

PodKontrolą

automatyka i pomiary

wydawca:
Introl Sp. z o.o.

01/2021 (54)

PRAKTYCZNY PUNKT WIDZENIA



w numerze:

temat
wydania



akademia
automatyki



dobra
praktyka



Akustyczna kamera SonaVU

Zawory regulacyjne w aplikacjach przemysłowych

Ciągły pomiar wilgotności w produkcji peletu

spis treści

 temat wydania	Zastosowanie akustycznej kamery obrazującej w pomiarach przemysłowych	4
 dobra praktyka	Ciągły pomiar wilgotności w produkcji peletu	10
 akademia automatyki	Zawory regulacyjne w aplikacjach przemysłowych	12

wydawca

introl

automatyka i pomiary

Introl Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 112, 40-519 Katowice
tel. 32 789 00 00, fax 32 789 00 10

redakcja

Paweł Głuszek
Bogusław Trybus
Magdalena Pajor
Rafał Skrzypiciel
Adam Reimann

dodatkowe informacje i subskrypcja

www.podkontrola.pl

Drodzy Czytelnicy!

Pod koniec zeszłego roku żegnaliśmy się z Państwem życzeniami lepszego, bo normalnego roku 2021. Życzenia te nadal pozostają aktualne, bo do normalności jeszcze nam daleko. Niemniej jednak my staramy się działać bez względu na okoliczności i przygotowaliśmy kolejną porcję artykułów o pomiarach przemysłowych.

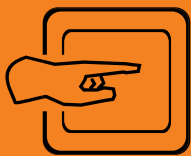
Mówisz kamera, myślisz (termo)wizja. Kamery na stałe wpisały się w obraz przemysłu. Służą do obrazowania termicznego, wglądu w miejsca gdzie oko nie dociera, zliczania, kontroli i innych przeróżnych zastosowań. Są one swoistym lepszym okiem, przedłużeniem naszego zmysłu wzroku, są dokładniejsze, trwalsze, szybsze, odporne na warunki, których oczy człowieka nie wytrzymają. A co z dźwiękiem? Czy fale dźwiękowe mogą mieć podobne zastosowania, będąc naszym lepszym uchem? Oczywiście, że tak, a mierniki ultradźwięków od lat sprawdzają się świetnie w diagnostyce łożysk, maszyn, instalacji. Teraz jednak nadszedł czas na połączenie doskonałego ucha i doskonałego oka, czyli kamerę akustyczną, która rejestruje i przekształca fale dźwiękowe na obraz. Taką właśnie kamerę akustyczną, jej zasadę działania i liczne zastosowania, przedstawia nam autor „Tematu wydania”.

Pomiar wilgotności materiałów sypkich i masowych był niejednokrotnie poruszany na łamach naszego kwartalnika. Ostatnie lata to wzrost wykorzystania biomasy w celach energetycznych. Szczególnie popularna stała się produkcja peletu. Ze względu na właściwości peletu jako ekologicznego surowca do produkcji energii, pomiar jego wilgotności jest kluczowy dla całego procesu i jakości produktu końcowego. „**Dobra praktyka**” skupia się właśnie na tym jednym, konkretnym zastosowaniu kontaktowych mierników wilgotności – pomiarze wilgotności peletu.

Zawory regulacyjne to jedno z najczęściej stosowanych elementów armatury przemysłowej w zakładach. Wśród tego typu zaworów najpowszechniejsze są zawory grzybkowe przelotowe. Pozwalają one na dokładne sterowanie ciśnieniem, poziomem, przepływem czy temperaturą, wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z siecią rurociągów. „**Akademia automatyki**” omawia podstawowe kwestie związane z budową regulacyjnych zaworów grzybkowych, wskazuje parametry, które trzeba brać pod uwagę przy ich doborze, a także omawia najczęstsze problemy związane z ich eksploatacją.

Zapraszam do lektury
Wojciech Mutwicki
wiceprezes zarządu





dobra praktyka

Zastosowanie akustycznej kamery obrazującej w pomiarach przemysłowych



STANISŁAW STANISZ

Ukończył Wydział Odlewnictwa na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W Introlu pracuje od 2003 roku, obecnie na stanowisku kierownika działu czujników i mierników przenośnych.

tel. 32 78 90 150

„Dopóki ignorować będziemy potencjalne oszczędności, które możemy wygenerować poprzez naprawę defektów, będą one dla nas kosztem!”

„Jeden obraz jest wart więcej niż tysiąc słów” – to stare chińskie przysłowie, które utwierdza nas w przekonaniu, że nawet jeden nieruchomy obraz potrafi błyskawicznie przekazać nam istotę złożonego i skomplikowanego zjawiska. Przekładając to na branżę pomiarową, rozwój technologii MEMS (z ang. microelectromechanical system) – mikroukładów elektromechanicznych – zapoczątkował szybki rozwój różnych technologii pomiarowych. Ich miniaturowe rozmiary, w połączeniu z wysoką dokładnością, umożliwiły zastosowanie w przenośnych urządzeniach. Dziś możemy spotkać telefony komórkowe bądź zegarki wyposażone w wiele czujników opartych o technologię MEMS, takich jak: czujniki przyspieszenia, wibracji, ciśnienia, pola magnetycznego, żyroskopy itp. Połączenie matrycy mikrofonów wykonanych w technologii MEMS z kamerą i szybkim algorytmem przetwarzania doprowadziło do powstania przenośnych kamer akustycznych. Tego typu urządzenia w czasie rzeczywistym nakładają na obraz wizyjny rozkład natężenia dźwięku z matrycy mikrofonów. Kolorowe obszary nałożone na obraz widzialny oddają charakter i natężenie dźwięku.



OBRAZOWANIE AKUSTYCZNE

SonaVu™ to wieloczęstotliwościowa kamera do obrazowania akustycznego, która przenosi pomiar ultradźwięków rozchodzących się w powietrzu na zupełnie nowy poziom. Wyposażona w 112 bardzo czułych mikrofonów wykonanych w technologii MEMS i precyzyjną kamerę optyczną, stwarza nieograniczone możliwości zastosowania w zakresie niezawodności zasobów, oszczędzania energii i bezpieczeństwa. Obrazowanie akustyczne pomaga w zarządzaniu wyciekami sprężonego powietrza, kontroli niezawodności instalacji elektrycznych, diagnozie sprawności odwadniaczy w instalacjach parowych, monitorowaniu szczelności w instalacjach sprężonych gazów oraz próżni.



ZARZĄDZANIE WYCIEKAMI SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Sprężone powietrze jest medium, podobnie jak prąd, woda i gaz, które jest wymagane w większości zakładów. Miliony producentów używają go do zasilania swoich procesów. Ale w przeciwieństwie do kupowanej energii elektrycznej, wody i gazu, sprężone powietrze jest zwykle wytwarzane na miejscu. W związku z tym mamy nad nim pełną kontrolę. Możemy wybrać sposób jego wytwarzania, przechowywania i rozprowadzenia do wielu punktów odbiorczych w całym zakładzie. Mamy również wybór, jak to zrobić w optymalny i przyjazny dla środowiska sposób. Niestety sprężone powietrze pozostaje jednym z najgorzej zarządzanych i niezrozumianych mediów używanych w produkcji. Większość



Rysunek 1
Kamera SonaVu™



Rysunek 2
Obrazowanie akustyczne wycieku sprężonego powietrza



firm po prostu nie zdaje sobie sprawy ile potencjalnych strat przynoszą ich systemy sprężonego powietrza. A jeśli zdają sobie z tego sprawę, często kiepsko radzą sobie z informacją i uświadomieniem swoich pracowników o tych kosztach. Sprężone powietrze jest marnowane na nieodpowiednie aplikacje i źle utrzymane, nieszczelne sieci.

