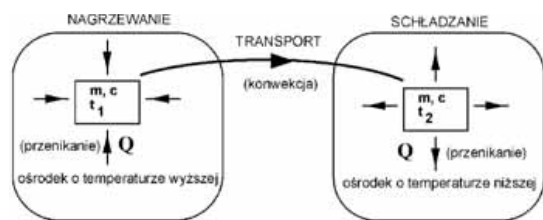


Jak mierzyć ciepło – czyli ciepłomierze z bliska

W czasach, w których musimy mierzyć się z malejącymi zasobami energii oraz wzrostem jej cen, bardzo istotna jest kontrola pozwalająca na optymalizację zużycia energii cieplnej. W tym celu należy stosować urządzenia pomiarowe o wysokiej dokładności, stabilności pomiaru oraz niezawodności. Dobór odpowiednich urządzeń dla danej aplikacji jest więc bardzo ważnym aspektem. W niniejszym artykule, oprócz przedstawiania teoretycznych zagadnień związanych z ciepłomierzami, poruszymy także kwestie praktyczne związane z ich zastosowaniem i możliwościami.

ZASADA POMIARU ILOŚCI CIEPŁA

Rozważając problematykę pomiaru ciepła warto rozpocząć od zdefiniowania czym właściwie jest ciepło oraz w jaki sposób je zmierzyć. Z praktycznego punktu widzenia ciepło od zawsze miało i ma najważniejsze zastosowanie w instalacjach grzewczych (ale również chłodniczych), gdzie wykorzystywana jest możliwość jego przekazywania. Zasada działania instalacji grzewczej jest powszechnie znana – umieszczamy nośnik energii (najczęściej woda) o pewnej masie (m) w ośrodku o temperaturze wyższej, w którym poprzez przenikanie nośnik pobiera ciepło, zwiększa swoją energię wewnętrzną i nagrzewa się do pewnej temperatury (t_1). W następnej kolejności nośnik ten, poprzez konwekcję, przetransportowany jest do ośrodka o temperaturze niższej, gdzie oddając pobrane ciepło podwyższa temperaturę ośrodka, jednocześnie schładzając się do temperatury t_2 .



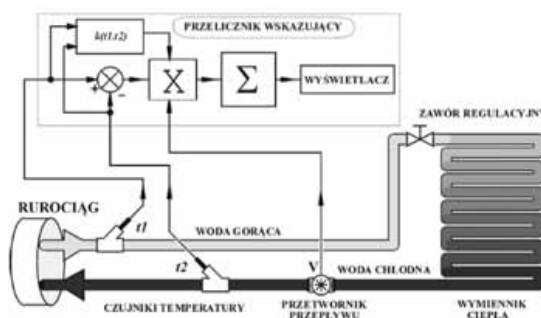
Ilość ciepła Q_c przetransportowanego w taki sposób równa jest iloczynowi objętości (V) nośnika energii, współczynnika ciepła (k) oraz różnicy temperatur przed i po przemianie. Współczynnik ciepła jest to parametr wprowadzony dla uproszczenia pomiarów, jest on funkcją odpowiednich właściwości fizycznych nośnika ciepła oraz jego temperatury (uwzględnienia wpływ temperatury na gęstość cieczy i jego pojemność cieplną).

$$Q_c = kV(t_1 - t_2)$$

Powyższy wzór ma również zastosowanie w odwrotnym przypadku – do obliczania ilości ciepła pobranego przez nośnik.

PODZIAŁ CIEPŁOMIERZY, ICH CZĘŚCI SKŁADOWE ORAZ DOBÓR

Przyrządem pomiarowym służącym do pomiaru ilości ciepła są ciepłomierze, które są układem kilku urządzeń. Ciepłomierze składają się z przetwornika przepływu, pary czujników temperatury oraz przelicznika elektronicznego. Przetwornik dostarcza wynik pomiaru strumienia masy lub objętości nośnika energii. Czujniki temperatury, montowane na rurociągu zasilającym i powrotnym, wskazują wysokość temperatury nośnika dopływającego do wymiennika oraz odpływającego. Dane te dostarczone do przelicznika ciepła zostają przetworzone i otrzymujemy ilość ciepła wyrażoną zazwyczaj w kWh lub GJ.



