

Krzysztof NEUPAUER, Aneta GŁUSZEK, Janusz MAGIERA

e-mail: kneupauer@chemia.pk.edu.pl

Instytut Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, Kraków

Sterownik nowego typu dla instalacji hybrydowych z odnawialnymi źródłami energii

Wstęp

Aktualnie intensywnie poszukuje się, zarówno w obszarze nauki jak i praktyki, możliwości wykorzystywania odnawialnych źródeł energii dla wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej. Żadna istniejąca obecnie technologia pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych nie jest w stanie w pełni pokryć zapotrzebowania na energię ciepłą. Coraz częściej dla wspomagania ogrzewania budynków i wytwarzania ciepłej wody użytkowej CWU [1] projektowane są instalacje hybrydowe, oparte na więcej niż jednym źródle ciepła. Energia pozyskiwana jest w pierwszej kolejności ze źródeł odnawialnych, a w niekorzystnych warunkach pogodowych także z innych źródeł. Takie instalacje, posiadające w swoim składzie kolektory słoneczne [2], kocioł na biomasę, pompę ciepła [3] lub gazowy kocioł kondensacyjny wymagają odpowiedniego systemu sterowania. Na rynku dostępne są różne sterowniki i liczniki energii ciepłej, jednak urządzenia te mogą współpracować tylko z jednym źródłem ciepła. Istnieje potrzeba wprowadzenia nowego typu sterownika, który potrafiłby nadzorować pracę kilku obiegów grzewczych oraz bilansować energię w różnych obszarach instalacji. Sterowanie instalacją hybrydową powinno odbywać się w taki sposób, aby uzyskać energię ze źródeł odnawialnych były jak największe, a konwencjonalne źródła energii były wykorzystywane tylko w koniecznych sytuacjach. Istotne jest również, aby była możliwość komunikowania się ze sterownikiem przez Internet.

Budowa sterownika – hardware

Sterownik składa się z 4 istotnych elementów: kart wejścia-wyjścia pracujących w systemie analogowym lub cyfrowym, systemu pamięci, modułu internetowego i wyjścia przekaźnikowego.

Zasada działania sterownika

Przedmiotowy sterownik, w wersji standardowej wyposażony w internetowy moduł do komunikacji na odległość, posiada wbudowaną pamięć z możliwością zapisu danych w czasie do 16 miesięcy i może sterować trzema różnymi źródłami ciepła: obiegiem solarnym i dwoma kotłami o regulowanej mocy. Po stronie odbioru energii sterownik może obsługiwać cztery obiegi grzewcze, a także obieg CWU. Dostępne są też liczniki energii, mocy chwilowej, zużycia, czasu, ilości załączeń. Specjalne oprogramowanie sterownika umożliwia obserwację mierzonych parametrów w postaci dziennych lub rocznych wykresów przebiegu temperatur i zużycia energii. Istnieje możliwość sporządzenia bilansów energetycznych i finansowych, co stanowi podsumowanie pracy instalacji dla danego okresu czasu. W razie wystąpienia sytuacji awaryjnej, krytycznej, bądź odbiegającej od normy, urządzenie wysyła informacje do osób zainteresowanych w formie wiadomości sms, e-mail lub faksu.

Sterowanie obiegiem solarnym

Urządzenie może sterować dwoma polami kolektorów słonecznych. Sterowanie obiegiem solarnym odbywa się na podstawie pomiaru różnicy temperatur medium transportującego ciepło w kolektorze słonecznym i w zasobniku, w dolnej jego części. Jeśli różnica jest dodatnia i przekroczy wartość zadaną, następuje załączenie pompy obiegowej. Jeżeli różnica temperatur spadnie poniżej wartości zadanej pompa obie-

gowa zostaje wyłączona. Istnieje możliwość zmniejszenia liczby cykli załączeń pompy obiegowej poprzez ustawienie histerezy załączania. Aby maksymalnie zwiększyć uzyski energii solarnej, wydatek nominalny pompy jest płynnie regulowany co 1% w przedziale od 35 do 100%. Obroty pompy są tak dobierane, aby różnica temperatur na zasilaniu i powrocie z pracujących kolektorów słonecznych była równa wartości zadanej. Zapewnia to właściwą pracę kolektorów, a jednocześnie zabezpiecza instalację kolektorów przed tym aby nie stała się ona chłodnicą dla czynnika solarnego w okresie gdy nie dociera do kolektorów strumień energii ze słońca. Obroty pompy regulowane są za pomocą sygnału prądowego lub napięciowego, tzw. metodą PWM (*Pulse Width Modulation*), która polega na zmianie szerokości impulsu o stałej amplitudzie. W obiegu solarnym możliwy jest pomiar energii oraz mocy chwilowej, uzyskiwanej przez pracujące kolektory słoneczne. Przepływ chwilowy wyliczany jest na podstawie pomiaru czasu pomiędzy impulsami przepływomierza, natomiast różnica temperatur odczytywana jest z tych samych czujników, które służą do sterowania systemem.

Sterowanie kotłami na paliwa stałe

Kocioł na paliwo stałe, ze względu na możliwość pojawienia się punktu rosy, powinien pracować w temperaturach powyżej 40–50°C. Sterowanie obiegiem grzewczym kotła polega na załączeniu pompy obiegowej w momencie, gdy temperatura medium transportującego ciepło w urządzeniu jest większa od zadanej temperatury minimalnej i temperatury wody w zasobniku. Strumień objętościowy medium odbierającego ciepło regulowany jest na dwa sposoby, poprzez:

- mieszający zawór trójdrożny, znajdujący się na powrocie do kotła; stopień otwarcia zaworu uzależniony jest od mierzonej temperatury kotła i temperatury wody powrotnej przed i za zaworem; pompa obiegowa pracuje przy stałym wydatku;
- zastosowanie zmiennego wydatku pompy obiegowej; obroty pompy są tak dobierane, aby nie dopuścić do nadmiernego wychłodzenia kotła oraz aby uzyskać żądaną różnicę temperatur na zasilaniu i powrocie.

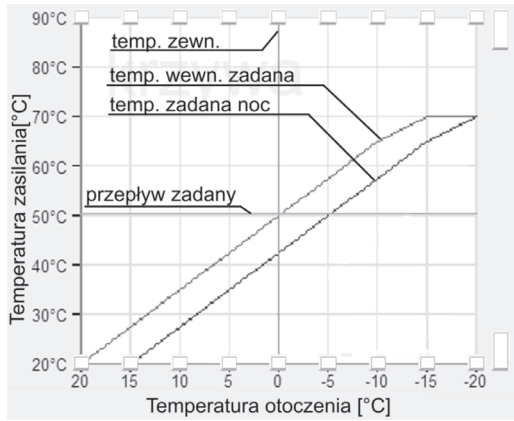
Możliwy jest także pomiar mocy i energii grzewczej tego obiegu poprzez zainstalowanie przepływomierza z impulsatorem.

Sterowanie kotłami olejowymi, gazowymi, pompami ciepła i elektrycznymi urządzeniami grzewczymi

Sterowanie urządzeniami typu kotły gazowe i olejowe, pompy ciepła i podgrzewacze elektryczne odbywa się w taki sposób, aby energia w nich wytwarzana była równa chwilowemu zapotrzebowaniu na energię. Sterowanie tymi urządzeniami powinno zapewniać szybki i płynny rozruch a także ich wyłączenie. Powinno pozwalać na dostosowanie parametrów pracy zarówno do temperatury zewnętrznej, jak i tendencji do jej zmian. Temperatura wody wypływającej na zasilaniu jest regulowana na podstawie ściśle określonych potrzeb systemu grzewczego. Sterownik przekazuje wartość żądaną temperatury do urządzenia grzewczego za pomocą sygnału napięciowego o wartości 0–10 V lub prądowego z przedziału 4–20 mA, co daje możliwość płynnej regulacji mocy urządzenia grzewczego. Innym rozwiązaniem może być stopniowanie mocy kotła poprzez włączenie go na 1. lub 2. stopień mocy, w zależności od potrzeb. Moc na poszczególnych stopniach jest cechą charakterystyczną urządzenia i nie podlega regulacji.

Sterowanie obiegami grzewczymi

Sterowanie obiegiem grzewczym odbywa się na podstawie krzywej grzewczej rys. 1. Każda pętla jest wyposażona w pompę obiegową, za-

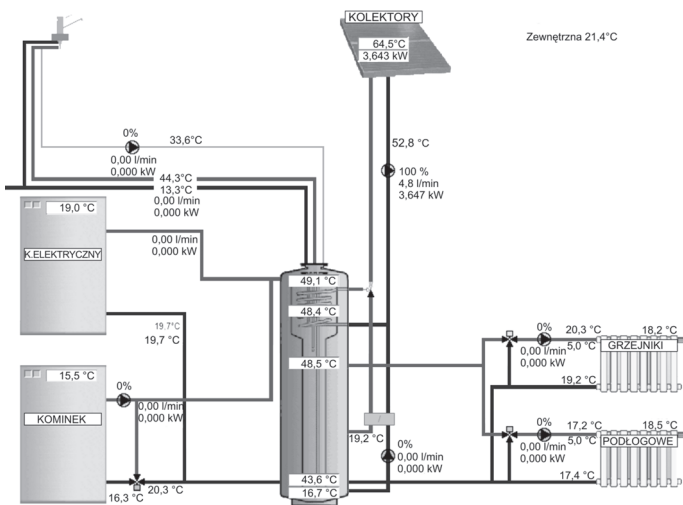


Rys. 1. Krzywa grzewcza

wór trójdrożny mieszający, przepływomierz oraz czujniki temperatury. Informacje z tych przyrządów pomiarowych wykorzystywane są do sterowania, a także do pomiarów zużycia energii i mocy chwilowej. Temperatura medium grzewczego na zasilaniu zależna jest ściśle od temperatury zewnętrznej. Odpowiednie krzywe grzewcze np. dla dziennego i nocnego trybu pracy przechodzą przez punkty będące skrzyżowaniem odpowiednich temperatur, zasilania i zewnętrznej.

Wizualizacja i kontrola zdalna

Sterownik ma graficzny interfejs użytkownika. Na rys. 2 przedstawiono schemat nadzorowanej instalacji wraz z istotnymi parametrami jej pracy, w postaci: danych temperaturowych, wydatków pomp obiegowych, stanu zaworu trójdrożnego i mocy chwilowej.



Rys. 2. Pulpit sterownika

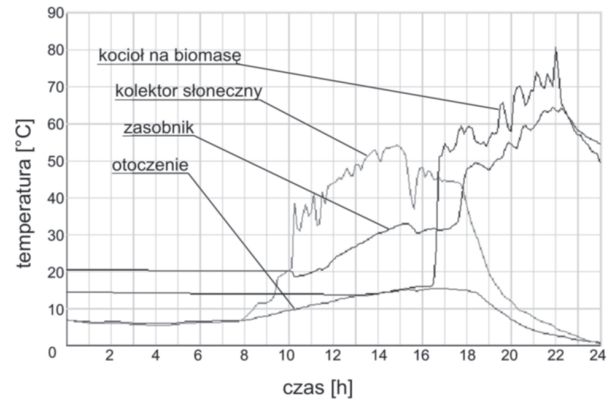
Użytkownik przez Internet ma dostęp w czasie rzeczywistym do informacji na temat pracy instalacji. Oprogramowanie sterownika posiada trzy poziomy zabezpieczeń chronione hasłem. Pierwszy stopień przypisany jest użytkownikowi. Użytkownik ma podgląd parametrów instalacji i możliwość zmiany tylko podstawowych ustawień. Poziom drugi, umożliwiający kalibrację, konfigurowanie systemu, przypisywanie czujników pod odpowiednie wejścia czy testowanie urządzeń wykonawczych, dostępny jest dla instalatora. Najwyższy, trzeci poziom zabezpieczeń dostępny jest tylko dla wyspecjalizowanego serwisu.

Stanowisko badawcze

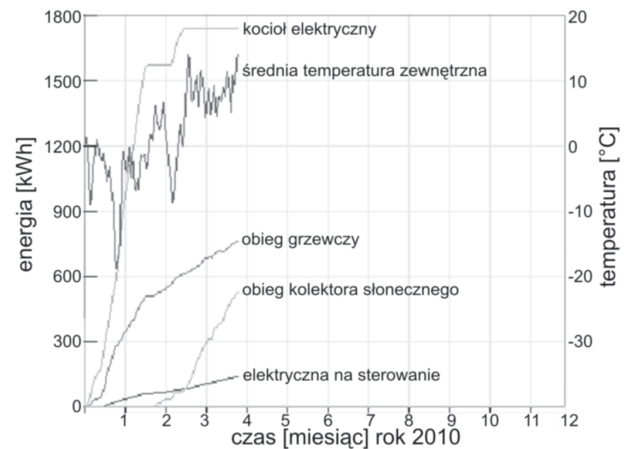
Opisywany testowy sterownik zainstalowany został w grudniu 2009 r. do nadzorowania pracy instalacji hybrydowej w warunkach rzeczywistych. W skład instalacji wchodzi trzy źródła ciepła:

- kotłownia z płaszczem wodnym opalany biomasą o mocy grzewczej 9 kW,
- płaskie kolektory słoneczne o łącznej powierzchni czynnej 14,7 m²,
- przepływowa terma elektryczna o mocy 18 kW z płynną regulacją mocy grzewczej.

Energia cieplna dostarczana do zasobnika buforowego o całkowitej pojemności 550 l, z naczyniem wewnętrznym o pojemności 150 l, wykorzystywana jest do wytwarzania CWU, ogrzewania podłogowego i grzejnikowego. Całkowita powierzchnia ogrzewana wynosi 150m². Na rys. 3 przedstawiono przykładowy przebieg temperatur z losowo wybranego dnia. Wykres zmian temperatury zewnętrznej i wybranych strumieni energii dla początkowego okresu roku 2010 przedstawiono na rys. 4.



Rys. 3. Dzienny przebieg temperatur w dniu 30.04.2010



Rys. 4. Wykres roczny

System pracuje stabilnie i bezawaryjnie. W tym samym czasie może być zalogowana w systemie więcej niż jedna osoba.

Wnioski

Przedmiotowy sterownik daje możliwości sterowania, wizualizacji i bilansowania instalacji hybrydowych z odnawialnymi źródłami energii. Może być wykorzystywany zarówno w domowych instalacjach centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej, jak i w dużych instalacjach przemysłowych. Dobrze będzie się sprawdzać tam, gdzie istnieje potrzeba wizualizacji procesu, a także bilansowania energetycznego i kosztowego w dowolnie wybranych przedziałach czasowych.

LITERATURA

[1] J.M. Chang, J.S. Leu, M.C. Shen, B.J. Huang: Solar Energy 76, nr 6, 693.
 [2] K. Neupauer, J. Magiera: „Analiza sprawności kolektorów słonecznych różnych typów”, Czasopismo Techniczne z. 1-Ch/2009, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2009.
 [3] B.J. Huang, J.P. Lee, J.P. Chyng: Solar Energy 78, nr 3, 375.