

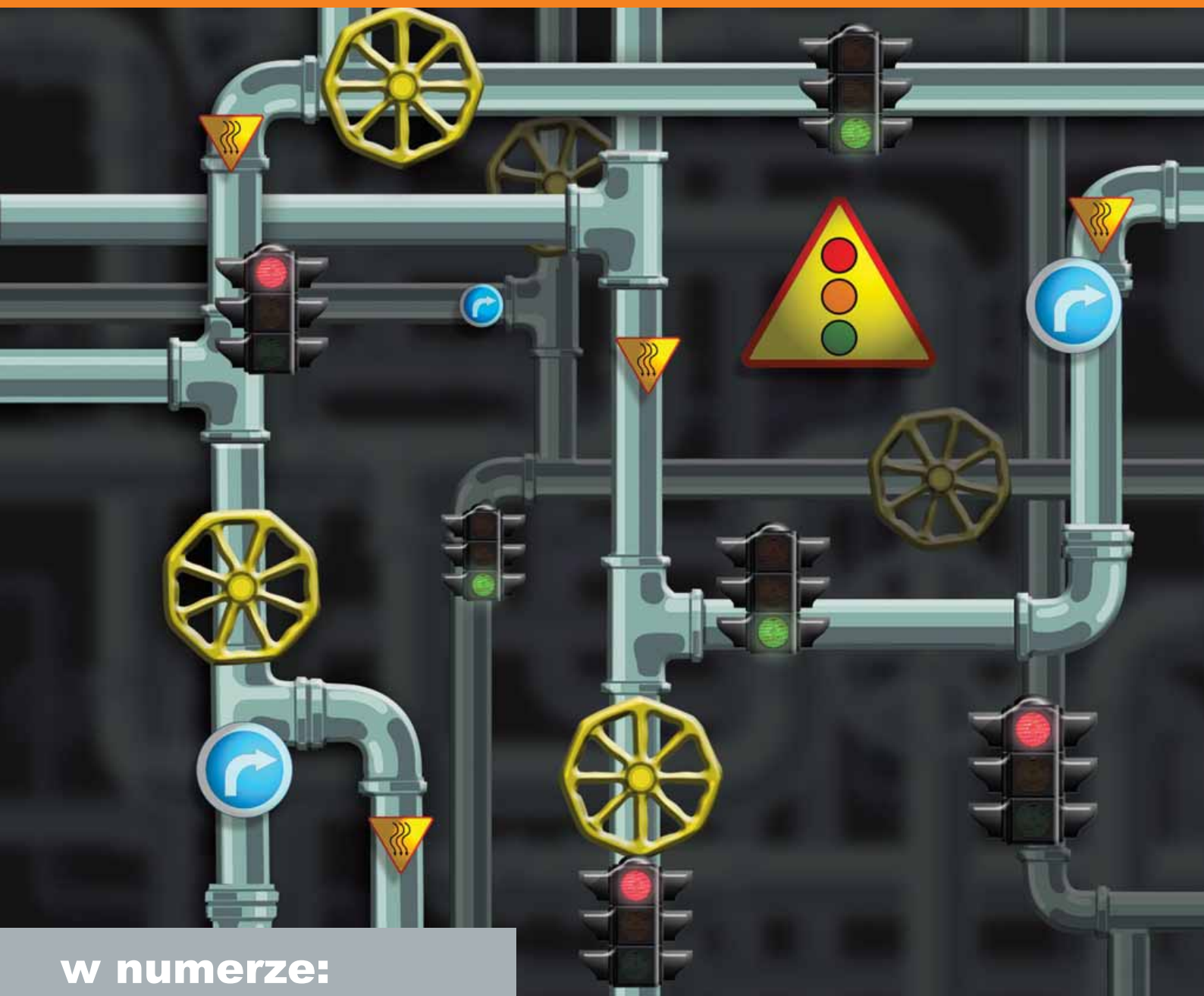
PodKontrolą

automatyka i pomiary

wydawca:
Introl Sp. z o.o.

03/2021 (56)

PRAKTYCZNY PUNKT WIDZENIA



w numerze:

temat
wydania



akademia
automatyki



dobra
praktyka



Wszystko co powinniście wiedzieć
o sygnalizatorach przepływu EGE

Kalibracja przepływomierzy

Droga ku dekarbonizacji
w zakładach przemysłowych

spis treści

	aktualności		4
	temat wydania	Wszystko co powinniście wiedzieć o sygnalizatorach przepływu EGE	5
	dobra praktyka	Droga ku dekarbonizacji w zakładach przemysłowych poprzez zwiększanie efektywności energetycznej	9
	akademia automatyki	Kalibracja przepływomierzy	13

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!

Wakacje za nami, a większość z nas wróciła do codziennych obowiązków z naładowanymi bateriami. Nasi specjaliści od pomiarów, także pełni energii i nowych pomysłów, zapraszają do lektury artykułów trzeciego w tym roku numeru naszego magazynu.

Sygnalizatory przepływu na dobre zdomowiły się w aplikacjach przemysłowych. Wykrywają przepływ wszędzie tam, gdzie jego brak może powodować poważne awarie lub przestoje. Wykrywają przepływ cieczy lub gazów i wykorzystuje się je w wielu branżach, od produkcji spożywczej przez farmację, aż po automotive czy przemysł ciężki. Sygnalizatory przepływu służyć mogą między innymi do kontroli zużycia filtrów, zapobiegania suchobiegowi pomp, kontroli smarowania, monitorowania instalacji wentylacyjnych, czy też kontroli procesów chłodzenia. Jednym z najbardziej popularnych rozwiązań w tym zakresie są termodynamiczne czujniki przepływu, a jednym z czołowych ich producentów jest firma EGE-Elektronik Spezial Sensoren GmbH z Niemiec. To właśnie o rozwiązaniach naszego niemieckiego partnera przeczytacie Państwo w „**Temacie wydania**”.

Odejdźcie od węgla to już nie mrzonki czy idylliczna wizja przyszłości. To proces, który już się zaczął. Przyjęta w Unii Europejskiej polityka neutralności klimatycznej wymusza przyspieszenie przede wszystkim w obszarze właśnie dekarbonizacji. W tym zakresie najistotniejszy jest proces produkcji „zielonej” i taniej energii, ale równie istotna jest jej oszczędność. Z uwagi na konieczność optymalizacji procesów zużycia energii, „**Dobra praktyka**” szkicuje swoistą mapę drogową dla każdego zakładu, który chce oszczędzać energię z pary wodnej. Autor przedstawia 5 kroków do zwiększenia efektywności energetycznej instalacji parowych.

Na łamach Pod kontrolą pisaliśmy niejednokrotnie o wzorcowaniu czy kalibracji różnych przyrządów. Tym razem, „**Akademia automatyki**” koncentruje się na kalibrowaniu przepływomierzy. Autor przedstawia podstawowe informacje z tego zakresu, opisując kilka różnych metod kalibracji urządzeń do pomiaru przepływu w warunkach przemysłowych. Artykuł polecamy szczególnie tym, którzy odpowiadają za sprawność i dokładność stosowanych w swoich zakładach przepływomierzy.

Zapraszam do lektury
Wojciech Mutwicki
prezes zarządu





Zmieniamy się

Rok 2021 to rok zmian w Introl Sp. z o.o. W połowie roku zmianie uległ skład zarządu. Dotychczasowy wiceprezes, Pan Wojciech Mutwicki, objął stanowisko prezesa zarządu, a nowym wiceprezesem zarządu został Pan Wojciech Misterka, który do tej pory był dyrektorem regionu BTH Gdańsk.