◀ Zasada działania instalacji grzewczej

Ze względu na konstrukcję rozróżnia się ciepłomierze kompaktowe (gdzie wszystkie elementy połączone są na stałe) oraz rozłączne. Inny, umowy podział to ciepłomierze domowe i przemysłowe. Te pierwsze przeznaczone są przede wszystkim dla małych odbiorców ciepła, a wymagania jakie szczególnie muszą spełniać to reakcja na duże i nagłe zapotrzebowania na energię, a także możliwość pomiaru niskich wartości przepływu. Ciepłomierze przemysłowe, dedykowane dla dużych odbiorców, powinny odznaczać się wysoką niezawodnością, dokładnością, długotrwałą stabilnością pomiaru, a także możliwością odczytu, oprócz ilości ciepła, takich wielkości jak temperatura, różnica temperatur, strumień objętości, strumień masy czy moc cieplna. Ważną funkcją jest także możliwość sygnalizacji lub rejestracji stanów alarmowych, a także przekroczeń zakresów pomiarowych, jak również wyposażenie w niezbędne interfejsy komunikacyjne.

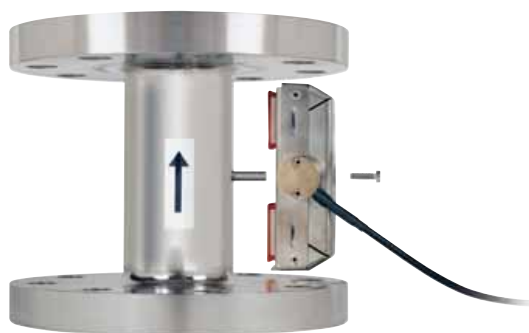
TECHNOLOGICZNE VS ROZLICZENIOWE

Wskazania ciepłomierzy stanowią podstawę do rozliczeń. Mogą to być rozliczenia technologiczne (wewnątrzzakładowe), jednak w większości przypadków rozliczenia dokonywane są pomiędzy dostawcą, a odbiorcą i dlatego urządzenia rozliczeniowe muszą podlegać prawnej kontroli. Ma ona na celu wykazanie czy przyrządy pomiarowe spełniają wymagania techniczne i metrologiczne określone we właściwych przepisach. Te zasadnicze wymagania określa tzw. dyrektywa MID Parlamentu Europejskiego (*Measuring Instruments Directive*), w Polsce wdrożona Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych. Kontrola metrologiczna urządzeń obejmuje zatwierdzenie typu oraz legalizację. Zatwierdzenie typu stanowi potwierdzenie, iż przyrząd pomiarowy spełnia dane wymagania i odnosi się do przyrządów pomiarowych danego typu. Legalizacja natomiast dotyczy każdego egzemplarza przyrządu pomiarowego z osobna. Jest ona ważna przez okres 5 lat i po tym czasie należy dokonać legalizacji ponownej. Dotyczy to również sytuacji, kiedy urządzenia ulegną awarii i zostaną naprawione. Ponowna legalizacja wiąże się ze zdemontowaniem urządzeń, co stanowi oczywiste niedogodności – urządzenia

◀◀ Schemat zasady pomiaru ilości ciepła

muszą zostać na ten czas zastąpione innymi egzemplarzami posiadającymi ważną cechę legalizacyjną. Ciekawym rozwiązaniem, o którym chciałabym wspomnieć jest przepływomierz ultradźwiękowy AMFLO SONIC DryX firmy INTEGRA Metering, który dzięki modułowej budowie umożliwia nieprzerwaną rekaliibrację lub kalibrację na obiegu ogrzewania lub chłodzenia. Przepływomierz składa się z części hydraulicznej (czujnik stanowiący rurę pomiarową) i wymiennej elektroniki pomiarowej. Podczas kalibracji lub rekaliibracji nie ma konieczności demontażu części hydraulicznej – demontowana jest jedynie elektronika, która jest wysyłana do laboratorium weryfikacyjnego. Upraszcza to procedurę ponownej legalizacji bez ponoszenia kosztów ingerencji w część hydrauliczną, z uniknięciem przestojów pracy w systemie grzewczym lub chłodniczym.

Przepływomierz ultradźwiękowy AMFLO SONIC DryX



PRZETWORNIKI PRZEPŁYWU

Jak już wspominałam, każdy ciepłomierz składa się z pary czujników temperatury, przetwornika przepływu oraz licznika. Czujniki temperatury typu Pt100, Pt500 lub Pt1000 powinny być parowane, tzn., że ich charakterystyki termometryczne powinny być ze sobą zgodne, w granicach dopuszczalnego błędu. Przetwornik przepływu montowany na zasilaniu lub na powrocie obiegu wymiany ciepła przekazuje do licznika ciepła sygnałem wyjściowym informacje o przepływie nośnika ciepła. Najczęściej stosowane w praktyce przepływomierze to:

- ultradźwiękowe,
- elektromagnetyczne,
- mechaniczne,
- wirowe,
- Coriolisa,
- oparte o pomiar elementem spiętrającym.

