nagły spowodowany wstępnym podgrzaniem oleju) aktywność wyraźnie spada (z wartości 24% do 9% a_w), a podczas postoju rośnie. Analizując ten trend można w prosty sposób zdia-

gnozować zarówno wzrost ilości wody, jak i niebezpieczeństwo nasycenia.

Porównując ten pomiar z pomiarem masowym (wyrażonym w ppm) zyskujemy dodatkową informację. Zaznaczyć przy tym należy, że pomiar masowy dostarcza informację tylko na temat ilości, a w większości układów nie jest to jednak wystarczające. Ze względu chociażby na warunki otoczenia, ta sama ilość wody w jednych warunkach nie będzie stanowiła zagrożenia, podczas gdy przy wyraźnym spadku temperatury i kolejnym rozruchu, może takowe zagrożenie wystąpić. Istotną dla nas informację otrzymamy zatem tylko po analizie względnego nasycenia oleju (a_w).

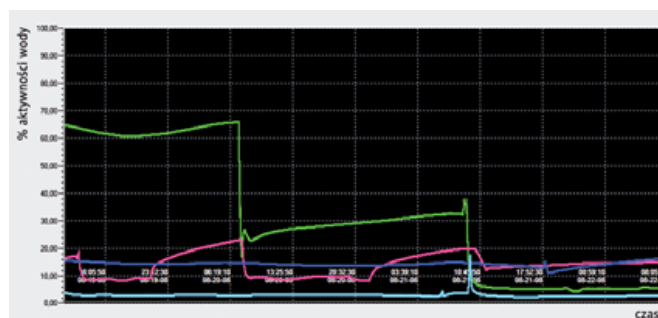


Zależność temperaturowa parametrów

Jak do oleju dostaje się woda?

Najbardziej zagrożone są układy i urządzenia, w których olej pracuje w bezpośrednim otoczeniu wody (pompy zatapialne, silniki okrętowe) oraz gdy woda stanowi czynnik chłodzący olej (sprężarki, transformatory piecowe, przekładnie). Ryzyko nagłego dostania się wody do oleju jest w tych

sytuacjach wysokie, gdyż istnieje możliwość fizycznego przedostania się wody. W innych przypadkach przenikanie wody do oleju najczęściej spowodowane jest zjawiskami kondensacji i absorpcji. Kondensacja to wytrącenie się z powietrza, na



Wykresy aktywności wody w rzeczywistym układzie pomiarowym

skutek zmian temperatury, kropli wody na wewnętrznych ścianach zbiorników, powyżej poziomu oleju. W przypadku absorpcji olej przyjmuje wilgoć bezpośrednio z powietrza, przy czym warto zauważyć, że wilgoć przechodzi również w drugim kierunku – z oleju do powietrza. Czynniki, które wpływają na ten proces są wilgotność względna powietrza, temperatura oraz ciśnienie.

Co na to olej?

Woda wpływa negatywnie na większość funkcji pełnionych przez różne oleje. Z uwagi na fakt, iż problem ten jest najbardziej uciążliwy w przypadku olejów smarowych i transformatorowych, warto przyjrzeć się skutkom dostania się wody właśnie do tych dwóch typów olejów.

Głównym zadaniem **oleju transformatorowego** jest zapewnienie izolacji, a woda w oczywisty sposób zmniejsza tę zdolność (wartość wytrzymałości elektrycznej maleje kilkukrotnie już przy stężeniu rzędu 0,1%). Kolejnym zagrożeniem jest powstawanie korozji, na którą szczególnie narażone są miejsca gdzie panuje najniższa temperatura i - co z tym związane – względne nasycenie oleju jest w tych miejscach najwyższe. Woda ma także wpływ na izolację papierową transformatora, w którym odbywa się ciągły ruch wody pomiędzy olejem a celulozą (ruch zależny od obciążenia oraz warunków wewnętrznych i zewnętrznych). Efektem zawilgocenia celulozy jest jej rozpad, a badania wykazały, iż **2 procentowa zawartość wody powoduje 3-krotne, a 3 procentowa aż 30-krotnie szybsze starzenie izolacji papierowej niż w przypadku 1 procentowej zawartości**.

Smarowanie elementów obracających się wymaga zgodnej lepkości oleju. Elementy obracające się są chronione ponieważ lepkość oleju wzrasta wraz z ciśnieniem. Pojawienie się wody sprawia, że właśnie ta znacząco się pogarsza. Może to uniemożliwić utrzymanie nieprzerwanego filmu olejowego, skutkując bezpośrednim kontaktem pomiędzy powierzchniami wału i panewki, a w efekcie zmęczeniem kontaktowym. **Ocenia się, że w zależności od ilości wody obecnej w oleju, żywotność panewek skraca się od kilku do kilkuset razy!**

Zarówno w przypadku olejów smarowych i transformatorowych jak i innych, proces zbierania się wody w oleju i w efekcie osiągnięcia przez nią stężenia zagrażającego pracy urządzenia, może być zarówno długo jak i krótkotrwały. W pierwszym przypadku okresowe kontrole oleju mogą dać informację o istnieniu zagrożenia, natomiast w drugim przypadku bez pomiaru online nie jesteśmy w stanie zabezpieczyć

urządzenia przed skutkami działania wody w oleju.

Co daje pomiar online?

Ciągły pomiar w czasie rzeczywistym umożliwia odpowiednie zabezpieczenie urządzeń oraz daje możliwość analizy stanu poszczególnych elementów. Niewątpliwie, największe zagrożenie stanowi wybuch, którego niebezpieczeństwo istnieje chociażby w aplikacjach transformatorowych czy wannach hartowniczych. Nie jest to jednak jedyne zagrożenie, a mierzenie stężenia wody w oleju przynosi wymierne korzyści w setkach innych aplikacji.

Dzięki pomiarom online jesteśmy w stanie na bieżąco śledzić jakość oleju i **zabezpieczyć urządzenie przed awarią**. Uszkodzeniu mogą ulec zarówno pojedyncze elementy jak i całe urządzenia, których awaria pociąga za sobą postój całego układu. Analiza stanu poszczególnych elementów (np. chłodziń, uszczelnień) pozwala zminimalizować ryzyko nagłej awarii spowodowanej działaniem wody w oleju i związanych z tym nieplanowanych przestojów produkcyjnych. Koszty napraw jak i samych skutków przestojów mogą się znacznie różnić, niemniej jednak możliwość ich zapobiegania odgrywa często niebagatelną rolę dla wydajności i opłacalności prowadzonych procesów.

Rozpatrując zagadnienie w skali całego zakładu nie można zapomnieć o **oszczędności oleju**. W wielu przypadkach bowiem wcześniejsza wiedza o stężeniu wody pozwala na poddanie oleju procesowi suszenia, zamiast konieczności jego wymiany (ze względu na efekty działania wody, suszenie powinno się rozpocząć najwcześniej jak to możliwe).

Kontrola stanu oleju ściśle związana jest także z **optymalizacją działań serwisowych**. Zazwyczaj działania takie prowadzone są w oparciu o czas pracy urządzenia. Zdarza się więc sytuacja, w której niektóre z działań serwisowych są niepotrzebne, z drugiej zaś strony zdarzają się awarie w okresach międzyprzeglądowych. O ile dostęp do niektórych urządzeń nie wiąże się z większymi trudnościami, o tyle umiejscowienie lub rodzaj pracy innych maszyn, znacznie utrudnia podjęcie prac i wiąże się z dodatkowymi kosztami. Mając wiedzę na temat stanu oleju można zatem optymalizować te działania.

Pomiar online pozwala także **uniknąć potrzeby dodatkowych badań laboratoryjnych**. Co więcej, w sytuacji gdy badania wykonywane są podczas procesu suszenia, pomiary online pozwalają skrócić ten pro-

ces do niezbędnego minimum.

Do pomiaru online można stosować urządzenia przenośne, stacjonarne, do zastosowań OEM oraz całe systemy, których zadaniem jest ciągły pomiar zawartości wody w oleju i alarmowanie w przypadku zagrożenia. Systemy budowane zazwyczaj pod wymagania Klienta mogą służyć zarówno do monitorowania z powiadamianiem, jak i alarmowego wyłączenia urządzeń.



Przetwornik wody w oleju

Obecnie, nasze systemy pracują w wielu polskich zakładach, a referencje uzyskane od użytkowników jednoznacznie wskazują, iż wdrożenia wyeliminowały wysokie koszty remontów maszyn oraz obniżyły koszty związane z zakupami oleju.

Każdy olej zawiera pewną ilość wody

W praktyce nie jest możliwe aby zawartość wody wynosiła 0 ppm. Co więcej, należy mieć świadomość, iż pomiar masowy nie jest wystarczającym rozwiązaniem, gdyż ta sama zawartość wody w różnych warunkach generuje różne zagrożenia. Brak pomiaru lub ograniczenie się do pomiaru masowego nie zabezpiecza więc przed wystąpieniem problemów związanych z bezpieczeństwem, utrzymaniem ruchu czy też zapewnieniem pożądanej wydajności. Mając na uwadze wszystkie te aspekty, należy zatem zadać sobie pytanie: **Czy na pewno wiem ile mam wody w oleju?**



Autor artykułu:
Paweł Szuba

Pracuje w Introlu od 2004 roku, obecnie na stanowisku Kierownika Działu Temperatur. Zajmuje się ponadto pomiarami wilgotności oraz pomiarami powiązаныmi (m.in zawartością wody w oleju).

tel. 032/7890110
e-mail: temperatura@introl.pl

Kontrola wydajności produkcji czyli jak sprawnie analizować postoje

Dlaczego nie realizujemy założonych planów produkcji? Co zrobić jeśli wydajność jest na niezadowalającym poziomie? W jaki sposób przyspieszyć produkcję? Gdzie szukać przyczyny słabnących wskaźników? Jakie awarie powodują przestoje i jak często one występują oraz ile czasu trwa ich zlokalizowanie czy naprawa? Takie pytania na porządku dziennym stawiają sobie managerowie odpowiedzialni za zarządzanie produkcją.

Brak narzędzi do analizy przestojów

Nasz Klient działający w branży spożywczej, posiadający bardzo nowoczesne linie produkcyjne, borykał się na co dzień z problemem częstych przestojów na poszczególnych liniach. Co istotniejsze, w zakładzie brakowało jednolitego i zautomatyzowanego systemu analizy przyczyn takiej sytuacji. Dotychczas wszystkie awarie w zakładzie oraz czasy przestojów spisywane były przez team leaderów na podstawie danych podawanych przez operatorów maszyn. Liczby te określane były z dużym przybliżeniem, a więc niedokładnie. Brakowało także narzędzi pomiarowych oraz jednolitych i jasnych procedur postępowania w przypadku wystąpienia usterki. Ponadto, przyczyna awarii oraz czas jaki mijał od jej wystąpienia do przybycia technika i naprawy konkretnego uszkodzenia nie były w żaden sposób monitorowane.

W wyniku braku tak wielu informacji dotyczących zdarzeń awaryjnych, trudno dotrzeć do źródła problemu i w miejsce doraźnych działań wprowadzić plan naprawczy. Zaproponowaliśmy więc rozwiązanie pozwalające na precyzyjny pomiar wymienionych czynników tak, aby wyniki pomiarów mogły stanowić punkt wyjścia do analizy występujących problemów.

Znając przyczynę zatrzymania linii można bowiem zapobiegać, a przynajmniej minimalizować występowanie błędów i awarii. Przykładowo, jeśli za awarię odpowiada konkretny element maszyny, można monitorować jego stan. Gdy problem pojawia się wielokrotnie, jest to informacja dla pracowników utrzymania ruchu, że część jest wadliwa i prawdopodobnie należy wymienić ją na nową. Następnie, na podstawie danych o czasie naprawy usterki można zdecydować co jest bardziej opłacalne – wymiana części czy jej ciągła naprawa.

Rozwiązaniem okazał się czytnik...

Aby mógł powstać system integrujący istotne informacje pochodzące z danego procesu produkcji, muszą zostać opisa-

ne i zidentyfikowane wszystkie sygnały awaryjne przypisane do wejść sterownika PLC. W przypadku wystąpienia awarii urządzenia, pojawia się określony sygnał, który następnie zostaje rozpoznany przez system i wpisany do raportu. Dodatkowo, generowane raporty powinny wykazywać kto pracował na maszynie w danej chwili oraz jaki rodzaj materiału był wtedy pobierany. Doskonałym pomysłem okazało się wprowadzanie tych danych do systemu za pomocą kodów kreskowych. W tym celu zastosowaliśmy czytnik kodów kreskowych Motorola Symbol LS2208, w oprogramowanie którego wprowadzone zostały indywidualne kody zarówno każdego operatora jak i skanowanego materiału. Rozwiązanie takie niweluje konieczność ręcznego wprowadzania danych na panelu operatorskim, a przez to pozwala na oszczędność czasu i eliminuje błędy.



Czytnik kodów kreskowych Motorola Symbol LS2208



Przykładowy kod kreskowy przetworzonego materiału

Kod kreskowy za pomocą interfejsu RS232 zostaje przesyłany do modułu rozproszonego Allen-Bradley 1734-ACNR, w którym znajduje się karta 1734-232ASC posiadająca możliwość odbioru kodów ASCII (zakład wykorzystywał już opisaną strukturę sprzętową, ale do pełnienia zupełnie innych funkcji).

Do poprawnego odczytu danych ze skanera kodów kreskowych konieczna była rekonfiguracja istniejącego programu w sterowniku Controllogix 1756-L61, jak również przygotowanie danych dla systemu Metrics. Z kolei dzięki dodaniu dodatkowego ekranu na panelu dotyko-

wym PanelView 1000, operator uzyskał możliwość stwierdzenia, czy wprowadzone kody są poprawne. Na poniższej ilustracji znajdują się dwa pola. Pierwsze z nich pokazuje jaki operator aktualnie pracuje na maszynie, drugie pole pokazuje jaki materiał podlega przetwarzaniu.



Dodatkowy ekran dla czytania kodów

...i oprogramowanie METRICS

METRICS firmy Rockwell Automation jest oprogramowaniem służącym przede wszystkim do zbierania danych z produkcji, ich analizy oraz generowania raportów. Podstawowym parametrem informującym o wydajności maszyny jest tzw. współczynnik OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Współczynnik ten wyraża się wzorem:

$$\text{OEE [\%]} = \text{Availability} \times \text{Throughput} \times \text{Quality}$$

Availability – jest to stosunek czasu pracy do czasu, w którym maszyna mogła pracować

Throughput – jest to współczynnik określający jak blisko idealnego cyklu pracy jest maszyna w czasie swojej pracy.

Quality – jest to współczynnik określający ilość dobrego produktu do całkowitej ilości wyprodukowanego produktu.

Wykorzystanie współczynnika OEE pozwala osobom odpowiedzialnym za wydajność produkcji na określenie, która maszyna/linia/obszar roboczy ma najlepszą lub najgorszą wydajność.

Metrics to tak na prawdę grupa programów odpowiedzialna za różne elementy systemu i procesy przebiegające od pobrania danych do ich analizy. Ogólnie możemy wyszczególnić cztery grupy:

- grupa zbierająca dane RSLinx Enterprise oraz FactoryTalk Transaction Manager
- grupa magazynująca dane Microsoft SQL Server 2005
- grupa tworzenia/odczytu raportów Report Expert
- grupa analizująca dane FactoryTalk Metrics

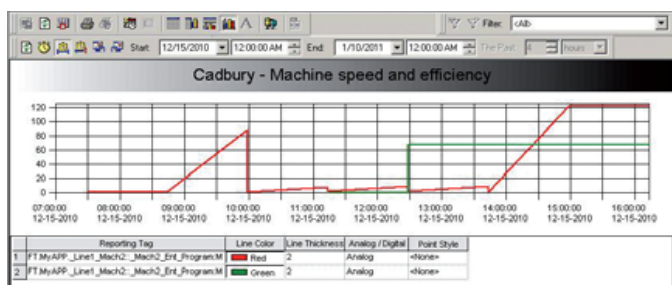
Aby dane mogły zostać przetworzone za pomocą systemu Metrics, najpierw muszą zostać rozpoznane na sterowniku PLC. Narzędziem wyspecjalizowanym w tym celu jest RSlinx Enterprise lub server OPC firmy Kepware. Następnie, administrator systemu Metrics powinien skonfigurować w narzędziu Configuration Console ścieżki dostępu do konkretnych zmiennych tak, aby po załączeniu programu Transaction Manager, zapis informacji do bazy danych MS SQL odbył się bez błędów.

Przystępując do realizacji projektu wiedzieliśmy, że dotychczasowe oprogramowanie zostało zainstalowane oraz skonfigurowane wcześniej przez inną firmę. Taka sytuacja jest znacznie trudniejsza dla programisty, który musi uważać, aby dodając swoją część aplikacji pozostawić resztę bez jakichkolwiek zmian. Ponownej konfiguracji uległy takie elementy systemu jak Microsoft SQL 2005, źródła danych ODBC oraz FactoryTalk Administration Console.

Tworzenie raportów

Oprócz wyznaczenia wspomnianego już współczynnika OEE, ważną część stanowi zbieranie wszystkich niezbędnych sygnałów z analizowanych procesów np.: sygnałów awarii, alarmowych, czy sygnałów ciągłych takich jak prędkość, temperatura.

Dla sygnałów ciągłych, producent przewidział dodatkowy program wchodzący w skład Metricsa nazywany Historianem. Za pomocą tego programu jesteśmy w stanie zapisywać wartości (np.: temperatura kleju z okresem próbkowania co 1 sekundę) i - co z tym związane - odtworzyć sygnał sięgając daleko wstecz.



Wykres temperatury dwóch składników

Oprogramowanie zawiera gamę bardzo przydatnych funkcji konfiguracyjnych takich jak: wyświetlanie wszystkich wartości sygnałów, wyświetlanie wartości z danego zakresu czasu, czy wyświetlanie wartości od określonego czasu w przeszłości do chwili obecnej itd. Dodatkowo mamy możliwość tworzenia własnych filtrów np.: na wykresie pojawiają się sygnały z określonego przedziału wartości i czasu.

W opisywanym rozwiązaniu wyświetlane są przede wszystkim maksymalny czas pracy maszyny bez zatrzymania oraz czas pracy maszyny od ostatniego zatrzymania.

Oprócz sygnałów ciągłych ważną rolę odgrywają sygnały pojawiające się wybiórczo (unschedule value) takie jak wspomniane alarmy czy awarie. Za pomocą raportów jesteśmy w stanie określić gdzie dany sygnał wystąpił, ile trwał, jaki operator wtedy pracował, jaki materiał był przetwarzany, ile wynosiła prędkość linii oraz wiele innych parametrów, które wystarczy ustawić przy konfiguracji systemu.

Na poniższym raporcie można zaobserwować alarmy, które wystąpiły w trakcie pracy kilku operatorów. Sygnały oznaczone na czerwono są specyficzne dla *Operatora 1* co oznacza, że żaden inny pracownik

WorkOrderName	Operator	Category	EventDescription	Total	# Occur	Min	Max
MyMach2	Operator 1	LineStop	Mach2_LineStop	00:00:05	3	00:00:01	00:00:02
	Operator 3		Mach2_LineStop	00:00:02	4	00:00:00	00:00:01
	Ada	Mach2	Mach2_Starved	00:08:40	2	00:01:40	00:07:02
	Anna		Mach2_Starved	01:44:32	3	00:08:06	02:01:59
	Artur		Mach2_Starved	00:22:31	2	00:08:55	00:13:35
	Dawid		Mach2_Starved	01:12:22	8	00:00:52	00:26:05
	Dziś		Mach2_Starved	00:11:09	2	00:01:55	00:09:14
	Isk		Mach2_Starved	00:00:55	1	00:00:55	00:00:55
	Kamil		Mach2_Starved	04:07:09	10	00:03:44	01:22:30
			Mach2_Starved	04:28:29	24	00:00:00	01:11:30
	Marek		Mach2_Starved	00:32:34	6	00:00:05	00:20:06
	Operator 1		Mach2_Starved	00:00:01	1	00:00:01	00:00:01
			Mach2_LineStop	00:00:01	1	00:00:01	00:00:01
			Mach2_LineStop	00:00:01	1	00:00:01	00:00:01

Przykładowe wyświetlanie awarii i alarmów na maszynie

nie zetknął się z tego rodzaju problemami. Przy analizie większego odcinka pracy tego operatora można dojść do wniosku, że wykonuje on jakąś operację nieprawidłowo, w sposób który powoduje powstawanie alarmu. Przedstawione dane można rozpatrywać również od strony ilościowej - np. u operatora Kamil sygnał alarmowy „Mach2_Starved” wystąpił 24 razy, co w porównaniu z ilością alarmów u innych osób daje wysoki wynik. Obserwacje te mogą prowadzić do wskazania potrzeby ponownego przeszkolenia operatora z prawidłowej sekwencji czynności, którą należy wykonać na danym stanowisku pracy. Oczywiście jest to wersja hipotetyczna.

Efekt wdrożenia

W przypadku naszego Klienta, prócz archiwizowania czterech sygnałów ciągłych, najważniejszą rolę odgrywały sygnały awarii i alarmów (było ich ponad 800). Raport wykazuje jakie zdarzenia zachodzą na maszynie najczęściej, w jakiej liczbie i ile czasu zabierały operatorowi lub technikowi naprawy, i - co z tym związane - jak długo maszyna nie produkowała i dlaczego tak się działo. Znając te wartości, manager produkcji może podjąć odpowiednie kroki czy to w kierunku wymiany czujników/napędów czy to w kierunku dodatkowego przeszkolenia pracownika. Z drugiej strony, pomiary stałych wartości oraz współczynnik OEE pozwalają na określenie zdolności produkcyjnej maszyn, czyli maksymalnej ilości produktu jaką można wyprodukować w określonym czasie. W efekcie pozwala to na określenie stopnia wykorzystania tej zdolności i jej dopasowanie do planowanej podaży. W ten oto sposób od

poprawiania wydajności przechodzimy do jej planowania.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że mimo tego, iż wdrożenie zostało oparte o uniwersalne narzędzia, w każdym przypadku istnieje konieczność dopasowania go do potrzeb danego zakładu produkcyjnego i dostarczenia rozwiązania „szytego na miarę”. Co

oczywiste, nasze wdrożenie nie znajduje odpowiedzi na wszystkie problemy na linii produkcyjnej. Dzięki systematycznemu zbieraniu istotnych i precyzyjnych danych ułatwia ono jednak analizę problemów i przyczynia się do opracowania działań korygujących.



Autor artykułu:
Przemysław Ziółkowski

Absolwent kierunku Automatyka i Robotyka na Politechnice Śląskiej
W Introlu pracuje od 2009 roku, na stanowisku specjalisty ds. automatyki. Zajmuje się programowaniem sterowników PLC, tworzeniem wizualizacji na panelach operatorskich oraz doбором elementów automatyki do konkretnych aplikacji.

tel. 032/7890017
e-mail: pziolkowski@introl.pl

Pomiary ciśnienia cz. 1

Mechaniczne przyrządy pomiarowe

Ciśnienie to wielkość, z którą ma do czynienia chyba każdy zakład przemysłowy. Szerokie i różnorodne stosowanie różnych mediów o określonym ciśnieniu pociąga za sobą konieczność korzystania z wielu rodzajów przyrządów o najrozmaitszej budowie, przeznaczeniu, dokładności. Procesy mierzenia i przyrządy miernicze stają się przy tym coraz bardziej skomplikowane, a rozpiętość mierzonych ciśnień znacznie się rozszerza. Czym jest zatem ciśnienie i jakie są jego rodzaje rozpatrywane z perspektywy aparatury pomiarowej?

Ciśnienie to...

Jeżeli na określoną powierzchnię wywierany jest nacisk przez ciało stałe, ciecz lub gaz, to stosunek nacisku do pola powierzchni nazywa się ciśnieniem. Stąd wynika podstawowe równanie ciśnienia

$$p = F/S$$

gdzie :

p – ciśnienie

F – siła (napór)

S – pole, na które działa siła

Zgodnie z tą definicją, jednostkę ciśnienia tworzy stosunek jednostki siły do powierzchni, czyli N/m². W obowiązującym układzie jednostek miar SI jednostką podstawową ciśnienia jest paskal (Pa).

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Ponieważ jest to jednostka bardzo mała, w praktyce używane są jednostki wielokrotnie większe:

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Rodzaje ciśnień

Wartość mierzonego ciśnienia zależy od przyjętego poziomu odniesienia. Ciśnienie mierzone względem próżni absolutnej nazywane jest **ciśnieniem absolutnym** (bez-względny) (P_a). **Ciśnienie barometryczne** (atmosferyczne) jest to ciśnienie wywierane przez słup powietrza atmosferycznego na powierzchnię Ziemi (P_b). **Ciśnienie mano-**

metryczne z kolei jest określane jako różnica ciśnienia absolutnego i otoczenia, którym jest ciśnienie atmosferyczne.

$$P_m = P_a - P_b$$

Ciśnienie manometryczne może przyjmować wartości większe od zera i wówczas mówimy o nadciśnieniu (P_n) lub wartości mniejsze od zera i wówczas mówimy o podciśnieniu (P_p).

Różnica pomiędzy dwoma ciśnieniami p_1 i p_2 definiowana jest jako **różnica ciśnień**

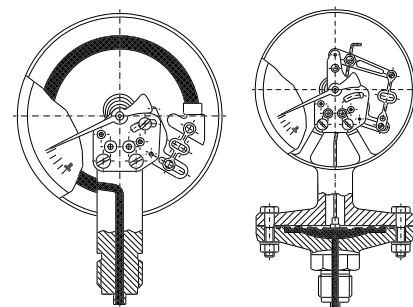
$$\Delta p = p_1 - p_2$$

Przyrządy mechaniczne

Pomiaru ciśnienia możemy dokonywać za pomocą mechanicznych urządzeń pomiarowych – tzw. manometrów (miejscowy i „ekonomiczny” pomiar) oraz mierników elektronicznych (przetworników ciśnienia).

Najszerzej wykorzystywanymi we współczesnej technice pomiaru ciśnienia **urządzeniami mechanicznymi** ze sprężystymi elementami pomiarowymi są manometry. Tego typu urządzenia stosuje się do pomiaru: nadciśnienia (manometry), podciśnienia (wakuometry) albo podciśnienia i nadciśnienia (manowakuometry). Ze względu na kształt i cechy elementu pomiarowego rozróżnia się trzy typy manometrów ze sprężystymi elementami pomiarowymi: manometry z rurką Bourdona, manometry membranowe, manometry puszkowe.

Elementem pomiarowym **manometru z rurką Bourdon’a** jest metalowa rurka o odpowiednio ukształtowanym, spłaszczonym przekroju poprzecznym (rurka Bourdon’a). Jeden koniec rurki jest szczelnie połączony z króćcem, a drugi (końcówka) ruchomy, zamknięty korkiem. Odkształcenie rurki następuje proporcjonalnie do doprowadzonego ciśnienia. Poprzez połączony ze wskazówką mechanizm ruchu na zamocowanej w obudowie manometru tarczy, następuje wskazanie ciśnienia.



Schemat manometru z rurką Bourdona

Schemat manometru membranowego

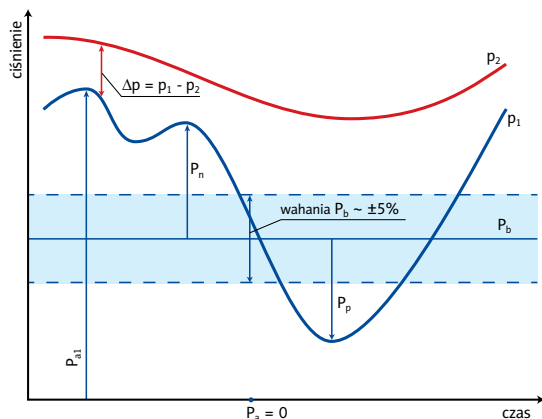
W zakresie manometrów z rurką Bourdon’a występują tzw. manometry bezpieczne. Zwiększenie bezpieczeństwa użytkowania tego typu urządzeń zostało uzyskane poprzez:

- zamontowanie pomiędzy rurką Bourdon’a a tarczą przegrody wykonanej ze stali nierdzewnej, która w sytuacji uszkodzenia manometru zabezpiecza przed wydostaniem się medium na zewnątrz.
- zastosowanie szkła bezpiecznego (tzw. nie odpryskowego) jako szybki.

Montaż manometrów o tak zmodyfikowanej budowie ma na celu zabezpieczenie obsługi przed zagrożeniami jakie może spowodować uszkodzenie rurki Bourdon’a na skutek znaczącego przekroczenia ciśnienia bądź przypadkowego mechanicznego uszkodzenia urządzenia.

Manometrami z rurką Bourdona możemy dokonywać pomiarów w zakresach niskich ciśnieniach od 0 do 0,6 bar a także wysokich od 0 do 4000 bar. Manometry te wykonywane są w klasach dokładności 1,6; 1,0; 0,6; 0,25 i 0,1 %. W zależności od zastosowania, obudowy manometrów oraz elementy stykające się z medium mogą być wykonane z różnych materiałów takich jak stal węglowa, stal nierdzewna, stopy miedzi, monel itp.

W **manometrach membranowych** elementem pomiarowym jest sprężysta membrana umieszczona pomiędzy korpusem górnym i dolnym manometru. Przepony sprężyste w tych manometrach wykonuje się ze stopów CrNi i NiCrCo. W przypadku pomiaru ciśnienia mediów agresywnych, które mogą reagować ze stopami CrNi lub NiCrCo membranę oraz korpus dolny wykonuje się



Mechaniczne urządzenia do pomiaru ciśnienia

	Manometry z rurką Bourdona	Manometry membranowe	Manometry puszkowe
Zakresy pomiarowe	od 0 ... 0,6 bar do 0 ... 4000 bar	od 0 ... 16 mbar do 0 ... 25 bar	od 0 ... 2,5 mbar do 0 ... 600 mbar
Klasy dokładności	2,5%, 1,6%, 1,0%, 0,6%, 0,25%, 0,1%	2,5%, 1,6%	2,5%, 1,6 %
Rodzaj mierzonego medium	ciecz, para, gaz	ciecz, gaz	gaz

ze specjalnych materiałów takich jak: tantal, tytan, Hastelloy, PTFE itp. Manometry membranowe służą do pomiaru ciśnienia od 0÷16 mbar do 0÷25 bar przy klasach dokładności: 1,6 i 2,5 %.

W przypadku mediów niskociśnieniowych, gdzie membrany są maksymalnie cienkie (co przyczynia się do pogorszenia stabilności) preferowane jest zastosowanie kapsuł (**puszek**), które to de facto są specjalną odmianą membran. Komorę pomiarową (kapsułę) tworzą dwie przepony sprężyste połączone ze sobą brzegami, dzięki czemu puszka ma ugięcia dwukrotnie większe niż pojedyncza przepona. Odształcenie puszek następuje proporcjonalnie do ciśnienia doprowadzonego do jej środka, a wskazanie ciśnienia następuje poprzez przekładnię mechaniczną połączoną ze wskazówką na tarczy zamocowanej w obudowie manometru.

Manometrami puszkowymi możemy dokonywać pomiarów ciśnień o bardzo ni-

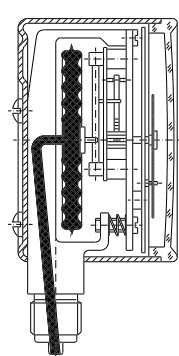
gno z mechanizmem ruchu. Wprost proporcjonalnie do mierzonego ciśnienia na tarczy następuje wskazanie ciśnienia absolutnego. Manometry tego typu nadają się do pomiaru ciśnienia w zakresach od 0÷16 mbar abs.

Rodzaje przyłączy

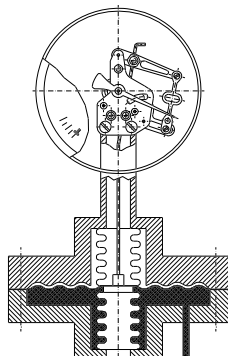
Gwinty		Wymiary mm										
G	Dz**	d ₂	d ₃	f		Øg 0 -0,2	l ₁ +0,3 0	l ₂ +0,1 0	l ₃ +0,3 0	wymiary klucza SW		
				mosiądz	stal nierdzewna					kwadrat	sześciokąt	tolerancja
M 10 × 1	10	*	8	*	*	*	10	*	8	10 lub 14	14 lub 17	0 -0,3
G 1 ¹ / ₈ A	3,8											
M 12 × 1,5	12,00	5	9,5	2	3	9,7	13	2	11	14	17	0 -0,3
G 1 ¹ / ₄ A	13,2					11						
M 20 × 1,5	20,00	6	17,5	3	4	17,7	20	3	17	22	27	0 -0,5
G 1 ¹ / ₂ A	21,00					18						

* Bez pilota i podcięcia

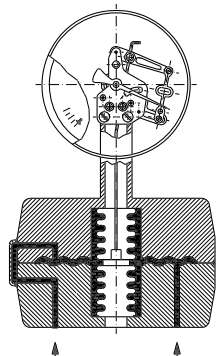
** Dz – średnica zewnętrzna gwintu



Schemat manometru puszkowego



Schemat manometru ciśnienia absolutnego



Schemat manometru różnicowego

skich wartościach od 0÷2,5 mbar do 0÷600 mbar w klasach dokładności 1,6 i 2,5 %. Tego typu manometry wykorzystywane są do pomiaru czystych mediów gazowych.

Manometry z elementami sprężystymi o przeznaczeniu specjalnym

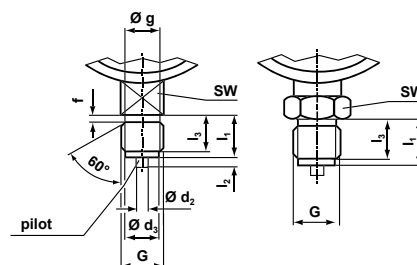
Elementami sprężystymi w **manometrach ciśnienia absolutnego** są membrany uszczelnione mieszkami oddzielającymi komorę pomiarową od komory odniesienia (ciśnienie zera absolutnego). Różnica ciśnienia pomiędzy obydwiema komorami powoduje wygięcie membrany połączonej poprzez cię-

do 0÷25 mbar abs przy klasie dokładności 1,0 lub 1,6 %.

Za pomocą **manometrów różnicowych** wyznaczana i bezpośrednio wskazywana jest różnica pomiędzy dwoma ciśnieniami. W manometrach różnicowych dwie uszczelnione komory są oddzielone od siebie poprzez element pomiarowy. Jeśli oba ciśnienia robocze są sobie równe to wówczas nie zostanie wskazana różnica ciśnień. Wskazanie ciśnienia różnicowego jest możliwe tylko wtedy jeśli jedno z działających ciśnień jest wyższe lub niższe od drugiego.

Typów mechanicznych urządzeń jest przynajmniej kilka, a ich dobór nie zawsze jest jednoznaczny. Dlatego też, aby optymalnie dopasować urządzenie do warunków aplikacyjnych, należy zwrócić szczególną uwagę na: odpowiedni zakres pomiarowy, materiał elementów stykających się z mierzonym medium oraz pożądaną klasę dokładności przyrządu.

Przy doborze manometru należy również zwrócić uwagę na zachowanie szczelności i wytrzymałości przyłączy do procesu. W mechanicznych urządzeniach do pomiaru ciśnienia rozróżniamy kilkanaście



rodzajów przyłączy. Kilka najbardziej podstawowych przedstawiono powyżej.

Należy również zwrócić uwagę, iż w związku z automatyzacją wielu procesów przemysłowych, coraz bardziej popularne stają się elektroniczne metody pomiaru. Szczególnie urządzenia tzw. inteligentne, z sygnałami cyfrowymi typu HART, Profibus itp. są tymi, do których należy przyszość w przemysłowych pomiarach ciśnienia. O elektronicznych i programowalnych miernikach ciśnienia będzie jeszcze mowa w jednym z następnych numerów.



Autor artykułu:

Ewa Słomska-Czop

Absolwentka Wydziału Paliw i Energii na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W Introlu pracuje na stanowisku Produkt Managera w Dziale pomiarów ciśnienia.

tel. 032/ 789 00 42
e-mail: cisnienie@introl.pl

niezawodne bezinwazyjne do gazów i cieczy

**bezpłatne uruchomienie
i szkolenie***

*** przy zamówieniu dowolnego modelu**



- całkowicie bezinwazyjny pomiar przepływu
- pomiar przy niskim ciśnieniu i w stalowych rurociągach
- wersje przenośne i stacjonarne

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

Oferta ważna do końca marca 2011

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary

w przemyśle niezastąpieni