W trosce o lepszą obsługę naszych Klientów i poprawę komunikacji z naszymi inżynierami sprzedaży w terenie, zmianie uległa także struktura i organizacja biur handlowych. Obecnie obszar działania naszych przedstawicieli regionalnych został podzielony na 5 regionów w całej Polsce. W każdym regionie, obok doradców technicznych i dyrektorów regionalnych, bezpo-

średnio z Klientami będą także pracować specjaliści ds. wsparcia sprzedaży. Ich rolą jest kompleksowa obsługa Klientów i zapewnienie efektywnej komunikacji z regionami i ekspertami technicznym w katowickiej siedzibie. Pełne dane kontaktowe zarówno do naszych regionalnych przedstawicieli, jak i specjalistów ds. wsparcia sprzedaży, znajdują się na naszej stronie [www.introl.pl](https://www.introl.pl/kontakt/biura-techniczno-handlowe) w zakładce Kontakt/Biura techniczno-doradcze: (<https://www.introl.pl/kontakt/biura-techniczno-handlowe>).

Mamy nadzieję, że wprowadzone zmiany zapewnią Państwu jeszcze bardziej profesjonalną obsługę i natychmiastową reakcję na pojawiające się potrzeby.





Wszystko co powinniście wiedzieć o sygnalizatorach przepływu EGE

Właściciele i użytkownicy instalacji przemysłowych oraz ich projektanci poświęcają coraz więcej uwagi na ocenę ryzyka powstania awarii. Przeprowadzają w tym celu matematyczno-statystyczną analizę źródeł zagrożeń, które zwiększają prawdopodobieństwo zatrzymania ruchu na obiekcie. Automatycy i specjaliści od utrzymania ruchu w codziennej pracy dokładają wszelkich starań, aby zmniejszyć możliwości wystąpienia awarii. W całej tej walce o zachowanie ciągłości procesów niewątpliwie łatwiej zapobiegać awariom, niż naprawiać ich skutki. Ta myśl przyświecała powstaniu sygnalizatorów przepływu EGE.



KILKA SŁÓW O PRODUCENCIE SYGNALIZATORÓW

EGE-Elektronik Spezial-Sensoren GmbH opracowuje i produkuje specjalne czujniki dla automatyki od 1976 roku. Firma obsługuje wiodących międzynarodowych producentów z różnych branż. EGE oferuje szeroką gamę czujników standardowych i specjalnych. Producent szczeni się produkcją rozwiązań niestandardowych, do różnorodnych aplikacji. Portfolio produktów obejmuje regulatory przepływu, podczerwieni, opto-czujniki i czujniki ultradźwiękowe, pojemnościowe czujniki zbliżeniowe, fotokomórki i czujniki indukcyjne.

Firma EGE, nasz wieloletni partner, jest pionierem w dziedzinie sygnalizatorów przepływu. Bierze aktywny udział w rozwoju dzisiejszego rynku termicznych czujników na całym świecie. Jakość produktu jest gwarantowana w sposób ciągły i monitorowana przez system zarządzania jakością zgodnie z EN ISO 9001:2000.



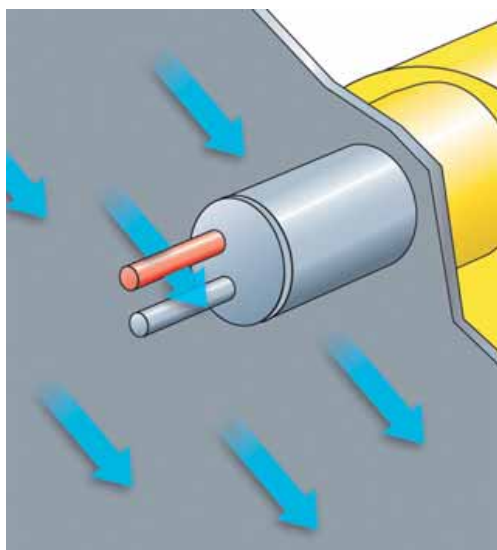
SYGNALIZATORY PRZEPŁYWU EGE

Termodynamiczne sygnalizatory przepływu EGE charakteryzują się brakiem części ruchomych. Oznacza to, że są one wytrzymałe i odporne na zabrudzenia. W ofercie EGE znaleźć można czujniki dla płynów, takich jak woda, mieszaniny glikolu lub substancji chemicznych oraz czujniki gazów, takich jak powietrze i dwutlenek węgla. Dostępne są również iskrobezpieczne czujniki z ATEXem dla obszarów wybuchowych i niebezpiecznych. Szeroki asortyment sygnalizatorów to także czujniki do wysokich temperatur (do 160°C). EGE produkuje swoje sygnalizatory w wersjach z wyjściami przekaźnikowymi, tranzystorowymi, analogowymi (liniowym dla wody), a także programowalne czujniki przepływu z cyfrowymi wyświetlaczami. Sygnalizatory EGE występują w wersji „insert” (są przykręcone do ściany rury) lub w wersji „inline” (są montowane w linii rurociągu). Użytkownik może także wybrać wersję kompaktową lub rozłączną. Większość sygnalizatorów wykonana jest ze stali nierdzewnej, ale dla mediów szczególnie agresywnych, EGE produkuje czujniki wykonane ze specjalnych materiałów, takich jak brąz, Hastelloy, tytan, a nawet PTFE. EGE oferuje także rozwiązania dedykowane, tworzone na zamówienie i obejmujące dowolne typy czujników dopasowane do potrzeb i wymagań klientów.



ZASADA DZIAŁANIA SYGNALIZATORÓW PRZEPŁYWU

Zasada działania termicznego sygnalizatora kontrolującego przepływ jest oparta na zasadzie termodynamiki. Czujnik pomiarowy jest podgrzewany wewnętrznie o kilka stopni Celsjusza w stosunku do medium, na którego działanie jest wystawiony. Gdy medium przepływa, ciepło generowane w czujniku jest odprowadzane przez medium – wtedy czujnik jest schładzany. Temperatura wewnątrz czujnika jest mierzona i porównywana z temperaturą medium. Wielkość przepływu wynika z uzyskanej różnicy temperatur.



Rysunek 1
Schemat działania termodynamicznych czujników przepływu



BARBARA SOKÓŁ

Ukończyła Politechnikę Śląską na Wydziale Metalurgii, o specjalności Energetyka Procesowa i Ochrona Środowiska. Pracuje w Introlu od 2007 roku, obecnie na stanowisku Product managera w Dziale pomiarów przepływu.

tel: 32 789 00 93



» Czujniki EGE działają bez jakichkolwiek ruchomych części, wobec tego nie podlegają uszkodzeniu na skutek skorodowania łożysk, pęknięcia wirników czy odkształcenia owiewek.



SZEROKI WACHLARZ ZASTOSOWAŃ

Termiczne sygnalizatory przepływu EGE zastosowanie znajdują w branży automatyki, przemyśle chemicznym, i wszędzie tam, gdzie przepływy powinny być monitorowane w sposób bezpieczny, solidny i tani w utrzymaniu. Główne zadanie sygnalizatorów przepływu to optymalizacja procesów oraz zabezpieczenie przed awarią lub spadkiem wydajności poprzez wykrywanie, kontrolę i wskazywanie parametrów procesowych. Sygnalizatory przepływu wykorzystywane są w wielu branżach, z których najważniejsze to:

- Przemysł chemiczny, przetwórczy oraz petrochemiczny – w centrach przetwórczych sygnalizatory przepływu zastosowanie znajdują w monitorowaniu przepływu środka smarującego-chłodzącego, w kontroli pracy pomp, szczelności, poziomu, przepływów w strefie zagrożonej wybuchem (Ex) oraz mediów chemicznie agresywnych.
- Przemysł farmakologiczny i spożywczy – sygnalizatory przepływów są odpowiedzialne za kontrolę przepływu produktów, kontrolę w instalacjach myjących oraz stanu czystości filtrów. Monitorowanie filtrów i sit można zapewnić przez kontrolę przepływu medium – jeżeli przepływ stopniowo się zmniejsza, filtr musi zostać wymieniony. Brak reakcji spowoduje wyłączenie pompy i w konsekwencji przepływ medium zostanie zatrzymany.
- Systemy wentylacji i klimatyzacji – czujniki przepływu kontrolują układy odpowietrzające i napowietrzające, pracę wentylatorów i układów chłodzących. Systemy odciągania niebezpiecznych oparów w laboratoryjnych stanowiskach roboczych (dygestoriach), jak również wentylacja hali w przemyśle przetwarzającym heksan, są monitorowane przy użyciu czujników przepływu powietrza.

