

RODZAJE, CHARAKTERYSTYKA ORAZ WYBRANE PROBLEMY EKSPLOATACJI KOTŁÓW I PIECÓW ZASILANYCH RÓŻNYMI PALIWAMI

Piotr Nakoneczny¹, Paweł Artur Kluza¹, Grzegorz Tatar²,
Ryszard Bródka²

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²Wyższa Inżynierska Szkoła Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu

Streszczenie. W pracy dokonano przeglądu i charakterystyki porównawczej pieców i kotłów zasilanych węglem, gazem ziemnym, olejem opałowym oraz biomasą o krótkim cyklu spalania oraz kotłów zaopatrzonych w automatykę i systemy dozowania pozwalające na bezobsługową pracę w procesie ciągłym. Dokonano analizy konstrukcji kotłów gazowych i olejowych z otwartą i zamkniętą komorą spalania oraz wykorzystujących zjawisko kondensacji. Kotły wielopaliwowe pozwalają na zastosowanie różnych rodzajów paliw. Kotły przystosowane do spalania węgla i jego produktów mają różne konstrukcje komór spalania, wymienników ciepła, doprowadzania powietrza i odprowadzenia spalin. Ich sprawność nie jest wysoka i wynosi 50–60%. Podstawowym paliwem w polskiej energetyce ciepłej jest węgiel kamienny w różnych asortymentach. Z tego powodu najczęściej rozwiązań w urządzeniach kotłowych powstało z myślą o wykorzystaniu tego paliwa. Najwygodniejsze w eksploatacji są kotły na gaz ziemny, całkowicie bezobsługowe. Alternatywą dla kotłów gazowych są urządzenia na olej opałowy. Nowym rozwiązaniem umożliwiającym dywersyfikację źródeł zasilania są kotły wielopaliwowe, drogie i rzadko spotykane na naszym rynku.

Słowa kluczowe: piece, kotły, biopaliwa, eksploatacja

WSTĘP

Energetyka stanowi jedną z najważniejszych dziedzin gospodarki i decyduje o stopniu uprzemysłowienia. Rozwój gospodarczy i cywilizacyjny wiąże się ze wzrostem zapotrzebowania i wykorzystania energii. Proporcjonalnie do tego wzrasta zużycie zasobów mineralnych i energetycznych, przede wszystkim ropy naftowej, węgla kamiennego i brunatnego oraz gazu ziemnego.

Adres do korespondencji – Corresponding author: Piotr Nakoneczny, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, email: piotr.nakoneczny@up.lublin.pl

Polska, z zasobami geologicznymi w złożach kopalń czynnych szacowanymi na około 25,5 mld ton węgla, znajduje się w czołówce krajów wydobywających węgiel [Sobczyk 2008]. Rozwój przemysłu i postęp cywilizacyjny stanowią poważne zagrożenia dla środowiska naturalnego. Istotny problem to zanieczyszczanie powietrza atmosferycznego produktami spalania węgla, w tym tlenkami siarki, azotu, tlenkiem i dwutlenkiem węgla i innych substancji oraz zagospodarowanie pozostałości stałych po spalaniu (żużle, popioły lotne, popioły emitowane z kominów) [Lorenz 2005]. Wywiera to niekorzystny wpływ na powietrze atmosferyczne, glebę i wody, a za ich pośrednictwem na rośliny, ludzi i zwierzęta oraz na materiały i konstrukcje. W tym kontekście zagadnienia ochrony środowiska zajmują ważne miejsce. Oddziaływanie obiektów takich jak elektrownie i elektrociepłownie jest w wielu aspektach niekorzystne. Celowym jest wprowadzanie coraz efektywniejszych technologii spalania oraz oczyszczania spalin. Nie mniej istotnym staje się prawidłowe wykorzystanie i modernizacja istniejących instalacji kotłowych, także tych, które występują w skali masowej [Golec i in. 2004, Krawczyński i Świerczewska 2006].

Celem pracy jest studialna charakterystyka pieców i kotłów zasilanych różnymi paliwami z uwzględnieniem eksploatacji takich urządzeń szczególnie w rolnictwie, gospodarce żywnościowej i w gospodarstwach domowych.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA, PRZEZNACZENIE I KLASYFIKACJA KOTŁÓW

Kocioł to urządzenie służące do spalania paliw stałych, ciekłych lub gazowych w celu podgrzania nośnika ciepła, w odróżnieniu od pieca, który oddaje ciepło bezpośrednio do otoczenia. Wprowadzanie współczesnych konstrukcji kotłów ma na celu podwyższenie sprawności takich urządzeń i systemów grzewczych, zmniejszenie emisji zanieczyszczeń, wykorzystanie alternatywnych źródeł energii, opracowanie nowych, niekonwencjonalnych technologii niskoemisyjnych.

Nowoczesne kotły dla celów bytowych są wygodne w użytkowaniu. Pozwalają na spalanie różnych źródeł energii cieplnej. Poza kotłami przeznaczonymi do spalania jednego rodzaju paliwa często wykorzystuje się kotły wielopaliwowe (np. na węgiel, pelety, zboża, oleje). Aktualnie produkowane kotły ograniczają czas potrzebny do ich obsługi i cechuje je niski koszt eksploatacji, co daje zauważalne efekty ekonomiczne [Łopata 2009].

Kotły klasyfikuje się według różnych kryteriów, najczęściej ze względu na: moc (o małej mocy, do 50 kW, o średniej mocy, 50–500 kW, o dużej mocy, powyżej 500 kW); konstrukcję (stalowe, żeliwne, specjalne); rodzaj czynnika przenoszącego ciepło (wodne nisko- i wysokotemperaturowe, parowe); sposób odprowadzania spalin (ze spalaniem dolnym, ze spalaniem górnym, uniwersalne, dwuciągowe, trójciągowe, niesymetryczne i nawrotne); mobilność (stałe, przenośne); stosowane paliwo (na paliwo stałe, na paliwo ciekłe, na paliwo gazowe, elektryczne); rodzaj palników (z palnikiem wentylatorowym, z palnikiem atmosferycznym, retortowe); spełniane funkcje (jednofunkcyjne, dwufunkcyjne); temperaturę spalin (klasyczne, kondensacyjne); ciśnienie robocze (niskoprężne, dla nadciśnień < 0,1 MPa, wysokoprężne, dla nadciśnień >

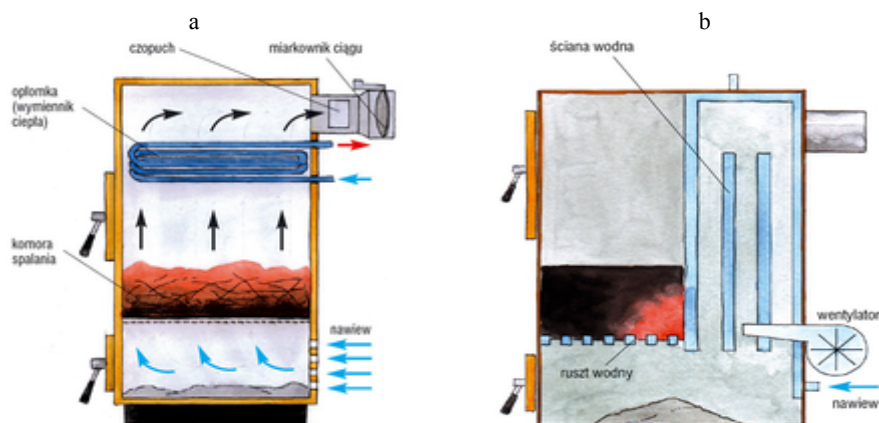
0,1 MPa); sposób obiegu czynnika grzewczego (z obiegiem grawitacyjnym, z obiegiem wymuszonym); zastosowane rodzaje paliwa (jednopaliwowe, wielopaliwowe); rozłożenie powierzchni ogrzewalnych (jednociągowe, wielociągowe); rodzaj komory spalania (z otwartą komorą spalania, z zamkniętą komorą spalania); przeznaczenie (energetyczne, grzewcze, technologiczne, przemysłowe); rozwiązania konstrukcyjno-technologiczne (zasypowe ręczne, półautomatyczne, z automatycznym podajnikiem paliwa).

Podstawowym kryterium klasyfikacji kotłów ze względu na konstrukcję jest podział z uwagi na sposób odprowadzania spalin [Łopata 2009].

BUDOWA I PODSTAWY UŻYTKOWANIA URZĄDZEŃ KOTŁOWYCH

Kotły z górnym spalaniem są najczęściej stosowane, gdyż są najtańsze (rys. 1a). Komora spalania zazwyczaj jest połączona z komorą zasypową. Mają jeden lub dwa ciągi spalin. Im jest ich więcej, tym jest lepszy odzysk ciepła i wyższa sprawność kotła. Wadą tych urządzeń jest ograniczona regulacja mocy, niska sprawność oraz konieczność cyklicznego rozpalania z powodu braku możliwości dosypywania paliwa w trakcie trwania cyklu palenia. Prawidłowo użytkowany kocioł górnego spalania potrafi osiągnąć sprawność na poziomie 50–60%.

W kotłach z dolnym spalaniem (rys. 1b), spalanie odbywa się na tylnej ścianie komory zasypowej lub w komorze spalania znajdującej się z tyłu komory zasypu. Kotły te mają najczęściej dwa lub trzy ciągi spalin. W domach jednorodzinnych stosuje się najczęściej kotły z ręcznym zasypem paliwa, który można przeprowadzać w sposób ciągły. Okres pracy między zasypami zależy od rodzaju paliwa i mocy kotła. Jeśli paliwo posiada wysoką wartość opałową (koks, węgiel) dosypuje się je rzadziej, jeśli zaś mniejszą (drewno, miał, brykiet) – częściej [Dziedzic 2010].



Rys. 1. Zasada działania kotła ze spalaniem a) górnym b) dolnym [www.instalacje2b.pl]

Fig. 1. The operation principle of furnaces with upper (left) and bottom (right) combustion

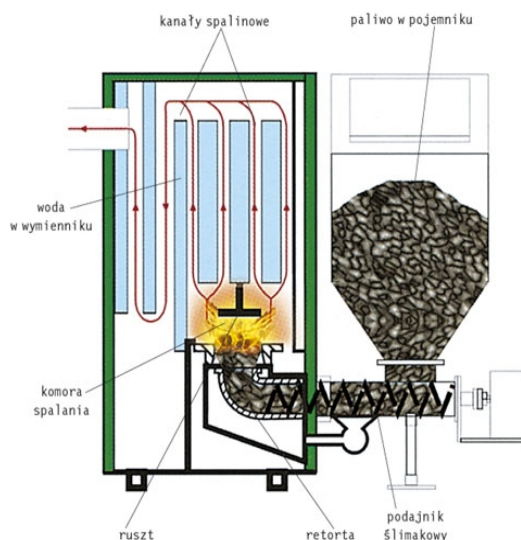
Kotły uniwersalne (górnio-dolne) wbrew pozorom nie łączą zalet górnego i dolnego spalania. Jest to próba kombinacji tych dwóch metod, co nie funkcjonuje prawidłowo, ale daje możliwość spalania różnorodnych paliw stałych.

Kotły z górnym, dolnym czy łączonym spalaniem mogą być wykonane z elementów żeliwnych skręcanych, z konstrukcji stalowych lub specjalnych konstrukcji kombinowanych.

Kotły żeliwne wykazują dużą odporność na korozję i wysoką trwałość, nawet do 40 lat. Kotły stalowe są lżejsze, ale ich trwałość jest obliczona na 15 lat.

Kolejnym kryterium podziału kotłów jest rodzaj palnika. Do najnowszych rozwiązań należą kotły z palnikami retortowymi. Spalanie paliwa dozowanego przez podajnik następuje w specjalnie skonstruowanym palniku (rys. 2), w którym wentylator dozuje powietrze do spalania.

Kotły z konwencjonalnym palnikiem retortowym, zasilanym węglem pojawiły się na rynku polskim w połowie lat 90. Obecnie występuje kilka odmian palników retortowych, które różnią się miejscem umieszczenia wentylatora, kształtem zewnętrznej obudowy paleniska oraz wykorzystywanym paliwem stałym. Dzięki technice spalania popiół jest usuwany z komory bardzo rzadko. Kotły te są urządzeniami ekologicznymi i bezobsługowymi o wyższej sprawności od kotłów prezentowanych wcześniej [Zawistowski 2006].



Rys. 2. Schemat kotła z palnikiem retortowym [www.hef.com.pl]

Fig. 2. Scheme of furnace with retort burner

Palniki na pelety przeznaczone są do spalania paliwa z trocin i wiórów drzewnych. Z równym powodzeniem spalać można także pelety z otręb pszennych czy łusek słonecznika. Wysoka sprawność palników i ekologiczne paliwo sprawiają, że doskonale zastępują one coraz droższe w eksploatacji palniki gazowe i olejowe. Duża rozpiętość

mocy pozwala na instalowanie ich zarówno do kotłów w domkach jednorodzinnych, jak i w obiektach użyteczności publicznej. Obsługa palnika sprowadza się do ustawienia parametrów pracy, okresowego czyszczenia paleniska i uzupełniania zasobnika paliwa [Ojczyk 2011]. Podawanie, rozpalanie i spalanie paliwa odbywa się automatycznie. Proces sterowany jest za pomocą sterownika elektronicznego współpracującego z grzałką, czujnikiem jasności płomienia, wentylatorem, podajnikiem paliwa, pogrzebaczem, czujnikiem temperatury komory powietrza, czujnikiem wody c.o., czujnikiem c.w.u., pompą c.o., pompą c.w.u. oraz czujnikiem przegrzania wody w kotle. Palniki dostosowane są także do współpracy ze sterownikiem pokojowym. Zbudowane są w przeważającej części ze stali żaroodpornej i stali odpornej na korozję, co zapewnia wysoką jakość i trwałość. Montuje się je w piecach tradycyjnych lub w piecach olejowych. Palniki te cechuje pełna automatyka zapłonu i procesu spalania, nie wymagają codziennej obsługi (rys. 3).

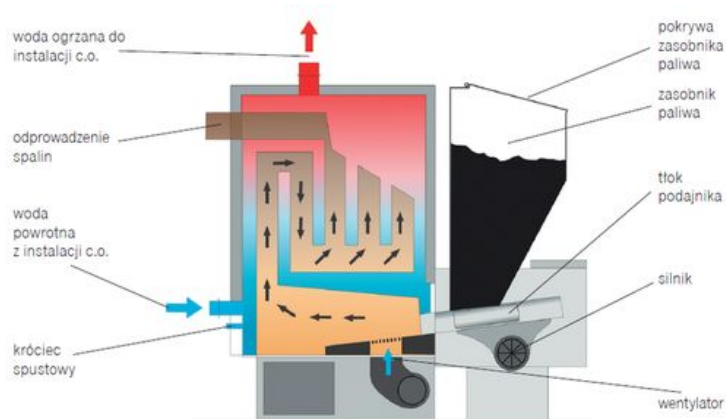


Rys. 3. Widok palnika do spalania paliwa w postaci peletów [www instalco.pl]
Fig. 3. The view of burner for combustion of pellets type fuel

Ze względu na zastosowany rodzaj paliwa należy wyróżnić najczęściej wykorzystywane kotły na paliwa stałe, gdyż w tego typu kotłach można używać węgla kamiennego i brunatnego, koks, brykietów węglowych, koksowych i z węgla brunatnego, węgla drzewnego oraz cieszącej się coraz większą popularnością biomasy [Denisiuk 2007].

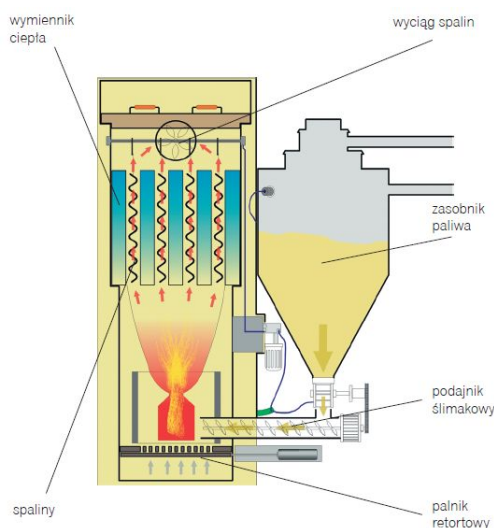
Kotły na koks i węgiel kamienny ze spalaniem górnym są tańsze, ale mają mniejszą sprawność i ograniczone możliwości regulacji oraz trzeba je cyklicznie rozpalać, natomiast kotły ze spalaniem dolnym są wygodniejsze w użytkowaniu, moc reguluje się w nich przez dozowanie powietrza. Paliwo dokłada się do nich raz lub dwa razy na dobę. Kotły na miał węglowy to szczególny rodzaj kotłów węglowych. Mają kanały doprowadzające powietrze w głąb objętości paliwa. W danym momencie pali się niewielka jego część. Dzięki temu na jednym wsadzie kocioł może pracować nawet 30 godzin i lepiej daje się kontrolować spalanie. Sprawność takich kotłów wynosi 60–70%. Na rynku są dostępne również kotły na miał z podajnikiem tłokowym (rys. 4), zbudowane podobnie jak kotły retortowe. Dzięki podajnikowi i zasobnikowi paliwo można uzupełniać w nich raz na kilka lub kilkanaście dni [Kubica i in. 2005].

Kotły wyposażone w tzw. palnik retortowy (rys. 5) mogą spalać brykiety, groszek węglowy i pelety. Niektóre kotły mogą spalać trociny, zrębki drzewne i ziarna zbóż. Ruszt jest w nich zastąpiony specjalnym palnikiem, pierścieniową konstrukcją z rozmieszczonymi na obwodzie dyszami powietrznymi. Do niej od dołu lub z boku jest włączane paliwo i spala się tylko jego część. Popiół opada do popielnika, zsuwany przez nowe porcje paliwa. Kotły z zasobnikiem paliwa, podajnikiem i palnikiem retortowym są najbardziej zautomatyzowane spośród wszystkich kotłów na paliwo stałe.



Rys. 4. Budowa kotła z podajnikiem na miał węglowy [www.grzeskowiaktg.pl]

Fig. 4. Furnace construction with feeder for pulverized coal



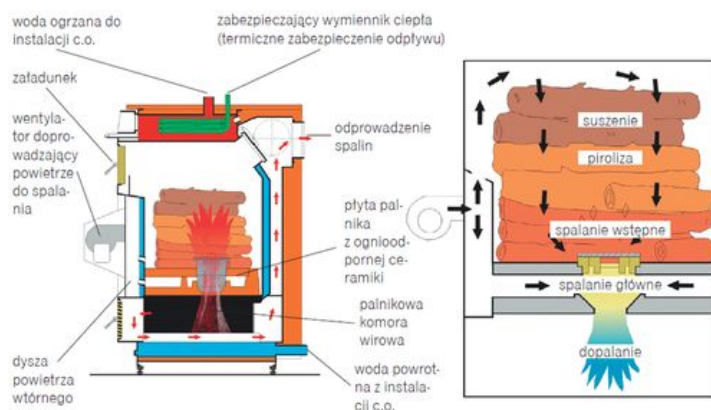
Rys. 5. Budowa kotła z paleniskiem retortowym oraz z podajnikiem i zasobnikiem do spalania groszku węglowego [www.instalacjeb2b.pl]

Fig. 5. Construction of furnace with retort hearth and feeder and hopper for coal pea burning

Paliwo w zasobniku uzupełniane jest co kilka lub kilkanaście dni, zależnie od jego wielkości. Intensywność spalania jest regulowana dopływem powietrza do dysz oraz ilością podawanego paliwa. Kocioł retortowy może współpracować z automatyką pogodową, niektóre modele są nawet automatycznie rozpalane. W kotle retortowym można płynnie zmieniać moc (np. w zakresie od 30 do 100%), dostosowując ją do chwilowego zapotrzebowania na ciepło [Zawistowski i Janiszewski 2009].

Biomasa może zostać przygotowana do wykorzystania w celach energetycznych przy użyciu metod fizycznych, chemicznych bądź biochemicznych. Z tego surowca produkowane są biopaliwa stałe, płynne i gazowe. Wśród biopaliw stałych wyróżnia się brykiety i pelety wytwarzane z każdego rodzaju biomasy roślinnej, np. trocin, wiórów, zrębków drzewnych, słomy, kory, zrębków roślin energetycznych. Biopaliwa płynne (bioolej, biodiesel czy bioalkohole) produkowane są z rozmaitych surowców pochodzenia roślinnego, przy użyciu zróżnicowanych technologii [Wiszi i Matwiejew 2005]. Obok pozyskiwanego w procesie fermentacji metanowej biogazu, do celów energetycznych wykorzystywany jest także gaz drzewny (holzgas) powstający w procesie pirolizy [Kotowicz i Bartela 2007]. Kotły do spalania takich paliw charakteryzują się wysokim wskaźnikiem sprawności spalania, niską emisją szkodliwych związków i ekonomiczną eksploatacją. Mogą być jedno- i dwufunkcyjne. Ważnym produktem spalania biomasy jest popiół. Zawiera on duże ilości tlenków wapnia i potasu, dlatego może być wykorzystywany jako roślinny nawóz mineralny (potasowo-wapienny) [Zwierzchowski 2006]. Popiołu ze spalania węgla kamiennego nie można wykorzystać do tego celu.

Kotły przystosowane do spalania drewna to zazwyczaj kotły zgazowujące. Mają wysoką sprawność – około 80% i długi czas pracy pomiędzy uzupełnieniami paliwa. W warunkach niedostatku powietrza w takim kotle zachodzi spalanie wstępne i wydzielają się gazy drzewne, którego głównym składnikiem jest metan. Gaz drzewny, razem z innymi produktami niepełnego spalania, miesza się z powietrzem i płonie – zachodzi wtedy spalanie główne. Spaliny, które powstają, są jeszcze dopalane. Kotły te osiągają bardzo wysoką sprawność a spalanie jednego załadunku drewna trwa od kilku do kilkunastu godzin [Werner-Juszczuk i Stempniak 2010].



Rys. 6. Budowa i zasada działania kotła zgazowującego [www.termo24.pl]

Fig. 6. Carburizing furnace construction and operation.

Kotły zgazowujące zużywają znacznie mniej drewna niż najprostsze kotły ze spalaniem górnym. Najlepiej spalać w nich drewno dobrze wysuszone. W przeciwnym razie dużo energii cieplnej będzie zużywane na jego dosuszenie. Nie należy używać drewna lakierowanego, klejonego lub zabezpieczonego środkami chemicznymi, ponieważ można uszkodzić kocioł i jest to szkodliwe dla środowiska.

Kotły na pelety, czyli granulaty produkowane ze sprasowanych odpadów drzewnych, są w pełni zautomatyzowane, same pobierają potrzebne paliwo za pomocą podajnika. Pelety zyskały w ostatnich latach spore grono zwolenników, dlatego też coraz częściej wykorzystuje się je jako paliwo stałe. Kotły i piece na pelety to najczęściej urządzenia o wysokim stopniu zautomatyzowania. Producenci prześcigają się w rozwiązaniach, które mają ograniczyć ich obsługę do niezbędnego minimum [Ojczyk 2011].



Rys. 7. Budowa kotła przystosowanego do spalania peletów [www.hkslazar.pl]
Fig. 7. Furnace construction accommodated for pellets combustion

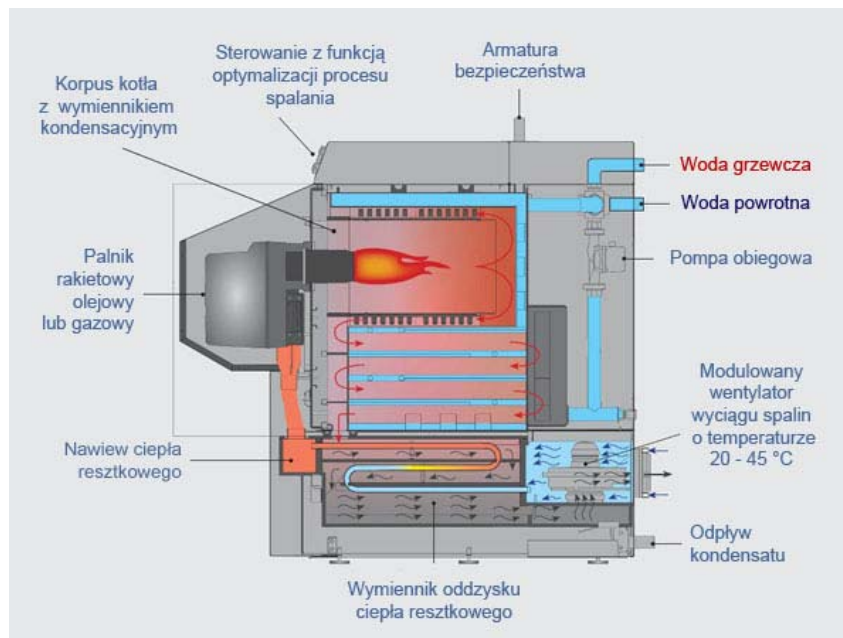


Rys. 8. Widok kotła na słomę [www.kotly-hurtbig.pl]
Fig. 8. Furnace for straw combustion

Kotły na słomę umożliwiają wykorzystanie słomy zbóż oraz odpadów zielarskich jako surowca opałowego. Dwuciągowy układ odprowadzania spalin umożliwia uzyskanie wysokiej sprawności i niskiej emisji spalin. Kotły tego typu przystosowane są do spalania słomy sprasowanej w kostki lub baloty. Proces spalania sterowany jest automatycznie, stąd kotły tego typu nie wymagają stałej obsługi. Kotły opalane słomą są specyficznym rodzajem kotłów wsadowych, w których występuje okresowe spalanie całego wsadu paliwa w stosunkowo krótkim czasie [Denisiuk 2009], stąd, np. w układzie instalacji c.o., wymagają zastosowania tzw. zbiorników akumulacyjnych, w których następuje magazynowanie nadmiaru ciepła niewykorzystanego dla celów grzewczych. Jak podaje producent kotłów, orientacyjnie gospodarstwo rolne o powierzchni 5–6 ha, powinno zabezpieczyć słomę na potrzeby opałowe dla domu o powierzchni 200 m².

KOTŁY NA PALIWA CIEKŁE I GAZOWE

Kotły olejowe w porównaniu z tymi na paliwa stałe wykazują istotne zalety, a szczególnie znacznie mniejszy nakład pracy na obsługę, szybsze rozpalamie, dobrą regulację, małe zapotrzebowanie miejsca na paliwo oraz czystość w pomieszczeniu. Nowoczesne kotły olejowe mogą być zasilane również mieszanką standardowego oleju opałowego i biooleju, którego udział wynosi ok. 10%. Bioolej jako ciekła forma biomasy uzyskiwany jest głównie z nasion rzepaku. Po chemicznej przeróbce jego właściwości są podobne do oleju opałowego [Pronobis 2002].



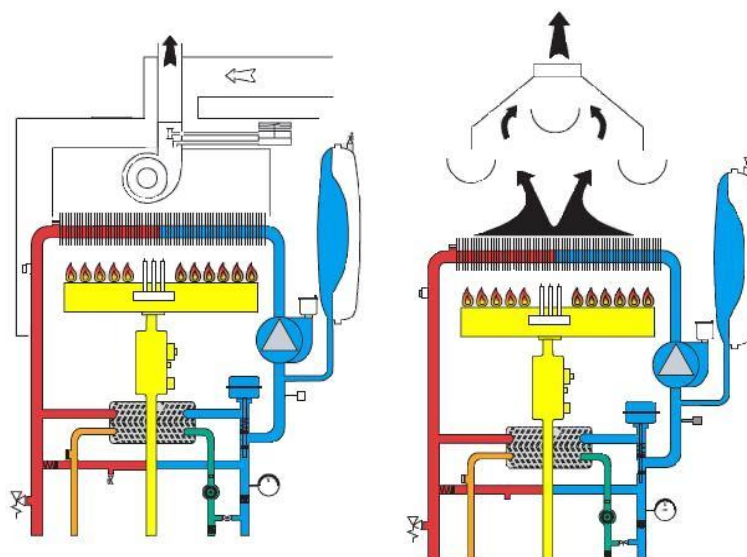
Rys. 9. Budowa kotła olejowego [www.saymon.com.pl]

Fig. 9. Oil furnace construction

Kotły gazowe to niewątpliwie najwygodniejsze urządzenia do ogrzewania. Rozróżnia się kotły tradycyjne i kondensacyjne. Sprawność kotłów tradycyjnych nie przekracza 100%, natomiast w kotłach kondensacyjnych odzyskuje się ciepło pary wodnej, dlatego ich sprawność przekracza 100%. Kotły tradycyjne mają otwartą lub zamkniętą komorę spalania. Różnią się sposobem pobierania powietrza do spalania i odprowadzeniem spalin. Kotły z otwartą komorą spalania pobierają powietrze z pomieszczenia, w którym się znajdują. Kotły z zamkniętą komorą spalania rurą podwójną (rura w rurze) lub dwoma niezależnymi rurami pobierają powietrze z zewnątrz budynku i odprowadzają spaliny [Kowalski 1992].

Kotły kondensacyjne umożliwiają odzysk ciepła. Proces odzysku zachodzi w wymienniku ciepła, w którym spaliny schładzane są do temperatury ok. 56°C przez wodę powrotną z instalacji grzewczej. Odzyskane ciepło wykorzystywane jest do podgrzewania wody powrotnej, stąd temperatura wody w kotłach kondensacyjnych jest niższa niż w kotłach tradycyjnych [Kosieradzki 2011].

Kocioł z zamkniętą komorą spalania Kocioł z otwartą komorą spalania

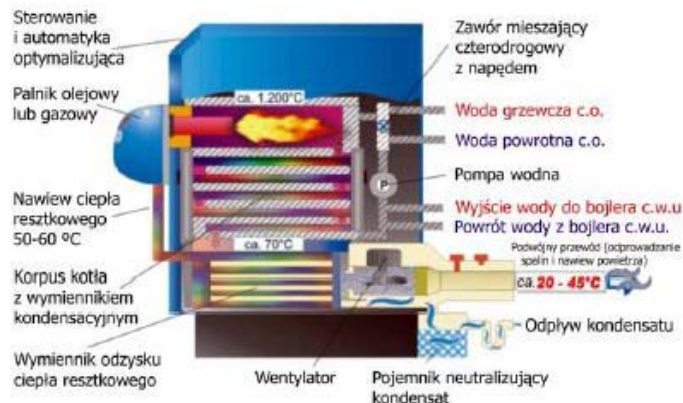


Rys. 10. Przykładowe schematy kotłów gazowych [www.elar.com.pl]

Fig. 10. Exemplary schemes of gas boilers

Kotły wielopaliwowe są jeszcze rzadko spotykane na naszym rynku. Charakteryzują się tym, że w jednej komorze może być spalany olej lub gaz, a w drugiej paliwa stałe, takie jak węgiel, drewno czy pelety. Znajdują one zastosowanie w przypadku jednego kanału spalinowego i braku miejsca na dwa niezależne od siebie źródła ciepła [Zima i Ojczyk 2013].

O tym, jakie paliwo będzie spalane decyduje osprzęt, który aktualnie jest zamontowany w komorze spalania. Rozróżnia się kotły wielopaliwowe jednokomorowe (przy



Rys. 11. Przykładowy schemat pieca wielopaliwowego [www.instalacjebudowlane]
 Fig. 11. Exemplary scheme of a multifuel furnace



Rys. 12. Widok kotła a) jednokomorowego b) dwukomorowego do spalania wszystkich rodzajów paliw [www.klimosz.pl]

Fig. 12. a) Single-chamber b) and two-chamber furnace for combustion all types of fuel

zmianie paliwa na stałe należy zdemontować palnik) i kotły wielopaliwowe dwukomorowe (zdecydowanie wygodniejsze ze względu na brak konieczności demontażu palnika przy potrzebie użycia paliwa stałego). Urządzenia te posiadają dwie oddzielne komory spalania. W jednej zamontowany jest osprzęt do spalania paliw stałych, natomiast druga wyposażona jest w palnik na paliwo ciekłe lub gazowe.

PODSUMOWANIE

Rozwój infrastruktury w postaci powierzchni produkcyjnych, magazynowych, bytowych oraz komfort życia. pociągają za sobą, szczególnie w naszym klimacie, coraz większe zapotrzebowanie na energię cieplną. Od bardzo wielu czynników zależy to, jakie rozwiązanie konstrukcyjne kotłów się zastosuje, zaczynając od dostępności paliwa, jego ceny, możliwości przechowywania, sposobu odbioru ciepła, możliwości odprowadzenia spalin, ich wpływu na środowisko, poprzez czynniki drugorzędne, takie jak: wygląd estetyczny, kompaktowość.

Podstawowym paliwem w polskiej energetyce cieplnej jest węgiel kamienny oferowany w różnych asortymentach. Jest on najczęściej wykorzystywanym paliwem w przemyśle oraz domowych kotłowniach produkujących ciepło. Z tego powodu najczęściej rozwiązań urządzeń kotłowych powstało z myślą o wykorzystaniu tego paliwa. Kotły przystosowane do spalania węgla i jego produktów mają różne konstrukcje komór spalania, wymienników ciepła, doprowadzania powietrza, odprowadzenia spalin. Sprawność tych urządzeń nie jest wysoka ale stosunkowo tani opał jakim jest węgiel powoduje, że są obecnie najbardziej popularne na rynku. Kotły węglowe mają ograniczoną komorę spalania, dlatego wymagają cyklicznego dostarczania paliwa, usuwania popiołów, ręcznego sterowania dopływem powietrza z powodu specyfiki spalania węgla, który w zależności od etapu spalania dostarcza różnych porcji energii. Czas podstawowego cyklu pracy kotła węglowego wynosi maksymalnie kilkanaście godzin. Chcąc wydłużyć ten cykl, stosuje się zasobniki z tłokowymi dozownikami, które automatycznie dostarczają porcje paliwa węglowego. Dzięki podajnikowi i zasobnikowi paliwo można uzupełniać w nich raz na kilka lub kilkanaście dni. Stosuje się również automatykę sterującą dopływem powietrza w zależności od zapotrzebowania mocy cieplnej, czyniąc urządzenia w czasie jednego cyklu bezobsługowymi. W połowie lat 90. XX w. na polskim rynku pojawiły się kotły z konwencjonalnym palnikiem retortowym. Spalanie paliwa dozowanego przez podajnik następuje w specjalnie skonstruowanym palniku. Rozwiązanie takie daje możliwość bezobsługowej pracy kotłowni w cyklu nawet kilkutygodniowym oraz znacznie poprawia sprawność kotłów. Palnik retortowy okazał się rozwiązaniem uniwersalnym. Wykorzystuje się go w kotłach nie tylko do spalania różnych asortymentów węgla, ale również coraz bardziej popularnej biomasy w postaci brykietów i peletów wytwarzanych z trocin, wiórów, zrębków drzewnych, słomy, kory i roślin energetycznych. Pomimo tego, że węgiel jest tanim i powszechnym źródłem zasilania kotłów, to jego spalanie bardzo niekorzystnie wpływa na środowisko, skutkując emisją dużej ilości toksycznych związków siarki i azotu, substancji smolistych i dwutlenku węgla. Gaz ziemny jest ilościowo drugim paliwem wykorzystywanym w systemach ogrzewania. Jest paliwem ekologicznym, ale nie jest tani. Kotły na gaz ziemny są całkowicie bezobsługowe. To niewątpliwie najwygodniejsze urządzenia stosowane do ogrzewania. Rozróżnia się dwa typy kotłów gazowych: tradycyjne i kondensacyjne. Sprawność kotłów tradycyjnych nie przekracza 100%, natomiast w kotłach kondensacyjnych odzyskuje się ciepło pary wodnej, dlatego ich sprawność przekracza 100%. Wymienniki w kotłach gazowych są wykonane ze stali nierdzewnej lub żeliwa eutektycznego. Kotły gazowe żeliwne są droższe w zakupie, mają o kilka procent niższą

sprawność od stalowych, ale posiadają bardzo trwałe wymienniki i nie potrzebują ciągłych przeglądów serwisowych.

Alternatywą dla kotłowni gazowych są urządzenia na olej opałowy, tam gdzie gaz ziemny jest niedostępny. Kotły olejowe, podobnie jak te zasilane gazem, charakteryzują się znacznie mniejszym nakładem pracy przy obsłudze, automatyka zapewnia optymalną regulację oraz rozpalenie, potrzebują mało miejsca na paliwo oraz w porównaniu z kotłowniami na paliwa stałe umożliwiają zachowanie czystości w pomieszczeniu. Nowym rozwiązaniem, które pojawia się na rynku są kotły wielopaliwowe. Ich konstrukcja pozwala na stosowanie różnych rodzajów paliw, a przez to na dywersyfikację źródeł zasilania. Są one drogie i jeszcze rzadko spotykane na naszym rynku.

PIŚMIENNICTWO

- Denisiuk, W. (2007). Brykiety/pelety ze słomy w energetyce. *Inż. Roln.*, 11, 41–47.
- Denisiuk, W. (2009). Słoma jako paliwo. *Inż. Roln.*, 13, 83–89.
- Dziedzic, T. (2010). Koszty stosowania gazowych kotłów grzewczych kondensacyjnych w stosunku do kotłów gazowych niskotemperaturowych i kotłów opalanych paliwami stałymi. *Nafta-Gaz*, 66, 695–703.
- Golec, T. (2004). Współspalanie biomasy w kotłach energetycznych. *Energetyka*, 7(8), 437–445.
- Kosieradzki, J. (2011). Gazowe kotły kondensacyjne-kierunki rozwoju. *Rynek Instalac.*, 6, 34–35.
- Kotowicz, J., Bartela, L. (2007). Energetyczne wykorzystanie biomasy drzewnej – przegląd technologii. *Rynek Energii*, 6(73), 22–28.
- Kowalski, C. (1992). Kotły gazowe centralnego ogrzewania wodne niskotemperaturowe. *Wyd. Nauk.-Techn.*
- Krawczyński, M., Świerczewska, A. (2006). Technologia współspalania paliw konwencjonalnych z biomasą i biogazem. *Biul. Urz. Regul. Energet.*, 1, 51–57.
- Kubica, K., Zawistowski, J., Raińczak, J. (2005). Spalanie paliw stałych w instalacjach małej mocy: rozwój technik spalania węgla i biomasy. *Karbo*, 2, 148–159.
- Lorenz, U. (2005). Skutki spalania węgla kamiennego dla środowiska przyrodniczego i możliwości ich ograniczania. *Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Symp. Konf.* 64, 97–112.
- Łopata, S. (2009). Kotły w technice grzewczej. *Centrum Szkolenia i Organizacji Systemów Jakości Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki*, 351–529.
- Ojczyk, G. (2011). Kotły na biopaliwa stałe-problemy eksploatacyjne. *Ciepłown. Ogrzewn. Wentyl.*, 42, 455–458.
- Pronobis, M. (2002). Modernizacja kotłów energetycznych. *Wyd. Nauk.-Techn.*
- Sobczyk, E.J. (2008). Zasoby węgla kamiennego w Polsce a możliwość zaspokojenia potrzeb energetyki. *Polityka Energet.*, 11 (1), 431–449.
- Werner-Juszczuk, A., Stempniak, A. (2010). Analiza techniczno-ekonomiczna wykorzystania biomasy stałej jako paliwa. *Budown. Inż. Środ.*, 1, 91–96.
- Wisniewski, J., Matwiejew, A. (2005). Biomasa-badania w laboratorium w aspekcie przydatności do energetycznego spalania. *Energetyka*, 9, 631–636.
- Zawistowski, J. (2006). Krajowe kotły na paliwa stałe-retortowe kotły węglowe. *Instal*, 4/5, 74–76.
- Zawistowski, J., Janiszewski, S. (2009). Kotły retortowe-kryzys czy rozwój? *Instal*, 12, 24–27.
- Zima, W., Ojczyk, G. (2013). Stan aktualny i perspektywy dla stałopaliwowych kotłów wielopaliwowych małej mocy. *Rynek Energii*, 5, 50–56.

Zwierzchowski, R. (2006). Zasilana biomasą modułowa elektrociepłownia małej mocy. *Czysta Energia*, 1, 28–29.

www.elar.com.pl.

www.grzeskowiaktg.pl.

www.hef.com.pl.

www.hkslazar.pl.

www.instalacjeb2b.pl.

www.instalacjebudowlane.

www.instalco.pl.

www.klimosz.pl.

www.kotly-hurtbig.pl.

www.saymon.com.pl.

www.termo24.pl.

CHARACTERISTICS OF TYPES AND SELECTED UTILIZATION PROBLEMS OF BOILERS AND STOVES FIRED BY DIFFERENT FUELS

Abstract. In the paper the review and comparative characteristics of coal, natural gas, fuel oil and biomass fired stoves and boilers with short combustion cycle and boilers fixed with automation and dosing system providing the operating without service during continues working was presented. Gas and oil boilers equipped in open and close combustion chamber with condensation and also multifuel boilers were analysed. Coal products fired boilers have various structures of combustion chamber, heat exchangers, air supply and exhaust fumes exits. Theirs efficiency is not high. Basic fuel in Polish energetics is hard coal in various assortment. For this reason the most amount of solutions for boilers was created thinking about using this fuel. Undoubtedly the most convenient are self acting natural gas boilers. Alternative is fuel oil ones. The new solution providing diversification of charging sources are mulifuel fired boilers, expensive and rare on our market yet.

Key words: stoves, boilers, biofuels, utilization