

Na gaz

więcej **eplus**
www.budujemydom.pl



foto: Progas Eurogaz

RAPORT

OGRZEWANIE DOMU

■ Kotły gazowe i olejowe

Jarosław Antkiewicz

Dostępne na rynku kotły gazowe i olejowe mogą bardzo różnić się sposobem pracy i w związku z tym wymagają spełnienia odmiennych warunków przy ich instalacji. Eksploatacja kotła będzie ekonomiczna, jeśli zostanie właściwie dobrany do konkretnego domu.

czy olej

Ogrzewanie domu paliwem gazowym lub płynnym jest wygodne: obsługa kotłów na gaz i olej nie wymaga żadnych uciążliwych czynności eksploatacyjnych, a ich pracę znacznie łatwiej zautomatyzować niż pracę kotłów na paliwo stałe. Wszystkie obecnie produkowane kotły umożliwiają utrzymanie określonej temperatury wody grzewczej. W razie potrzeby można je błyskawicznie wygasić lub ponownie uruchomić. Kotły gazowe i olejowe pracują zwykle w instalacjach zabezpieczonych zamkniętym naczyniem wzbiorczym, co ogranicza zawartość tlenu w wodzie, a więc zmniejsza zagrożenie korozją i pozwala na zastosowanie dowolnych grzejników.

Jeśli w instalacji krąży niewielka ilość wody, a kocioł współpracuje z pokojowym lub pogodowym regulatorem temperatury, można – zależnie od potrzeb – precyzyjnie regulować ilość wytwarzanego ciepła. Pozwala to oszczędzać energię, bo możemy obniżyć temperaturę, jeśli nie ma nas w domu lub pojawiają się zyski ciepła, np. od słońca.

Paliwo gazowe i olej opałowy

Kotły **gazowe** mogą być zasilane gazem ziemnym z sieci gazowej lub gazem płynnym ze zbiornika przydomowego. Gaz płynny bywa też określany mianem LPG lub propan-butan, choć gaz używany do celów grzewczych zawiera głównie propan. Praktycznie każdy kocioł gazowy można łatwo przystosować do spalania zarówno gazu ziemnego, jak i płynnego. Nieco inne wymagania powinno jednak spełniać pomieszczenie, w którym jest on zainstalowany.

Paliwem dla kotłów **olejowych** jest uzyskiwany z ropy naftowej olej opałowy, którego skład jest bardzo zbliżony do oleju napędowego stosowanego w silnikach Diesla. **Do użytkowania takiego kotła musimy nie tylko przewidzieć w budynku miejsce na kotłownię, ale także na odpowiednio zabezpieczony magazyn ze zbiornikami paliwa.** Choć przepisy dopuszczają umieszczenie ich na zewnątrz, jest to rzadko stosowane rozwiązanie. Jeśli już je zastosujemy, to wówczas najlepiej wykonać zbiornik podziemny, by zabezpieczyć paliwo przed silnym mrozem. Z punktu widzenia użytkownika podstawowe cechy kotłów na gaz i olej są takie same. Warto je poznać, zanim zdecydujemy się na zakup.

Powietrze do spalania

Kotły z **otwartą komorą spalania** pobierają potrzebne do spalania powietrze z pomieszczenia, w którym są zainstalowane. Zgodnie z przepisami do takiego pomieszczenia musi być doprowadzone powietrze niezbędne do spalania, a także trzeba w nim zapewnić wydajną wentylację. Nieuniknione są więc – spowodowane intensywną wymianą



foto: lessmann

▲ Wymiennik ciepła w kotle kondensacyjnym musi być wykonany ze stali kwasoodpornej, co niestety podnosi cenę

powietrza – straty ciepła. Mogą być one duże, jeśli kocioł nie znajdzie się w wydzielonym pomieszczeniu lub kotłownia nie zostanie odizolowana od sąsiednich pomieszczeń.