- Układy zasilania i oczyszczania – sygnalizatory zabezpieczają przed suchobiegiem pomp zasilających w systemach doprowadzania wody i odprowadzania ścieków. Monitorowanie procesów czyszczenia wykorzystujących media agresywne jest często możliwe tylko przy użyciu specjalnych materiałów, np. hastelloy (stop kwasoodporny Ni-Mo-Fe) lub tantalu.
- Przemysł samochodowy oraz systemy obróbki metali – sygnalizatory przepływu to nie tylko kontrola układów chłodzenia, hydrauliki, smarowania i zasilania. W metalowym przemyśle przetwórczym, np. w maszynach do ciągnięcia drutu i walcowania blach, walce i zwijarki muszą być ustawicznie chłodzone. Proces ten monitorowany jest przy pomocy czujników termodynamicznych. Z powodu trudnych warunków środowiskowych, czujniki są konstruowane do pracy w temperaturach do 160°C i są wykonywane w wersjach rozłącznych. Woda chłodząca w urządzeniach spawalniczych i zgrzewających jest natomiast monitorowana przy użyciu kompaktowego przyrządu ze stali nierdzewnej. Sygnalizatory monitorują chłodzenie nawet przy szybkich cyklach.



JAKOŚĆ TO NIE WSZYSTKO, ALE WSZYSTKO BEZ JAKOŚCI JEST NICZYM

Z takiego właśnie założenia wychodzą producenci EGE. Termodynamiczne czujniki przepływu EGE działają, by chronić linie produkcyjne i układy procesowe przed awarią. A skoro mowa o awariach... czujniki EGE działają **bez jakichkolwiek ruchomych części**, wobec tego nie podlegają uszkodzeniu na skutek skorodowania łożysk, pęknięcia wirników czy odkształcenia owiewek. Ta niezawodność jest wysoko ceniona w wielu gałęziach przemysłu. Od wielu już lat dostarczamy produkty EGE do klientów z bardzo różnych branż. Naszymi odbiorcami są producenci maszyn, firmy z sektora stalowego, producenci szkła, branża chemiczna, farmaceutyczna, energetyczna, automatyka, przemysł przetwórczy, petrochemiczny, samochodowy oraz dostawcy wyposażenia dla wielu innych typów zakładów przemysłowych.



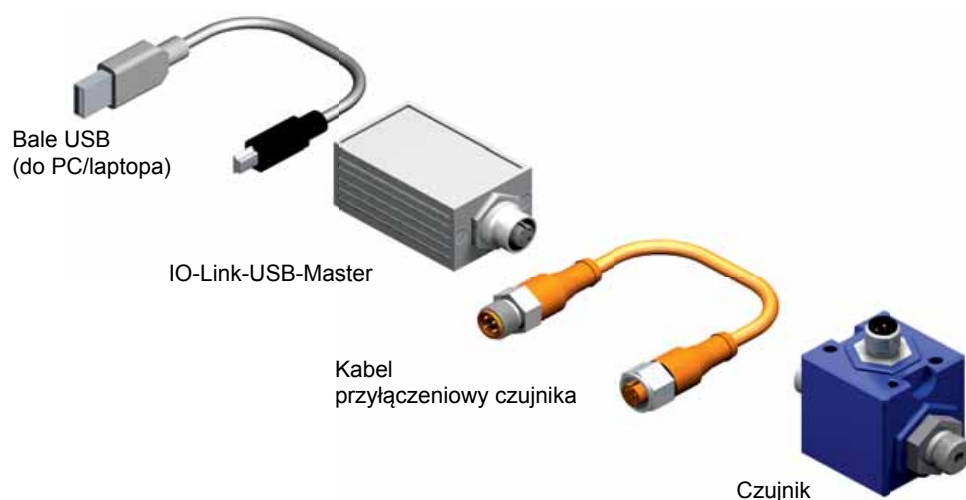
NOWOŚCI, KTÓRE PODBIJĄ ŚWIAT

Najważniejszą nowością w ofercie EGE jest wprowadzenie systemu I/O-Link. Jest to nowoczesny system do komunikacji z sygnalizatorami. Na uwagę zasługuje także to, że I/O-Link poszerzony może być o łatwy w użyciu master I/O-Link-to-USB, który ułatwia bezpośrednie podłączenie czujników do wszystkich powszechnie używanych systemów.

Czujniki mogą w sposób ciągły przysyłać dane procesowe, a dane pomiarowe mogą być odczytywane bezpośrednio przez PLC. Jednocześnie, pośredniczący moduł nadrzędny umożliwia również wygodną parametryzację czujników i elementów



Rysunek 2
Czujniki przepływu EGE



Rysunek 3
System IQ-link

wykonawczych bezpośrednio z komputera PC lub notebooka. Oprócz modułu nadrzędnego I/O-Link, system zawiera kabel USB do podłączenia laptopa lub komputera PC, bezpłatne oprogramowanie konfiguracyjne oraz przewód do podłączenia czujnika.

W ostatnim czasie, obok komunikacji I/O-Link, w ofercie EGE pojawiło się kilka nowych rozwiązań, które zapewne zainteresują wielu. Pierwszym z nich jest montowany w dowolny sposób, kompaktowy czujnik przepływu SNS 552 z obrotowym wyświetlaczem.

wane jako wyjścia analogowe lub przetłaczające. W przypadku stosowania różnych mediów, na życzenie klienta, czujnik SNS 552 jest dostępny z wejściem Teach-In – do szybkiej regulacji. Konfigurację czujników przepływu można łatwo i wygodnie wykonać z komputera PC lub laptopa. Urządzenia można również bezproblemowo zintegrować z dowolnym powszechnie stosowanym systemem magistrali.

Kolejną ciekawą propozycją jest **dynamiczny czujnik przepływu do wykrywania mikrodawk.**

”Czujniki mogą w sposób ciągły przesyłać dane procesowe, a dane pomiarowe mogą być odczytywane bezpośrednio przez PLC.



Rysunek 4
Sygnalizator przepływu SNS 552

Czujnik przeznaczony jest do pomiaru przepływu wody i mediów na bazie wody w dużych rurociągach. SNS 552 jest wyposażony w interfejs I/O-Link i wyświetlacz cyfrowy, który w celu uzyskania lepszej widoczności, można obracać. Jest to cecha bardzo przydatna w wielu aplikacjach. Kompaktowy sygnalizator ułatwia szybki odczyt wielkości przepływu, wskazując wyniki pomiaru w litrach lub metrach sześciennych. Ponadto, czuły czujnik jest bardzo odporny na zmiany temperatury i zapewnia zintegrowane pomiary w zakresie od 0 do +80°C. Urządzenie można sparametryzować za pomocą przycisków lub przez I/O-Link. Dwa wyjścia dla przepływu i temperatury mogą być opcjonalnie skonfigurowane



Rysunek 5
Sygnalizator przepływu SDN 501/1 GSP-DYN

Firma EGE zaprojektowała swój sygnalizator przepływu SDN 501/1 GSP-DYN do wykrywania minimalnych pulsujących natężeń przepływu od 0,02 ml. Czujnik przeznaczony jest do większości popularnych cieczy, takich jak woda, alkohol, oleje i płynne smary. Sygnalizator idealnie nadaje się do monitorowania minimalnego smarowania lub zapewnienia dozowania odpowiednich ilości chemikaliów lub dodatków.