Wybór sposobu pomiaru przepływu nie zależy tylko i wyłącznie od preferencji użytkownika, a uzależniony jest od wielu czynników. Przede wszystkim, zależny jest od rodzaju mierzonego medium, które jest nośnikiem ciepła lub chłodu. Do pomiaru wody szeroko stosowane są wodomierze mechaniczne bądź przepływomierze ultradźwiękowe. Jeżeli mierzone medium to roztwór wody z glikolem, sprawdzają się przepływomierze elektromagnetyczne, o ile roztwór ten



posiada odpowiednią przewodność, wymaganą dla tego typu przepływomierzy. W układzie pomiaru ciepła pary wodnej, do wskazań natężenia przepływu stosowane są przede wszystkim przepływomierze wirowe, a także zwężki czy kryzy.

Przy doborze urządzenia pomiarowego należy kierować się również takimi względami jak wymagana dokładność pomiaru, jego stabilność, wielkość średnicy rurociągu, wymagane dla urządzenia odcinki proste, straty ciśnienia, warunki ciśnienia i temperatury medium, a także cena przepływomierza.

Ciekawym rozwiązaniem, o którym chciałabym nadmienić są ultradźwiękowe ciepłomierze bezinwazyjne. Co prawda nie posiadają one tak wysokiej dokładności jak przepływomierze ultradźwiękowe inwazyjne, elektromagnetyczne czy elementy spiętrzące, jednak dzięki brakowi konieczności ingerencji w rurociąg sprawdzają się w przypadku wielu wymagających aplikacji. Stosowane mogą być na przykład w pomiarze ciepła oleju termalnego czy też mediów, które mogłyby powodować korozję elementów zwilżanych w przypadku przepływomierzy inwazyjnych. Firma FLEXIM będąca producentem tego typu urządzeń w swojej ofercie posiada zarówno ciepłomierze stacjonarne, jak i wersje przenośne w szerokim zakresie średnic rurociągów.



LICZNIKI CIEPŁA

Kolejną częścią składową każdego ciepłomierza jest licznik ciepła, służący do obliczenia takich wskazań jak moc cieplna, objętościowe lub masowe natężenie przepływu, temperatura medium po stronie gorącej i zimnej, różnica temperatur, gęstość medium oraz współczynnik ciepła. Przybliżając tematykę liczników ciepła chciałabym opisać ich możliwości oraz funkcje na podstawie liczników CALEC® ST II oraz CALEC® Energy Master firmy INTEGRA Metering AG (dawniej Aquametro AG).

Obydwa liczniki mogą być wykorzystane nie tylko w aplikacjach grzewczych i chłodniczych, ale również w instalacjach klimatyzacji oraz wykorzystujących alternatywne źródła energii. Przystosowane są do pomiaru wody oraz mediów na bazie glikolu. Licznik Calec® Energy Master, dzięki specjalnej funkcji, dostosowany jest także do pomiaru około trzystu innych rodzajów cieczy w zakresie temperatur od -50 do 550°C. Oba liczniki mogą być wyposażone w wejścia oraz wyjścia komunikacyjne w ilości dostosowanej do potrzeb użytkownika. Licznik Calec® Energy Master posiada M-Bus, natomiast Calec® ST II oferuje dodatkowo protokoły Modbus, LON, N2Open, BACnet MS/TP oraz, od niedawna, również KNX – coraz bardziej popularny na rynku polskim system automatyki budynkowej. Oprócz podstawowych udogodnień jak

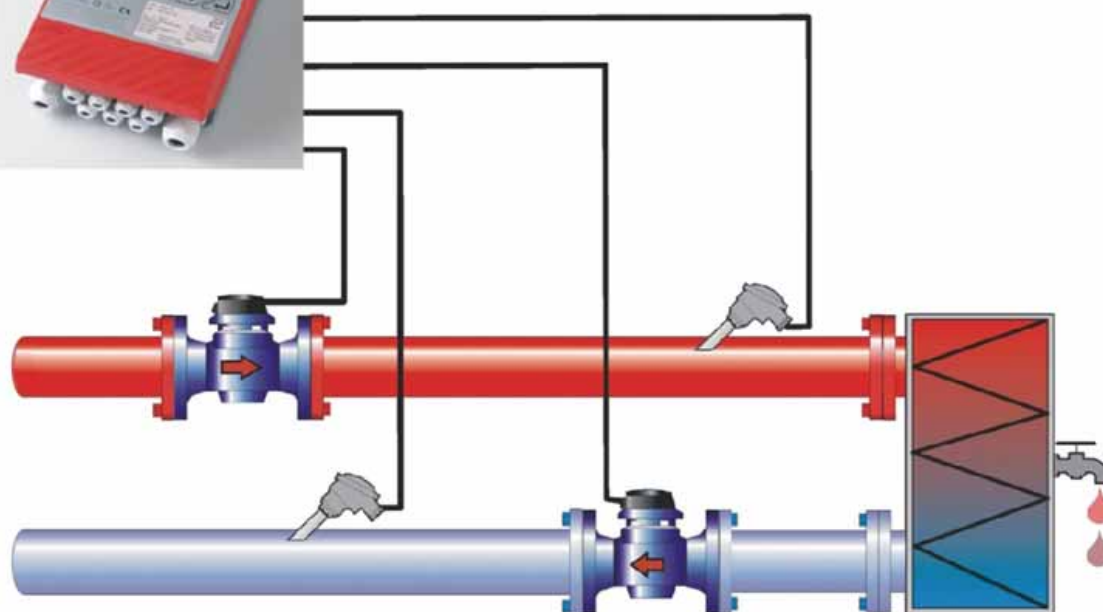
Przenośny przepływomierz ultradźwiękowy FLUXUS F601

Przepływomierz wirowy M22



◀◀
Licznik ciepła
Calec® ST II

◀
Licznik ciepła Calec®
Energy Master



◀
Schemat zastosowania
licznika Calec® Energy
Master w systemie
otwartym

rejestracja danych w odstępach co minutę/godzinę/dzień/tydzień/miesiąc, czy dostosowanie dat bilingów, liczniki posiadają szereg specjalnych funkcji dostosowanych do danej aplikacji, takich jak:

- pomiar dwukierunkowy,
- zastosowanie w instalacjach grzewczo-chłodniczych,
- taryfowy limit powrotu (polegający na zwrocie do sieci zasilającej, przy przekroczeniu zaprogramowanego limitu temperatury dla ilości ciepła na „powrocie”),
- pomiar w otwartych systemach hydraulicznych
- zastosowanie w obiegach grzewczych z dwoma przepływomierzami (praca lato / zima, różne zakresy pomiarowe),
- funkcja „Freeze” przydatna szczególnie w dużych zakładach, gdzie pracuje wiele liczników ciepła – umożliwia odczyt sekwencyjny w celu uniknięcia odchyłen w czasie odczytu (powodujących rozbieżności w pomiarze),
- funkcja „low-flow OFF”, która po uaktywnieniu umożliwia wykrycie przekroczenia ustawionej przez użytkownika różnicy temperatur.

Przy wyborze pomiędzy dwoma typami liczników, oprócz dostępnych dla każdego z nich funkcji, pamiętać należy, iż dla aplikacji o wysokiej mocy producent rekomenduje zastosowanie licznika Calec® Energy

Master. Oczywiście opisane powyżej liczniki posiadają zatwierdzenie MID (zgodnie z 2004/22 / WE) dla aplikacji wodnych. Warto zaznaczyć, że liczniki ciepła Calec®, dzięki swojej dokładności, niezawodności oraz długoterminowej stabilności pomiaru, wykorzystywane mogą być nie tylko do obliczenia zużycia energii, ale także optymalizacji jej zużycia.

PRAWIDŁOWY DOBÓR

Ciepłomierz to cały układ kilku urządzeń, a prawidłowa praca układu wymaga odpowiedniego doboru każdego elementu. Najważniejszy jest dobór przetwornika przepływu, który musi po prostu skutecznie mierzyć w danych warunkach. Wybór czujników temperatury, choć mniej skomplikowany, także ma znaczenie. Na końcu dobierzemy odpowiedni licznik ciepła, biorąc po uwagę jego parametry, dodatkowe funkcje i, co najważniejsze, możliwość pracy w układach technologicznych / rozliczeniowych.

Katarzyna Żarska

Absolwentka Wydziału Ochrony Środowiska na Uniwersytecie Śląskim. W Introlu pracuje od 2016 roku, na stanowisku specjalista ds. aparatury kontrolno-pomiarowej w dziale pomiarów przepływu. Na co dzień zajmuje się doбором przepływomierzy dla różnych aplikacji, a specjalizuje się w doborze ciepłomierzy.

32 789 00 99

