

Regulacja mocy kotłów parowych

Inż. Jochen Loos, LOOS INTERNATIONAL

Inż.. Bernhard. Morawietz , LOOS INTERNATIONAL

Jakie znaczenie ma właściwy dobór ciśnienia i wydajności kotła

1. Wprowadzenie

Zwykle parametrem regulującym wydajność kotła parowego jest ciśnienie wpływające na moc cieplną wytwarzaną przez palnik.

Zwiększenie odbioru pary powoduje obniżenie ciśnienia pary. Regulacja mocy zwiększa wówczas dopływ energii cieplnej. W przypadku zmniejszenia odbioru pary mamy do czynienia z procesem odwrotnym.

Przy równomiernym odbiorze mocy palniki bezstopniowe z właściwie ustawioną regulacją utrzymują ciśnienie na stałym poziomie w dopuszczalnych granicach.

Szybkie zmiany mocy powodują, w zależności od typu kotła i palnika oraz rodzaju regulacji, większy lub mniejszy wzrost bądź spadek ciśnienia poza dopuszczalne granice.

Zjawisko takie może wywołać niezdefiniowane stany robocze palników z regulacją stopniową.

Aby więc eksploatacja zarówno kotła, jak i jego osprzętu była bezawaryjna, energooszczędna, przyjazna środowisku i ekonomiczna, należy prawidłowo obliczyć ciśnienie i moc kotła.

W dalszej części raportu omówiono związane z tym zadania projektanta, kryteria doboru ciśnienia i mocy kotła oraz skutki nieprawidłowych obliczeń.

2. Zadanie projektanta

Projektant instalacji kotłowej musi uzyskać od klienta informacje o kryteriach zużycia pary lub sam być specjalistą w dziedzinie odpowiednich zakresów zastosowania.

W porozumieniu z producentem kotła powinien ustalić optymalne ciśnienie obliczeniowe i wydajność kotła, uwzględniając wielkość odbiorów i rodzaj regulacji palnika.

Po ustaleniu wyżej wspomnianych kryteriów należy wstępnie zdecydować, czy ma to być szybka wytwornica pary czy kocioł o dużej pojemności wodnej.

Jeżeli klient nie życzy sobie dokonania wstępnego wyboru typu kotła, wówczas od razu trzeba przewidzieć wyższe ciśnienie i jak najdokładniej określić potrzebną moc kotła, gdyż będzie to miało decydujące znaczenie w przypadku szybkiej wytwornicy pary.

Nie stanowi to absolutnie żadnej przeszkody w przypadku kotła o dużej pojemności wodnej, pociąga jednak za sobą z reguły zwiększone nakłady inwestycyjne.

Koszty te jednak, w wyniku o wiele bardziej ekonomicznego sposobu eksploatacji amortyzują się przeważnie już po 2-3 latach.

3. Dobór ciśnienia obliczeniowego (Otwarcia zaworu bezpieczeństwa)

3.1 Odbiorcy potrzebne jest tylko ciśnienie robocze mieszane z tolerancją w górę i w dół
(Średnie nadciśnienie robocze)

3.1.1 Kotły płomienicowo płomieniówkowe z palnikami dwustopniowymi:

Ciśnienie zadziałania zaworu bezpieczeństwa powinno wynosić co najmniej 130 % potrzebnego średniego nadciśnienia roboczego.

3.1.2 Kotły płomienicowo płomieniówkowe z palnikami trójstopniowymi:

Ciśnienie zadziałania zaworu bezpieczeństwa powinno wynosić co najmniej 128 % potrzebnego średniego nadciśnienia roboczego.

3.1.3 Kotły płomienicowo płomieniówkowe z palnikami z płynną regulacją:

Ciśnienie zadziałania zaworu bezpieczeństwa powinno wynosić co najmniej 120 % potrzebnego nadciśnienia roboczego.

3.1.4 Szybkie wytwornice pary z palnikami dwustopniowymi:

Ciśnienie zadziałania zaworu bezpieczeństwa powinno wynosić co najmniej 150 % potrzebnego średniego nadciśnienia roboczego.

3.2 Na odbiorze potrzebne jest ciśnienie minimalne:

Aby utrzymać minimalne ciśnienie na odbiorze dobierając kocioł należy uwzględnić wyraźnie wyższe ciśnienie.

Średnie nadciśnienie robocze, a w następstwie ciśnienie zadziałania zaworu bezpieczeństwa, musi na tyle przewyższać ciśnienie minimalne, aby w nagłych szczytach obciążenia nie nastąpił spadek poniżej wymaganego ciśnienia minimalnego.

Każdy taki przypadek wymaga indywidualnego ustalenia ciśnienia.

3.3 Inne wymagania

Precyzyjna regulacja ciśnienia na odbiorach jest realizowana nie w kotłach, ale na dodatkowym regulatorze ciśnienia o odpowiedniej dokładności regulacji (instalowanym najlepiej bezpośrednio przed odbiorem).

Sam kocioł musi jednak doprowadzać do regulatora ciśnienia parę o odpowiednio wyższym ciśnieniu, przy uwzględnieniu strat z przewodzenia między kotłem a odbiorem.

Moc poszczególnych kotłów w instalacjach wielokotłowych ustala się na bazie dalszych kryteriów, opisanych w oddzielnym raporcie (Raport branżowy LOOS INTERNATIONAL "Rozsądny dobór"). Wpływ na ustalenie ciśnienia obliczeniowego i rozdziału mocy na poszczególne kotły ma tu regulacja włączania kaskadowego, zwłaszcza jeśli sterowana jest ciśnieniem kotłów.

4. Skutki niewłaściwego obliczenia ciśnienia

W przypadku, gdy ciśnienie obliczeniowe kotła jest za niskie:

- 4.1 nie można zapewnić utrzymania ciśnienia minimalnego, co prowa-

dzi do spadku ciśnienia poniżej ciśnienia minimalnego i wystąpienia problemów na odbiorach.

- 4.2 nie jest osiągnięte średnie nadciśnienie robocze lub zachodzą zbyt duże odchylenia od średniego nadciśnienia roboczego.

- 4.3 w celu zminimalizowania odchylenia od zadanych parametrów trzeba podczas uruchomienia ustawić wąskie pasmo regulacji, co z kolei prowadzi do częstych włączeń i wyłączeń palnika.

Skutkiem jest potencjalnie duże ryzyko wystąpienia zakłóceń w wyniku zbyt częstych włączeń i wyłączeń kotła i zapłonu. Nadmierne zużycie kotła i osprzętu palnika pociąga za sobą znaczne koszty i straty w eksploatacji.

Wyjątkowo szybko zużywa się zwłaszcza osprzęt palnika zależnie od częstości jego włączeń i wyłączeń, jak np. transformator zapłonowy, elektrody zapłonowe, zawory elektromagnetyczne, siłowniki i ich wyłączniki krańcowe oraz automat palnikowy.

Zużycie energii zwiększa się dodatkowo w wyniku strat z przewietrzania.

Z powodu ciągłych zmian obciążenia termicznego konieczne staną się ciągłe naprawy spawalnicze ciśnieniowej części kotła.

Wszystkie te czynniki prowadzą do dramatycznego skrócenia okresu żywotności kotła.

Ponadto taki sposób eksploatacji ozna-

cza też znacznie większe obciążenie dla środowiska, ponieważ w fazie startu i regulacji - zanim nie dojdzie do ustabilizowania płomienia - znacznie zwiększa się emisja substancji szkodliwych dla środowiska, zwłaszcza CO i Nox.

5. Jaki wpływ ma zbyt wysoki dobór wydajność w stosunku do rzeczywistego zapotrzebowania

Również tutaj stwierdza się coraz więcej błędów, a mianowicie wydajność jednego kotła lub całej instalacji bardzo często jest zbyt duża. Palnik nie może wówczas przekroczyć obciążenia minimalnego, co prowadzi do częstych jego włączeń i wyłączeń, odchylenia ciśnienia i innych, wcześniej wymienionych zakłóceń. Stanowi to poważny problem zwłaszcza w przypadku szybkiej wytwornicy pary i właśnie tu wydajność kotła musi być obliczona jak najdokładniej w odniesieniu do wymaganego odbioru.

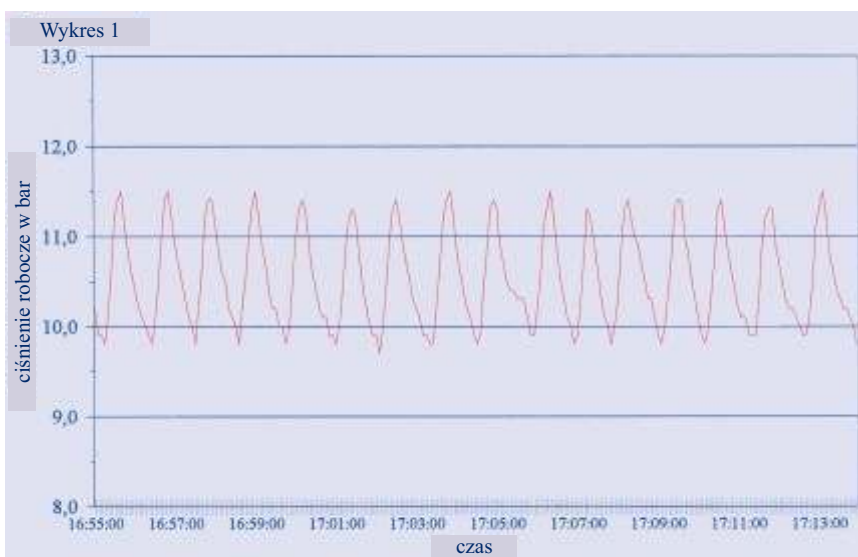
6. Przykład praktyczny

Na poniższym przykładzie wyraźnie widać, jak obciążające w skutkach może być niewłaściwe obliczenie ciśnienia.