Czujnik działa zgodnie z zasadą termodynamiczną, nie ma zatem żadnych ruchomych lub podatnych na korozję części zużywających się. Ze względu na wysoką czułość, reaguje na zmieniające się natężenia przepływu – spowodowane np. uruchomieniem tłoka dozującego. Czujnik charakteryzuje się przy tym bardzo krótkimi czasami reakcji – nawet 0,1 s. Wbudowana jednost-



Rysunek 6
Sygnalizator przepływu SDNC 500



Rysunek 7
Sygnalizator przepływu SDN 552 GAPL

ka przetwarzająca emituje sygnał przełączający dla każdego wykrytego impulsu przez odporne na zwarcie wyjście PNP-NO. Dodatkowo zielone i żółte diody LED na froncie obudowy, sygnalizują wykryte impulsy i aktualny stan urządzenia. Wykonane ze stali nierdzewnej i PBT, trwałe czujniki posiadają stopień ochrony IP54 i wytrzymują ciśnienie do 10 bar. Nadają się do mediów o temperaturze od 0°C do 80°C. Jednostki zasilane są napięciem 24 VDC. Sygnalizatory montowane mogą być w rurociągach za pomocą łącznika rurowego lub gwintowane i połączone za pomocą złącza M12. Kompaktowa konstrukcja sygnalizatorów umożliwia równoległą instalację kilku urządzeń z różnymi funkcjami monitorowania.



INTELIENTNE ROZWIĄZANIE DO MONITOROWANIA PRZEPŁYWU W TRUDNO DOSTĘPNYCH MIEJSCACH

Sygnalizator SDNC 500 ma kompaktową konstrukcję i niewielkie rozmiary, aby mógł zadziałać

tam, gdzie było zbyt mało miejsca dla jego starszych braci. Sygnalizator posiada wyjście analogowe i tranzystorowe i może mierzyć prędkość przepływu i temperaturę w płynnych mediach. Urządzenie łatwo się konfiguruje za pomocą IO-Link / USB.



CZUJNIK PRZEPŁYWU DLA OEM I MASZYN

SDN 552 GAPL to programowalny czujnik przepływu z IO-Link dla OEM i operatorów maszyn budowniczych i rolniczych, którzy potrzebują kompaktowego, odpornego na drgania rozwiązania do kontroli przepływu. Sygnalizator SDN 552 GAPL dostępny jest w wersji in-line i wykrywa natężenie przepływu od 3 do 60 l/min. W modelu tym również możliwa jest łatwa konfiguracja za pomocą IQ-link. Parametryzacja odbywa się za pośrednictwem sterownika PLC lub modułu głównego IO-Link i komputera. Dwa zaciski złącza M12 można skonfigurować jako wyjścia PNP, analogowe lub impulsowe do przesyłania zmierzonych wartości. Czujniki przepływu z IO-Link można podłączyć do dowolnego wspólnego systemu magistrali za pośrednictwem równoważnych modułów głównych. Czujniki nie mają ruchomych części ani nie generują spadków ciśnienia. Zwilżone części wykonane są ze stali nierdzewnej 1.4571 i FKM. Linia SDNC 550 jest wyposażona w obudowę IP 67. Czujniki są odporne na ciśnienie do 20 barów i nadają się do temperatur medium od 0°C do +90°C.



WSZĘDZIE TAM GDZIE PRZEPŁYW MA ZNACZENIE

EGE to czołowy producent rozwiązań do sygnalizacji przepływu. Szeroki wachlarz produktów EGE to zarówno czujniki uniwersalne, jak również specjalizowane sygnalizatory do konkretnych aplikacji, wymagających procesów i ciężkich warunków pracy. Specjalizacja producenta w tym segmencie urządzeń pomiarowych daje pewność najwyższej jakości i nowoczesnych, dopasowanych do zmieniających się wymagań funkcji. Co niemniej istotne, konstrukcja bez ruchomych części zapewnia niezawodną kontrolę przepływu na wiele lat.





Droga ku dekarbonizacji w zakładach przemysłowych poprzez zwiększanie efektywności energetycznej

Świat zmienia się na naszych oczach. To zdanie rozbrzmiewa bardzo często we wszelkich mediach i jest niezmiennie istotne. Walka ze zmianami klimatycznymi, a może bardziej jej zapowiedzi, nabierają rozpędu, a świat zmierza bezsprzecznie ku dekarbonizacji. W listopadzie 2019 roku Parlament Europejski przyjął rezolucję wzywającą do neutralności klimatycznej do 2050 roku oraz za cel postawił ograniczenie emisji do 55% do 2030 roku. Światowi liderzy w branży spożywczej, kosmetycznej, czy farmaceutycznej zapowiedzieli już wdrażanie zmian w swoich fabrykach. To dobry znak dający impuls całej branży, że najwyższy czas na zmiany.

Zakłady produkcyjne potrzebują stworzyć mapy drogowe określające etapy systematycznych zmian zmierzających ku dekarbonizacji. Należy przy tym pamiętać, że to, co jest dobre dla jednego zakładu produkcyjnego, niekoniecznie znajdzie zastosowanie w innym. Z całą pewnością jednak wszyscy producenci muszą systematycznie zwiększać efektywność energetyczną. Rozważmy zatem krok po kroku, co należy zrobić, by sukcesywnie poprawiać efektywność i zmniejszać emisję CO_2 . Analizę opieramy głównie na branży spożywczej, w której powszechnie wykorzystywana jest para wodna.

ka zarządzania odwadniaczami. Do tego zadania stworzony jest najbardziej zaawansowany software na świecie, tj. SAGE firmy Armstrong. Dzięki niemu możemy stale monitorować i zarządzać odwadniaczami oraz linią powrotu kondensatu. Stosując go pozyskamy mierzalne dane o stanie odwadniaczy i zinventaryzujemy je grupując na poszczególne wydziały, sekcje. Wygenerujemy także raporty o stanie faktycznym odwadniaczy na każde nasze żądanie. Ponadto, w miejscach najbardziej krytycznych dla zakładu, możemy zastosować urządzenia stale monitorujące pracę odwadniaczy i zintegrować je właśnie z oprogramowaniem SAGE.

Jeśli mamy jednak wątpliwości, czy aby na pewno warto odpowiednio zarządzać odwadniaczami, bardzo istotna jest świadomość ile kosztuje nicnierobienie. Na następnej stronie przedstawiam wykres obrazujący jak rosną straty pary w okresie trzech lat braku kontroli pracy odwadniaczy. Rysunek 2 przedstawia również wzrost emisji CO_2 w kontekście dekarbonizacji. Przyjmując, że zakład w ogóle nie przeprowadza diagnostyki odwadniaczy, ich awaryjność w każdym



PAWEŁ HOŁA

Absolwent Politechniki Śląskiej, od 2007 roku zawodowo zajmuje się armaturą przemysłową. W Introilu pracuje na stanowisku kierownika działu armatury przemysłowej.

tel. 601 55 33 61



KROK 1: ZWIĘKSZAMY EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ INSTALACJI POPRAWIAJĄC ZARZĄDZANIE ODWADNIACZAMI

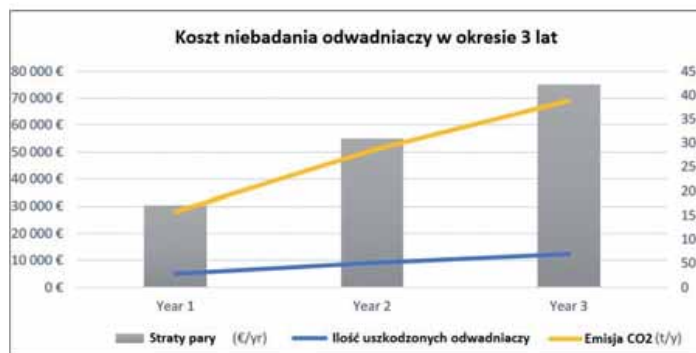
W zakładach produkcyjnych wykorzystujących parę wodną konieczna jest odpowiednia polity-



Rysunek 1
System SAGE



”Zacznijmy od regularnego przeprowadzania badania odwadniaczy celem zmniejszenia ich stopnia awaryjności do ok. 12-20%.



Rysunek 2
Przykład analizy kosztów

Gałąź przemysłu	Przemysł spożywczy
Ilość odwadniaczy	250
Ciśnienie pary wykorzystywane na zakładzie	% ilość odwadniaczy stosowana dla ciśnienia
<5 bar man	45%
5-15 bar man	30%
15-30 bar man	25%
>30 bar man	0%
Ilość procentowa uszkodzonych odwadniaczy	14,50%
Ostatnia data badania odwadniaczy	3-5 lat
Poprawiony współczynnik awaryjności	19%
Średnie straty pary przez uszkodzony odwadniacz	232
Ilość przepracowanych godzin	8600
Koszta wyprodukowania pary (EUR/t)	25,00 EUR
Straty ilościowe pary wodnej (t/rok)	1999
Straty pary wodnej (EUR/rok)	49 981 EUR
Emisja CO ₂	259



Rysunek 3
Przykład analizy kosztów

momencie wynosi zazwyczaj powyżej 40%. Uszkodzone odwadniacze to nic innego jak straty pary żywej, tj. energii i zwiększenie emisji CO₂ oraz przeciwcisnienia. Z kolei, gdy odwadniacze są zablokowane sprawiają, że para jest z dużą zawartością kondensatu, a to oznacza problemy w całym systemie parowym. W rezultacie mamy erozję zaworów regulacyjnych, korozję rurociągów, czy uderzenia wodne. Co więcej – zablokowane odwadniacze redukują wymianę ciepła.

Jaką zatem przyjąć metodologię w działaniu? Zacznijmy od regularnego przeprowadzania badania odwadniaczy celem zmniejszenia ich stopnia awaryjności do ok. 12-20%. Bardzo istotny jest odpowiedni wybór technologii odwadniaczy adekwatny do procesu. W miejscach kluczowych dla produkcji można dodatkowo stale monitorować pracę odwadniaczy, dzięki zastosowaniu urządzeń dedykowanych do ich monitorowania.

1. Przeprowadzanie regularnej diagnostyki odwadniaczy celem weryfikacji, czy odwadniacz pracuje poprawnie, przepuszcza parę, czy jest zablokowany.

2. Wymiana wadliwie działających odwadniaczy na nowe.

3. Weryfikacja doboru odwadniaczy pod kątem zmian zachodzących w procesach produkcyjnych. Sprawdzenie prawidłowości doboru stosowanych odwadniaczy



Dzięki stosowaniu testera UMT firmy Armstrong współpracującym z najnowocześniejszą platformą stworzoną do zarządzania odwadniaczami skutecznie zlokalizujemy wadliwie działające odwadniacze

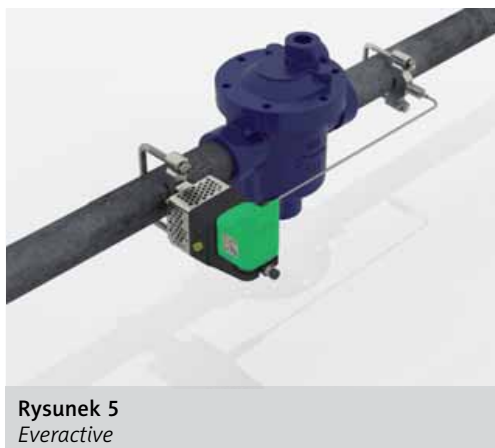
Eliminując odwadniacze przepuszczające parę, zmniejszymy zużycie mediów i poprawimy efektywność instalacji

Dzięki SAGE UMT możemy długofalowo analizować, jak dany typ odwadniacza sprawdza się w procesie, tym samym zobaczymy, jak jego praca ma wpływ na proces

Rysunek 4
Trzy kroki prawidłowej kontroli odwadniaczy



Najnowszym tego typu rozwiązaniem jest system Everactive, czyli urządzenie bezprzewodowe i bezobsługowe, łatwe w instalacji i kompatybilne ze wszystkimi markami i modelami odwadniaczy. Stosując Everactive można otrzymywać alerty o awariach odwadniaczy w momencie ich wystąpienia. Umożliwia to ich naprawę lub wymianę uszkodzonych odwadniaczy, zanim spowodują one poważne problemy w systemie parowym. Jest to przełomowa technologia oferująca maksymalną wydajność i niezawodność, przy jednoczesnym zminimalizowaniu ingerencji w istniejącą infrastrukturę IT.



Rysunek 5
Everactive



KROK 3: IZOLOWANIE ZAWORÓW

Płaszczki izolacyjne są znane nie od dziś, choć często błędnie pomijane. Stosowanie izolacji na zaworach, oprócz redukcji strat ciepłych wynikających z wymiany ciepła, zdecydowanie poprawia komfort pracy obsługi. Płaszczki izolacyjne dobrej jakości są odporne na warunki atmosferyczne i substancje chemiczne, łatwe w instalacji, demontażu i ponownej instalacji, umożliwiając szybki dostęp i łatwą obsługę urządzeń. Kluczową korzyścią jest możliwość wielokrotnego wykorzystania.

Płaszczki izolacyjne są dostępne dla szeroko pojętej gałęzi zaworów, takich jak zasuw, zawory grzybkowe, kulowe, przepustnice, zawory regulacyjne, zawory międzykołnierzowe. Mogą być stosowane również na kołnierzach, pompach, oprzyrządowaniach, głowicach i wszystkich skomplikowanych powierzchniach.

