

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **237354**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429240**

(22) Data zgłoszenia: **12.03.2019**

(51) Int.Cl.

F23J 15/08 (2006.01)

F23J 15/02 (2006.01)

G01N 25/66 (2006.01)

(54)

**Sposób optymalizacji pracy kotła energetycznego
oraz układ do realizacji tego sposobu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

21.09.2020 BUP 20/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

06.04.2021 WUP 07/21

(73) Uprawniony z patentu:

**POŁOK MICHAŁ MPIRE,
Dąbrowa Górnicza, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MICHAŁ POŁOK, Dąbrowa Górnicza, PL
JANUSZ MĘDRYCH, Zabrze, PL
ADAM ŚWIERCZYŃSKI,
Siemianowice Śląskie, PL
MARIUSZ GRZESICZAK,
Dąbrowa Górnicza, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Mariusz Grzesiczak

PL 237354 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób optymalizacji pracy kotła energetycznego, zwłaszcza rusztowego, oraz układ do realizacji tego sposobu.

Uwarunkowania ekonomiczne i ekologiczne wymuszają optymalizację efektywności urządzeń i procesów zużywających energię. Największy potencjał podnoszenia efektywności energetycznej w przypadku kotłów energetycznych posiada minimalizacja straty wylotowej zależnej od strumienia spalin, stężenia tlenu i temperatury spalin wylotowych opuszczających kocioł. Dwa pierwsze parametry zależne są od wydajności kotła i charakteru procesu spalania, natomiast temperaturę spalin wylotowych można regulować poprzez przekierowanie strumienia spalin lub wody przez kanały obejściowe lub zastosowanie wstępnego podgrzewu powietrza procesowego. Obniżanie temperatury spalin wylotowych wprost wpływa na obniżenie straty wylotowej, a w efekcie na wzrost sprawności kotła.

Wszystkie kotły energetyczne, ciepłownicze i przemysłowe wyposażone są w instalacje odpylania spalin, takie jak filtry workowe, cyklony, multicyklony i elektrofiltry, co powoduje, że obniżanie temperatury spalin wylotowych posiada pewne ograniczenia. Granicę stanowi temperatura punktu rosy spalin. Schłodzenie spalin lub powierzchni omywanych spalinami, do temperatury niższej od temperatury punktu rosy spalin powoduje, że ze spalin kotłowych zaczyna wykraplać się kondensat, a to znowu wpływa na wystąpienie negatywnych zjawisk, takich jak zalepianie elementów przepływowych osadami popiołowymi oraz korozja niskotemperaturowa nadmiernie wychłodzonych elementów, na powierzchni których wykrapla się kwaśny kondensat.

Do znanych sposobów minimalizowania skutków kondensacji składników spalin w zakresie korozji niskotemperaturowej należą: pokrywanie elementów powłokami ochronnymi, stosowanie elementów ze stali odpornych na korozję, wymuszanie przepływu spalin przez obejścia instalacji odpylania po osiągnięciu przez spaliny temperatury niedozwolonej przez dostawcę instalacji. Powyższe sposoby podnoszą koszty instalacji, nie mają zastosowania do wszystkich elementów konstrukcyjnych, nie zapewniają wymaganego przepisami sprawnego oczyszczania spalin w pełnym zakresie obciążeń kotła, zwiększają stratę wylotową kotła poprzez utrzymywanie zbyt wysokiej temperatury spalin wylotowych, a dopuszczalne temperatury spalin określone przez dostawców urządzeń są określone orientacyjnie, często z dużym naddatkiem.

Nieoczekiwanie stwierdzono, że ciągły pomiar temperatury punktu rosy spalin przy jednoczesnym pomiarze temperatury spalin przed oraz korzystnie również za instalacją odpylania spalin, umożliwi określenie kiedy dochodzi do zagrożenia rośnieniem spalin, a co za tym idzie pozwoli na sterowanie pracą kotła w sposób uniemożliwiający schłodzenie spalin poniżej punktu rosy i zabezpieczenie elementów ciągu spalinowego przed korozją i zalepianiem osadami popiołowymi przy jednoczesnym utrzymaniu jak najwyższej sprawności kotła. Podstawowym celem wynalazku jest zatem optymalizacja pracy kotła poprzez minimalizację straty wylotowej z ciągłą kontrolą punktu rośnienia spalin umożliwiającą zabezpieczenie elementów układu spalinowego za ciągiem konwekcyjnym kotła.

Istotę wynalazku stanowi sposób optymalizacji pracy kotła energetycznego wyposażonego w instalację odpylania spalin, zwłaszcza kotła rusztowego polegający na tym, że w sposób ciągły mierzy się jednocześnie temperaturę punktu rosy spalin oraz temperaturę spalin po stronie dolotowej instalacji odpylania spalin, wyniki pomiarów przekazuje się do modułu przetwarzająco-sterującego, a za jego pomocą steruje się modułem regulacji temperatury spalin w taki sposób, by utrzymywać temperaturę spalin na dolocie instalacji odpylania spalin powyżej minimalnego założonego poziomu, wyższego od temperatury punktu rosy spalin, aby uniknąć niekorzystnego rośnienia spalin w instalacji odpylania, charakteryzujący się tym, że temperaturę spalin reguluje się z wykorzystaniem:

- a) modułu regulacji temperatury zawierającego zawór regulacyjny strumienia czynnika grzewczego, najczęściej wody lub pary wodnej, zainstalowany w rurociągu do podgrzewacza powietrza, w taki sposób, że otwiera się ten zawór regulacyjny strumienia czynnika grzewczego i podgrzewa się wstępnie powietrze kierowane do procesu spalania; dzięki takiemu zabiegowi energia zawarta w paliwie nie jest zużywana na podgrzew powietrza zimnego, co prowadzi do uzyskania wyższej temperatury spalania w kotle, a w efekcie do uzyskania wyższej temperatury spalin dolotowych do instalacji odpylania spalin, albo
- b) modułu regulacji temperatury zawierającego zawór regulacyjny strumienia czynnika podgrzewanego w postaci wody zainstalowany w rurociągu do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera, w taki sposób, że podwyższa się temperaturę spalin za ekonomizerem poprzez

- zamykanie zaworu regulacyjnego strumienia czynnika podgrzewanego zmniejszając jego strumień, a przez to zmniejszając pobór strumienia ciepła od spalin.
- c) modułu regulacji temperatury zawierającego kłapy regulacyjne powietrza zamontowane w kanałach dolotowych kotła energetycznego, w taki sposób, że poprzez odpowiednie ustawienie tych kłap regulacyjnych – zamiast powietrza zimnego z zewnątrz – wprowadza się do procesu spalania ciepłe powietrze z wnętrza kotłowni; dzięki takiemu zabiegowi energia zawarta w paliwie nie jest zużywana na podgrzew powietrza zimnego, co prowadzi do uzyskania wyższej temperatury spalania w kotle, a w efekcie do uzyskania wyższej temperatury spalin dolotowych do instalacji odpylania spalin, albo
 - d) modułu regulacji temperatury zawierającego kłapy regulacyjne spalin zamontowane w kanałach obejściowych pęczków konwekcyjnych, w taki sposób, że otwiera się te kłapy regulacyjne i kieruje część spalin z pominięciem wybranych pęczków konwekcyjnych (zatem z pominięciem oddawania ciepła wodzie kotłowej) do kanału spalin przed wstępnym podgrzewaczem wody, tzw. ekonomizerem, gdzie miesza się je z chłodniejszym strumieniem spalin, który przeszedł przez pęczki konwekcyjne oddając ciepło wodzie kotłowej; w efekcie temperatura spalin dolotowych do instalacji odpylania spalin jest wyższa niż w przypadku gdyby cały strumień spalin przepłynął przez pęczki konwekcyjne.

Korzystnie, w przypadku, gdy utrzymanie temperatury spalin dolotowych do instalacji odpylania spalin powyżej założonego poziomu nie jest technicznie możliwe, to jest w przypadku gdy moduł regulacji temperatury nie jest zdolny w założonym czasie podnieść temperatury spalin co najmniej do założonego minimalnego poziomu, kieruje się strumień spalin do kanału obejściowego modułu awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin poprzez zamknięcie kłap zamontowanych w kanałach głównych, to jest w kanale dolotowym oraz w kanale wylotowym instalacji odpylania spalin, i otwarcie kłapy zamontowanej w kanale obejściowym instalacji odpylania spalin.

Korzystnie, strumień spalin do kanału obejściowego modułu awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin kieruje się automatycznie, to jest za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego.

Korzystnie, oprócz pomiarów po stronie dolotowej instalacji odpylania spalin, dodatkowo w sposób ciągły mierzy się temperaturę punktu rosy spalin oraz temperaturę spalin po stronie wylotowej instalacji odpylania spalin, wyniki pomiarów przekazuje się do modułu przetwarzająco-sterującego, a za jego pomocą steruje się modułem regulacji temperatury spalin w taki sposób, by utrzymywać temperaturę spalin na wylocie instalacji odpylania spalin powyżej minimalnego założonego poziomu, wyższego od temperatury punktu rosy spalin, aby uniknąć niekorzystnego rosenia spalin w urządzeniach za instalacją odpylania spalin, przy czym temperaturę spalin reguluje się z wykorzystaniem jednego ze środków technicznych przewidzianych do regulacji temperatury spalin po stronie dolotowej instalacji odpylania spalin.

Pomiar i optymalizacja po stronie wylotowej instalacji odpylania spalin są korzystne i pozwalają chronić przed niekorzystnym roseniem spalin w elementach znajdujących się po tej stronie układu, przy czym pomiary i optymalizacja prowadzone tylko przed instalacją odpylania spalin nie zawsze są w stanie to zapewnić. Temperatura spalin za instalacją odpylania spalin jest niższa niż przed tą instalacją, natomiast temperatura punktu rosy może się obniżyć, bo w instalacji odpylania może dojść do częściowego odsiarczenia spalin, a zawartość tlenków siarki w spalinach ma wpływ na wartość kwasowego punktu rosy. W efekcie, jeśli przed instalacją odpylania spalin wartość punktu rosy wynosiła przykładowo 70 stopni, to za instalacją odpylania spalin wartość temperatury punktu rosy może osiągać 60 stopni. W takim przypadku jeśli za instalacją odpylania spalin będą mieć temperaturę 70 stopni to nie będzie dochodziło do rosenia, a co za tym idzie urządzenia za instalacją odpylania (wentylator wyciągowy, kanały spalin, komin) będą mogły pracować przy niższych temperaturach spalin w porównaniu z instalacją odpylania. Kontrola temperatury spalin za instalacją odpylania spalin jest korzystna, bowiem znajdujące się tam urządzenia również powinny podlegać zabezpieczeniu przed roseniem, czyli nie powinny być omywane spalinami o temperaturze niższej od temperatury punktu rosy spalin zmierzonego za instalacją odpylania spalin.

Stopniem otwarcia zaworów lub kłap regulacyjnych steruje się za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego, którego zadaniem jest utrzymywanie temperatury spalin co najmniej na minimalnym poziomie założonym, przy czym pod pojęciem zaworów mieszczą się zawór regulacyjny strumienia czynnika grzewczego zainstalowany w rurociągu do podgrzewacza powietrza oraz zawór regulacyjny strumienia czynnika podgrzewanego w postaci wody zainstalowany w rurociągu do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera, natomiast pod pojęciem kłap mieszczą się kłapy regulacyjne powietrza

zamontowane w kanałach dolotowych kotła energetycznego, kłapy regulacyjne spalin zamontowane w kanałach obejściowych pęczków konwekcyjnych, kłapa zamontowana w kanale obejściowym instalacji odpylania spalin oraz kłapy zamontowane w kanałach głównych, to jest w kanale dolotowym oraz w kanale wylotowym instalacji odpylania spalin.

Istotę wynalazku stanowi również układ optymalizacji pracy kotła energetycznego, wyposażonego w instalację odpylania spalin, zwłaszcza kotła rusztowego, oparty na ciągłym pomiarze temperatury punktu rosy spalin oraz temperatury spalin, wyposażony w co najmniej jeden termometr do pomiaru temperatury spalin oraz w co najmniej jedną sondę do pomiaru temperatury punktu rosy spalin, zanurzone w kanale spalin po stronie dolotowej instalacji odpylania spalin, a termometr/y i sonda/y połączone są bezprzewodowo lub przewodami sygnałowymi z modułem przetwarzająco-sterującym analizującym wyniki pomiarów temperatury spalin i temperatury punktu rosy, który połączony jest bezprzewodowo lub przewodowo z modułem regulacji temperatury spalin, charakteryzujący się tym, że moduł regulacji temperatury spalin zawiera:

- a) zawór regulacyjny strumienia czynnika grzewczego, najczęściej wody lub pary wodnej, zainstalowany w rurociągu do podgrzewacza powietrza, lub
- b) zawór regulacyjny strumienia czynnika grzewczego zainstalowany w rurociągu do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera, lub
- c) kłapy regulacyjne powietrza zamontowane w kanałach dolotowych kotła energetycznego, lub
- d) kłapy regulacyjne strumienia spalin zamontowane w kanałach obejściowych pęczków konwekcyjnych.

Korzystnie układ wyposażony jest również w moduł awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin zawierający kanał obejściowy instalacji odpylania spalin oraz kłapy regulacyjne strumienia spalin, to jest kłapę zamontowaną w kanale obejściowym instalacji odpylania spalin oraz kłapy zamontowane w kanałach głównych, to jest w kanale dolotowym oraz w kanale wylotowym instalacji odpylania spalin, przy czym moduł awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin korzystnie połączony jest z modułem przetwarzająco-sterującym.

Korzystnie, moduł przetwarzająco-sterujący ma postać programowalnego sterownika logicznego (PLC – ang. programmable logic controller) z wewnętrznym oprogramowaniem.

Korzystnie, układ wyposażony jest dodatkowo w co najmniej jeden termometr do pomiaru temperatury spalin oraz w co najmniej jedną sondę do pomiaru temperatury punktu rosy spalin, zanurzone w kanale spalin po stronie wylotowej instalacji odpylania spalin, a termometr/y i sonda/y połączone są bezprzewodowo lub przewodami sygnałowymi z modułem przetwarzająco-sterującym analizującym wyniki pomiarów temperatury spalin i temperatury punktu rosy, który połączony jest bezprzewodowo lub przewodowo z modułem regulacji temperatury spalin oraz korzystnie z modułem awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin.

Za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego dokonuje się regulacji stopnia otwarcia zaworów lub kłap regulacyjnych modułu regulacji temperatury spalin.

Za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego steruje się modułem awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin.

Efektem zastosowania rozwiązania według wynalazku jest utrzymywanie temperatury spalin powyżej temperatury punktu rosy spalin o zadany przez operatora próg bezpieczeństwa, na przykład 10°C wyżej od temperatury punktu rosy spalin. Do ciągle mierzonej wartości temperatury punktu rosy dodawana jest wartość progu bezpieczeństwa, a otrzymana wartość porównywana jest z ciągle mierzoną temperaturą spalin, po której osiągnięciu układ podejmuje działania w celu jej podwyższenia. W przypadku gdy temperatura spalin obniży się poniżej temperatury zadziałania układu następuje uruchomienie modułu regulacji temperatury spalin, który podejmuje działania w celu jej podwyższenia.

W przypadku gdy wszystkie elementy modułu regulacji temperatury spalin zostały wykorzystane a temperatura spalin osiąga wartości poniżej zadanej temperatury zadziałania systemu następuje zadziałanie układu awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin i otwierane są kłapy odcinające spalin zamontowane w kanałach głównych i obejściowych instalacji odpylania. Instalacja odpylania spalin kotła najkorzystniej powinna pracować w sposób ciągły, więc sytuacja otwierania jego obejścia jest sytuacją awaryjną, dopuszczalną jedynie w krótko trwających i szczególnych sytuacjach grożących uszkodzeniem instalacji wynikającym z rośnienia spalin.