Na wykresie 1 przedstawiono przebieg ciśnienia przed, a na wykresie 2 po korekcie przez technika serwisowego.

Zainstalowany kocioł jest zdecydowanie za duży i posiada palnik z regulacją dwustopniową.

Przed korektą regulacji (wykres 1) róż-





nica ciśnień przełączenia z dużego na małe obciążenie i odwrotnie wynosiła 1,6 bar. Palnik przełączał się z dużego na małe obciążenie i odwrotnie 54 razy w ciągu godziny.

Po korekcie regulacji (wykres 2) nie udało się wprawdzie zlikwidować wahań palnika ze względu na zbyt dużą różnicę w stosunku do odbioru, ale za to zredukowano je do 18 przełączeń na godzinę.

Zakładana żywotność tego palnika przy założeniu 4000 godzin pracy rocznie i oczekiwanej żywotności 175.000 przełączeń przy pracy wyniosła jak na wykresie 1, mniej niż rok, a przy pracy jak na wykresie 2, wydłużyła się do ok. dwóch i pół roku.

Oczywiście trwałość ta nadal nie jest zadowalająca, ale nie można jej już przedłużyć przez zmiany na regulatorze ciśnienia.

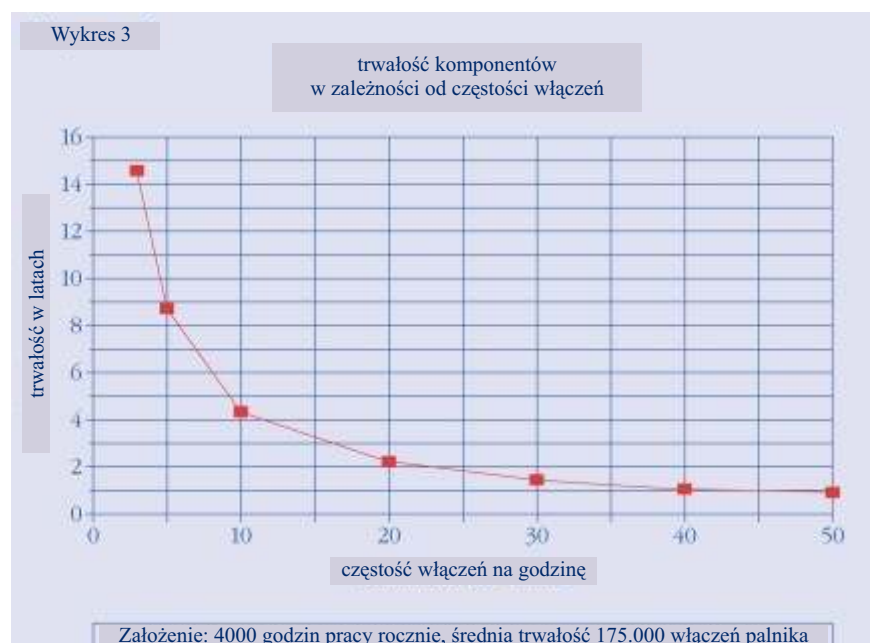
Zwiększenie trwałości palnika można w tym wypadku uzyskać tylko w drodze redukcji mocy kotła.

Aby uzyskać lepszy zakres regulacji należałoby w tym przykładzie wymienić palnik na mniejszy.

7. Straty ekonomiczne

Wykres 3 przedstawia trwałość elementu w zależności od liczby przełączeń na godzinę. Wyraźnie widać tu wpływ liczby przełączeń na trwałość.

W praktyce oznacza to, że cewka elektromagnesu zaworu elektromagnetycznego gazu, która kosztuje ok. 300,- euro, będzie wymagała napraw, których roczne koszty przy sposobie pracy jak na wykresie 1 wyniosą ok. 500,- euro (przy samodzielnej wymianie przez klienta), a przy sposobie pracy jak na wykresie 2 ok. 200,- euro. Nie uwzględniając kosztów innych wymienianych części, pracy serwisu, przestoju, i utraty klienta itd.



8. Podsumowanie

Powyższe przykłady pokazują, że prawidłowe określenie ciśnienia zabezpieczenia i wydajności kotła mają ogromne znaczenie w eksploatacji. Projektantom instalacji zaleca się konsultację w tych kwestiach z producentem kotłów o szerokim wachlarzu szybkich wytwornic pary i kotłów parowych płomienicowo płomieniówkowych.

LOOS INTERNATIONAL seryjnie wyposaża swoje kotły parowe w licznik rejestrujący rozruchy palnika i wcześniej sygnalizujący niekorzystny tryb pracy.

Regularne serwisowanie kotła (najlepiej raz na kwartał) przez wyspecjalizowany serwis techniczny i każdorazowo dostosowanie regulacji do wymagań eksploatacyjnych klienta jest również ważnym elementem w utrzymaniu wartości urządzenia i minimalizowaniu kosztów jego eksploatacji. Błędy, popełnione już w fazie planowania, są z reguły nieodwracalne i uniemożliwiają optymalne wykorzystanie możliwości kotła.