Służby utrzymania ruchu nie poświęcają wiele uwagi nieszczelnym systemom sprężonego powietrza. Zwykle mają większe problemy do rozwiązania. Prawdą jest również to, że wycieki sprężonego powietrza nie stanowią dostrzegalnego zagrożenia dla bezpieczeństwa i rzadko powodują zatrzymanie produkcji. Przecieki są bezwonne, bezbarwne, nie powodują bałaganu na podłodze, a w naszych hałaśliwych halach produkcyjnych są niesłyszalne dla naszych ludzkich zmysłów. Łącząc to z brakiem świadomości o prawdziwych kosztach sprężonego powietrza łatwo zrozumieć, dlaczego firmy bez troski traktują defekty instalacji, które mogłyby generować sześciocyfrowe oszczędności. Faktem jest jednak to, że dopóki ignorować będziemy potencjalne oszczędności, które możemy wygenerować poprzez naprawę defektów, będą one dla nas kosztem!

Większość wycieków sprężonego powietrza pozostaje dla nas niesłyszalna lub jest maskowana przez hałas hali fabrycznej. SonaVu™ jest dostrojony tak, aby słyszeć tylko składową ultradźwiękową wytwarzaną przez przepływ turbulentny w miejscu wycieku. Jednocześnie pozostaje odporny na hałas produkcji. Przeglądy instalacji sprężonego powietrza są przeprowadzane podczas normalnej pracy produkcji, niezależnie od hałasu otoczenia.



WYŁADOWANIE NIEZUPEŁNE – CZYM JEST?

Wyładowanie niepełne to lokalne wyładowanie elektryczne lub iskra w układzie izolacyjnym, które nie wypełnia całkowicie szczeliny między dwiema przewodzącymi elektrodami. Może wystąpić w dowolnym punkcie systemu, w którym natężenie pola elektrycznego przekracza wytrzymałość na przebicie tej części materiału izolacyjnego. Może to być spowodowane: pustkami w stałym materiale izolacyjnym, miejscowym przegrzewaniem powierzchni (w pęcherzykach gazu lub upłyniętej izolacji), rozwarstwieniem żywicy, naprężeniem mechanicznym, ścieraniem, drzewieniem. Aktywność wyładowania niepełnego może być przerywana lub może zmieniać intensywność w czasie, ale po rozpoczęciu uszkodzenie zawsze wzrasta.

Aktywność wyładowań niepełnych możemy odnaleźć we wszystkich typach urządzeń i instalacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Od rozdzielnic, przez transformatory, linie napowietrzne, aż po kable podziemne. Wyładowanie niepełne doprowadza do degradacji izolacji i awarii. Doświadczenie pokazuje, że wyładowania niepełne są czynnikiem przyczyniającym się do ponad 80% awarii stacji elektroenergetycznych.

Wyładowanie niepełne jest reakcją atomową, która w wyniku ruchu elektronów jonizuje cząsteczki powietrza w miejscach o dużym napięciu. Jonizacja rozszczepia cząsteczkę tlenu,



Rysunek 3

Nieszczelności widziane w kamerze akustycznej



Rysunek 4

Wyładowanie niepełne widziane w kamerze akustycznej



Doświadczenie pokazuje, że wyładowania niezupełne są czynnikiem przyczyniającym się do ponad 80% awarii stacji elektroenergetycznych.

tworząc ozon i podtlenek azotu, które w swoich normalnych stanach na ogół są nieszkodliwe. Jednak po zmieszaniu z parą wodną stają się korrozyjne. Jeśli kiedykolwiek byliśmy w podstacji i poczuliśmy zapach ozonu, to byliśmy świadkami obecności wyładowania niezupełnego. Teraz, dzięki kamerze akustycznej SDT SonaVu™, do zapachu wyładowania niezupełnego możemy dodać lokalizację wizualną i dźwięk.

Wyładowania niezupełne emitują energię na kilka sposobów, tworząc emisje elektromagnetyczne w postaci fal radiowych, światła i ciepła, emisji akustycznej w zakresie słyszalnym i ultradźwiękowym oraz ozonu i podtlenku azotu. Emisje te pozwalają nam wykrywać, lokalizować, mierzyć i analizować działania w zakresie wyładowań niezupełnych, dzięki czemu możemy zidentyfikować usterki, zanim przekształcą się one w awarie.



WYKRYWANIE WYŁADOWAŃ NIEZUPEŁNYCH W SIECIACH ŚREDNIEGO I WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Dane przedstawione przez IEEE (Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników) wskazują na awarie izolacji nawet w 90% uszkodzeń rozdzielnic elektrycznych. Wiek urządzeń ma bardzo niewielki wpływ na niezawodność. W rzeczywistości 80% awarii wiąże się ze złym wykonaniem lub problemami z jakością. IEEE stwierdziło, że najbardziej prawdopodobną przyczyną awarii sprzętu elektrycznego jest wnikanie wody, pęknięte izolatory i niekompetentne wykonanie prac podczas instalacji lub konserwacji urządzeń.

Wyładowania elektryczne są częstsze, niż mogło by się to wydawać; nawet w nowych instalacjach. Zawodne systemy elektroenergetyczne nie tylko są bardzo kosztowne ze względu na przestoje i naprawy, ale mogą również być niebezpieczne dla naszego zdrowia i życia. Wykrywanie tych defektów elektrycznych stanowi poważne wyzwanie, szczególnie na wczesnym etapie, kiedy jest jeszcze czas na rozpoczęcie

działań naprawczych. Każda dyskusja na temat ryzyka musi obejmować zdrowie i bezpieczeństwo. Nie należy jednak ignorować aspektu niezawodności naszego systemu. Jedno jest pewne – ryzyko związane z bezpieczeństwem i niezawodnością wiąże się z nieplanowanymi przestojami, kosztownymi czynnościami naprawczymi, a ostatecznie z utratą zysków.

Stosując technologię pomiaru i monitorowania ultradźwięków możemy znacząco zmniejszyć ryzyko wybuchu łuku elektrycznego, jednocześnie zwiększając ogólną niezawodność instalacji elektrycznych.

W SonaVu™ źródła ultradźwięków powstałe w wyniku wyładowań niezupełnych nakładają się na obraz, umożliwiając inspektorom intuicyjne określenie ich lokalizacji. Ultradźwięki to najlepsza technologia zmniejszająca ryzyko ekspozycji na łuk elektryczny, przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodności sprzętu. Odbywa się to poprzez wykrywanie defektów, które mogą prowadzić do wystąpienia łuku elektrycznego. Nie oznacza to, że ultradźwięki eliminują potrzebę stosowania środków ochrony osobistej i innych środków bezpieczeństwa. Inspektorzy muszą nadal przestrzegać wszystkich obowiązujących protokołów bezpieczeństwa podczas pracy w pobliżu urządzeń elektrycznych. Możliwość obrazowania dźwiękowego z dużej odległości, jakie zapewnia kamera obrazowania akustycznego SonaVu™, czynią z niej podstawowe narzędzie do kontroli systemów elektrycznych pod kątem wyładowań niezupełnych przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa i niezawodności elektrycznej.

Procedura wykrywania wyładowań z użyciem SonaVu™ jest prosta. Wystarczy podłączyć słuchawki i skierować czujniki w kierunku potencjalnych źródeł. Ultradźwięki wytwarzane przez wyładowania niezupełne pobudzają czujniki, podczas gdy ich położenie będzie zobrazowane na wyświetlaczu. Teraz wystarczy już tylko nacisnąć przycisk, aby zarejestrować obraz wideo lub zdjęcie i umieścić je w raporcie z inspekcji. Proste, prawda?



Rysunek 5

Wyładowanie niezupełne zlokalizowane na izolatorze w sieci przesyłowej wysokiego napięcia



TESTOWANIE SYSTEMU PAROWEGO

Para jest jednym z podstawowych mediów używanych w nowoczesnej produkcji. System parowy to zbiór elementów służących do dostarczania pary z kotłowni do miejsca jej przeznaczenia. Systemy parowe powinny minimalizować straty pary, maksymalizować przeniesienie ciepła i usuwać skraplający się kondensat. Przypomnijmy, że odwadniacze służą do usuwania skraplających się i nieskrapających się gazów i pozostają zamknięte dla świeżej pary. Działają jako zawór automatyczny, usuwając wodę, powietrze, CO₂ i inne zanieczyszczenia z układu parowego. W ten sposób chronią elementy systemu parowego przed szkodliwymi zanieczyszczeniami, osadzaniem się kamienia, jednocześnie wspierając efektywne przenoszenie ciepła przez system. Prawidłowo działający odwadniacz zapewnia, że tylko para o wysokiej temperaturze i wysokiej jakości jest dostarczana do miejsca przeznaczenia. W ten sposób chronią nasze aktywa, procesy produkcyjne i wynik finansowy. Zapewniają przy tym bezpieczeństwo systemu parowego, ponieważ pochłaniają ciężar uszkodzeń, które w przeciwnym razie przeniosłyby się na wymienniki ciepła, łopatki turbiny, rurociągi pary itp. Wykonywanie regularnych przeglądów odwadniaczy jest więc ważnym zadaniem dla zespołu konserwacyjnego. Im wcześniej uszkodzony odwadniacz zostanie wykryty, tym szybciej zostanie on wymieniony, co skutkuje większą sprawnością pozostałej części systemu.

Aby zdiagnozować stan odwadniacza, należy najpierw poznać ich główne funkcje i tryby awarii. Gdy para wpływa do odwadniacza, niepożądane skraplające się i nieskrapające się gazy są usuwane, podczas gdy odwadniacz pozostaje szczelny dla pary. Powoduje to głośny hałas widoczny za pomocą kamery akustycznej. W pełni funkcjonalny odwadniacz regularnie usuwa te niepożądane skraplające się i nieskrapające się

gazy. Właśnie tego powinien szukać technik podczas oceny stanu odwadniaczy za pomocą ultradźwięków. Nieprawidłowo działający odwadniacz zwykle zawodzi na jeden z dwóch sposobów. Stale pozostaje w pozycji otwartej lub zamkniętej. Gdy odwadniacz zostanie w pozycji otwartej, będzie stale usuwał parę wraz z niepożądanym kondensatem, co spowoduje ogromne straty energii. Gdy odwadniacz zostanie zablokowany w pozycji zamkniętej, kondensat nie będzie już mógł być usuwany z systemu, co może skutkować zanieczyszczeniem systemu parowego, a co gorsze, uderzeniem wodnym, które może poważnie uszkodzić rurociągi parowe.

Mając taką podstawową wiedzę na temat działania odwadniaczy i procesu, bardzo łatwo jest zdiagnozować je za pomocą kamery akustycznej. Po włączeniu SonaVu™ i dostosowaniu progu dB do akustyki pomieszczenia, wystarczy skierować urządzenie na odwadniacz i obserwować ekran, aby sprawdzić, czy odwadniacz działa prawidłowo, czy nie. Obserwowanie odwadniacza za pomocą kamery akustycznej ujawni, czy jest on opróżniany z kondensatu, wskazując na poprawne działanie, czy utknął w pozycji otwartej lub zamkniętej.



WSZĘDZIE TAM GDZIE COŚ SŁYCHAĆ

Powyższe zastosowania to tylko część możliwości, jakie niesie ze sobą wykorzystanie technologii obrazowania dźwięku. Szczególnie, że kamera akustyczna SonaVu działa nie tylko w paśmie ultradźwiękowym ale również w częstotliwościach akustycznych. Wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia ze zjawiskami generującymi przepływ turbulentny, tarcie, uderzenia lub wyładowania niezupełne, powstają również ultradźwięki, które kamera usłyszy, a my zobaczymy. Jeden obraz a dzięki niemu wiemy, gdzie jest przeciek sprężonego powietrza, który izolator jest uszkodzony, czy odwadniacz pracuje prawidłowo. Dzięki temu rozwiązaniu bez wątplenia oszczędzamy nasze pieniądze i czas.

„Ultradźwięki to najlepsza technologia zmniejszająca ryzyko ekspozycji na łuk elektryczny, przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodności sprzętu.



Rysunek 6
Odwadniacz serii 5000



Rysunek 7
Kontrola systemów parowych



dobra praktyka

Ciągły pomiar wilgotności w produkcji peletu



ARTUR ŻARSKI

Absolwent kierunku Ochrona środowiska (specjalizacja Fizyko-chemiczna) na Uniwersytecie Śląskim. W In-trolu pracuje od 2016 roku na stanowisku menedżera produktu w dziale pomiarów fizykochemicznych.

tel. 32 789 00 69

Biomasa – ten ogólny termin obejmuje głównie niekopalny materiał organiczny i biogenny, który z powodzeniem jest przetwarzany na energię (systemy grzewcze na biomasę). Pod pojęciem biomasy rozróżniamy między innymi trocinę, zrębki, pelety drewniane, słomę itp. Rynek biopaliw, a zwłaszcza peletu, rozwija się dynamicznie od kilku lat w całej Unii Europejskiej, za sprawą przyjętej polityki, zwiększającej udział energii ze źródeł odnawialnych. Również w Polsce obserwowany jest dalszy wzrost zapotrzebowania na pelet, z roku na rok zwiększa się również ilość producentów tego paliwa. Szczególnie w branży peletów drewnianych, systemy pomiaru wilgotności firmy ACO stały się podczas produkcji niezbędne do oznaczania wilgotności w czasie rzeczywistym.

Granulki peletu posiadają dwa bardzo istotne, a przy tym wyróżniające czynniki, tj. atut zarówno ekonomiczny, jak i ekologiczny. Pelet drewniany jest bardzo czystym paliwem, nie zanieczyszcza środowiska naturalnego, a do produkcji wykorzystywane są trociny i zrębki drewniane, tj. surowiec (odpad) praktycznie nie do wykorzystania gdzie indziej. Dzięki stosowanym przez producentów tego paliwa, nowoczesnym rozwiązaniom technologicznym i kontroli, produkcja nie jest uciążliwa dla środowiska naturalnego. Te aspekty nabierają dziś, w dobie rosnącej popularności ekologii oraz ograniczania emisji CO₂ do środowiska, coraz większego znaczenia. Co niemniej ważne, biopaliwo (w tym pelet) jest również konkurencyjne cenowo w stosunku do węgla oraz oleju opałowego.

transportowania i składowania materiału (biomasy), a przede wszystkim efektywność procesu suszenia i wytłaczania trocin.

Proces produkcji peletu odbywa się poprzez wtlaczanie suchych trocin lub zrębków drewnianych pod dużym ciśnieniem do dyszy formującej. Aby optymalnie prasować (wytłaczać) pelety, surowiec musi zawierać odpowiednią wilgotność – tę zaś, osiąga się poprzez suszenie lub kondycjonowanie (nawilżanie) surowego produktu. Zawarta w półprodukcie lignina, zmiękcza się wraz z powstałym w procesie ciepłem, to zaś przyczynia się do powstania bardziej zwartej struktury.



JAK POWSTAJE PELET?

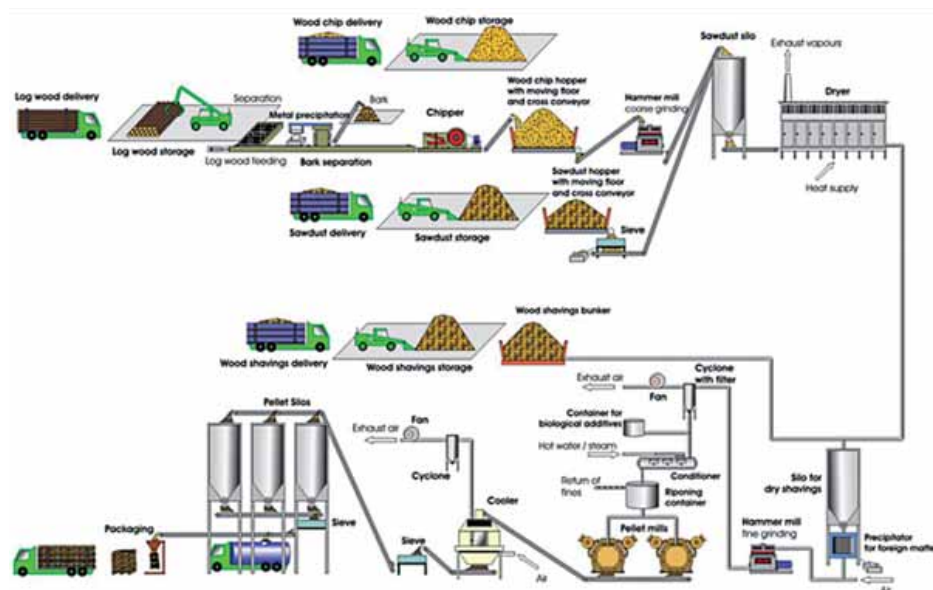
Wyzwania jakim sprostać muszą producenci peletów to zmienne warunki pogodowe, sposób



PO CO MIERZYĆ WILGOTNOŚĆ?

Wysokiej jakości pelet o wysokich parametrach opałowych powinien posiadać jednorodną gęstość oraz wilgotność na poziomie nieprzekraczającym 10 %. Pomiar i kontrola wilgotności

„Wykorzystując system wilgotności DMMS uzyskujemy stały, dokładny i stabilny pomiar wilgotności w czasie rzeczywistym, który może posłużyć do kontroli i optymalizacji parametrów procesu.



Rysunek 1
Schemat przedstawiający procesy przetwórstwa biomasy



surowca do wyrobu peletu są kluczowe do tego, aby w końcowym etapie procesu otrzymać produkt o żądanej jakości (Rysunek 2).



CYFROWY SYSTEM POMIAROWY DMMS

Jeśli zawartość wilgoci jest zbyt duża, uzyskanie produktu końcowego o żądanych parametrach może wymagać użycia większego ciśnienia w procesie kompresji. To z kolei powoduje niepotrzebny wzrost temperatury, generowanie zwiększonej ilości pary i zatykanie się dyszy. Uzyskany pelet może nie posiadać wymaganych parametrów opałowych i może istnieć ryzyko dekompozycji podczas dalszego składowania. Z kolei zatkanie dysz wymaga ręcznego czyszczenia przez operatora i powoduje uciążliwe przestoje podczas produkcji, generując straty.

Jeśli zawartość wilgoci w surowcu jest za mała, proces kompresji produktu może nie być wystarczający i przy zbyt niskim ciśnieniu i temperaturze lignina nie zadziała odpowiednio efektywnie jako lepiszcze. Wówczas pelet nie uformuje się odpowiednio.



CZYM MIERZYĆ WILGOTNOŚĆ?

Tradycyjne metody pomiarowe wilgotności polegają na okresowych pomiarach na wagoszarce przez operatora. Pomiary te jednak nie dają informacji na temat parametrów całości partii. Dodatkową wadą tego typu metod laboratoryjnych i ręcznych jest czas potrzebny na otrzymanie wyników pomiarowych, co wyklucza szybką reakcję na ewentualne błędne ustawienia parametrów linii i zwiększa możliwość powstania strat. Tu właśnie wkraczają do akcji czujniki kontaktowe ACO, które mierzą wilgotność w czasie rzeczywistym i umożliwiają szybką i dokładną kontrolę procesu suszenia (lub nawilżania) do optymalnej wartości. Pomiar i kontrola parametrów procesu w czasie rzeczywistym jaki oferują rozwiązania ACO, zapewnia naszym Klientom poziom informacji o procesie niemożliwy do uzyskania dzięki innym sposobom. Wykorzystując system wilgotności DMMS uzyskujemy stały, dokładny i stabilny pomiar wilgotności w czasie rzeczywistym, który może posłużyć do kontroli i optymalizacji parametrów procesu.

Kontaktowy czujnik pojemnościowy DMMS firmy ACO, mierzy i określa w czasie rzeczywistym zawartość wody (wilgoci) w produkcie, na podstawie różnicy stałej dielektrycznej odpowiednio dla produktu i wody.

Zalecanym miejscem instalacji w procesie jest przenośnik ślimakowy – czujnik umiejscowiony jest w bocznej ścianie przenośnika, w miejscu, w którym sonda ma stały kontakt z przemieszczającym się materiałem. Aby uniknąć zakłóceń sygnału powodowanych przez ruch samego przenośnika, praktykuje się skrócenie nieco najbliższej łopatki ślimaka do min. 3-4 cm od czujnika. Dobór odpowiedniego miejsca i wspomniana praktyka zalecanego skrócenia spirali jest praktykowana przez liczne zakłady produkcji peletu naszych klientów.



Rysunek 2

Schemat przedstawiający procesy przetwórstwa biomasy



Rysunek 3

Kontaktowy czujnik wilgotności trocin we wnętrzu przenośnika ślimakowego



Wpływ na rezultat otrzymywanej dokładności pomiaru ma odpowiedni wybór miejsca usytuowania czujnika w procesie, jak również rzetelnie przeprowadzona kalibracja.

Kluczowym aspektem jest również dokładna kalibracja układu pomiarowego, przeprowadzona po instalacji czujnika w miejscu docelowym i wykonana przy użyciu dedykowanego oprogramowania. Powinna ona uwzględniać siłę docisku i „ugniecenia” materiału dla zapewnienia jego stałej ściśliwości. Patrz rysunek 4.