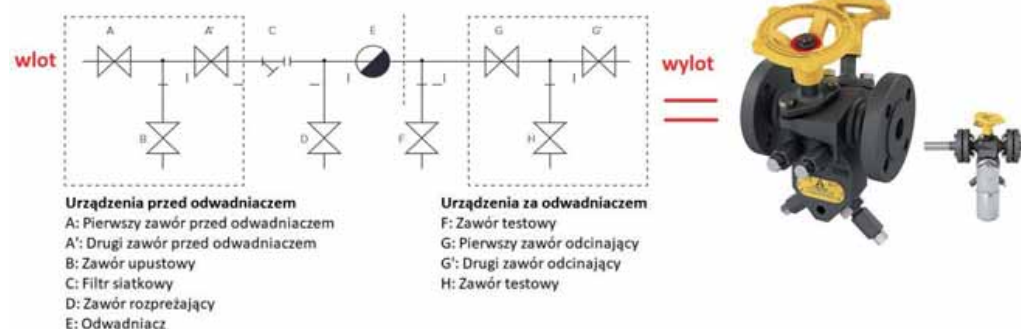


Rysunek 7
Stosowanie płaszczy izolacyjnych zmniejsza straty ciepła

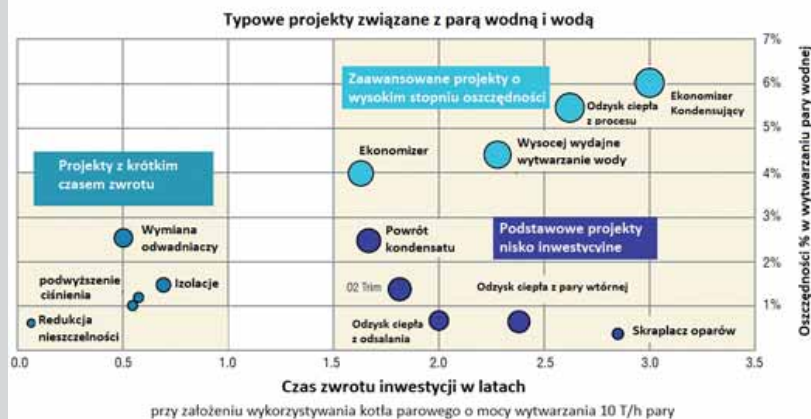


KROK 2: STOSOWANIE URZĄDZEŃ LEPSZEJ JAKOŚCI

Stosowanie urządzeń mniej awaryjnych, o większej żywotności stanowi kolejny aspekt, który warto wziąć pod uwagę. Odnosząc się do zarządzania odwadniaczami, z pomocą SAGE możemy analizować również zawory odcinające przed i za odwadniaczem, filtry, czy zawory spustowe. Dokonując wymian uszkodzonych elementów, warto jest stosować urządzenia kompaktowe w postaci stacji odwadniających. Zajmują one zdecydowanie mniej miejsca, dzięki czemu eliminowana jest znaczna ilość uszczelnień i potencjalnych wycieków. Co oczywiste, to również ma znaczący wpływ w kontekście zwiększania efektywności.



Rysunek 6
Zestawienie elementów wchodzących w skład stacji odwadniającej Armstrong TVS 6000UD



Rysunek 8

Macierz zwrotu z inwestycji

Zarządzając mediami i energią w zakładzie stoimy przed wyzwaniem, jak dokonać oszczędności energetycznych i zmniejszać emisję CO₂ bez wpływu na proces produkcyjny.

KROK 4: AUDYTY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ, CZYLI POSZUKIWANIE OPTIMALIZACJI PROCESU

Zarządzając mediami i energią w zakładzie stoimy przed wyzwaniem, jak dokonać oszczędności energetycznych i zmniejszać emisję CO₂ bez wpływu na proces produkcyjny. W tym celu przeprowadza się audyty efektywności energetycznych. Zazwyczaj tego typu audyt ma nam dać wiedzę, jaki projekt możemy zaimplementować w naszym zakładzie, by powyższym wyzwaniom sprostać. Oczywiście, głównym faktorem jest czas zwrotu inwestycji. Zdecydowanie łatwiej podjąć decyzję inwestycyjną, gdy ten czas nie przekracza 2 – 3 lat. W oparciu o doświadczenie inżynierów firmy Armstrong, od lat zajmujących się audytami energetycznymi, została stworzona grafika uwzględniająca czas zwrotu inwestycji w latach, w skali procentowej możliwych oszczędności w wytwarzaniu pary wodnej (Rysunek 8).

Analizując tę macierz, opisywane dotychczas przez nas kroki mieszczą się w projektach, w których czas zwrotu powinien zamknąć się w okresie 12 miesięcy. Skoro tak, decyzja o ich zaimplementowaniu jest stosunkowo łatwa. Z kolei te bardziej zaawansowane, wymagające dłuższego czasu oczekiwania na zwrot kosztów, tak na dobrą sprawę powinny już być stosowane

w większości zakładów. Rzadko się spotyka zakład produkcyjny, który nie wykorzystuje powrotnie kondensatu, czy nie odzyskuje pary wtórnej przy wykorzystaniu rozprężacza. Najwięcej energii możemy odzyskać stosując ekonomizery na kotłach i wykorzystywać ciepło spalin np. do podgrzewu wstępnego wody.



KROK 5: ODCHODZENIE OD PARY WODNEJ

Wracając do naszego głównego celu jaki chcemy osiągnąć, a mianowicie do dekarbonizacji, istnieje duże prawdopodobieństwo, że to przemysłowe pompy ciepła oraz wysoce efektywne podgrzewacze wody zrewolucjonizują proces pozyskiwania gorącej wody. Doprowadzą one do zmniejszenia zastosowania kotłów parowych w miejscach, w których para wodna nie będzie konieczna do procesu produkcyjnego. Wszak obecne układy grzania gorącej wody wykorzystujące kotły parowe generują straty na poziomie 20–30%. Stosując podgrzewacze Flo-direct wykorzystujące gaz do podgrzewania wody osiągniemy blisko 99,7% efektywność wymiany ciepła.

Z kolei pompy ciepła wykorzystujące energię elektryczną do swojej pracy mogą podgrzewać wodę do 120°C. Ponadto mogą być zasilane energią geotermalną, pobierając ciepło z gruntu za pomocą sond geotermalnych, kolektorów itp. do celów grzewczych. Zaletą takiego rozwiązania jest stosunkowo stała dostępność energii przez cały rok. Pompy ciepła wykorzystujące studnie, rzeki, jeziora itp. jako źródło wody czerpią energię z systemów wymienników ciepła specjalnie zaprojektowanych do indywidualnych wymagań i warunków. Woda dostępna w dużych ilościach jest wydajnym źródłem ciepła, zwłaszcza, że najczęściej posiada ona wysoką temperaturę. Brzmi EKO, prawda? O zasadności wyboru rozwiązania podgrzewania gorącej wody zdecydować zapewne ekonomia i stosunek ceny energii elektrycznej do gazu i możliwości wykorzystywania naturalnych zasobów.



INNEJ DROGI NIE MA

Nie ma już odwrotu ze ścieżki dekarbonizacji. Na tej drodze niezbędna jest optymalizacja całej sieci cieplnej. Zakłady produkcyjne wykorzystujące temperaturę powyżej 110°C powinny skupić się maksymalnie na:

- unowocześnieniu kotłów stosując ekonomizery czy skraplacze oparów;
- maksymalizacji ilości odzyskiwanego kondensatu;
- wprowadzeniu systemu zarządzania kondensatem poprzez monitorowanie odwadniaczy parowych;
- izolowaniu zaworów;
- odzyskiwaniu ciepła z pary wtórnej.

Fabryki wykorzystujące w procesach ciepło poniżej 110°C powinny natomiast zminimalizować zapotrzebowanie na ciepło, poprzez zarządzanie procesem, a także przekształcić sieci parowe na sieci gorącej wody, celem osiągnięcia blisko 100% sprawności.



Podgrzewacz wody Flo direct

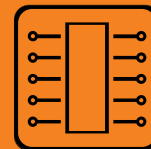
vs



Przemysłowa pompa ciepła

Rysunek 9

Alternatywne źródła ciepłej wody zmniejszą zastosowanie kotłów parowych



Kalibracja przepływomierzy

Przepływomierze, jak niemal każde urządzenie pomiarowe, muszą być kalibrowane. Ponieważ osiągi przepływomierzy pogarszają się z upływem czasu, przyrządy te muszą być kalibrowane w celu zapewnienia niezbędnego poziomu wiarygodności wyników przeprowadzanych badań.



DLACZEGO NALEŻY KALIBROWAĆ PRZEPŁYWOMIERZE?

Istnieje kilka przyczyn niewykalibrowania przepływomierza. Pierwszą z nich są fizyczne modyfikacje, które mogą wystąpić w wyniku korozji lub zabrudzenia w procesie. Druga wynika z faktu, że części wewnętrzne ulegają powolnej degradacji, która ostatecznie ma wpływ na wydajność i dokładność przepływomierza. Przepływomierz może również podlegać uderzeniom mechanicznym lub pneumatycznym wynikającym ze zmian procesu, niewłaściwej instalacji lub wadliwej inicjalizacji lub procedury.