Wynalazek zapobiega korozji niskotemperaturowej elementów układu spalinowego za ciągiem konwekcyjnym kotła, między innymi kanałów spalin, układu odpylania spalin, wentylatorów wyciągo-

wych i komina, związanej z wykraplaniem ze spalin kondensatu o odczynie kwaśnym. Ponadto zapobiega zalepianiu instalacji odpylania spalin spowodowanemu wiązaniem pyłu z kondensatem oraz pozwala na eksploatację kotła energetycznego w sposób zapewniający minimalizację straty wylotowej, podnosząc tym samym sprawność kotła, poprzez obniżenie temperatury spalin wylotowych do poziomu bezpiecznego ze względu na rosenie spalin w obrębie od ciągu konwekcyjnego do komina, co powoduje wzrost sprawności kotła.

Rozwiązanie według wynalazku bliżej objaśniono na poniższych przykładach wykonania oraz na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia do ciągłego pomiaru temperatury punktu rosy spalin przy jednoczesnym pomiarze temperatury spalin na dolocie instalacji odpylania spalin kotła energetycznego, natomiast fig. 2 – schemat urządzenia do ciągłego pomiaru temperatury punktu rosy spalin przy jednoczesnym pomiarze temperatury spalin jednocześnie na dolocie i wylocie instalacji odpylania spalin kotła energetycznego.

Przykład 1

Układ optymalizacji pracy kotła energetycznego zawiera sondę **1** do pomiaru temperatury punktu rosy oraz termometr **2** do pomiaru temperatury spalin umieszczone w dolotowym kanale **3** spalin instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6**. Sonda **1** do pomiaru temperatury punktu rosy spalin połączona jest przewodem sygnałowym **7** z modułem przetwarzająco-sterującym **8**.

Termometr **2** do pomiaru temperatury spalin połączony jest przewodem sygnałowym **9** z modułem przetwarzająco-sterującym **8**.

Moduł regulacji temperatury spalin dolotowych instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6** jest wyposażony w elementy wykonawcze: klapy regulacyjne **10** strumienia powietrza dolotowego kotła energetycznego **6** zamontowane w czerpniach powietrza kanałów dolotowych (ustawienie zmienia stosunek powietrza zimnego pobieranego z czerpni **11** na zewnątrz kotłowni, do powietrza ciepłego pobieranego z czerpni **12** w budynku kotłowni) oraz zawór regulacyjny **13** strumienia czynnika grzewczego kierowanego do podgrzewacza powietrza **14** zainstalowanego w kanale dolotowym **15** powietrza do kotła energetycznego **6**, zawór regulacyjny **16** strumienia wody zasilającej kierowanej do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera **17**, klapy regulacyjne **18** strumienia spalin kierowanego do kanału obejściowego **19** pęczków konwekcyjnych **20** kotła energetycznego **6**.

Moduł awaryjnego zabezpieczenia instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6** jest wyposażony w elementy wykonawcze: klapy odcinające **21** strumień spalin zamontowane w kanale obejściowym **22** instalacji **5** odpylania spalin oraz klapy odcinające **21'** strumień spalin zamontowane w kanale dolotowym **3** i wylotowym **4** instalacji **5** odpylania spalin.

Przykład 2

Układ optymalizacji pracy kotła energetycznego zawiera sondę **1** do pomiaru temperatury punktu rosy oraz termometr **2** do pomiaru temperatury spalin umieszczone w dolotowym kanale **3** spalin instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6**, oraz sondę **23** do pomiaru temperatury punktu rosy i termometr **24** do pomiaru temperatury spalin umieszczone w wylotowym kanale **4** spalin instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6**. Sondy **1** i **23** do pomiaru temperatury punktu rosy spalin połączone są przewodami sygnałowymi **7** z modułem przetwarzająco-sterującym **8**.

Termometry **2** i **24** do pomiaru temperatury spalin połączone są przewodami sygnałowymi **9** z modułem przetwarzająco-sterującym **8**.

Moduł regulacji temperatury spalin dolotowych instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6** jest wyposażony w elementy wykonawcze: klapy regulacyjne **10** strumienia powietrza dolotowego kotła energetycznego **6** zamontowane w czerpniach powietrza kanałów dolotowych (ustawienie zmienia stosunek powietrza zimnego pobieranego z czerpni **11** na zewnątrz kotłowni, do powietrza ciepłego pobieranego z czerpni **12** w budynku kotłowni) oraz zawór regulacyjny **13** strumienia czynnika grzewczego kierowanego do podgrzewacza powietrza **14** zainstalowanego w kanale dolotowym **15** powietrza do kotła energetycznego **6**, zawór regulacyjny **16** strumienia wody zasilającej kierowanej do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera **17**, klapy regulacyjne **18** strumienia spalin kierowanego do kanału obejściowego **19** pęczków konwekcyjnych **20** kotła energetycznego **6**.

Moduł awaryjnego zabezpieczenia instalacji **5** odpylania spalin kotła energetycznego **6** jest wyposażony w elementy wykonawcze: klapy odcinające **21** strumień spalin zamontowane w kanale obejściowym **22** instalacji **5** odpylania spalin oraz klapy odcinające **21'** strumień spalin zamontowane w kanale dolotowym **3** i wylotowym **4** instalacji **5** odpylania spalin.

Przykład 3

Sposób optymalizacji pracy kotła energetycznego **6** polega na tym, że temperatura spalin wylotowych przed instalacją **5** odpylania spalin utrzymywana jest na jak najniższym poziomie, co zapewnia pracę kotła energetycznego **6** z wysoką sprawnością dzięki minimalizacji straty wylotowej, a jednocześnie temperatura spalin wylotowych utrzymywana jest na poziomie wyższym niż temperatura punktu rosy spalin, co zapewnia zabezpieczenie instalacji odpylania i kolejnych elementów układu spalinowego przed zalepianiem osadami popiołowymi i korozją niskotemperaturową spowodowaną wykraplananiem kwaśnego kondensatu.

Sposób optymalizacji pracy kotła energetycznego jest realizowany tak, że w kanale dolotowym **3** instalacji **5** odpylania spalin mierzy się temperaturę spalin za pomocą termometru **2** oraz temperaturę punktu rosy spalin za pomocą sondy **1** do pomiaru punktu rosy spalin, a w kanale wylotowym **4** instalacji **5** odpylania spalin mierzy się temperaturę spalin za pomocą termometru **24** oraz temperaturę punktu rosy spalin za pomocą sondy **23** do pomiaru punktu rosy spalin. Sygnały pomiarowe z pomiaru temperatury punktu rosy spalin przesyła się za pomocą przewodów sygnałowych **7**, natomiast sygnały pomiarowe z pomiaru temperatury spalin przesyła się za pomocą przewodów sygnałowych **9**. Sygnały pomiarowe przesyła się do modułu przetwarzająco-sterującego **8**, który w sposób ciągły porównuje temperaturę spalin dolotowych t_s^{dol} i temperaturę punktu rosy spalin dolotowych t_{prs}^{dol} instalacji **5** odpylania spalin oraz porównuje temperaturę spalin wylotowych t_s^{wyl} i temperaturę punktu rosy spalin wylotowych t_{prs}^{wyl} instalacji **5** odpylania spalin.

Gdy spełniony zostaje jeden lub każdy z warunków:

$$t_{prs}^{dol} + 10 > t_s^{dol}$$

$$t_{prs}^{wyl} + 10 > t_s^{wyl}$$

moduł przetwarzająco-sterujący **8** uruchamia jeden lub kilka zainstalowanych elementów wykonawczych, jak kłapy regulacyjne **10** strumienia powietrza dolotowego kotła energetycznego **6** zamontowane w czerpniach powietrza kanałów dolotowych (ustawienie zmienia stosunek powietrza zimnego pobieranego z czerpni **11** na zewnątrz kotłowni, do powietrza ciepłego pobieranego z czerpni **12** w budynku kotłowni) i/lub zawór regulacyjny **13** strumienia czynnika grzewczego kierowanego do podgrzewacza powietrza **14** zainstalowanego w kanale dolotowym **15** powietrza do kotła energetycznego **6** i/lub zawór regulacyjny **16** strumienia wody zasilającej kierowanej do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera **17** i/lub kłapy regulacyjne **18** strumienia spalin kierowanego do kanału obejściowego **19** pęczków konwekcyjnych **20** kotła energetycznego **6**. Powyższe działanie skutkuje podniesieniem temperatury spalin dolotowych i wylotowych instalacji **5** odpylania spalin. Temperatura spalin podnoszona jest do momentu aż spełnione zostają łącznie oba warunki:

$$t_{prs}^{dol} + 10 \leq t_s^{dol}$$

$$t_{prs}^{wyl} + 10 \leq t_s^{wyl}$$

W przypadku gdy w wyniku zadziałania wszystkich dostępnych elementów wykonawczych nie dochodzi do spełnienia powyższych warunków za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego **8** uruchamia się układ awaryjnego obejścia instalacji **5** odpylania spalin i otwiera się klapę odcinającą **21** strumień spalin zamontowaną w kanale obejściowym **22** instalacji **5** odpylania spalin oraz zamyka się kłapy odcinające **21** strumień spalin zamontowane w kanale dolotowym **3** i wylotowym **4** instalacji **5** odpylania spalin.

Wykaz użytych oznaczeń

- 1 – sonda do pomiaru temperatury punktu rosy spalin przed instalacją odpylania spalin
- 2 – termometr do pomiaru temperatury spalin przed instalacją odpylania spalin
- 3 – kanał dolotowy spalin do instalacji odpylania spalin
- 4 – kanał wylotowy spalin z instalacji odpylania spalin
- 5 – instalacja odpylania spalin
- 6 – kocioł energetyczny
- 7 – przewody sygnałowe od pomiaru temperatury punktu rosy spalin
- 8 – moduł przetwarzająco-sterujący
- 9 – przewody sygnałowe od pomiaru temperatury spalin
- 10 – klapy regulacyjne strumienia powietrza dolotowego kotła energetycznego
- 11 – czerpnia powietrza na zewnątrz kotłowni
- 12 – czerpnia powietrza z wnętrza kotłowni
- 13 – zawór regulacyjny strumienia czynnika grzewczego kierowanego do podgrzewacza powietrza
- 14 – podgrzewacz powietrza
- 15 – kanał dolotowy powietrza do kotła energetycznego
- 16 – zawór regulacyjny strumienia wody zasilającej kierowanej do wstępnego podgrzewacza wody
- 17 – wstępny podgrzewacz wody
- 18 – klapy regulacyjne strumienia spalin kierowanego do kanału obejściowego pęczka konwekcyjnego
- 19 – kanał obejściowy pęczka konwekcyjnego
- 20 – pęczek konwekcyjny
- 21, 21' – klapy regulacyjne strumienia spalin kierowanego do kanału obejściowego instalacji odpylania spalin
- 22 – kanał obejściowy instalacji odpylania spalin
- 23 – sonda do pomiaru temperatury punktu rosy spalin za instalacją odpylania spalin
- 24 – termometr do pomiaru temperatury spalin za instalacją odpylania spalin

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób optymalizacji pracy kotła energetycznego wyposażonego w instalację odpylania spalin, zwłaszcza kotła rusztowego polegający na tym, że w sposób ciągły mierzy się jednocześnie temperaturę punktu rosy spalin oraz temperaturę spalin po stronie dolotowej instalacji (5) odpylania spalin, wyniki pomiarów przekazuje się do modułu przetwarzająco-sterującego (8), a za jego pomocą steruje się modułem regulacji temperatury spalin w taki sposób, by utrzymywać temperaturę spalin na dolocie instalacji (5) odpylania spalin powyżej minimalnego założonego poziomu, wyższego od temperatury punktu rosy spalin, **znamienny tym**, że temperaturę spalin reguluje się, z wykorzystaniem:
 - a) modułu regulacji temperatury zawierającego zawór regulacyjny (13) strumienia czynnika grzewczego, najczęściej wody lub pary wodnej, zainstalowany w rurociągu do podgrzewacza powietrza (14), w taki sposób, że otwiera się ten zawór regulacyjny (13) strumienia czynnika grzewczego i podgrzewa się wstępnie powietrze kierowane do procesu spalania, albo
 - b) modułu regulacji temperatury zawierającego zawór regulacyjny (16) strumienia czynnika podgrzewanego w postaci wody zainstalowany w rurociągu do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera (17), w taki sposób, że podwyższa się temperaturę spalin za ekonomizerem (17) poprzez zamykanie zaworu regulacyjnego (16) strumienia czynnika podgrzewanego zmniejszając jego strumień, a przez to zmniejszając pobór strumienia ciepła od spalin, albo
 - c) modułu regulacji temperatury zawierającego klapy regulacyjne (10) powietrza zamontowane w kanałach dolotowych kotła energetycznego (6), w taki sposób, że poprzez

- odpowiednie ustawienie tych klap regulacyjnych – zamiast powietrza zimnego z zewnątrz – wprowadza się do procesu spalania ciepłe powietrze z wnętrza kotłowni, albo
- d) modułu regulacji temperatury zawierającego klapy regulacyjne (18) spalin zamontowane w kanałach obejściowych (19) pęczków konwekcyjnych (20), w taki sposób, że otwiera się te klapy regulacyjne (18) i kieruje część spalin z pominięciem wybranych pęczków konwekcyjnych (20) do kanału spalin przed wstępnym podgrzewaczem wody, tzw. ekonomizerem (17), gdzie miesza się je z chłodniejszym strumieniem spalin, który przeszedł przez pęczki konwekcyjne (20) oddając ciepło wodzie kotłowej.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w przypadku, gdy utrzymanie temperatury spalin dolotowych do instalacji (5) odpylania spalin powyżej założonego poziomu nie jest technicznie możliwe, to jest w przypadku gdy moduł regulacji temperatury nie jest zdolny w założonym czasie podnieść temperatury spalin co najmniej do założonego minimalnego poziomu, kieruje się strumień spalin do kanału obejściowego (22) modułu awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin poprzez zamknięcie klap (21') zamontowanych w kanałach głównych, to jest w kanale dolotowym (3) oraz w kanale wylotowym (4) instalacji odpylania spalin, i otwarcie klapy (21) zamontowanej w kanale obejściowym (22) instalacji (5) odpylania spalin.
 3. Sposób według zastrz. 2 **znamienny tym**, że strumień spalin do kanału obejściowego (22) modułu awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin kieruje się automatycznie, to jest za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego (8).
 4. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że oprócz pomiarów po stronie dolotowej instalacji (5) odpylania spalin, dodatkowo w sposób ciągły mierzy się temperaturę punktu rosy spalin oraz temperaturę spalin po stronie wylotowej instalacji (5) odpylania spalin, wyniki pomiarów przekazuje się do modułu przetwarzająco-sterującego (8), a za jego pomocą steruje się modułem regulacji temperatury spalin w taki sposób, by utrzymywać temperaturę spalin na wylocie instalacji (5) odpylania spalin powyżej minimalnego założonego poziomu, wyższego od temperatury punktu rosy spalin, przy czym temperaturę spalin reguluje się z wykorzystaniem jednego ze środków technicznych przewidzianych do regulacji temperatury spalin po stronie dolotowej instalacji (5) odpylania spalin.
 5. Sposób według zastrz. 1 lub 2 **znamienny tym**, że stopniem otwarcia zaworów (13, 16) lub klap regulacyjnych (10, 18, 21, 21') steruje się za pomocą modułu przetwarzająco-sterującego (8).
 6. Układ optymalizacji pracy kotła energetycznego wyposażonego w instalację odpylania spalin, zwłaszcza kotła rusztowego, oparty na ciągłym pomiarze temperatury punktu rosy spalin oraz temperatury spalin, wyposażony w co najmniej jeden termometr (2) do pomiaru temperatury spalin oraz w co najmniej jedną sondę (1) do pomiaru temperatury punktu rosy spalin, zanurzane w kanale (3) spalin po stronie dolotowej instalacji odpylania spalin, a termometr/y (2) i sonda/y (1) połączone są bezprzewodowo lub przewodami sygnałowymi (7, 9) z modułem przetwarzająco-sterującym (8) analizującym wyniki pomiarów temperatury spalin i temperatury punktu rosy, który połączony jest bezprzewodowo lub przewodowo z modułem regulacji temperatury spalin, **znamienny tym**, że moduł regulacji temperatury spalin zawiera:
 - a) zawór regulacyjny (13) strumienia czynnika grzewczego, najczęściej wody lub pary wodnej, zainstalowany w rurociągu do podgrzewacza powietrza (14), lub
 - b) zawór regulacyjny (16) strumienia czynnika grzewczego zainstalowany w rurociągu do wstępnego podgrzewacza wody, tzw. ekonomizera (17), lub
 - c) klapy regulacyjne (10) powietrza zamontowane w kanałach dolotowych kotła energetycznego (6), lub
 - d) klapy regulacyjne (18) strumienia spalin zamontowane w kanałach obejściowych (19) pęczków konwekcyjnych (20).
 7. Układ według zastrz. 6 **znamienny tym**, że wyposażony jest dodatkowo w moduł awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin zawierający kanał (22) obejściowy instalacji odpylania spalin oraz klapy regulacyjne strumienia spalin, to jest klapę (21) zamontowaną w kanale obejściowym (22) instalacji (5) odpylania spalin oraz klapy (21') zamontowane

- w kanałach głównych, to jest w kanale dolotowym (3) oraz w kanale wylotowym (4) instalacji odpylania spalin, przy czym moduł awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin korzystnie połączony jest z modułem przetwarzająco-sterującym (8).
8. Układ według zastrz. 6 **znamienny tym**, że moduł przetwarzająco-sterujący (8) ma postać programowalnego sterownika logicznego z wewnętrznym oprogramowaniem.
 9. Układ według zastrz. 6 **znamienny tym**, że wyposażony jest dodatkowo w co najmniej jeden termometr (24) do pomiaru temperatury spalin oraz w co najmniej jedną sondę (23) do pomiaru temperatury punktu rosy spalin, zanurzane w kanale (4) spalin po stronie wylotowej instalacji (5) odpylania spalin, a termometr/y (24) i sonda/y (23) połączone są bezprzewodowo lub przewodami sygnałowymi (7, 9) z modułem przetwarzająco-sterującym (8) analizującym wyniki pomiarów temperatury spalin i temperatury punktu rosy, który połączony jest bezprzewodowo lub przewodowo z modułem regulacji temperatury spalin oraz korzystnie z modułem awaryjnego obejścia instalacji odpylania spalin.

Rysunki

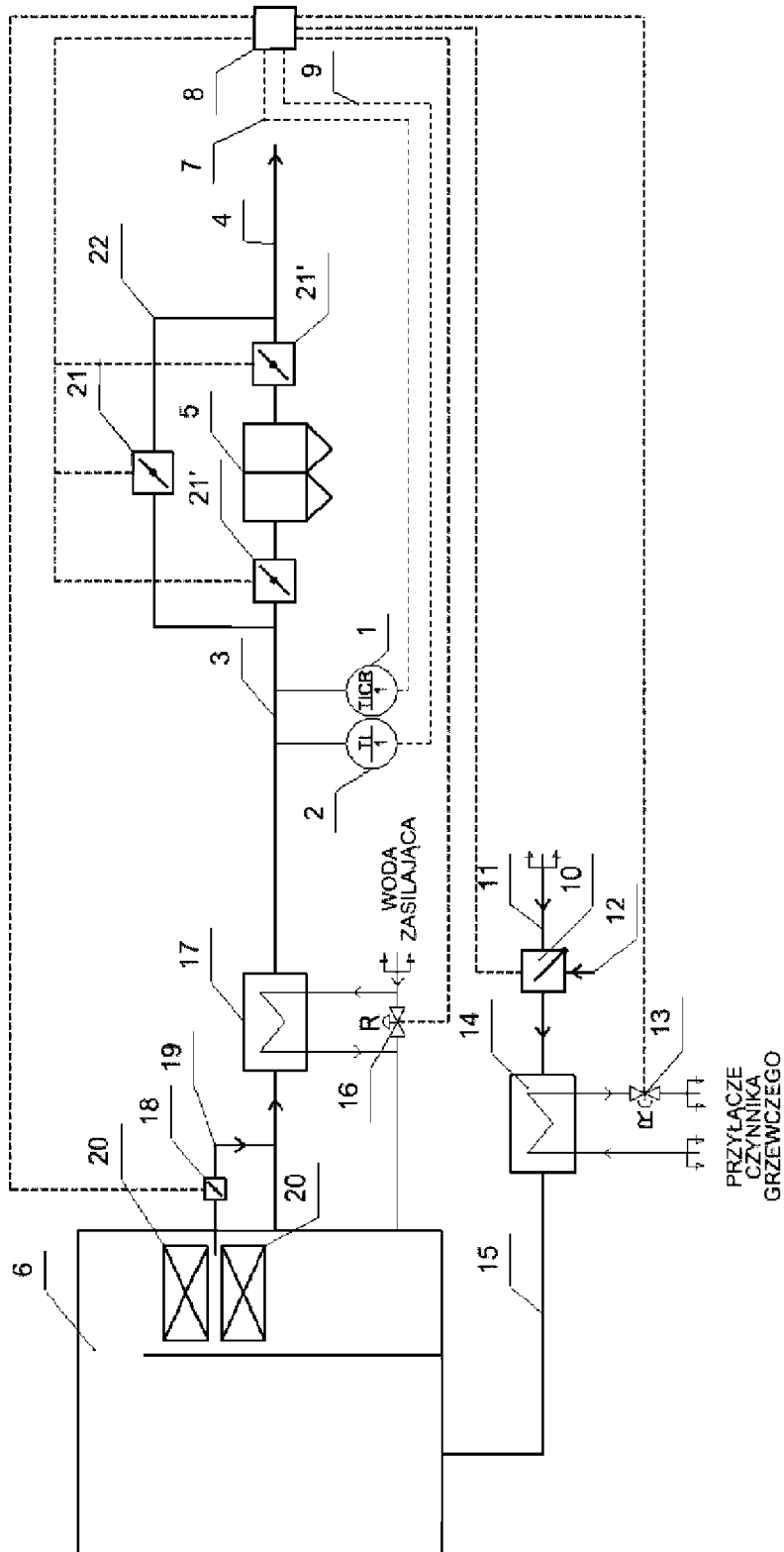


Fig. 1

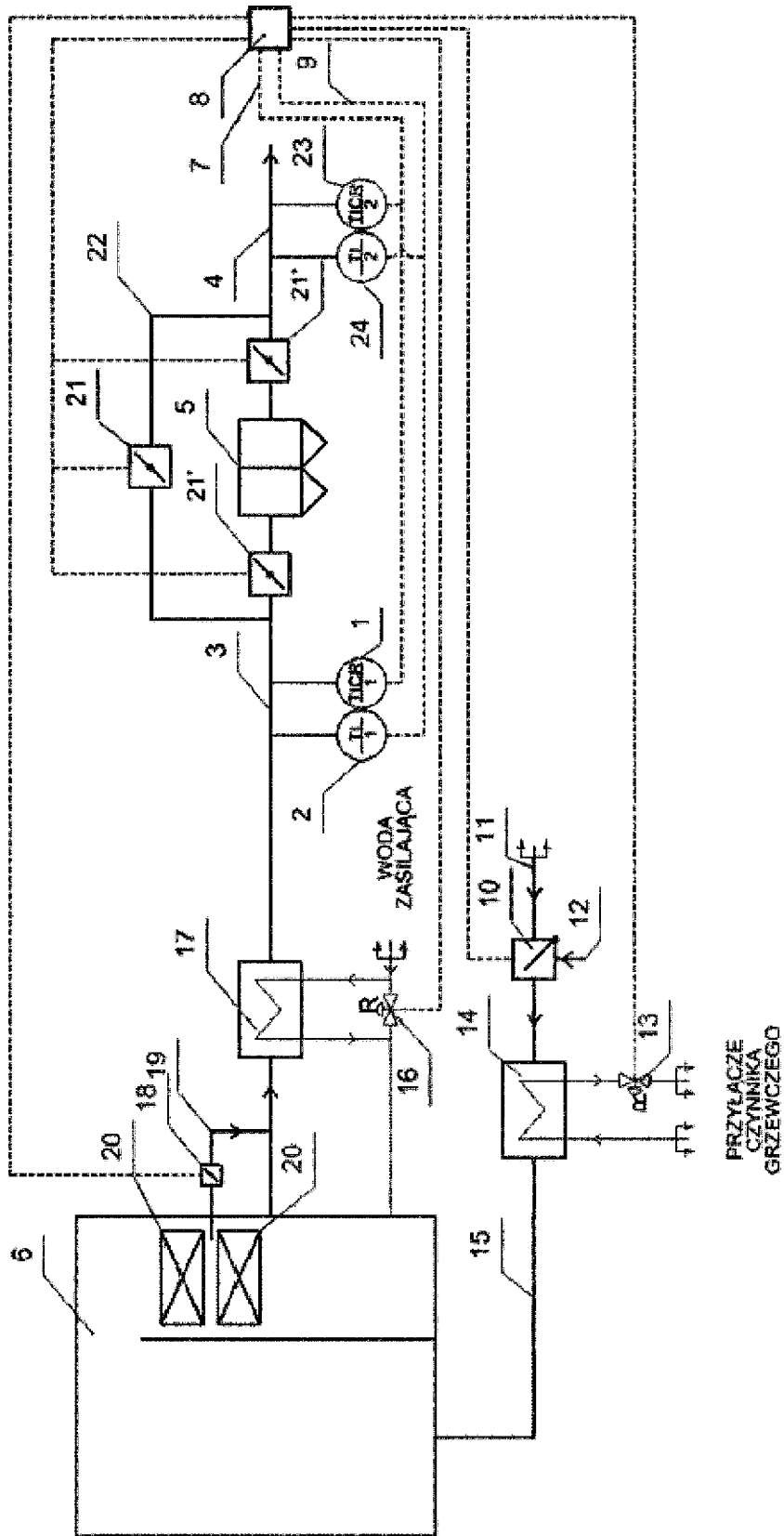


Fig. 2