Przydatne miejsca, które z powodzeniem wykorzystują nasi klienci do montażu czujnika wilgotności to:

- przed i za suszarką,
- za silosem na wysuszone trociny,

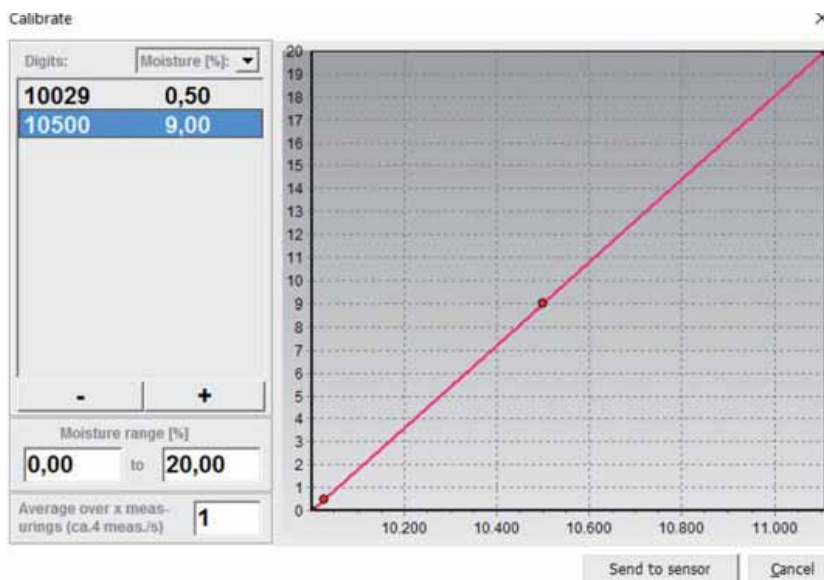
- na poziomie kondycjonowania (zwilżania),
- bezpośrednio przed prasą
- pelet za chłodnicą (gotowy produkt przed pakowaniem).



SPRAWDZONE W PRAKTYCE

Dokładność jaką średnio uzyskujemy stosując kontaktowe czujniki wilgotności DMMS w realizacjach dla przetwórstw biomasy i produkcji peletu to $\pm 0,5\%$. Oczywiście duży wpływ na finalny rezultat otrzymywanej dokładności pomiaru ma odpowiedni wybór miejsca usytuowania czujnika w procesie, jak również rzetelnie przeprowadzona kalibracja (z wykorzystaniem wagosuszarki). Otrzymane wyniki charakteryzują się bardzo dużą stabilnością i korelacją ze standardowymi, laboratoryjnymi metodami kontrolnymi. Zebrane dane mogą służyć automatyzacji i optymalizacji pracy suszarni, między innymi dozowaniu wody, optymalnego ustawienia czasu suszenia, czy sterowaniu pracą palników.

W porównaniu z innymi metodami pomiaru wilgotności, czujniki kontaktowe firmy ACO charakteryzują się na najlepszym współczynniku otrzymywanej dokładności do ceny. Do tej pory zainstalowaliśmy wiele takich systemów pomiarowych, które przyniosły i nadal przynoszą użytkownikom wymierne korzyści. Pomiar wilgotności peletu w czasie rzeczywistym zapewnia bowiem zwiększenie efektywności sterowania procesem, pożądaną powtarzalność i jakość produktu, obniżenie kosztów produkcji i zmniejszenie ilości odpadów. To w konsekwencji optymalizuje wydajność produkcji peletu, przy krótkim czasie zwrotu z inwestycji.



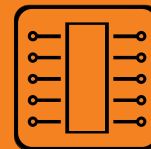
Rysunek 4

Kalibracja z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania



Rysunek 5

Przykłady pomiaru wilgotności peletu



Zawory regulacyjne w aplikacjach przemysłowych

Wiele zakładów przemysłowych posiada mniej lub bardziej rozbudowaną sieć rurociągów transportujących rozmaite media potrzebne do prowadzenia działalności produkcyjnej. Proces wymaga często precyzyjnego sterowania, aby uzyskać odpowiedni przepływ, ciśnienie, temperaturę lub poziom produktu. Wszystkie te parametry możemy z dużą dokładnością zmieniać lub stabilizować przy pomocy zaworu regulacyjnego. Wśród zaworów regulacyjnych możemy wyróżnić zawory grzybkowe, przepustnice regulacyjne oraz zawory kulowe regulacyjne (w tym zawory segmentowe). Najbardziej rozpowszechnionym rodzajem zaworów regulacyjnych są zawory grzybkowe przelotowe. W niniejszym opracowaniu omówimy podstawowe kwestie związane z teorią, budową oraz zaznaczymy istotne parametry, jakie potrzebne są przy doborze zaworów regulacyjnych grzybkowych.

PAWEŁ MRÓWKA

Absolwent Politechniki Poznańskiej na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn. W Introli pracuje od 2001 roku. Obecnie jako specjalista ds. armatury i zajmuje się doбором i sprzedażą armatury przemysłowej.

Tel: 601 589 925



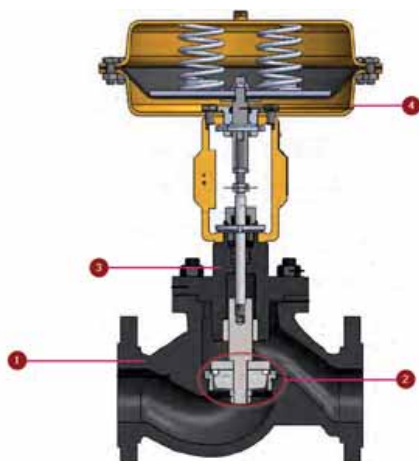
TYTUŁEM WSTĘPU

Zawór regulacyjny jest urządzeniem, które reguluje przepływ w rurociągu. Regulacja ta odbywa się przez zmianę oporu, który zawór wprowadza do instalacji przez częściowe otwieranie lub przemykanie zaworu, w zależności od sygnału otrzymanego ze sterownika (regulatora). Regulator generuje odpowiedni do wartości zadanej sygnał, w zależności od zmiennej, której wartość dostarczana jest przez czujniki (sondy pomiarowe). Zawór regulacyjny jest zatem końcowym urządzeniem sterującym, powodującym zmianę przepływu w rurociągu.



BUDOWA ZAWORÓW GRZYBKOWYCH

Wszystkie zawory regulacyjne grzybkowe zbudowane są z następujących podstawowych elementów: 1) korpusu, 2) zespołu grzyba/gniazda, 3) dławnicy, 4) siłownika (Rysunek 1).



Rysunek 1

Budowa zaworu regulacyjnego grzybkowego



Rysunek 2

Zawór regulacyjny Armstrong z siłownikiem pneumatycznym i pozycjonerem cyfrowym



- **Korpus** jest główną obudową ciśnieniową, przez którą przepływa medium, stanowi on również oparcie dla gniazda zaworowego. Najczęściej korpus jest odlewany (lub odkuwany) łącznie z przyłączami do rurociągu.
- Układ zaworowy (**zespół grzyba/gniazda**, w języku angielskim określany jednym słowem *trim*), jest podstawowym elementem zaworu modulującym przepływ medium.
- **Dławnica** stanowi obudowę, w której znajduje się pakunek lub mieszek (uszczelnienie trzpienia) oraz prowadnica trzpienia.
- **Siłownik** jest to natomiast urządzenie pneumatyczne, elektryczne lub elektrohydrauliczne, generujące siłę poruszającą trzpień po to, aby zamykać i otwierać zawór.

Te cztery wymienione elementy konstrukcyjne to podstawowe, choć nie jedyne części, które składają się na budowę zaworu regulacyjnego.



DOBÓR ZAWORU

Aby nasz system działał prawidłowo, konieczny jest prawidłowy dobór zaworu w oparciu o dostarczone dane. Dla optymalnej selekcji potrzebne są między innymi następujące informacje: medium, temperatura, wymagany przepływ, ciśnienie przed zaworem, ciśnienie za zaworem, funkcja i usytuowanie zaworu w systemie. Odpowiedni dobór zaworu jest bardzo istotny dla prawidłowego działania instalacji. Błędy na tym

etapie mogą spowodować, że nasz system nigdy nie będzie działał na wydajnym poziomie. Gdy dobierzemy zawór o zbyt dużych rozmiarach w stosunku do potrzebnego przepływu, rezultatem może być słaba sterowność, która może spowodować, że zawór będzie cyklicznie otwierał się i przysykał „szukając” właściwej pozycji. Zbyt mały rozmiar zaworu będzie wymagał większego spadku ciśnienia w celu utrzymania odpowiedniej wydajności lub, co bardziej prawdopodobne, może w ogóle nie zapewnić wymaganego przepływu. Obciążenie wynikające z niedostatecznego wymiarowania może powodować niekorzystne zjawiska w pracy zaworu takie jak nadmierny hałas, flashing czy kawitacja. Może również powodować nadmierne obciążenie dla aparatury zewnętrznej np. pompy.



WSPÓŁCZYNNIK PRZEPŁYWU

Aby prawidłowo dobrać rozmiar zaworu pierwszym krokiem jest wyznaczenie współczynnika przepływu. Współczynnikiem przepływu K_v nazywamy strumień objętości wody o temperaturze 5 ... 30°C, która przepływa przez zawór przy danym stopniu jego otwarcia, przy różnicy ciśnień wynoszącej 1 bar. Współczynnik K_v wyrażamy w m³/h.

Producenci o amerykańskim lub brytyjskim rodowodzie (ale nie tylko) stosują często współczynnik przepływu C_v wyrażany w jednostkach imperialnych. C_v jest definiowany jako strumień objętości wody o temperaturze 60°F przepływający przez zawór, przy spadku ciśnienia 1 psi. Jednostką dla współczynnika C_v jest galon/min (gpm). Warto jest zapamiętać stosunek K_v do C_v i odwrotnie, ponieważ często w danym katalogu podany jest tylko jeden z nich, zatem:

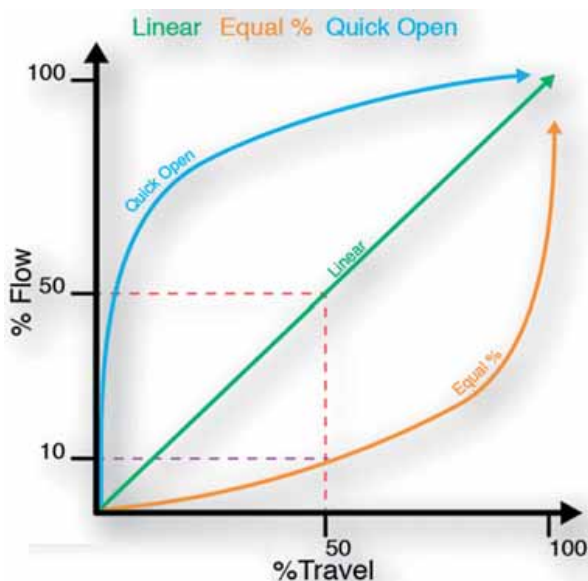
$$K_v = 0,86 C_v \text{ oraz } C_v = 1,17 K_v$$

Producenci w swoich katalogach określają nominalny współczynnik przepływu dla danego

DOBÓR CHARAKTERYSTYKI ZAWORU

Aplikacja	$\Delta p_{\max} / \Delta p_{\min}$ poniżej 2:1	$\Delta p_{\max} / \Delta p_{\min}$ powyżej 2:1, poniżej 5:1
Regulacja przepływu	liniowa	stałoprocentowa
Regulacja poziomu	liniowa	stałoprocentowa
Regulacja ciśnienia gazu	liniowa	stałoprocentowa
Kontrola ciśnienia cieczy	stałoprocentowa	stałoprocentowa

Tabela 1



Rysunek 4
Rodzaje charakterystyk zaworu



Rysunek 5
Przykład zmodyfikowanej charakterystyki zaworu

zaworu czyli **Kvs** (lub **Cvs**). Kvs jest to współczynnik przepływu przez zawór całkowicie otwarty, a więc wtedy, gdy opór dla przepływającego medium jest najmniejszy. Dla danej średnicy nominalnej DN zaworu danego typoszeregu określony jest **Kvs** podstawowy (tzn. największej wartości) i w praktyce taki zawór jest najczęściej wybierany. Zdarza się jednak, że użytkownik chcąc zachować określoną średnicę rurociągu, wybiera zawór o określonej średnicy, ale ze zredukowanych **Kvs** (tzn. ze zmniejszonym układem zaworowym). Redukcja **Kvs** wymuszona jest również w sytuacji, gdy obliczony przepływ przez zawór jest bardzo niski – wtedy stosuje się układy zaworowe tzw. microflow z grzybem iglicowym. Ponadto korpus o zwiększonej objętości w stosunku do układu zaworowego wpływa na zmniejszenie wlotowej i wylotowej prędkości medium np. obniżając hałas. Większy korpus dostosowany do bieżących parametrów może być wykorzystany w przyszłości, jeżeli przewidziane jest zwiększenie wartości przepływu. Wtedy wymieniając tylko układ zaworowy na większy zapewniamy większą przepustowość. Przykładowe, dostosowane wykonania grzyba i gniazda pokazane są na rysunku 3.

Wyliczony przez nas współczynnik przepływu **Kv/Cv** (lub współczynniki obliczone dla różnych warunków pracy zaworu) powinien, co do zasady, mieścić się w zakresie 15-85% **Kvs** lub **Cvs** zaworu.



CHARAKTERYSTYKA

Odpowiedni dobór zaworu to również dobór właściwej charakterystyki jego pracy. Charakterystyka zaworu jest to zależność pomiędzy stopniem jego otwarcia i osiąganym natężeniem przepływu (lub jak często bywa to ilustrowane, jako zależność otwarcia i współczynnika **Kv/Cv**). Jeżeli zmiana przepływu odbywa się przy stałym spadku ciśnienia, mówimy o charakterystyce wewnętrznej.

Trzy podstawowe charakterystyki zaworów to:

- 1) Charakterystyka liniowa (linear)
- 2) Charakterystyka stałoprocentowa (equal%)
- 3) Charakterystyka szybkozotwierająca (quick open)

Charakterystyka liniowa zaworu oznacza, że natężenie przepływu przez zawór jest wprost proporcjonalne do skoku grzyba w całym zakresie ruchu. Na przykład: przy 30% skoku znamionowego natężenie przepływu wynosi 30% przepływu maksymalnego; przy 70% skoku znamionowego natężenie przepływu wynosi 70% wartości maksymalnej, itp. Zmiana natężenia przepływu jest stała w stosunku do skoku grzyba zaworu. Zawory o charakterystyce liniowej są często stosowane do regulacji poziomu cieczy.

Charakterystyka stałoprocentowa powoduje taką samą procentową zmianę natężenia przepływu na określoną zmianę skoku zaworu. Na przykład, jeśli zmiana wynosi 60% na każde 10% zmiany ruchu zaworu, to przy wartości skoku trzpienia 30% i przepływ 10,0 l/min wzrost o 10% do 40% daje 16,0 l/min i kolejno przy zmianie do 50% generuje 25,6 l/min. Oznacza to, że w początkowej fazie ruchu trzpienia przyrosty przepływu są

niewielkie, natomiast w przy większym otwarciu zaworu nieznaczny ruch trzpienia powoduje duży przyrost wartości przepływu.

Dodatkowo, jeżeli z uwagi na warunki procesu, potrzebna jest duża zakresowość zaworu, istnieje możliwość wykonania specjalnego układu zaworowego ze zmodyfikowaną charakterystyką jak na rysunku 5. Zakresowość definiuje się jako stosunek między maksymalną i minimalną możliwą do regulacji przez zawór wartością przepływu. Pożądane są duże wartości zakresowości, ponieważ pozwalają one na skuteczne kontrolowanie większego zakresu skoku zaworu. Standardem dla zaworów z charakterystyką stałoprocentową jest zakresowość 50:1 podczas gdy specjalne wykonanie układu zaworowego pozwala na zwiększenie zakresowości do 150:1.

Dobór charakterystyki dla poszczególnych aplikacji pokazuje tabela 1.

Charakterystyka szybkozotwierająca, gdzie mały ruch trzpienia powoduje szybki przyrost przepływu przez zawór, ma mniejsze znaczenie dla zaworów regulacyjnych. Jest ona stosowana raczej w zaworach otwórz / zamknij.



SZCZELNOŚĆ

Chociaż w większości zawory regulacyjne pracują dławiąc przepływ (więc są one częściowo otwarte), w niektórych przypadkach ważne jest całkowite odcięcie strumienia medium. O ile w przypadku zaworów otwórz/zamknij całkowita szczelność wydaje się wymogiem naturalnym, o tyle w odniesieniu do zaworów regulacyjnych już niekoniecznie.

Klasa szczelności dla zaworów regulacyjnych grzybkowych jest parametrem opisanym w normie i obejmuje sześć klas, przy czym w praktyce mamy do czynienia z klasą IV, V i VI. Klasyfikacja opisuje jaki jest dopuszczalny przeciek przez zawór, gdy jest on całkowicie zamknięty. Im wyższe oznaczenie w ramach tej klasyfikacji, tym większa szczelność zaworu.

Z klasą IV mamy najczęściej do czynienia w zaworach z uszczelnieniem metal/metal, tzn. takim, w którym zarówno grzyb, jak i gniazdo wykonane są z metalu. Maksymalna nieszczelność w tej klasie określana jest na poziomie 10^{-4} **Kvs** (czyli 0,01% zaworu w pełni otwartego).

Klasa VI może być osiągnięta praktycznie tylko w zaworach z uszczelnieniem miękkim, tzn. takim, w którym do uszczelnienia zespołu grzyb-gniazdo został użyty jeden z elastomerów np. często używane w uszczelnieniach zaworów grzybkowych PTFE (teflon) lub PEEK (polieteroeteroketon). Norma opisuje ile pęcherzyków powietrza o ciśnieniu Δp_{maks} dla danego zaworu lub 50 psi (co jest niższe) może przedostać się przez układ zaworowy. Przykładowo dla zaworów DN50 są to trzy pęcherzyki na minutę.

Pojawia się pytanie gdzie jest klasa V? Jest ona rzadziej spotykana z uwagi na fakt, iż jest ona stosowana tam, gdzie wymagana jest szczelność wyższa niż dla klasy IV, ale z uwagi na parametry procesu nie jest możliwe zastosowanie miękkich uszczelnień. W praktyce metaliczny grzyb i gniazdo są często ręcznie obrabiane i dopasowywane

Charakterystyka zaworu jest to zależność pomiędzy stopniem jego otwarcia i osiąganym natężeniem przepływu.



Rysunek 3
Przykład gniazd i grzybów w zaworach regulacyjnych

tak, aby osiągnąć parametry wymagane przez normę, która określa maksymalną nieuszczelność dla wody wynoszącą 5×10^{-4} ml/min dla ciśnienia różnicowego określonego dla zaworu.



SIŁOWNIK

Urządzeniem, które dostarcza siły aby wprowadzić trzpień zaworu i połączony z nim grzyb w ruch jest siłownik. Ze względu na energię zasilania siłowniki zaworów regulacyjnych możemy podzielić na: pneumatyczne, elektryczne i elektrohydrauliczne.

W zakładach, w których dostępne jest sprężone powietrze powszechnie używane są siłowniki pneumatyczne. Z kolei wśród siłowników pneumatycznych najpopularniejsze są siłowniki membranowe jednostronnego działania. Taki siłownik, aby precyzyjnie dozować potrzebną siłę w trakcie pracy regulacyjnej, musi równoważyć siłę wynikającą z ciśnienia powietrza działającego na powierzchnię membrany i siłę pochodzącą od sprężyn. Jeśli weźmiemy pod uwagę zespół siłownika z zaworem, musi on również równoważyć siłę pochodzącą z oddziaływania ciśnienia różnicowego na powierzchnię grzyba oraz tarcie pary uszczelnienia/trzpień. Powyższe parametry stanowią o tym, jaka jest wymagana siła takiego siłownika, zwana siłą dyspozycyjną.

W siłowniku musimy dobrać zatem zarówno jego wielkość i ciśnienie powietrza, jak również siłę sprężyn. Najczęściej producenci oprócz wyżej wymienionych wartości podają w katalogach wartość ciśnienia różnicowego, które może pokonać siłownik współpracując z danym typem i średnicą zaworu.

Siłowniki membranowe nie wymagają żadnej regulacji, natomiast z praktycznego punktu widzenia warto wspomnieć o tym, aby po dokonaniu demontażu siłownika zwrócić uwagę na precyzyjne ustawienie pozycji trzpienia zaworu względem trzpienia siłownika. Robi się to po to, aby zawór całkowicie otwierał się i zamykał oraz żeby nie powstały kolizje w zaworze lub siłowniku.

Ważną kwestią dla osób projektujących instalacje z zaworami regulacyjnymi jest określenie jaka ma być pozycja zaworu w przypadku awarii. Świadomość i kalkulacja ryzyka zachowania zaworu w takim przypadku może mieć daleko idące konsekwencje,

w tym dla bezpieczeństwa instalacji i personelu. W przypadku siłowników membranowych jednostronnego działania są dwie możliwości:

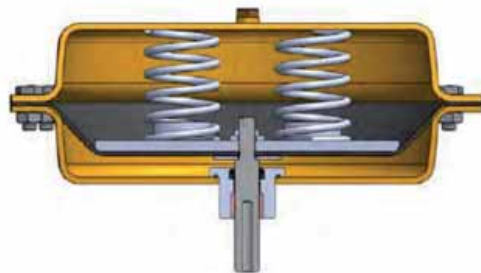
- 1) siłownik, w którym sprężyny wysuwają trzpień natomiast powietrze cofa go, zwany jest siłownikiem odwrotnego działania – w kombinacji z najczęściej stosowanym układem zaworowym w zaworach przelotowych, w którym grzyb jest prowadzony od góry, sprężyny będą zamykały zawór, a powietrze będzie go otwierać – zawór bez zasilania pozostaje zamknięty,
- 2) siłownik, w którym sprężyny cofają trzpień, a powietrze wysuwa go, zwany jest siłownikiem bezpośredniego działania. W kombinacji z najczęściej stosowanym układem zaworowym w zaworach przelotowych, w którym grzyb jest prowadzony od góry, sprężyny będą otwierały zawór, a powietrze będzie go zamykać – w przypadku awarii zasilania zawór pozostaje otwarty (Rysunek 6).

Urządzeniem, które steruje ruchem siłownika jest ustawnik pozycyjny (pozycjoner). Pozycjoner aktywnie porównuje położenia trzpienia z sygnałem sterującym, dostosowując ciśnienie powietrza dopływające do membrany lub tłoka siłownika, aż do osiągnięcia prawidłowego położenia trzpienia. Dobór pozycjonera zależy od wymagań użytkownika w zakresie sygnałów sterujących i diagnostycznych pracy zaworu, klasy szczelności obudowy oraz odpowiedniego wykonania przeciwwybuchowego, jeżeli jest wymagane.

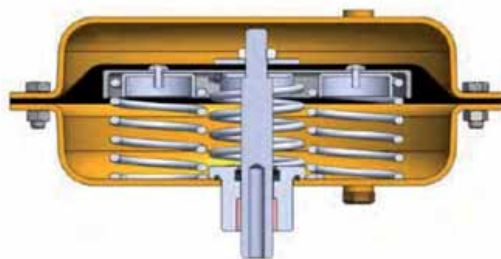


ZJAWISKA NIEPOŻĄDANE W PRACY ZAWORÓW REGULACYJNYCH PRZEPŁYW ZDŁAWIONY / PRZEPŁYW KRYTYCZNY

Natężenie przepływu w zaworze jest wprost proporcjonalne do pierwiastka różnicy ciśnień. To stwierdzenie jest prawdziwe do momentu, w którym pewna wartość różnicy ciśnień zostaje przekroczona. W tym miejscu Δp_{maks} przepływu zaczyna być przepływem zdławionym. Wartość ciśnienia różnicowego, przy której to zjawisko następuje, nazywamy krytycznym spadkiem ciśnienia. Również przepływ zdławiony jest nazywany przepływem krytycznym i występuje, gdy wzrost spadku ciśnienia na zaworze nie powoduje już



Siłownik odwrotnego działania, najczęściej w zaworach NC



Siłownik bezpośredniego działania, najczęściej w zaworach NO

Rysunek 6

W siłowniku musimy dobrać zatem zarówno jego wielkość i ciśnienie powietrza, jak również siłę sprężyn.

wzrostu przepływu. W przypadku cieczy zdławienie przepływu zaczyna się pojawiać, gdy wystąpi flashing lub kawitacja (o tych zjawiskach piszę poniżej), natomiast w przypadku gazów, wtedy kiedy osiągnięta zostanie prędkość 1 Mach. Przejście w stan przepływu krytycznego może być zjawiskiem stopniowym lub nagłym w zależności od konstrukcji zaworu.



KAWITACJA

Kawitacja w zaworze regulacyjnym, przez który przepływa ciecz, może wystąpić, jeśli ciśnienie statyczne przepływającej cieczy spadnie do wartości mniejszej niż ciśnienie pary płynu p_v . W takim przypadku przepływ zostaje zahamowany przez tworzenie się pęcherzyków pary (ciecz zaczyna wrzeć). Dzieje się to w momencie, kiedy ciecz znajduje się w miejscu największego przewężenia w zaworze (tzw. *vena contracta*), gdzie ciśnienie najniższe, a prędkość medium najwyższa. W dalszej części zaworu ciśnienie i objętość wzrasta, a prędkość maleje. Powoduje to, że powstałe pęcherzyki implodują. Zjawisko to ma bardzo gwałtowny przebieg, energia kinetyczna implodujących pęcherzyków jest bardzo wysoka, ciśnienia wywierane na bardzo małej powierzchni zaworu sięgają **1,5 GPa!** Powoduje to hałas oraz destrukcyjne działanie na powierzchnie układu zaworowego i korpusu.



FLASHING

W przypadku, gdy ciśnienie w obszarze *vena contracta* spadnie poniżej ciśnienia parowania

cieczy, ale nie wzrośnie ponownie powyżej p_v , w dalszej części zaworu, mamy do czynienia ze zjawiskiem opisywanym jako flashing. W tym przypadku dwufazowy płyn działa erozyjnie na konstrukcję zaworu oraz powoduje zdławienie przepływu jak wspominałem wcześniej. Hałas jaki towarzyszy temu zjawisku przypomina „syczenie” jakby przez zawór przepływał piasek.

Zarówno w przypadku niebezpieczeństwa wystąpienia kawitacji, jak i flashingu, zalecane jest stosowanie grzybów z perforacjami. Takie rozwiązanie jest również wskazane w przypadku nadmiernego hałasu. W przypadku nadmiernego hałasu gazów, w tym pary wodnej, zaleca się również rozwiązania polegające na montażu dyfuzorów oraz płyt perforowanych, mających na celu zmniejszenie prędkości medium (Rysunki 7 i 8).

Ponadto dobrą praktyką w przypadku zaworów na instalacjach pary wodnej jest montowanie przed zaworem regulacyjnym kieszeni odwadniającej, aby zapobiec erozyjnemu działaniu kondensatu.



NIE TAKI DOBÓR PROSTU JAKBY SIĘ WYDAWAŁ

Jak widać z przytoczonych przeze mnie argumentów, dobór zaworu regulacyjnego dla danej instalacji nie jest tak oczywisty jakby mogło się wydawać. Powinien on uwzględniać szereg kluczowych parametrów, a tylko niektóre z nich zostały tutaj opisane. Warto zatem konsultować te kwestie ze specjalistami, którzy wraz ze wsparciem producenta, mogą zaproponować odpowiednie do potrzeb rozwiązanie techniczne.



Rysunek 7
Grzyb perforowany EQP



Rysunek 8
Instalacja zaworu z płytą dławiącą (wyciszającą)

„Energia kinetyczna implodujących pęcherzyków jest bardzo wysoka, ciśnienia wywierane na bardzo małej powierzchni zaworu sięgają 1,5 GPa!

Siła pomiaru

Brix in-line

**w zastosowaniach spożywczych
i produkcji napojów**

VAISALA

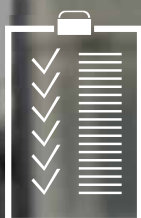
Pomiar Brix in-line pozwala

- **automatyzować kluczowe punkty w procesie produkcyjnym**
- **poprawić wydajność i minimalizować odpady**
- **ulepszyć jakość produktu i zapewnić standardy sanitarne (certyfikacja 3-A)**

Poznaj aplikacje i wymierne korzyści z pomiaru in-line w produkcji i przetwórstwie spożywczym.

Wejdź na **www.pomiarstezenia.pl** i pobierz bezpłatny e-book.

fizchem@introl.pl



**Pobierz
e-booka**

Introl Sp. z o.o.

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary