

Raport branżowy

www.bosch-industrial.pl

Efektywność energetyczna BOSCH:
Obciążenia kotłów nisko-
i wysokociśnieniowych, których można
uniknąć

Inż. Bernhard Morawietz, Członek Zarządu LOOS Centrum
Dipl.-Ing. Jochen Loos
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH

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: wpływy sieci i wpływy pracy palnika.

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: przyczyniająca się do

► Niekorzystna jakość wody, 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.

► Zakłócenia przepływu przez kocioł na skutek ustawień pomp izaworów 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 przepływów, sprzyjających miejscowym przegrzaniom i tworzeniu pęcherzyków pary. Ponadto mogą wystąpić zakłócenia wywołane błędami w przełączeniach regulatorów i ograniczników temperatury. Do czujników nie doptywa 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 20K.



► 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.

► Zbyt niska temperatura powrotu z sieci do kotła

Zbyt niska temperatura powrotu z sieci do kotła, niższa od zależnej od rodzaju paliwa temperatury rosenia 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 poprzednim, 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.

► Wahania ciśnienia na skutek wadliwego utrzymania ciśnienia postronie 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.

► Zbyt duża różnica ciśnień między ciśnieniem roboczym i wynikającą z niego temperaturą 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 zewnętrznej 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 góryste, trzeba instalować wymienniki ciepła w celu wstrzymania statycznych oddziaływań na kocioł i umożliwić uzyskanie ciśnienia odpowiedniego do temperatury pary nasyconej.

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

Kotły wodne wysokotemperaturowe instaluje się najczęściej w celu zasilania w ciepło kilku bloków mieszkalnych, np. w zdalnych sieciach ciepłowniczych. Bloki mieszkalne posiadają więc podporządkowane przepisy obliczeniowe i projektowe. W warunkach wymagających bardzo wysokich ciśnień statycznych, jak np. wysokie budynki, wieże telewizyjne czy tereny góryste, trzeba instalować wymienniki ciepła w celu wstrzymania statycznych oddziaływań na kocioł i umożliwić uzyskanie ciśnienia odpowiedniego do temperatury pary nasyconej.

Kotły wodne wysokotemperaturowe instaluje się najczęściej w celu zasilania w ciepło kilku bloków mieszkalnych, np. w zdalnych sieciach ciepłowniczych. Bloki mieszkalne posiadają więc podporządkowane przepisy obliczeniowe i projektowe. W warunkach wymagających bardzo wysokich ciśnień statycznych, jak np. wysokie budynki, wieże telewizyjne czy tereny góryste, trzeba instalować wymienniki ciepła w celu wstrzymania statycznych oddziaływań na kocioł i umożliwić uzyskanie ciśnienia odpowiedniego do temperatury pary nasyconej.

Wpływy pracy palnika

► Za duży palnik w stosunku do rzeczywiście potrzebnej maksymalnej mocy kotła

Za duża moc palnika jest przyczyną jego zbyt 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 kotła, 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

► **Za mała różnica 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.

► **Zbyt szybki wzrost i spadek mocy palnika**

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

► **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,

właśnie w przypadku instalacji wielokotłowych złożonych z więcej niż 2 kotłów.

Podsumowanie

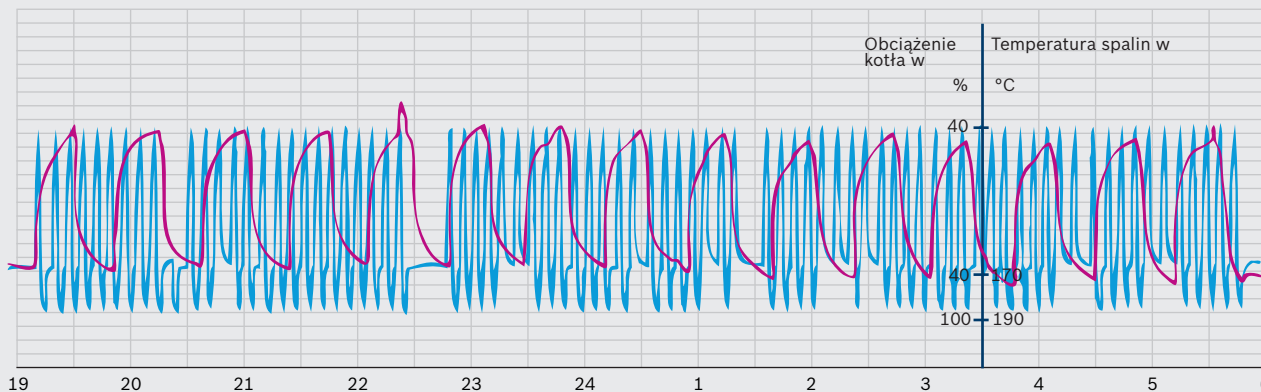
Z wymienionych w raporcie możliwych do uniknięcia przyczyn obciążeń kotła widać, jak obszerny jest to temat, poczynawszy od planowania poprzez wykonanie aż po eksploatację kotłów. Omówienie wszystkich problemów, mających znaczenie dla wysokotemperaturowych kotłów wodnych, wykracza poza ramy niniejszego 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.

Przed korektą: Kocioł pracujący nieekonomicznie

Cechy: 2-stopniowa regulacja palnika interwały między włączeniami palnika ok. 7,5 min. + każdorazowo 35 sek. przewietrzania zbyt wysokie zmienne obciążenie kotła zależne od temperatury

Przed korektą: Kocioł pracujący oszczędnie

Cechy: 2-stopniowa regulacja palnika z pracą na małym obciążeniu w nocy interwały między włączeniami palnika ok. 44 min. + każdorazowo 35 sek. przewietrzania zmienne obciążenie kotła zależne od temperatury zredukowane do wielkości nie powodującej zmęczenia kotła



Wykres 1: Wykresy robocze wysokociśnieniowego kotła wodnego z palnikiem gazowym przed i korekcie regulacji małego obciążenia między godz. 19:00 a 6:00



Bosch Industriekessel GmbH

Nuernberger Straße 73
91710 Gunzenhausen/Niemcy

www.bosch-industrial.com

LOOS
KOTŁY PRZEMYSŁOWE

LOOS Centrum Sp. z o.o.

ul. Marii Kazimiery 35

01-641 Warszawa

 +48 22 561 90 90

 loos@loos.pl

www.loos.pl

www.bosch-industrial.pl

Dołącz do nas na

LinkedIn

<https://www.linkedin.com/company/loos-kotly-przemyslowe-bosch/>

<https://www.linkedin.com/in/bernhard-morawietz-kotly-przemyslowe-bosch/>

YouTube

https://www.youtube.com/channel/UCy-28sagt844xzdAAMMN_ew



KONTAKT

Centrum Obsługi Klienta

Białystok + 48 604 290 608

Bydgoszcz + 48 604 290 606

Gdańsk + 48 604 290 611

Gorzów Wlkp. + 48 604 290 606

Katowice + 48 604 290 602

Kraków + 48 604 290 610

Kielce + 48 604 290 602

Lublin + 48 604 290 610

Łódź + 48 604 290 602

Olsztyn + 48 604 290 611

Opole + 48 604 290 607

Poznań + 48 604 290 606

Rzeszów + 48 604 290 610

Szczecin + 48 604 290 611

Warszawa + 48 604 290 608

Wrocław + 48 604 290 607

Modernizacja + 48 734 128 755

Serwis + 48 602 190 003

Części + 48 735 202 861

