

► Grzegorz Ojczyk

# „Chochliki” regulacji statycznej i dynamicznej, czyli o błędach równoważenia

Regulacja hydrauliczna instalacji jest ostatnią czynnością w procesie wykonywania systemu np. grzewczego czy wody lodowej. Często jest więc upraszczana lub wręcz zaniechana dla dotrzymania terminu przekazania instalacji. Oszczędność lub brak czasu na tym ostatnim etapie realizacji instalacji może być przyczyną znacznych kosztów ponoszonych przez długie lata eksploatacji instalacji oraz niezadowolenia klienta, mimo iż pozostałe etapy były wykonane zgodnie ze sztuką.

■ Obecnie w instalacjach grzewczych centralnego ogrzewania, ciepła technologicznego oraz w instalacjach wody chłodzącej (tzw. woda lodowa) stosowane są dwa rodzaje regulacji hydraulicznej: regulacja statyczna i regulacja dynamiczna. Regulacja statyczna, historycznie nazywana kryzowaniem, polega na stosowaniu biernych elementów dławiących w postaci kryz, grzejnikowych zaworów z nastawą wstępną oraz ręcznych zaworów regulacyjnych zabudowywanych na pionach instalacyjnych, rozdzielaczach lub przy odbiornikach ciepła. Regulacja statyczna równoważy hydraulicznie instalację przy założeniu, że strumie-

nie czynnika grzewczego nie zmieniają się w czasie. Przez każdy odbiornik przepływa zaprojektowany strumień czynnika grzewczego, bez względu na jego moc. Bardziej uniwersalnym sposobem regulacji hydraulicznej jest regulacja dynamiczna, oparta na armaturze reagującej na układ ciśnień w instalacji, np. regulatory różnicy ciśnień, regulatory przepływu i zawory nadmiarowoupustowe. Układy oparte na aktywnych elementach regulacyjnych stabilizują różnice ciśnień lub przepływy bez względu na zakłócenia wywołane pracą zaworów termostatycznych.

## Błąd nr. 1

### – regulacja instalacji na gorącym czynniku lub skręconych głowicach

Najczęstszym błędem popełnianym podczas regulacji statycznej instalacji grzejnikowej z zabudowanymi głowicami termostatycznymi jest regulacja hydrauliczna na tzw. „gorącym czynniku”. Sytuacja taka ma miejsce, gdy temperatura czynnika grzewczego przekracza temperaturę zasilania wynikającą z krzywej grzewczej. Układ regulacji temperatury (głowica termostatyczna, regulator pomieszczeniowy), reagując według własnej charakterystyki lub algorytmu sterowania, przymyka zawory termostatyczne, ograniczając przepływ czynnika grzewczego. Wówczas dla uzyskania projektowanych przepływów konieczne staje się podniesienie ciśnienia dyspozycyjnego na odbiornikach. Podczas tak wykonanej regulacji mamy nadwyżkę przepływu, gdy zawór termostatyczny będzie w stanie pełnego otwarcia. Analogiczna sytuacja wystąpi, gdy regulacja będzie wykonywana przy „skręconych” głowicach tj., gdy ustawiona temperatura na głowicy termostatycznej będzie poniżej zaprojektowanej temperatury w pomieszczeniu. Dla większości zaworów z głowicami termostatycznymi, gdy ta różnica przekroczy 2°C, nastąpi pełne zamknięcie zaworu.

## Błąd nr. 2

### – regulacja bez zaworów termostatycznych

Często popełnianym błędem jest wykonywanie regulacji hydraulicznej instalacji grzejnikowej bez zabudowanych głowic termostatycznych na zaworach, np. dla zabezpieczenia się przed ich kradzieżą. Elementy regulacyjne bezpośredniego działania,

takie jak głowice termostatyczne, wpływają na przepustowość zaworów termostatycznych lub wkładek termostatycznych w grzejnikach. W stanie bez głowicy termostatycznej zawory osiągają przepustowość  $K_v = K_{vs}$ . Dla tak wykonanej regulacji hydraulicznej po założeniu głowic będzie występował mniejszy przepływ czynnika spowodowany zmniejszeniem przepustowości zaworu do wartości  $K_v = K_{v2}$ . Najkorzystniej jest wykonywać regulację hydrauliczną instalacji w warunkach odpowiadających warunkom obliczeniowym, w przeciwnym razie należy się liczyć z niedokładnością regulacji hydraulicznej. Dla zmniejszenia tej niedokładności należy stworzyć warunki zbliżone do warunków obliczeniowych, np. przez ustawienie głowic termostatycznych powyżej rzeczywistej temperatury w pomieszczeniach. Dla pełnego otwarcia zaworu termostatycznego wartość ustawionej temperatury na głowicy termostatycznej powinna być większa od temperatury w pomieszczeniu, co najmniej o wartość odchylenia proporcjonalnego, które dla większości głowic wynosi 2 K.

## Błąd nr. 3

### – brak korekty przepływu w stosunku do projektowanych nastaw wstępnych

Innymi nieprawidłowościami występującymi w trakcie regulacji hydraulicznej, związanymi z zaworami regulacyjnymi ręcznymi, jest ustawienie nastaw wstępnych podanych w projekcie, bez sprawdzenia przepływów za pomocą przyrządu pomiarowego. Wartości nastaw wstępnych podanych przez projektanta są wartościami wyjściowymi do rozpoczęcia regulacji, stanowią



pierwsze przybliżenie nastaw właściwych. Często pomiary przepływów czynnika grzewczego dokonane po ustawieniu nastaw wstępnych na pionach instalacyjnych wykazują znaczne rozbieżności w stosunku do przepływów zaprojektowanych. Spowodowane jest to wieloma czynnikami np. rozbieżnościami między projektem a wykonaną instalacją, ograniczoną dokładnością obliczeń cieplnych i hydraulicznych, niedotrzymaniem założonych warunków na obiekcie.

#### Błąd nr. 4

##### – niezachowanie minimalnych spadków ciśnienia na regulatorach

Częstym zjawiskiem podczas regulacji hydraulicznej jest niezachowanie minimalnych spadków ciśnienia na armaturze regulacyjnej, co jest przyczyną niedokładności pomiarów. Taka sytuacja występuje po termomodernizacji budynków, gdzie po izolacji ścian zewnętrznych zapotrzebowanie na strumień ciepła pomieszczeń znacząco maleje, maleją przepływy czynnika, a więc i spadki ciśnienia na armaturze regulacyjnej są mniejsze od wcześniej założonych. Przyczyną niedokładności regulacji może być sposób zabudowy zaworów regulacyjnych z nastawą wstępną. Niektórzy producenci armatury regulacyjnej dopuszczają przepływ czynnika w dwukierunkach, a więc zabudowa zaworu regulacyjnego przeciwnie do sugerowanej jest poprawna hydraulicznie. Problem polega na tym, iż załączane nomogramy lub wpisane charakterystyki w przyrządzie pomiarowym są opracowane zazwyczaj dla zalecanego kierunku przepływu czynnika grzewczego.

#### Błąd nr. 5

##### – uwaga na miejsce podłączenia rurki impulsowej!

Spotykanym błędem popełnianym podczas regulacji dynamicznej instalacji z zastosowaniem regulatorów różnicy ciśnień jest niewłaściwe miejsce podłączenia rurki impulsowej. Każdy regulator różnicy ciśnień, aby mógł poprawnie funkcjonować, musi być podłączony do dwóch punktów w instalacji, dla których ma stabilizować różnicę ciśnień. W przypadku typowych regulatorów różnicy ciśnień stosowanych w instalacjach, jedno połączenie jest połączeniem wewnętrznym w samym regulatorze np. na gałęzi powrotnej. Drugie połączenie jest realizowane za pomocą rurki impulsowej w zaworze na gałęzce zasilającej. Często zawór, do którego podłączona jest rurka impulsowa jest zaworem regulacyjnym z możliwością podpięcia także przyrządu pomiarowego z wykorzystaniem tych samych króćców. Gdy zostanie podłączona rurka impulsowa po stronie sieci, wówczas zmienność przepływu przez zawór regulacyjny na pionie instalacyjnym (nawet, jeśli jest w pełni otwarty) spowoduje zmienny spadek ciśnienia po stronie, gdzie jest