KALIBRACJA PODSTAWY

Kalibracja jest to zestaw operacji, które ustalają, w określonych warunkach, zależność między wartościami wielkości wskazywanych przez przyrząd pomiarowy lub system pomiarowy, a odpowiadającymi im wartościami realizowanymi przez normy. Ważne jest, aby na początku rozpoznać definicję „kalibracji” i zauważyć, że „porównanie” dotyczy tylko warunków w czasie kalibracji. Celem kalibracji jest zwiększenie wiarygodności odczytu uzyskanego z użytkowanego przepływomierza. Normy pomiaru przepływu opierają się na porównaniu z ilością płynu przepływającego (przepływ chwilowy) lub z przepływem sumarycznym (zużycie).

Wzorce mogą opierać się na pomiarze masy lub objętości. Wymaganą wielkość masy lub objętości można obliczyć ze zmierzonej wielkości, na podstawie znajomości gęstości płynu na przepływomierzu testowym. Normy mogą być statyczne lub dynamiczne, a wybór ten jest dokonywany na podstawie danych wyjściowych i końcowego zastosowania przepływomierza. Niektóre przepływomierze są używane do pomiaru ilości i mają krótki czas odpowiedzi; inne są przeznaczone do pomiaru natężenia przepływu i mają długi czas odpowiedzi. Kalibracja przepływomierza powinna obejmować znaczny zakres natężenia przepływu dla przepływomierza i ustalić wydajność w tym zakresie.

„Wzorzec” kalibracji przepływu powinien jak najdokładniej odwzorowywać warunki, w jakich przepływomierz będzie używany. Pełna replikacja jest niemożliwa, a kluczem do sukcesu jest bycie tak blisko, jak to możliwe; oraz rozpoznanie charakteru i wydajności testowanego typu przepływomierza. Czynniki, które mają największy wpływ to: lepkość płynu, efekty instalacji spowodowane

zagięciami i złączkami, temperatura i ciśnienie. Norma powinna również mieć określoną identyfikowalność i niepewność wybraną tak, aby odpowiadała oczekiwaniom końcowego pomiaru.

Wybór standardu musi również uwzględniać dynamikę przepływomierza oraz charakter i rozdzielczość wyjścia. Ponieważ kalibracja jest porównaniem, wielkość zmierzona przez normę musi odpowiadać wielkości zmierzonej przez przepływomierz i musi uwzględniać rozdzielczość przepływomierza. Przepływomierz używany do pomiaru bardzo dużych ilości płynu, przez długi czas może nie mieć rozdzielczości odpowiedniej do pomiaru mniejszych ilości mierzonych przez normę.

Wynik kalibracji przepływomierza zwykle zapewnia dwie powiązane liczby: jedną związaną z natężeniem przepływu, a drugą jako wskaźnik wydajności. Szybkość przepływu będzie wyrażona jako masa na jednostkę czasu, objętość na jednostkę czasu, liczba Reynoldsa lub jakakolwiek inna miara związana z natężeniem przepływu. Wskaźnik wydajności wiąże oczekiwaną wydajność miernika ze zmierzoną wydajnością. Przykładami wskaźników wydajności są współczynnik K, błąd i współczynnik miernika.



JAK KALIBROWAĆ PRZEPŁYWOMIERZE?

Urządzenia do pomiaru przepływu można kalibrować trzema metodami. Pierwszą z nich jest kalibracja na mokro przy użyciu rzeczywistego przepływu płynu. Drugą metodą jest kontrola wymiarów fizycznych i wykorzystanie szczytów empirycznych odnoszących natężenie przepływu do tych wymiarów. Ostatnią techniką jest kalibracja na sucho z wykorzystaniem symulacji przepływu, za pomocą środków elektronicznych lub mechanicznych.

Powszechne jest dokonywanie pomiarów przy użyciu kombinacji kilku przyrządów działających razem. Właściwe jest również kalibrowanie różnych części takiego systemu różnymi metodami. W przypadku przepływomierza z przetwornikiem i wskaźnikiem, powszechną praktyką jest kalibracja na mokro przepływomierza i odrębna kalibracja na sucho przetwornika i wskaźnika. Często można dodatkowo podzielić sam przepływomierz na zwilżoną część (element generujący sygnał przepływu) i przetwornik (część zapewniająca przetwarzanie sygnału).

Ileokroć oddzielnie kalibruje się części systemu, należy zachować odpowiednie proporcje dokładności dla każdej kalibracji i obliczyć ogólną dokładność systemu za pomocą opisanej wcześniej metody.



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



„Celem kalibracji jest zwiększenie wiarygodności odczytu uzyskanego z użytkowanego przepływowomierza.



KALIBRACJA NA MOKRO

Kalibracja na mokro wykorzystująca rzeczywisty przepływ płynu, zwykle zapewnia najwyższą dokładność kalibracji przepływowomierza i znajduje zastosowanie tam, gdzie dokładność jest głównym kryterium. Precyzyjne przepływowomierze zwykle są kalibrowane na mokro w momencie produkcji. Po dłuższym stosowaniu użytkownik często je serwisuje, demontuje z instalacji i ponownie kalibruje. Jeśli wymagany jest przepływowomierz do celów rozliczeniowych lub innych celów księgowych, można chcieć uzyskać kalibrację po odbiorze i po adiustacji. Otrzymane wyniki pozwalają ocenić jaka niepewność pomiarowa mogła wystąpić w mierniku podczas użytkowania, przed ponowną kalibracją. Jeśli ten błąd jest duży, należy ocenić wpływ błędu na poprzednie pomiary i ustalić, czy potrzebne są dodatkowe działania.



PRZEPŁYWOMIERZE WZORCOWE

Być może najczęstszą metodą kalibracji na mokro jest porównanie wyjścia testowanego



Rysunek 1
Stanowisko kalibracyjne przepływowomierzy



Rysunek 2
Mobilne stanowisko kalibracyjne przepływowomierzy

przepływowomierza z jednym lub więcej przepływowomierzami, które zostały certyfikowane zgodnie ze standardami wysokiej dokładności, znanymi jako przepływowomierze wzorcowe. W tym celu można zbudować małe stanowisko porównawcze mierników głównych, przy niższych kosztach niż inne metody kalibracji na mokro. Jeśli układ jest właściwie zaprojektowany i utrzymywany, jest w stanie kalibrować przepływowomierze z tolerancją odczytu $\pm 1\%$ lub mniej.



WAGA, STANDARDY OBJĘTOŚCI

Trzy metody kalibracji znajdują zastosowanie, gdy zbiornik wagowy lub objętościowy jest standaryzowany. W metodzie kalibracji statycznej przepływ rozpoczyna się szybko, aby rozpocząć test, utrzymuje się na stałym poziomie podczas testu, a następnie wyłącza się po zakończeniu testu. Porównuje się zsumowany odczyt z przepływowomierza z zebraną masą lub objętością i oblicza wydajność przepływowomierza. System statyczny działa najlepiej z przepływowomierzami, które mają minimalną czułość na niskie natężenia przepływu. Nie daje on jednak optymalnych wyników w przypadku wysokowydajnych, cyfrowych mierników wyjściowych, takich jak przepływowomierze wirowe. Wynika to z błędów uzyskiwanych podczas krótkich okresów niskiego przepływu na początku i na końcu testu. Z tego powodu pomiary statyczne nie są już w powszechnym użyciu.

Wzorzec masy lub objętości może być również używany w trybie całkowicie dynamicznym. W tej metodzie przepływ jest ustalany na stałym poziomie przed rozpoczęciem testu. Odczyt przepływowomierza i początkowa masa lub objętość są odczytywane jednocześnie, aby rozpocząć test i, ponownie, po żądanym okresie zbierania, aby test zakończyć.



HYBRYDOWY, DYNAMICZNY START-STOP

Hybrydowe, dynamiczne systemy start-stop, statyczne systemy odczytu masy i objętości zapewniają zazwyczaj dokładniejsze kalibracje, niż systemy czysto statyczne lub dynamiczne. W takich systemach uzyskuje się żadaną prędkość przepływu testowego, gdy przepływ jest kierowany poza wzorce przepływu masowego lub objętościowego. Rozpoczynamy przebieg testowy, kierując przepływ do wzorca i zakańczamy go, kierując go z systemu. Sygnał przepływu, który powinien być cyfrowy, jest włączany i wyłączany przez zmianę kierunku. Należy odczytywać masę lub objętość po odpowiednim czasie ustalania i porównać z odczytem sumarycznym przepływowomierza.

Kluczem do dynamicznego systemu odczytu start-stop jest konstrukcja zaworu odcinającego przepływ – włączającego i wyłączającego przepływ, który mieści się w standardzie określonym przez normy. W dobrze zaprojektowanym systemie, rzeczywisty czas przekierowania jest znacznie krótszy niż czas pomiaru, a wzorzec przepły-

wu przez rozdzielacz jest niezależny od natężenia przepływu. W tych warunkach czynnikiem ograniczającym niepewność systemu jest podstawowa dokładność i rozdzielczość wzorców masy lub objętości. Ostrożnie można zredukować błędy do mniej niż 0,1% odczytu w warunkach laboratoryjnych. Ze względu na ich rozmiar i koszt, niewiele systemów kalibracyjnych tego typu znajduje zastosowanie w terenie.



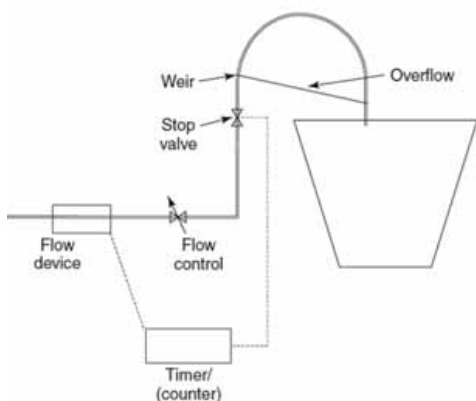
KALIBRACJA GRAWIMETRYCZNA PRZEPŁYWOMIERZY

Przepływomierze można kalibrować grawimetrycznie poprzez ważenie ilości cieczy zebranej w naczyniu. Naczynie waży się i odnotowuje wagę (w powietrzu) zebranego płynu. Ponieważ ilość płynu musi być wyrażona jako masa, ciężar należy skorygować o efekt wyporu powietrza. Waga jest kalibrowana przy użyciu odważników o umownej gęstości 8000 kg/m^3 , a zbierany płyn będzie miał znacząco różną gęstość, napór powietrza na zbiornik będzie miał istotny wpływ. Aby określić objętość, masę dzieli się przez gęstość wyznaczoną na przepływomierzu. Gęstość można zmierzyć za pomocą densytometru, ale częściej oblicza się ją na podstawie znajomości właściwości płynu oraz pomiarów temperatury i ciśnienia na mierniku testowym.



METODA STARTU I METY – STATYCZNA

Ta metoda jest generalnie preferowana w przypadku przepływomierzy, które są używane do pomiaru ilości cieczy, zwłaszcza przepływomierzy dla ilości partii. Wymagane natężenie przepływu jest ustalane w zbiorniku. Przepływ jest następnie zatrzymywany za pomocą szybko działającego zaworu, pojemnik jest opróżniany, a zawór spustowy zamykany. Przepływ zostaje wznowiony, pojemnik napełniony, a przepływ zostaje zatrzymany. Odnotowuje się wagę cieczy wraz z czasem potrzebnym do napełnienia zbiornika. Odnotowywany jest również odczyt z przepływomierza. Podczas napełniania odnotowuje



Rysunek 3

Schemat zastosowania metody startu i mety – opcja statyczna

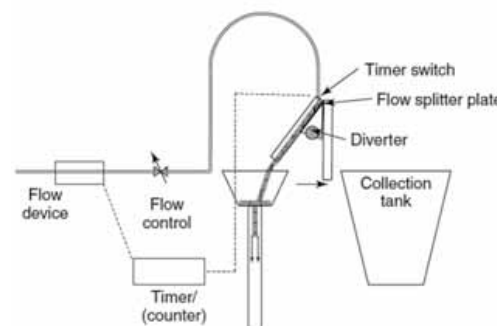
się z kolei także temperaturę i ciśnienie cieczy na przepływomierzu.



METODA STARTU I METY – DYNAMICZNA

Jest ona czasami nazywana metodą rozdzielającą. W tej metodzie przepływ przez przepływomierz nie jest zatrzymywany, ale przepływ jest kierowany między powrotem do zasilania, a zbiornikiem zbiorczym. Przetłącznik na mechanizmie rozdzielającym uruchamia i zatrzymuje licznik czasu, który odmierza czas napełniania miarki pobranej i licznik sumuje impulsy z urządzenia testowego. W tej metodzie kluczem do precyzyjnego pomiaru jest dokładne oddzielenie płynu wchodzącego do zbiornika i płynu powracającego do źródła. Metoda ta jest stosowana głównie w przypadku przepływomierzy z długimi czasami odpowiedzi i tam, gdzie natężenie przepływu jest głównym pomiarem, a nie zmierzoną ilością (zużyciem).

Głównym źródłem niepewności dla obu metod kalibracji grawimetrycznej jest błąd synchronizacji. W przypadku metody startu zatrzymanego jest to



Rysunek 4

Schemat zastosowania metody startu i mety – opcja dynamiczna

spowodowane czasem odpowiedzi przepływomierza i zmieniającym się przepływem na każdym końcu badania. W przypadku metod z rozdzielaczem jest to wprowadzane przez niewyzwalanie w środku hydraulicznym strumienia cieczy.



KLUCZOWA KALIBRACJA

Metod kalibracji przepływomierzy jest kilka. Wybór zależy przede wszystkim od typu przepływomierza i medium, a także od wymaganej dokładności pomiaru. Ważne przy tym jest to, że niektóre przepływomierze mogą być kalibrowane raz (przez producenta) i nie wymagają rekalkibracji przy normalnej pracy (po serwisowaniu może dojść do sytuacji, że należy dokonać kalibracji powtórnej). Inne typy przepływomierzy wymagają okresowych kalibracji powtórnych, gdyż z uwagi na metodę działania, konstrukcję i warunki w jakich pracują, ulegają rozkalibrowaniu i dostarczają niewiarygodnych wyników. Co niemniej istotne, niektóre przepływomierze można rekalkibrować w miejscu instalacji, mając odpowiedni sprzęt, inne kalibruje się (a raczej wzorcuje) w akredytowanych laboratoriach.

„Kalibracja na mokro wykorzystująca rzeczywisty przepływ płynu, zwykle zapewnia najwyższą dokładność kalibracji przepływomierza.”

Analiza spalin, wykrywanie nieszczelności, diagnostyka kotłów, pomiar ciśnienia.

Rozwiązania dla profesjonalistów od ecom

ecom[®]
tworbr

ecom-EN3

Kompaktowy przyrząd pomiarowy

ecom-CL2

Analizator spalin
do zastosowań grzewczych

ecom-J2KNpro

Analizator spalin z radiowym
modułem zdalnego sterowania

- pomiar do 6 różnych gazów
- pomiar O_2/CO z kompensacją H_2
- czujniki o długiej żywotności
- zintegrowana, szybka drukarka termiczna
- automatyczne monitorowanie
lub odprowadzanie kondensatu
- solidna aluminiowa obudowa
z uchwytem i paskiem na ramię
- wydajna bateria litowo-jonowa
- bezprzewodowy transfer danych
(np. do smartfonu lub tabletu)

przenosne@introl.pl

Introl Sp. z o.o.

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary