

PodKontrola

wydawca: INTROL sp. z o.o.

automatyka i pomiary

04/2016 (38)

PRAKTYCZNY PUNKT WIDZENIA



temat wydania

Korzyści ze stosowania procesowych pomiarów lepkości








akademia automatyki

Elementy spiętrzające



dobra praktyka

Ocena możliwości kontroli przepływu materiałów sypkich w transporcie pneumatycznym

	aktualności	str. 3
	nowości	str. 4
	temat wydania Korzyści ze stosowania procesowych pomiarów lepkości	str. 5
	dobra praktyka Ocena możliwości kontroli przepływu materiałów sypkich w transporcie pneumatycznym	str. 7
	akademia automatyki Elementy spiętrzające	str. 9

od redakcji



Drodzy Czytelnicy!

Mam nadzieję, że w ostatnim tegorocznym numerze także znajdziecie Państwo interesujące dla siebie artykuły. Korzystając z okazji pragnę serdecznie podziękować za to, że jesteście z nami kolejny rok i w imieniu całej redakcji i pracowników Introl sp. z o.o. życzę Państwu samych sukcesów w końcówce tego i w całym przyszłym roku.

Pomiar lepkości online jest na tyle mało znaną technologią, że wielu przedstawicieli polskich zakładów podchodzi do niego z dystansem, nie wierząc w możliwości sprawnego pomiaru lepkości bezpośrednio w procesie. A technologia pomiarów lepkości online w ostatnich latach znacząco się rozwinęła, pozwalając na zastosowanie jej w wielu aplikacjach, w których do tej pory stosowane są żmudne i obciążone wieloma niedogodnościami badania laboratoryjne. Aby nie być gołosłownym autor „Tematu wydania” przybliży realne wdrożenia układów pomiaru lepkości online w dwóch polskich zakładach.

„Dobra praktyka” jest tym razem swoistą analizą możliwości pomiaru przepływu materiałów pylistych w układach transportu pneumatycznego. Autorzy (bo

wyjątkowo jest ich dwóch) przybliżają problematykę takiego pomiaru na podstawie zaprojektowanej i zrealizowanej instalacji dozującej pyły do młyna cementu. W artykule przybliżone zostały problemy tego typu instalacji oraz zrelacjonowany został proces ich rozwiązania poprzez odpowiednio zaprojektowany i zbudowany układ transportu, pomiaru i sterowania.

Elementy spiętrzające przepływ, zwane ogólnie zwężkami pomiarowymi, to niezwykle popularna i znana od wielu dekad metoda pomiaru przepływu. Popularność zawdzięczają swojej uniwersalności, prostocie i wytrzymałości - nadają się zarówno do cieczy, jak i gazów, mogą mierzyć w ekstremalnie trudnych warunkach, a ich zasada działania, montaż i użytkowanie zostało objęte normą PN-EN ISO 5167 i nie przysparza szczególnych trudności. O tym jakie są typy elementów spiętrzających, gdzie są stosowane i jakie są ich wady i zalety przeczytacie Państwo w „Akademii automatyki”.

Zapraszam do lektury
Jerzy Janota
 Dyrektor ds. rozwiązań produktowych

Grupa INTROL i inteligentne miasta

Miło nam poinformować o rozszerzeniu obszaru działalności Grupy INTROL o zupełnie nową dziedzinę z pogranicza automatyki i informatyki.

smart in

Nowa, spółka Smart In Sp z o.o. Sp. k. zajmuje się wdrażaniem inteligentnych systemów monitoringu i analiz, szczególnie w zakresie kompleksowych rozwiązań monitoringu wizyjnego i wspomagania decyzji dla służb miejskich i porządkowych.

Przedmiotem działalności spółki jest dostarczanie systemów typu "Command & Control" wspomagających procesy podejmowania decyzji w zakresie tematyki Smart City & IoT. Rozwiązania oparte o IBM Solutions to kompletne systemy zarządzania operacyjnego w miastach. Poprzez profesjonalne podejście do ideologii inteligentnych miast, Smart In pragnie rozwijać strefy zarówno prywatne jak i publiczne, jako odpowiedź na globalny wzrost zainteresowania tematyką rozwoju miast, obiektów kultury oraz strefy życia codziennego mieszkańców. Smart In oferuje usługi informatyczne, audytorskie i doradcze, obejmujące obszar inteligentnego miasta, regionu oraz szeroko pojętej tematyki IoT (internetu rzeczy). Wiodącym produktem spółki jest system IOCity – inteligentne centrum operacyjne, które pomaga efektywniej zarządzać incydentami w mieście i podnosić poziom bezpieczeństwa na terenie miast i obiektów użytkowych.

Nowa spółka, choć koncentruje swoje działania na miastach i obiektach użyteczności publicznej, posiadać będzie także rozwiązania dla odbiorców przemysłowych. Szczegółowe informacje na temat działalności i rozwiązań oferowanych przez Smart In wkrótce na stronie: www.smart-in.eu

Energetab i Symas

We wrześniu i październiku mieliśmy przyjemność być na dwóch targach na południu Polski - 29. Międzynarodowych Energetycznych Targach Bielskich ENERGETAB 2016 oraz Międzynarodowych Targach Obróbki Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych SyMas 2016.



Na naszych stoiskach mieliśmy okazję spotkać wielu pracowników różnych zakładów z całego kraju i prezentowaliśmy wybrane rozwiązania dla obu branż. Nasi Goście mogli zobaczyć między innymi nowe na polskim rynku falowniki marki V&T Drive, sondy radarowe poziomu VEGAPULS pracujące na częstotliwości 80 GHz, sygnalizatory przepływu materiałów sypkich DYNA, przepływomierze bezinwazyjne FLEXIM i zaawansowaną kamerę termowizyjną G96. Dziękujemy za odwiedziny naszych stoisk i do zobaczenia za rok.



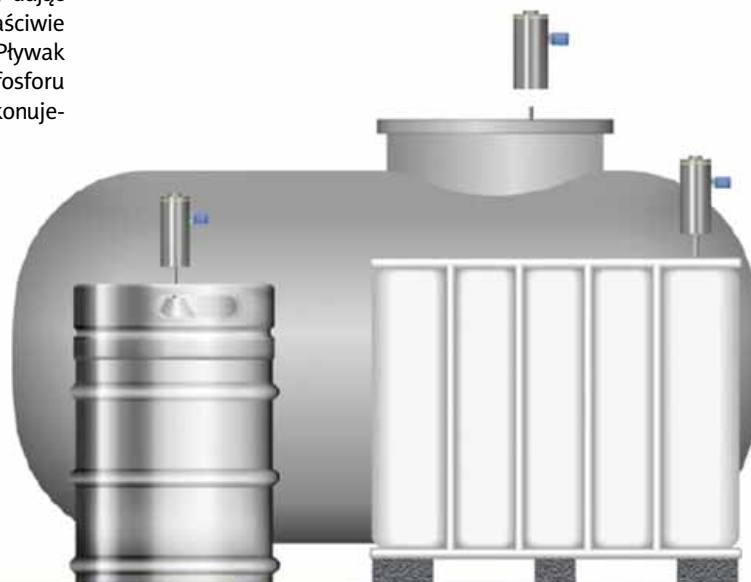
aplikacje

Pomiar poziomu fosforu ciekłego

Na terenie Zakładów Azotowych w Chorzowie, w firmie ITALMACH realizujemy pomiar poziomu fosforu ciekłego w oparciu o sondy magnetostrykcyjne niemieckiej firmy FAFNIR.

Miernik poziomu FAFNIR dostarcza informacji o poziomie medium w zbiorniku, poprzez ciągły pomiar poziomu fosforu, dając sygnał 4÷20 mA na wyjściu. Cały pomiar opiera się na właściwie dobranym pływaku, w tym przypadku dla gęstości fosforu. Pływak swobodnie porusza się po sondzie wskazując aktualny stan fosforu w zbiorniku. Aplikacja jest o tyle ciekawa i nietypowa, że dokonuje-

my pomiaru fosforu kiedy jest on ciekłą - po pewnym czasie fosfor zastyga i pływak się unieruchamia wskazując poziom maksimum. Po ponownym załadunku i rozgrzaniu medium sonda magnetostrykcyjna działa bez zarzutu.





Czujniki wizyjne FQ2

Czujniki wizyjne z serii FQ2 firmy Omron posiadają zaawansowane funkcje kontroli, odczytu i weryfikacji kodów, które wcześniej były dostępne tylko w systemach wizyjnych wyższej klasy. Ponad 100 opcji czujników zapewnia użytkownikom najwyższy poziom elastyczności, sprawiając, że czujniki świetnie sprawdzają się w wielu zastosowaniach. Niezależnie od tego, czy oczekiwana jest wyższa rozdzielczość, czy możliwość odczytywania kodów, czy też zintegrowane oświetlenie lub rozwiązanie oszczędne do prostych zastosowań, w rodzinie czujników FQ2 użytkownik znajdzie rozwiązania, które będą odpowiadać potrzebom jego aplikacji. Do najważniejszych cech serii FQ2 zaliczyć można:

- zaawansowana funkcjonalność i wszechstronna gama produktów
- krystalicznie czysty obraz
- obudowa typu „wszystko w jednym”
- łatwe wyszukiwanie za pomocą technologii Shape Search II
- technologia znakowania bezpośredniego (DPM)
- unikatowa technologia OCR
- weryfikacja kodów
- zaawansowana kontrola



systemywizyjne@introl.pl

Nowy, ekonomiczny radar dla prostych aplikacji w gospodarce wodno-ściekowej

Nowa sonda radarowa VEGAPULS WLS 61 została specjalnie skonstruowana jako zamiennik sond ultradźwiękowych i hydrostatycznych w prostych aplikacjach pomiaru poziomu wody oraz ścieków. Zastosowana technologia radarowa jest niewrażliwa na występowanie silnych ruchów powietrza, mgły, opadów atmosferycznych. W odróżnieniu od sond ultradźwiękowych, radar jest także niewrażliwy na różnice temperatur, gwarantując dokładność 5 mm.



Zakres 8 m, wyjście 4-20 mA i zasilanie w pętli prądowej pozwalają na łatwą integrację urządzenia w istniejących układach pomiarowych. Do konfiguracji sondy, czyli ustawienia zakresu oraz nauki fałszywych echa, nie potrzebujemy żadnego specjalnego interfejsu – wystarczy smartfon z systemem Android i bezpłatna aplikacja dostępna w sklepie Google. O popularności sond VEGA świadczy ilość zainstalowanych urządzeń w zakładach na całym świecie - do tej pory w gospodarce wodno-ściekowej zaaplikowanych zostało ponad 40 000 różnych modeli sond radarowych VEGAPULS. Nowy radar będzie wkrótce dostępny na www.sklep.introl.pl.

poziomy@introl.pl

Qm-3 czyli inteligentny analizator jakości pary wodnej

Pomiar jakości pary w wielu instytucjach przeprowadzany jest często w sposób manualny. Pomiar ręczny jest procesem mało dokładnym oraz obciążony jest ryzykiem odniesienia obrażeń przez personel. Naprzeciw tym niedogodnościom wyszła firma ARM-STRONG konstruując analizator QM-3 umożliwiający zakładom farmaceutycznym, szpitalom oraz innym użytkownikom efektywnie i niezwykle łatwo kontrolować jakość pary wodnej. Analizator QM-3 dokonuje pomiaru jakości pary w sposób automatyczny, wyliczając i wyświetlając następujące parametry: stopień suchości pary, ilość pary przegrzanej oraz stężenie gazów niekondensujących w parze. QM-3 cechuje się prostą instalacją „plug and play”, dokładnością pomiarów stopnia suchości pary $\pm 1\%$, szybkością i prostotą działania. Komuni-



kacja z analizatorem odbywa się poprzez port RS485 umożliwiając rejestrację danych, dostępna jest także możliwość zdalnego pomiaru przez protokół MODBUS. Wszystkie wymienione cechy sprawiają, że nowy analizator QM-3 zapewnia większą pewność pomiaru i bezpieczeństwo, będąc przy tym kompaktowym, przenośnym urządzeniem, które może być z łatwością transportowane do różnych miejsc na instalacji parowej.

armatura@introl.pl

Nowe dokładności manometru Crystal XP2i

W naszej ofercie pojawiły się dwie nowe wersje niezawodnego i dokładnego manometru cyfrowego Crystal XP2i. Standardowa dokładność XP2i to 0,1% wartości mierzonej (od 20% do 100% zakresu), a nowością jest możliwość zamawiania go w dwóch dodatkowych wersjach odnoszących się do dokładności - 0,05% zakresu lub 0,02% zakresu. Przyrząd mierzy także podciśnienie (dla zakresów do 20 bar włącznie) z dokładnością 0,2% zakresu (-1 bar). Nowy przyrząd dostarczany jest zawsze ze świadectwem wzorcowania z laboratorium akredytowanego. Dzięki temu użytkownik może być pewien wysokiej jakości wykonania produktu.

kalibratory@introl.pl





Korzyści ze stosowania procesowych pomiarów lepkości

W numerze 02/2012 naszego magazynu pojawił się pierwszy artykuł dotyczący przemysłowych pomiarów lepkości. Opisane zostały wówczas teoretyczne podstawy stosowanych metod pomiarowych i wykorzystujące te metody urządzenia. Przedstawiono także powody, dla których warto stosować pomiar lepkości on-line. Czy praktyka potwierdziła słuszność tamtych rozważań?

Właściciele zakładów przemysłowych starają się, aby prowadzone u nich procesy produkcji stawały się coraz bardziej efektywne. W wielu przypadkach kluczem do uzyskania lepszych wskaźników ekonomicznych jest stosowanie właściwej aparatury pomiarowej, a co z tym związane, bieżąca znajomość istotnych parametrów procesu produkcyjnego.

W wielu branżach przemysłowych (np. chemia, produkcja papieru, produkcja opakowań, przemysł samochodowy) parametrem pozwalającym oceniać jakość procesu i produktu jest lepkość. Wykorzystanie lepkościomierzy działających on-line umożliwiło uzyskanie znaczących oszczędności przez:

- utrzymywanie jakości produktu zgodnej ze specyfikacją (zmniejszenie ilości braków i strat)
- optymalizację dozowania drogich dodatków (obniżenie kosztów produkcji)
- optymalizację czasu trwania procesu produkcji (obniżenie kosztów energii)
- przyspieszenie i zobjektywizowanie pomiarów (redukcja kosztów analiz laboratoryjnych)
- podniesienie bezpieczeństwa prowadzenia procesu (uniknięcie przestojów i remontów).

Zwyczajny końcowy efekt jest składową kilku czynników np. skrócenie czasu trwania procesu oznacza nie tylko oszczędność energii, ale także możliwość zwiększenia produkcji, przy jednoczesnej kontroli jakości produktu.

Poza efektami ekonomicznymi, wartością samą w sobie jest podniesienie bezpieczeństwa ludzi zajmujących się obsługą procesów prowadzonych w ekstremalnych warunkach. Urządzenie zainstalowane w procesie pozwala na uniknięcie ręcznego pobierania próbek, co - szczególnie przy wysokiej temperaturze produktu - stwarza zagrożenie dla zdrowia pracownika.

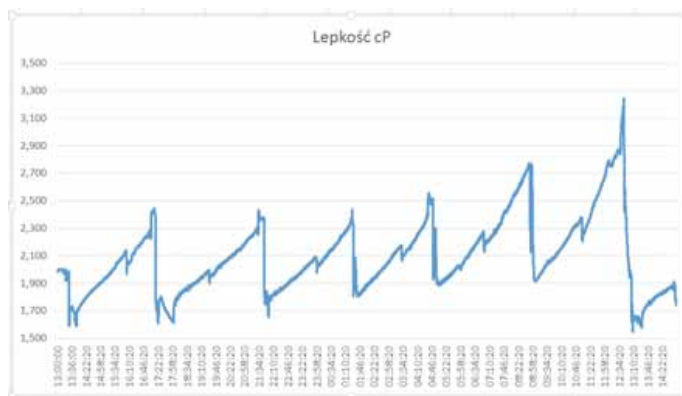
W jaki sposób wykorzystano zalety i możliwości dostarczanych przez INTROL lepkościomierzy najlepiej zilustrują przykłady wzięte z rzeczywistych aplikacji. Opisane poniżej zastosowania odnoszą się do różnych branż przemysłu i do dwóch różnych typów urządzeń.

KONTROLA JAKOŚCI POWŁOK OCHRONNYCH

Jednym z istotnych etapów produkcji igieł stosowanych do zastrzyków i nakłuwania jest powlekanie powierzchni igły specjalną powłoką ochronną. Powłoka ma za zadanie zabezpieczyć metal przed kontaktem z otoczeniem i organizmem człowieka oraz zwiększyć gładkość powierzchni, co ułatwia wykonanie zastrzyku i zmniejsza jego bolesność. Do

wykonania powłoki jest wykorzystywany roztwór silikonu, eteru i alkoholu. Po chwilowym zanurzeniu igły w roztworze eter i alkohol odparowują, pozostawiając na powierzchni warstewkę silikonu. Jeżeli roztwór zawiera za mało silikonu, powłoka nie będzie właściwa i igła nie spełni wymagań kontroli jakości. Jeżeli z kolei silikonu będzie zbyt dużo, wzrosną koszty produkcji (wyższe zużycie silikonu) i pojawią się problemy na dalszych etapach procesu – igły skleją się ze sobą (straty) i konieczne jest wydłużenie czasu suszenia (większe zużycie energii).

Parametrem mówiącym o jakości roztworu (czyli o odpowiedniej zawartości silikonu) jest jego lepkość. Roztwór bezpośrednio po przygotowaniu ma lepkość ok. 1,6 cP. Później jego lepkość rośnie, głównie przez ciągłe parowanie alkoholu i eteru, aż dochodzi do ok. 3 cP. Aby utrzymać ilość silikonu w roztworze na właściwym poziomie, należy odpowiednio uzupełniać ubywające rozcieńczalniki. Ciągły pomiar lepkości roztworu pozwala na ich właściwe dozowanie i daje pewność, że uzyskana jakość produkowanych igieł jest zgodna z oczekiwaniami. Na wykresie zamieszczonym poniżej wyraźnie widać stopniowy wzrost lepkości roztworu oraz jej spadek w momencie dodania porcji rozcieńczalnika.



Pomiar lepkości roztworu silikonu



Z uwagi na bardzo mały zakres pomiarowy (0÷5 cP) w aplikacji zastosowano lepkościomierz firmy PAC Cambridge Viscosity typu ViscoPro-2100 z sensorem przepływowym typu 372. Firma Cambridge Viscosity produkuje unikalne, opracowane przez siebie sensory z ruchomym tłoczkiem. W połączeniu z najnowszym procesorem ViscoPro-2100 tworzą układ o wysokiej powtarzalności i dokładności pomiaru. Sygnały wyjściowe procesora (lepkość i temperatura roztworu) są wykorzystywane przez sterownik PLC do sterowania procesem przygotowania mieszanki i dozowania rozcieńczalników.

Lepkościomierz ViscoPro-2100



POMIAR LEPKOŚCI ŻYWICY

Proces produkcji żywicy jest procesem skomplikowanym i prowadzonym w trudnych warunkach. Jest realizowany w reaktorach, wewnątrz których znajdują się liczne elementy konstrukcyjne i technologiczne, takie jak węzownice układu ogrzewania i chłodzenia, mieszadła, czy rury służące do dozowania składników i wypompowania gotowego produktu.

Temperatury w trakcie trwania procesu przekraczają 200°C, a ciśnienia, zależnie od stosowanej technologii, od próżni do kilku barów. Wokół reaktora występuje strefa Ex. Czas trwania pojedynczej szarży wynosi od kilku do przeszło dwudziestu godzin, zależnie od produkowanego typu żywicy.

Parametrem, na podstawie którego ocenia się prawidłowość przebiegu procesu produkcyjnego oraz jakość produktu, jest lepkość. Wartość lepkości zmienia się w trakcie procesu, a osiągnięcie żądanej wielkości jest dla obsługi sygnałem do jego zakończenia. Przegapienie tego momentu niesie za sobą pewne niebezpieczeństwo – zbyt długie podgrzewanie żywicy prowadzi do zmiany jej właściwości i zestalania się wewnątrz reaktora. W efekcie nie tylko dana partia produktu jest niezdatna do użytku (strata, duża ilość odpadu), ale konieczne są także kosztowne prace związane z jej usunięciem i z oczyszczeniem wnętrza reaktora (niepotrzebne koszty prac i zmniejszenie produkcji na skutek przestoju).

Aby uniknąć takiej sytuacji, obsługa monitoruje lepkość podczas całego procesu. Próbkę dla laboratorium są pobierane okresowo, tym częściej, im bliżej zakończenia procesu. Operacja jest żmudna, niebezpieczna i czasochłonna, a wyniki są otrzymy-

jest szczególnie istotna przy doborze właściwego zakresu pomiarowego dla lepkościomierza – należy dobrać zakres niższy, dla lepkości w temperaturze roboczej. Pomiar wysokiej lepkości żywicy pompowanej do zbiorników magazynowych nie ma już żadnego znaczenia dla procesu.

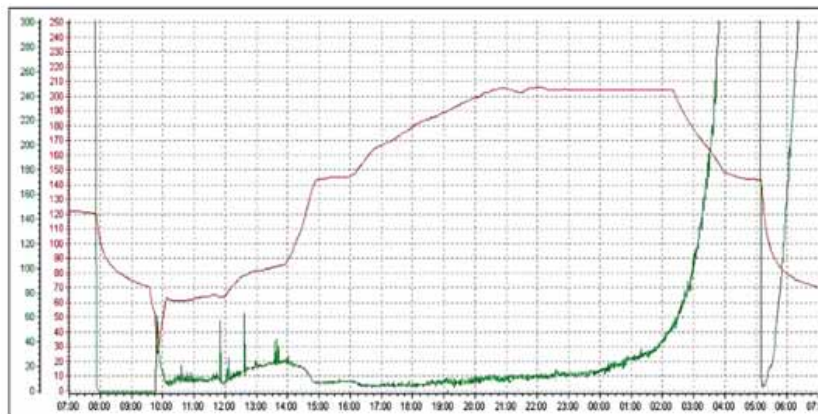


Praca w ekstremalnych warunkach panujących w reaktorze (próżnia, temperatury do 270°C) wymagała dobrania odpowiednio wytrzymałego urządzenia. Zastosowany został lepkościomierz firmy Marimex typu ViscoScope z sensorem VA-300, wyposażony w układ chłodzenia sprężonym powietrzem. Sensor nie ma żadnych elementów ruchomych, a jego konstrukcja jest odporna mechanicznie także na stałe składniki stosowane w procesie produkcji żywic.

PODSUMOWANIE

Spotkania z przedstawicielami różnych branż pokazują, że ciągle niedostateczna jest wiedza na temat możliwości realizacji pomiarów lepkości bezpośrednio w procesie. W rezultacie panuje przekonanie, że z niektórymi uciążliwymi problemami trzeba się pogodzić, a dodatkowe koszty i straty są nie do uniknięcia. Pokazując pozytywne doświadczenia Użytkowników udowadniamy, że jest inaczej. Wykorzystanie nowych technik pomiarowych przynosi bowiem wymierne korzyści. Warto zaznaczyć, iż ekonomiczne uzasadnienie dla zaku-

pu i zastosowania lepkościomierza jest różne dla różnych branż i różnych aplikacji, ale zawsze warto się nad nim zastanowić. W skrajnych przypadkach zwrot z inwestycji następował już po 3-4 miesiącach! Może podobnie jest w przypadku Państwa procesów?



wane z pewnym opóźnieniem. Dzięki zastosowaniu pomiaru on-line pracownicy obsługujący proces produkcji są na bieżąco informowani o lepkości produktu i mają możliwość zakończenia reakcji natychmiast po osiągnięciu wymaganych parametrów.

Zamieszczony powyżej wykres przedstawia zmiany lepkości i temperatury w trakcie jednego cyklu pracy reaktora. Widać wyraźnie, że po ustaleniu temperatury, w której przebiega reakcja (ok. 210°C), lepkość utrzymuje się początkowo na stałym poziomie, a pod koniec zaczyna gwałtownie rosnąć. Jest to znak dla obsługi, że produkt osiągnął właściwe parametry i należy zatrzymać reakcję przez schłodzenie reaktora. Można zaobserwować także wielką różnicę między lepkością żywicy w temperaturze procesu i po schłodzeniu (ok. 90°C). Ta informacja

►
Lepkościomierz ViscoScope

►
Wykres lepkości i temperatury dla reaktora żywicy



Jerzy Janota

Jest absolwentem Wydziału Automatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W Introlu pracuje od 24 lat. Obecnie na stanowisku Dyrektora ds. rozwiązań produktowych.

Tel: 32 789 00 09

Ocena możliwości kontroli przepływu materiałów sypkich w transporcie pneumatycznym

W oparciu o wyniki pracy instalacji dozującej pyły z by'passu¹ do młyna cementu w Cementowni REJOWIEC.

W wielu procesach przemysłowych powstają materiały sypkie i pylaste, które są produktem końcowym (cement, wapno, nawozy sztuczne itp. materiały) lub materiały odpadowe (popioły lotne, pyły z odpylania i odsiarczania spalin z kotłów i pieców przemysłowych itp.).

Produkcja materiałów sypkich i pylastych lub powstawanie odpadów o takiej konsystencji w procesach przemysłowych zawsze wiąże się z koniecznością transportowania ich wewnątrz zakładów pomiędzy obiektami instalacji technologicznych.

PROBLEMY ZWIĄZANE Z WEWNĄTRZZAKŁADOWYM TRANSPORTEM MATERIAŁÓW SYPKICH I PYLASTYCH (o bardzo wysokim stopniu rozdrobnienia)

O ile do wewnątrzzakładowego transportu materiałów sypkich można wykorzystać większość typowych przenośników (przenośniki taśmowe, ślimakowe, zgrzeblowe, kubekowe itp.), o tyle w transporcie materiałów pylastych urządzenia te w większości zawodzą. Problem z transportem materiałów pylastych jest najbardziej uciążliwy gdy wymagany jest transport na znaczne odległości (rzędu kilkudziesięciu do kilkuset metrów) i przy skomplikowanej konfiguracji trasy transportowej. Ponadto, transport takich materiałów powinien być w pełni hermetyczny ze względu na wtórną emisję pyłów do środowiska (szczególnie w przypadkach, gdy pyły mają własności toksyczne).

Właściwości transportu pneumatycznego sprawiają, że to właśnie ta metoda w największym stopniu spełnia wymagania związane z przemieszczaniem materiałów sypkich, a zwłaszcza materiałów pylastych.

ZALETY I WADY TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO W PRZEMIESZCZANIU MATERIAŁÓW SYPKICH I PYLASTYCH

Transport pneumatyczny polega na przekazaniu energii sprężonego powietrza do strumienia materiału sypkiego w rurociągu transportowym. Spełnienie tego warunku wymaga podania materiału sypkiego z przestrzeni o ciśnieniu otoczenia (zbiornik) do przestrzeni o ciśnieniu sprężonego powietrza transportującego (rurociąg transportowy).

W transporcie pneumatycznym wykorzystywane są różne urządzenia, których zadaniem jest podanie materiału sypkiego z przestrzeni o niskim ciśnieniu do przestrzeni o ciśnieniu wysokim. Poniżej przedstawiamy zalety i wady poszczególnych rozwiązań w tym zakresie:

• Podawacz celkowy z otwartym rotorem i przedmuchem celek

Rozwiązanie najprostsze i tanie. Teoretycznie stwarza możliwość rozbudowy o kontrolę strumienia materiału transportowanego. Jest to jednak rozwiązanie wrażliwe na „zatarcie”, szczególnie w transporcie materiałów pylastych. Ponadto, w przypadku materiałów o własnościach ściernych, podawacz szybko rozszczelnia się, co powoduje rosnące przecieki sprężonego powietrza do zbiornika nad podawaczem i pogarsza warunki transportu,

aż do „zatkania” rurociągu włącznie. Rozwiązanie w zasadzie nie nadaje się do pracy ciągłej.

• Podawacz komorowy

Jedno z najstarszych i sprawdzonych rozwiązań. Dobrze odcina przestrzeń ciśnienia niskiego od przestrzeni ciśnienia wysokiego (minimalne przecieki wsteczne), ale ze względu na cykliczną pracę, wyklucza aktywną kontrolę strumienia transportowanego materiału. Podawacz komorowy wymaga najwyższych ciśnień powietrza transportującego (4 do 7 bar), co wydatnie podnosi energochłonność jednostkową transportu, a ze względu na cykliczność pracy zwiększa się ryzyko „zapchania” rurociągu transportowego.

• Pompa Fullera

W tym rozwiązaniu przestrzenie o różnym ciśnieniu oddzielone są za pomocą „korka” utworzonego z materiału sypkiego przez szybkoobrotowy ślimak pompy. Pompa Fullera zapewnia ciągłą pracę transportu, ale wyklucza możliwość aktywnej kontroli strumienia materiału transportowanego. Ponadto, części wirujące ulegają szybkiemu zużyciu, a sam proces tworzenia „korka” jest bardzo energochłonny. Moc silnika napędowego pompy porównywalna jest z mocą silnika sprężarki zasilającej transport. Pod względem energetycznym i serwisowym pompa Fullera jest rozwiązaniem najdroższym.

• Podawacz celkowy z podwójnym otwartym rotorem poziomym i pionowym przedmuchem celki

Stosunkowo nowe rozwiązanie. Wyposażone w poprzeczną wagę tensometryczną stwarza możliwość dokładnej (0,5% do 1%) kontroli strumienia materiału transportowanego. Dobrze sprawdza się w zastosowaniu do materiałów o stosunkowo małym stopniu rozdrobnienia (powierzchnia właściwa wg Blaine'a poniżej 3800 cm²/g). Przy materiałach pylastych (powierzchnia właściwa wg Blaine'a powyżej 4000 cm²/g) zachodzi bardzo duże ryzyko zatarcia rotora i awaryjnego zniszczenia podawacza.

POWODY POWSTANIA INSTALACJI DOZUJĄCEJ PYŁY Z BY'PASSU DO MŁYNA CEMENTU W CEMENTOWNI REJOWIEC

Zakład Cementownia REJOWIEC wchodzi w skład Grupy OŻARÓW S.A., w której wiodącym zakładem jest Cementownia OŻARÓW. W trakcie modernizacji pieca obrotowego w Cementowni OŻARÓW, w celu

¹ pyły z by'passu chemicznego – odpad powstający w procesie wypału klinkieru cementowego w piecu obrotowym



podniesienia jakości klinkieru cementowego, zbudowany został tzw. by'pass chemiczny mający za zadanie usunięcie nadmiaru związków alkalicznych z pieca. Związki te sublimują na ziarnach mąki surowcowej w instalacji by'passu i w postaci pyłów wyprowadzane są na zewnątrz instalacji. Jako odpad pyły te nie mogą być składowane i dlatego opracowano recepturę produkcji by'passu nowego spoiwa pod nazwą Reymix-Stabilizacja. Produkt ten uzyskał aprobatę Instytutu Dróg i Mostów w Warszawie. Po uzyskaniu w/w aprobaty pilnym problemem stała się budowa linii technologicznej zdolnej do zagospodarowania ok. 20.000 ton pyłów rocznie. Ze względów logistycznych produkcję Reymixu-Stabilizacji zlokalizowano w Cementowni REJOWIEC. Z uwagi na konieczność minimalizacji kosztów przedsięwzięcia, zapadła decyzja o maksymalnym wykorzystaniu w budowie nowej instalacji istniejącej infrastruktury i urządzeń znajdujących się w Zakładzie REJOWIEC.

OPIS INSTALACJI DOZUJĄCEJ PYŁY Z BY'PASSU DO MŁYNA CEMENTU W CEMENTOWNI REJOWIEC

Zabudowany przepływomierz do pyłu



Jako magazyn pyłów by'passowych w Zakładzie REJOWIEC wykorzystano 2 istniejące zbiorniki stalowe o pojemności po 300 m³ każdy, do których pyły dostarczane są z Zakładu OŻARÓW cysternami samochodowymi. Do produkcji nowego spoiwa zaadaptowano jeden z młynów cementu o wydajności ok. 25 t/h. Młyn cementu posiada na wlocie trzy wagoprzeñośniki surowców, które kontrolują skład procentowy i ilość podawanych surowców. Strumień podawanych do nitki technologicznej tego młyna pyłów z by'passu, zgodnie z opracowaną recepturą, również musiał być kontrolowany i zsynchronizowany z podawanymi na wlot młyna surowcami. Dodatkowymi utrudnieniami były: odległość zbiorników od młyna (ok. 300 m) i bardzo wysoki stopień rozdrobnienia

Zbiorniki stalowe



pyłów (powierzchnia właściwa wg Blaine'a powyżej 7000 cm²/g).

Pierwszy czynnik determinował wykorzystanie wyłącznie transportu pneumatycznego do transportu pyłów ze zbiorników do młyna cementu, drugi czynnik wykluczał możliwość zastosowania typowych rozwiązań wykorzystywanych w tym transporcie.

W celu spełnienia poczynionych założeń projektowych, zaprojektowany został transport pneumatyczny pyłów o następujących parametrach

Długość trasy – 300 m
Średnica rurociągu – DN 125 mm

Parametry sprężarki powietrza – Q=1000m³/h; p=2,5 bar

Ponadto, zaprojektowano i wykonano pompę celkową z zamkniętym rotorem doszczelnianym regulowaną zworą, umożliwiającą, w razie konieczności, doszczelnienie rotora w trakcie normalnej pracy pompy. Pompa napędzana jest za pośrednictwem przetwornika częstotliwości (moc napędu 2,2 kW).

Pod pompą umieszczono aparat wydmuchowy wyposażony w tak zaprojektowane dysze, aby cała dostępna moc sprężonego powietrza mogła być wykorzystana do dokładnego wymieszania powietrza z pyłem i nadaniu powstałemu strumieniowi mieszaniny pyłowo-powietrznej maksymalnego pędu. Parametry pracy głównej dyszy zasilającej aparat wydmuchowy zostały tak dobrane, aby w maksymalnym stopniu obniżyć ciśnienie w komorze rotora pompy. W efekcie, całkowicie wyeliminowano przedostawanie się pyłów do otoczenia poprzez uszczelnienie wału napędowego pompy.

Do kontroli strumienia pyłów (kontrola obrotów rotora pompy celkowej w czasie rzeczywistym, w automatyce z wagoprzeñośnikiem klinkieru cementowego na wlocie młyna cementu) wykorzystany został przepływomierz masowy QantiMass firmy M-Monitor.

Cały system automatyki pracy pompy celkowej, sygnalizacji pracy i raportowania wyników produkcji Reymixu-Stabilizacji i zużycia surowców w tym pyłów z by'passu zaprojektowała i wykonała spółka INTROL z Katowic.

SYSTEM STEROWANIA I RAPORTOWANIA

Wykonany system sterowania w swym podstawowym założeniu ma służyć do uzyskania proporcjonalnego dozowania pyłów z by'passu do strumienia składników w ciągu technologicznym, wykorzystywanym do produkcji Reymixu-Stabilizacji.

Tak postawione zadanie, z punktu widzenia samego układu regulacyjnego, sprawia wrażenie prostego i nie odbiegającego od typowych aplikacji. Jednak własności dozowanej substancji jak i specyfika zakładu powodują powstanie szeregu trudności, które należało pokonać podczas realizacji zadania.

Pierwszym i najpoważniejszym problemem było określenie sposobu pomiaru strumienia pyłu dostarczanego do procesu. Problem drugi wynikał z dużych odległości pomiędzy źródłem pyłu jakim są silosy magazynowe, a odbiornikiem – młynem cementu.

Jakość dozowania w znacznej mierze uzależniona jest od dokładności określenia natężenia przepływu substancji dozowanej. Typowe powszechnie stosowane metody ciągłego dozowania substancji pylistych, bazują na dozowaniu masowym, realizowanym za pomocą wagoprzeñośników. Urządzenia te oferują względnie dużą dynamikę odpowiedzi i dokładność

pomiaru, co pozwala w prosty sposób uzyskać dobre parametry wyjściowe układu regulacji. Niestety, w opisywanym przypadku, ze względu na przytoczne wyżej własności substancji dozowanej, zastosowanie wagoprzenośnika nie było możliwe.

Drugą powszechnie stosowaną metodą jest dozowanie objętościowe realizowane za pomocą całego szeregu dostępnych rynkowo urządzeń. Dozowanie objętościowe charakteryzuje się bardzo istotnym mankamentem - nie uwzględnia zmian gęstości (koncentracji) dozowanej substancji. Zmiany koncentracji mogą być powodowane wieloma czynnikami, w opisywanym przypadku wynikają ze zmian poziomu wypełnienia silosu magazynowego. Zainstalowane radarowe mierniki poziomu VEGAPULS oraz system pomiaru masy DGTQ DiniArgeo pozwoliły na oszacowanie występujących zmian koncentracji pyłu. Stwierdzono, iż pomimo działania systemu ciągłego napowietrzania (aeracji) silosów, współczynnik zmiany koncentracji pyłu, w skrajnym przypadku, może osiągnąć wartość z przedziału (1:2,5; 1:3,5). W praktyce oznacza to, iż przy stałej prędkości obrotowej wirnika podajnika, ilość podawanej masy pyłu może zmienić się nawet trzykrotnie.

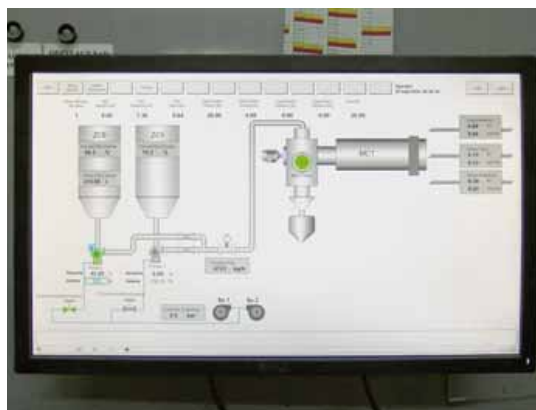
W zrealizowanym układzie zastosowano przepływomierz masowy do pyłów QantiMass Pro firmy Monitor Technologies.

Urządzenie generuje sygnał proporcjonalny do masy natężenia przepływu pyłu w rurociągu transportowym. Sygnał ten został wprowadzony na wejście regulatora zbudowanego w oparciu o sterownik CompactLogix L1 produkcji Rockwell Automation.

Cechą charakterystyczną sterowników serii CompactLogix jest przystosowanie do budowy rozległych układów regulacyjnych, w których istotną rolę odgrywają zdalne moduły obiektowe tzw. wyspy (Point), będące integralną częścią przestrzeni wejść i wyjść jednostki centralnej. Komunikacja między modułami zdalnymi a jednostką centralną odbywa się poprzez dedykowaną sieć ETHERNET. W omawianym przykładzie, sieć komunikacji wewnętrznej sterownika zrealizowano przy użyciu światłowodu o łącznej długości rzędu 800 m.

Do układu regulacyjnego wprowadzono również sygnały z istniejących wagoprzenośników klinkieru, gipsu i dodatków. Czynnikiem wiodącym w procesie technologicznym jest natężenie przepływu masy strumienia klinkieru podawanego do młyna.

Do wizualizacji i raportowania wykorzystano system Factory Talk View Site Edition produkcji Rockwell Automation. System sterowania pozwala obsłudze na kontrolę wszystkich istotnych parametrów procesu produkcyjnego. Wdrożony system receptur ułatwia utrzymanie stałych i powtarzalnych parametrów produktu końcowego.



◀ Wizualizacja systemu dozowania

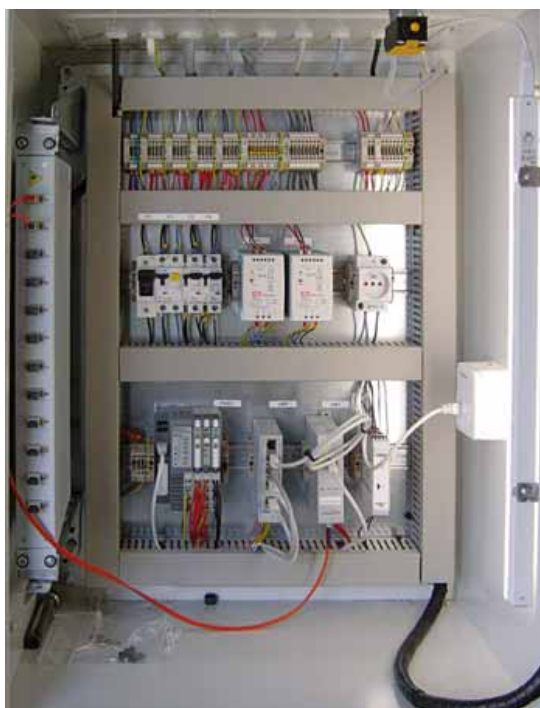
PODSUMOWANIE

Wykonana linia do produkcji Reymixu-Stabilizacji w Cementowni REJOWIEC pracuje od początku maja 2016.

W tym czasie wyprodukowano 34 000 ton produktu i zużyto do jego produkcji 6 100 ton pyłów.

Potwierdzone zostały założenia projektowe dotyczące wydajności pompy celkowej w całym zakresie regulacji (3 do 10 t/h) i dokładności dozowania ($\pm 3\%$ od wartości zadanej).

Zastosowany w Cementowni REJOWIEC system można adaptować na inne materiały sypkie i pylaste i dla innych (większych lub mniejszych) wydajności w zależności od potencjalnych potrzeb.



◀◀ Sterowniki zabudowane w szafce



Jan Hałaj

Inżynier mechanik, absolwent Politechniki Warszawskiej. Od 39 lat związany z przemysłem cementowym, od 1998 roku pracuje w Zakładzie Cementownia „Rejowiec” w Grupie „Ożarów” S.A. na stanowisku Głównego Specjalisty ds. Rozwoju.

Wielokrotnie odznaczany za wybitne zasługi dla wynalazczości, na co dzień zajmuje się planowaniem, projektowaniem i nadzorem nad wdrażaniem inwestycji.



Maciej Warzyszko

W 1986 roku ukończył Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektryczny, na kierunku Metrologia. W Introlu pracuje od 2004 roku, obecnie jest kierownikiem działu przemysłowych analiz gazowych.

Tel: 32 789 00 62

Elementy spiętrzające

Elementy spiętrzające przepływ i powodujące powstanie statycznego ciśnienia różnicowego noszą ogólną nazwę zwężek pomiarowych. Pomiar przepływu za ich pomocą to metoda dokładna, ma bardzo szerokie zastosowanie i nadaje się do dowolnych cieczy, gazów i par, przy dowolnym ciśnieniu i temperaturze panujących w rurociągach o przekroju poprzecznym – kołowym. Jaka jest zasada działania zwężek pomiarowych? W jakich aplikacjach znajdują one zastosowanie. Jakie są zalety i ograniczenia tej metody? Odpowiedzmy na te i inne pytania.

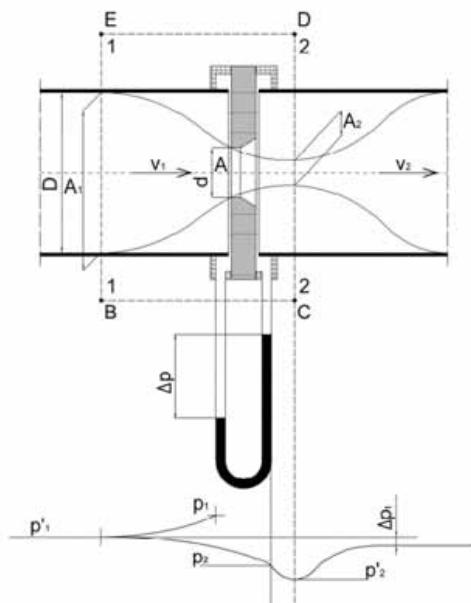
ZASADA POMIARU

Zasada pomiaru jest oparta na zmianie energii potencjalnej ciśnienia statycznego płynu przepływającego przez miejscowe zwężenie przewodu. Zwężki stanowią więc przeszkodę wbudowaną w strumieniu czynnika. Przewężenie przekroju przepływu w postaci zwężki, której oś otworu pokrywa się z osią przekroju, wywołuje przyspieszenie masy czynnika podczas przepływu przez zwężony przekrój, z czym łączy się spadek ciśnienia. Spadek ten jest miarodajny przy wyznaczeniu strumienia płynu.

Przy przepływie przez zwężkę następuje wzrost prędkości strumienia płynu. Zwężenie strumienia rozpoczyna się przed kryzą i postępuje aż do uzyskania przekroju minimalnego znajdującego się w niewielkiej odległości za kryzą, a następnie strumień rozszerzając się wypełnia całą objętość przewodu. Ciśnienie płynu przed kryzą nieco wzrasta, a następnie zmniejsza się za kryzą w największym przekroju strumienia. Strata ciśnienia Δp jest wywołana stratą energii na tarcie i tworzenie się wirów.

Celem ustalenia zależności pomiędzy przepływającym przez zwężkę strumieniem płynu, a ciśnieniem różnicowym Δp , rozważono układ termodynamiczny wydzielony z otoczenia osłoną bilansową, obejmującą zwężkę wraz z rurociągami dolotowym i wylotowym o odpowiednich długościach gwarantujących niezakłócony profil prędkości. Rozpatrywany układ termodynamiczny jest układem otwartym tzn. przez osłonę bilansową może przepływać substancja. Dla uproszczenia przyjmuje się założenie równej prędkości w każdym punkcie dowolnego przekroju prostopadłego do osi strumienia, jak również nieściśliwość płynu bez tarcia wewnętrznego i o stałej gęstości.

►►
Kryza



►
Zasada pomiaru zwężki pomiarowej

Praktyczne zastosowanie zwężek do dokładnego pomiaru przepływu stało się możliwe dzięki znormalizowaniu samych zwężek oraz warunków pomiaru. Aktualna norma PN-EN ISO 5167 precyzuje metody i zasady pomiaru zwężkowego. Istnieją więc trzy znormalizowane rodzaje zwężek przepływowych: kryza, dysza i zwężka Venturiego.

PORÓWNANIE ELEMENTÓW SPIĘTRZAJĄCYCH

KRYZA

Zalety:

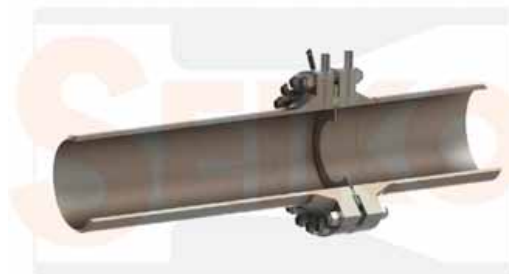
- najbardziej popularna i najczęściej stosowana w przemyśle,
- najmniejsza niepewność standardowa (dokładność pomiaru 0,5%),
- wysoka liczba Reynoldsa zgodnie z normą.

Wady

- ostra krawędź wlotowa, jeśli wymóg ostrości krawędzi nie zostanie spełniony, przepustowość lub niepewność jest niepoprawna. Ostrość krawędzi może mieć decydujący wpływ na wytrzymałość mechaniczną oraz odporność na czynniki korozyjne, zanieczyszczenia,
- wymagane najdłuższe odcinki proste do uzyskania poprawnego pomiaru,
- najwyższe stałe straty ciśnienia,
- przy dużych prędkościach przepływu i zdefiniowanej różnicy ciśnienia, stosunek średnicy może być większa od wartości dozwolonej przez standard, czyli nie jest możliwe zastosowanie kryzy,
- krótka żywotność ze względu na ostrą krawędź.

Zastosowanie:

- kryzy stosujemy przy czystych i nieagresywnych mediach,
- gdy mamy do dyspozycji długi prosty odcinek rury,
- kiedy strata ciśnienia nie ma znaczenia.



DYSZA ISA

Zalety:

- długotrwała dokładność pomiaru,
- niewiele gorsza niepewność standardowa (dokładność pomiaru 0,8%),
- wymagane krótsze odcinki proste niż w przypadku kryzy,
- mniejsze spadki ciśnienia w porównaniu do kryzy.



Wady

- droższa w stosunku do kryzy,
- liczba Reynolds'a ograniczona normą do 10^7 .

Zastosowanie:

- uniwersalne zastosowanie, brak ograniczeń materiałowych, co pozwala na pomiar medium w dowolnych warunkach (temperatura, ciśnienie),
- przy zastosowaniu kalibracji można osiągnąć dokładność pomiaru na poziomie 0,15%.



ZWĘŻKA VENTURIEGO

Zalety:

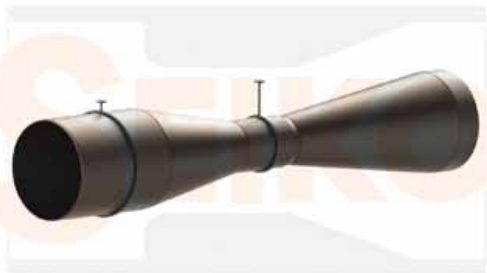
- długotrwała dokładność pomiaru,
- niewiele gorsza niepewność standardowa,
- wymagane najkrótsze odcinki proste w porównaniu do kryzy i dyszy,
- niewielkie straty ciśnienia,
- duża odporność na zanieczyszczenia.

Wady

- najdroższy rodzaj zwężki,
- standardowa dokładność 1% (najgorsza w porównaniu do dyszy i kryzy).

Zastosowanie:

- uniwersalne zastosowanie, brak ograniczeń materiałowych, co pozwala na pomiar każdego medium w dowolnych warunkach (temperatura, ciśnienie),
- przy zastosowaniu kalibracji można osiągnąć dokładność pomiaru na poziomie 0,15%-0,25%,
- aplikacje, w których wymagane są niskie spadki ciśnienia oraz takich, w których brak jest długich odcinków prostych.



ZASTOSOWANIE I DOBÓR

Zwężki pomiarowe nadają się do zastosowania w przypadkach, w których nie ma konieczności regularnej inspekcji. Zastosowanie zwęzek pomiarowych umożliwia pomiar dowolnych cieczy, par i gazów w praktycznie wszystkich aplikacjach stosowanych w przemyśle. Miejsca stosowania zwęzek muszą jednak spełniać następujące warunki:

- całkowicie wypelniony przez medium odcinek pomiarowy,
- zabudowanie w ciągu rurociągu zgodnie z normą,
- zapewnione odcinki proste przed i za zwężką,
- zwężka pomiarowa powinna być wbudowana w rurociągu w takim położeniu, w którym warunki

przepływu w obszarze bezpośrednio przed zwężką pomiarową w wystarczającym stopniu będą zbliżone do warunków występujących w obszarze o profilu w pełni ukształtowanego przepływu, tzn. przy całkowitym braku zaburzeń.

Zwracając się o dobór elementu spiętrzającego ważne jest aby podać jak najwięcej danych. Minimalne informacje jakie powinniśmy znać to:

- rodzaj medium (w wyjątkowych sytuacjach należy podać: gęstość, lepkość),
- średnica wewnętrzna rurociągu,
- grubość ścianki rurociągu,
- materiał rurociągu (aby wykonać odcinek pomiarowy, obudowę możliwą do połączenia z istniejącym rurociągiem),
- robocza i projektowa temperatura medium,
- robocze i projektowe ciśnienie medium,
- zakres przepływów: minimalny, nominalny i maksymalny.

Są to niezbędne informacje aby móc dokonać prawidłowego doboru zwężki.

UKŁAD POMIAROWY

Sam element spiętrzający nie wystarczy nam aby mieć gotowy pomiar i potrzebujemy jeszcze kilku elementów. Pełny układ wymaga zainstalowania poprzez zawór blokowy przetwornika różnicy ciśnień, który będzie nas informował o aktualnym spiętrzeniu. W zależności od medium lub jego czystości stosowane są dwa rodzaje zaworów blokowych – trójdrogowy w przypadku gdy mamy do czynienia z cieczami lub czystymi gazami, pięciodrogowy zalecany dla pary wodnej oraz zabrudzonych gazów. Stosując sam przetwornik różnicy ciśnień, możemy uzyskać tylko przepływ objętościowy. Aby uzyskać przepływ masowy, potrzebujemy pełnej kompensacji od ciśnienia i temperatury. W oparciu o te trzy zmienne (różnica ciśnień, ciśnienie, temperatura) oraz o rodzaj zwężki stosowanej do pomiaru, wszystko jest przeliczane przez zewnętrzny komputer przepływu.

DLA KOGO?

Elementy spiętrzające można stosować na każdą aplikację, głównie ze względu na brak ograniczeń materiałowych. Najczęściej stosowane są w przemyśle energetycznym przy pomiarze wody kotlewej, pary wodnej o krytycznych parametrach, ciśnienie sięgające nawet do 280 bar i temperatura ponad 600°C. W przemyśle naftowym zwężki pracują praktycznie na każdym etapie produkcji - przetwarzanie, transport, przechowywanie, rafinacja, dystrybucja, zarówno dla płynnych produktów naftowych, jak i gazu ziemnego. Zwężki znajdują też zastosowanie w przemyśle chemicznym przy pomiarze związków organicznych i nieorganicznych, podstawowych chemikaliów, polimerów czy nawozów.



Sebastian Bajorek

Absolwent Politechniki Śląskiej, Wydziału Mechaniczno-Technologicznego. W Introlu pracuje od 2013 roku, obecnie na stanowisku menedżera produktu w dziale pomiarów przepływu. Specjalizuje się w pomiarach zwężkowych, przepływomierzach termicznych i wirowych.

Tel: 32 789 00 98



Dysza ISA



Zwężka Venturiego

Udoskonalone przepływomierze do gazów serii ST ST51A, ST75A, ST75AV



Co nowego?

- komunikacja HART
- certyfikat SIL1 **SIL**
- NAMUR NE43
- praca do 177°C (dla ST51A)
- opcja obudowy ze stali nierdzewnej

Przepływomierze serii ST:

- do powietrza, spalin, biogazu i innych zanieczyszczonych gazów
- łatwy montaż i bezawaryjna praca
- zakresowość nawet 1:100
- dla małych i dużych średnic
- sprawdzone w tysiącach aplikacji na całym świecie

INTROL sp. z o.o.

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary
w przemyśle niezastąpieni