Regulator różnicy ciśnienia 4002, zakres nastaw 5–30 kPa, rurka impulsowa w komplecie

Fot. Herz

stabilizowana różnica ciśnień, wprowadzając dodatkowe zakłócenie. Nie dotyczy to wszystkich producentów zaworów regulacyjnych, są zawory na rynku, które mają dodatkowy króciec do podłączenia rurki impulsowej, wówczas taka pomyłka nie może nastąpić. Zaletą zaworów regulacyjnych z dodatkowym króćcem do połączenia rurki impulsowej jest możliwość dokonania pomiaru przepływu na pionie z pracującym regulatorem różnicy ciśnienia. Pomiar taki jest cenny dla zdiagnozowania możliwych nieprawidłowości pracy instalacji podczas jej uruchamiania.

#### Błąd nr. 6

##### – uwaga na pomiary chwilowe!

Następną nieprawidłowością w trakcie regulacji instalacji jest próba pomiaru przepływu czynnika grzewczego w pionie instalacyjnym z regulatorem różnicy ciśnienia przy odłączonej rurce impulsowej od zaworu regulacyjnego (dla umożliwienia wpięcia sondy przyrządu pomiarowego). Wówczas przeprowadzony pomiar przepływu jest tylko pomiarem chwilowym. Po podłączeniu rurki impulsowej regulatora warunki się zasadniczo zmieniają.

#### Błąd nr. 7

##### – albo regulacja statyczna, albo dynamiczna, razem nie

Częstym błędem jest także próba łączenia tzw. regulacji dynamicznej ze statyczną na jednym obiegu grzewczym. Można tutaj wyszczególnić dwa przypadki. Pierwszy przypadek ma miejsce, gdy na regulatorze różnicy ciśnienia zostanie ustalona zaprojektowana różnica ciśnień, zaś nadwyżki przepływu próbuje się zdławić zaworem regulacyjnym ręcznym (wpięcie rurki impul-

sowej do zaworu regulacyjnego od strony sieci). Wprowadzając bierny element regulacyjny, generujemy dodatkowe źródło zakłóceń, szczególnie w układzie o zmiennych przepływach. Najprościej nadwyżki przepływu można ograniczyć, zmniejszając wartość stabilizowanej różnicy ciśnienia na pionie, przez zmianę nastawy na regulatorze różnicy ciśnień. Drugi przypadek polega na zdławieniu nadwyżki przepływu za pomocą zaworu regulacyjnego ręcznego przed układem regulacji różnicy ciśnienia (poprawne miejsce wpięcia rurki impulsowej od strony pionu). Przy dużej nadwyżce ciśnienia, gdy znaczna jego część jest dławiona w ramach pracy regulatora różnicy ciśnień, regulacja ręczna nie przynosi widocznych efektów, powoduje jedynie odciążenie regulatora. Jednak dalej dławiąc przepływ zaworem ręcznym, można doprowadzić do sytuacji, że spadek ciśnienia na regulatorze różnicy ciśnień będzie mniejszy od minimalnego. W efekcie spadnie jakość i precyzja regulacji różnicy ciśnień, regulator przestanie stabilnie pracować, a w granicznym efekcie może sam generować drgania, zaprzeczając idei stabilizacji ciśnienia.

#### Błędy nr. 8, 9 i dalej...

Istnieje jeszcze dodatkowa klasa błędów podczas regulacji hydraulicznej, związana z samymi metodami pomiarowymi, polegającymi na zaniechaniu autokalibracji przyrządu pomiarowego, praca z zapowietrzonymi rurkami impulsowymi, poprzestawaniu na pojedynczych pomiarach (brak powtarzalności pomiarów), niewystarczające poziomowanie przyrządu w trakcie pomiaru (błąd od różnicy poziomów króćców przyrządu). ■

