

## Błędy, które nas kosztują...

Inż. Jochen Loos , LOOS INTERNATIONAL

### Obciążenia kotłów nisko- i wysokociśnieniowych, których można uniknąć

Kotły wodne wysokotemperaturowe, służące do wytwarzania ciepła grzewczego, podlegają całemu szeregowi obciążeń, które mniej lub bardziej wpływają na korpus kotła. Możemy wymienić tu dwa główne czynniki:

1. wpływy sieci
2. wpływy pracy palnika

#### 1. Wpływy sieci

Wpływy sieci w znacznym stopniu oddziałują na kocioł. Są to z reguły czynniki, na które ani producent ani dostawca kotła nie mają żadnego wpływu.

Do wpływów sieci zaliczamy następujące czynniki negatywne:

##### 1.1 Niekorzystna jakość wody, przyczyniająca się do powstawania korozji i tworzenia się osadów

Ten czynnik jest powszechnie znany. Szkód powstałych na skutek nieodpowiedniej jakości wody można uniknąć instalując dostępne na rynku stacje przygotowania wody i urządzenia do dozowania chemikaliów, jeżeli wraz z regulacją następuje kontrola jakości wody.

##### 1.2 Zakłócenia przepływu przez kocioł na skutek ustawień pomp i zaworów nastawczych po stronie sieci

Zbyt mały przepływ przez kocioł wodny, np. wtedy, kiedy pompa sieciowa jest jednocześnie pompą cyrkulacyjną kotła i jej obroty są obniżane przez regulator obrotów zależnie od obciążenia lub ciśnienia lub kiedy sieciowe zawory nastawcze wstrzymują przepływ wody w kotle, może przyczynić się do wystąpienia nieustalonych strumieni przepływów, sprzyjających miejscowym przegrzaniom i tworzeniu pęcherzyków pary.

Ponadto mogą wystąpić zakłócenia wywołane błędami w przełączeniach regulatorów i ograniczników temperatury. Do czujników nie dopływa dostateczny strumień i na skutek powstawania pasm występują temperatury mieszane, często mogące wykraczać daleko poza temperaturę bezpieczeństwa.

Z tego względu podczas pracy palnika trzeba zapewnić przymusowy przepływ przez kocioł. Minimalny strumień przepływu wynosi 25 % w odniesieniu do maksymalnej typowej mocy kotła i różnicy temperatur między zasilaniem a powrotem 20 K.



Rys. 1: Niskociśnieniowy trójciągowy kocioł wodny zainstalowany w ciepłowni

### 1.3 Zbyt duża różnica między powrotem a zasilaniem kotła

Zbyt duża różnica temperatur między wodą powracającą z sieci ciepłowniczej a podgrzaną przez kocioł wodą odprowadzaną do sieci z zasilaniem zawsze prowadzi do naprężeń termicznych i rozszerzalnościowych wewnątrz kotła. Zbyt duża różnica temperatur między zasilaniem a powrotem może spowodować trwałe szkody, które w najgorszym wypadku będą się jeszcze pogłębiać. Można temu zapobiec stosując regulację temperatury powrotu, która nie pozwoli na spadek temperatury powrotu poniżej ustalonej wartości minimalnej i przekroczenie maksymalnej różnicy temperatur między powrotem a zasilaniem.

### 1.4 Zbyt niska temperatura powrotu z sieci

Zbyt niska temperatura powrotu z sieci do kotła, niższa od zależnej od rodzaju paliwa temperatury roszczenia spalin, może doprowadzić do powstania kondensatu na drodze spalin, czego skutkiem będzie korozja, zatkanie rur spalinowych itp. To samo dzieje się przy uruchamianiu kotła bądź instalacji ze stanu zimnego.

Można temu zapobiec, podobnie jak w punkcie 1.3, przez zastosowanie odpowiednich urządzeń utrzymujących temperaturę powrotu powyżej zalecanej przez producenta wartości minimalnej. Przy rozruchu kotła lub kotłów ze stanu zimnego najpierw należy rozgrzać kocioł na małym obciążeniu palnika i pełnym strumieniu przepływu wody w obiegu kotłowym, a dopiero po uzyskaniu dopuszczalnej temperatury powrotu włączyć sieć. Po włączeniu sieci trzeba zwrócić uwagę na

temperaturę powrotu do kotła. Wspomniana wcześniej regulacja temperatury powrotu automatyzuje ten proces.

### 1.5 Wahania ciśnienia na skutek wadliwego utrzymania ciśnienia po stronie sieci

Zainstalowanie odpowiednich urządzeń w sieci umożliwia utrzymanie ciśnienia w sieci na stałym poziomie i zapewnienie wysokości ciśnienia koniecznej dla całego systemu we wszystkich stanach roboczych, aby uniknąć wyparowania. Niewłaściwa obsługa zaworów odcinających i nieprawidłowe funkcjonowanie regulatorów ciśnienia mogą doprowadzić do silnych wahań ciśnienia, które z kolei wpływając na kocioł mogą spowodować trwałe szkody w wyeksploatowanych miejscach kotła.

Tu również należy uwzględnić, że ciśnienie w sieci zawsze wykazuje pewną różnicę bezpieczeństwa (20 %) w stosunku do ciśnienia początku otwarcia zaworu bezpieczeństwa, aby uniknąć niepotrzebnego zadziałania czujnika ciśnienia maksymalnego i zaworu bezpieczeństwa.



Rys. 2: Trzy wysokociężeniowe kotły wodne, dynamicznie współpracujące w jednej instalacji

### 1.6 Zbyt duża różnica ciśnień między ciśnieniem roboczym i wynikająca z niego temperatura pary nasyconej a rzeczywistą temperaturą zasilania

Kotły wodne wysokotemperaturowe nie budują swojego ciśnienia roboczego przez własny dopływ ciepła, tak jak kotły parowe. Nie istnieje tu zależność między temperaturą wody kotłowej a temperaturą pary nasyconej.

Ze względu na pracę grawitacyjną sieci ciepłowniczej często konieczne jest utrzymanie relatywnie wysokiego ciśnienia sieci mimo relatywnie niskiej temperatury zasilania gorącą wodą.

Wysokie ciśnienie w sieci określa grubość ścian kotła, która rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia koncesyjnego.

Ale coraz większa grubość materiału oznacza, zwłaszcza w niekorzystnych stanach roboczych i na skutek tworzenia się osadów oraz niewłaściwego prowadzenia wody, wzrost temperatury materiału ogrzewanych elementów kotła. Skutek: dodatkowe obciążenie z powodu niewielkiej elastyczności ciśnieniowej części kotła.

W połączeniu z częstym włączaniem i wyłączaniem palnika może to prowadzić do ciągłych kontrakcji i ekstrakcji, a po pewnej liczbie zmian obciążenia do zmęczenia komponentów.

Ponadto w wyniku nacisku ze strony ciśnienia zewnętrznego pęcherzyki pary nie mogą swobodnie uwalniać się z powierzchni grzejnych, pozostają na nich dłużej, stając się przyczyną miejscowych, silnych wzrostów temperatury.

Ze wszystkich tych powodów ustalając temperaturę bezpieczeństwa trzeba uwzględnić dostateczną różnicę w stosunku do temperatury roboczej. Przy ustalaniu ciśnienia unikać należy jednak dodatkowych rezerw ponad konieczną wartość roboczą.

Temperatura bezpieczeństwa powinna wynosić dla wysokociśnieniowych kotłów wodnych co najmniej 20 °C poniżej odnośnej temperatury pary nasyconej z ciśnienia bezpieczeństwa.

Ustaleń tych należy zwłaszcza przestrzegać w przypadku kotłów z grupy IV, czyli wysokociśnieniowych kotłów wodnych, ze względu na obowiązujące urzędowe przepisy obliczeniowe i projektowe.

W warunkach wymagających bardzo wysokich ciśnień statycznych, jak np. wysokie budynki, wieże telewizyjne czy tereny górzyste, trzeba instalować wymienniki ciepła w celu wstrzymania statycznych oddziaływań na kocioł i umożliwić uzyskanie ciśnienia odpowiedniego do temperatury pary nasyconej.

### 1.7 Niekorzystne wpływy regulacji ogrzewania pomieszczenia

Kotły wodne wysokotemperaturowe instaluje się najczęściej w celu zasilania w ciepło kilku bloków mieszkalnych, np. w zdalnych sieciach ciepłowniczych. Bloki mieszkalne posiadają więc podporządkowane regulacje temperatury. Ważne jest wzajemne dopasowanie tych regulacji, ponieważ w przypadku powszechnie stosowanych regulacji sterowanych warunkami atmosferycznymi w celach oszczędnościowych programy przełączania czasowego przełączają obieg grzewczy na tryb nocny o obniżonym zapotrzebowaniu ciepła, a następnie z powrotem na tryb dzienny, ale przełączenie dotyczy jednocześnie kilku grup regulacji, co prowadzi do nagłego wzrostu zapotrzebowania ciepła.

Takie obwody regulacyjne powinny przełączać się ze zwłoką czasową, co pozwoli uniknąć ekstremalnego szczytu obciążenia sieci ciepłowniczej.

Nieskoordynowana praca regulacji grzewczej może doprowadzić do skrajnych obciążeń kotła oraz stanów roboczych i szkód opisanych w punktach 1.3 i 1.4.

## **2. Wpływy pracy palnika**

### 1.1 Za duży palnik w stosunku do rzeczywiście potrzebnej maksymalnej mocy kotła

Za duża moc palnika jest przyczyną jego za częstych włączeń i wyłączeń.

Skutkiem są zmiany temperatury, wyjątkowo duże w przypadku kotłów z palnikami gazowymi i długimi czasami przewietrzania.

Palniki wytwarzają w komorze spalania temperatury rzędu 1700...1900 °C. W fazie przewietrzania komory spalania

świeżym powietrzem z kotłowni temperatura w kotłowni wynosi ok. 20...30 °C – następuje schłodzenie rozgrzanych przedtem ścian kotła. Ten proces przepłukiwania i schładzania powoduje też oczywiście obniżenie temperatury wody.

Następnie palnik zapala się i przełącza przeważnie na wyższy stopień mocy. W przypadku skrajnie małego obciążenia palnik często wyłącza się już podczas nabierania mocy, aby za chwilę ponownie się włączyć.

Te ciągłe zmiany temperatury między podgrzewaniem a przewietrzaniem powodują różnice w rozszerzalności między komorą spalania a płaszczem kota, które z czasem mogą doprowadzić do trwałych uszkodzeń. Dlatego należy dążyć do ograniczenia ilości przełączeń palnika do < 4 na godzinę.

Procesowi temu można przeciwdziałać w następujący sposób:

montaż sterowania małego obciążenia, zapobiegającego przechodzeniu palnika na wyższe stopnie mocy, stosowanie palników o dużych zakresach regulacji, dostosowanie efektywnej mocy palnika do rzeczywistego zapotrzebowania

### 1.2 Za małą różnicą temperatur między wyłączeniem a włączeniem palnika

Regulatory lub czujniki temperatury muszą wykazywać dostateczną różnicę między WŁĄCZENIEM a WYŁĄCZENIEM palnika, wynoszącą co najmniej 6...10 °C. Zapobiegają one wówczas zbyt częstemu włączaniu i wyłączaniu palnika w wyniku przeskakiwania temperatury i wychłodzenia na skutek przewietrzania.

Za mała różnica temperatur między punktami włączenia i wyłączenia palnika jest przyczyną zbyt częstych załączeń palnika ze wspomnianymi wcześniej zmianami temperatury w komorze spalania i ich negatywnymi skutkami.

### 1.3 Za szybki wzrost i spadek mocy palnika

Za szybkie zmiany mocy palnika mogą również niekorzystnie wpływać na trwałość ścian kotła.



## 2.4 Równoległa praca kilku kotłów mimo niższego aktualnego zapotrzebowania ciepła

Tutaj znaczenia nabiera także personel obsługujący instalację wielokotłową: musi wyłączać kotły, kiedy odbiór mocy nie wymaga pracy kilku kotłów.

Już podczas planowania centrale grzewcze muszą określić rzeczywiste warunki eksploatacyjne, aby latem pracowały kotły o małej mocy, które również przy wysokich temperaturach zewnętrznych umożliwiają długą pracę palników.

Udoskonaleniem pracy instalacji wielokotłowej jest regulacja kaskadowa. Tutaj należy jednak uwzględnić fakt, że konieczny jest dostateczny zakres temperatur, aby mogło nastąpić uruchomienie regulacji kaskadowej.

Instalacje wielokotłowe wyposażone

w regulację kaskadową mogą pracować, w przeciwieństwie do temperatury bezpieczeństwa, tylko z obniżoną temperaturą wyjściową, co należy uwzględnić już w fazie planowania.

Z zastosowania regulacji kaskadowej wynikają też większe różnice temperatur między poszczególnymi fazami roboczymi.

Aby tego uniknąć zalecamy zastosowanie automatycznej regulacji kaskadowej z włączeniem pomiaru łącznej ilości ciepła, zwłaszcza w przypadku instalacji wielokotłowych złożonych z więcej niż 2 kotłów.

## 3. Podsumowanie

Z wymienionych w raporcie możliwych

do uniknięcia przyczyn obciążenia kotła widać, jak obszerny jest to temat, począwszy od planowania poprzez wykonanie aż po eksploatację kotłów. Omówienie wszystkich problemów, mających znaczenie dla wysokotemperaturowych kotłów wodnych, wykracza poza ramy niniejszego raportu.

Ze względu na kompleksowość zagadnienia planowaniem instalacji kotłów wodnych winny zajmować się doświadczone firmy specjalistyczne, aby już w fazie planowania uniknąć wielu błędów. Decydującą rolę odgrywa też jakość stosowanych komponentów: kotła, palnika, pozostałych elementów instalacji. Znaczenie mają także sposób użytkowania oraz umiejętności personelu obsługującego.

Wykresy robocze wysokociśnieniowego kotła wodnego z palnikiem gazowym przed i korekcie regulacji małego obciążenia między godz. 19.00 a 6.00