Jeśli kocioł ma zamkniętą komorę spalania, nie pobiera do spalania powietrza z pomieszczenia, lecz zasysa je spoza budynku specjalnym kanałem (zwanym kanałem powietrznym). W związku z tym nie ma potrzeby intensywnej wymiany powietrza w pomieszczeniu z kotłem (nie zużywa go pracujący kocioł, wymagania dotyczące wentylacji są też o wiele łagodniejsze), zdecydowanie mniejsze są więc straty ciepła. W domach jednorodzinnych kotły takie, jeśli ich moc nie przekracza 21 kW, nie wymagają komina. Spaliny można odprowadzać wprost przez ścianę budynku, do czego słu-

żą kanały powietrzno–spalinowe, dostarczające też z zewnątrz powietrze do spalania. Takie kanały określa się często skrótami SPS lub LAS. Przy większych mocach trzeba wyprowadzić je ponad dach. Kanały powietrzno–spalinowe mogą być rozdzielone lub współosiowe (koncentryczne).

Tradycyjny lub kondensacyjny

Sprawność kotłów niekondensacyjnych (czyli tradycyjnych) wynosi ok. 90%, a kotłów kondensacyjnych często ponad 100%.

Teoretyczną górną granicą dla kondensacyjnych kotłów gazowych jest 111%, olejowych zaś 107%; w praktyce zaś kondensacyjne kotły gazowe osiągają sprawność do 108–110%, ale to i tak znacznie więcej od kotłów tradycyjnych. A im wyższa sprawność, tym mniejsze zużycie paliwa, a więc i rachunki za ogrzewanie.

Decydując się na instalację kotła kondensacyjnego, a nie tradycyjnego, musimy jednak ponieść także pewne dodatkowe koszty. Instalacja c.o. musi być dostosowana do niższej temperatury wody grzewczej (40–60°C), niezbędne są więc grzejniki o większej powierzchni, a najlepiej – ogrzewanie podłogowe. Komin musi być koniecznie wyposażony

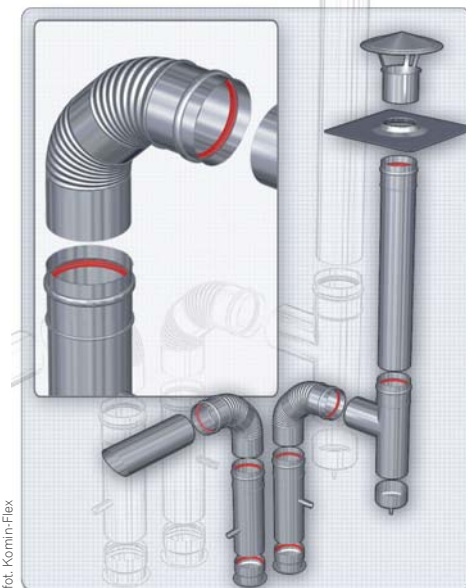


foto: Komin-Flex

▲ Komin powietrzno–spalinowy może mieć dwa odrębne przewody. Wówczas tylko przewód spalinowy wyprowadza się ponad dach

REKLAMA

KOTŁY GAZOWE *ciepły komfort*



LAURA
8,1 – 35 kW – wymiennik miedziany bitermiczny



SARA
8,1 – 24 kW
wymiennik miedziany bitermiczny



NORA
8,1 – 24 kW – wymiennik miedziany monotermiczny + C.W.U. stalowy płytkowy



VEGA PLUS
8,1 – 28 kW - wymiennik miedziany monotermiczny z 60 litrowym zasobnikiem C.W.U. ze stali nierdzewnej



G-200
Kotły żeliwne
30 – 61 kW

LAILA CONFORT
Kotły olejowe, żeliwne



29,0 kW



22,09 - 50,0 kW



17,44 - 50,0 kW

GRZEJNIKI *nowoczesne technologie*



EPOQA
żeliwny



CONDAL

20 bar!



DUBAL

Grzejniki aluminiowo - krzemowo - miedziane



JET



Solarne zestawy domowe



P-30
23,3 - 52,3 kW
kocioł żeliwny węglowo/olejowy

Przedstawiciel **Baxi Calefacción, S.L.U.** w Polsce:

40-668 Katowice, ul. Baranowicza 8, tel. kom. 0-601 517 228; tel./fax 0-32 254 47 63;

Internet: www.baxicalefaccion.com, e-mail: roca@baxiroca.pl, krzysztof.blaszczyk@baxigroup.com

Dystrybutor kotłów **ROCA** w Polsce:

Goldpol S.A. ul. Wichrowa 22, 60-449 Poznań, tel. (061) 665 69 09, e-mail: torus@torus.pl, Internet: www.torus.pl

Dystrybutorzy grzejników **ROCA** w Polsce:

Dubal, Condal, Epoqa Sanpol Sp. z o.o. ul. Pokrzywno 8, 61-315 Poznań, tel. (061) 874 68 00, Internet: www.sanpol.pl

JET i Condal Onninen Sp. z o.o. Centrum Dystrybucyjne, 92-701 Łódź, Teolin 18b, Internet: www.onninen.pl



ROCA
Aequator
BAXI GROUP

Jest on tańszy, jednak niektórzy nie zalecają tego rozwiązania, w obawie przed uszkodzeniem kanału, w razie wzrostu temperatury spalin. Może się tak stać, jeśli kocioł będzie musiał przygotowywać bardziej gorącą wodę niż zwykle, np. w czasie silnych mrozów.

Na zwrot poniesionych dodatkowo nakładów najdłużej będziemy czekać w niewielkich i bardzo dobrze ocieplonych domach. Im mniejsze są straty ciepła budynku, tym mniejsze sumy wydajemy na ogrzewanie, trudniej więc szybko zauważyć oszczędności, jakie może dać kocioł kondensacyjny.

Funkcje kotłów: ogrzewanie domu i przygotowanie ciepłej wody

W domach jednorodzinnych ten sam kocioł zapewnia zwykle zarówno ogrzewanie, jak i ciepłą wodę. Kocioł **jednofunkcyjny** podgrzewa wodę użytkową w zasobniku o pojemności, którą dobiera się stosownie do liczby mieszkańców domu: zwykle przyjmuje się po 50 litrów na osobę w ciągu doby. Jako jednofunkcyjne pracuje np. zdecydowana większość kotłów olejowych.

Kocioł **dwufunkcyjny bez zasobnika** podgrzewa wodę użytkową w sposób przepływowy. Wymaga to dość dużej mocy grzewczej, tym większej, im większe może być chwilowe zużycie wody. W efekcie moc niezbędna do przygotowania c.w.u. znacznie przekracza moc wymaganą do samego ogrzewania pomieszczeń. Za kocioł większej mocy musimy oczywiście zapłacić więcej, ponadto kocioł pracujący z mocą bardzo odbiegającą od nominalnej może osiągać mniejszą sprawność.

Kocioł dwufunkcyjny zajmuje zdecydowanie mniej miejsca niż jednofunkcyjny z zasobnikiem, co jest ważne, gdy na zasobnik po prostu brakuje miejsca. Jednak gorącą wodą z zasobnika możemy dysponować od razu, w ilości ograniczonej jedynie jego pojemno-

▼ Kupując oddzielny zbiornik ciepłej wody możemy najlepiej dobrać jego pojemność do własnych potrzeb



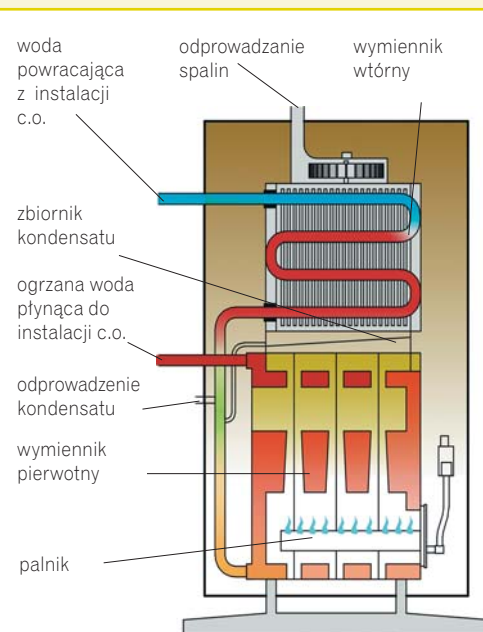
foto: Galmnet

► Co znaczy sprawność ponad 100%?

Podawana w katalogach sprawność kotłów kondensacyjnych przekracza 100%. Jeśli trzymać się ściśle praw fizyki, oznaczałoby to, że oddają więcej energii niż zawiera dostarczone do nich paliwo, co oczywiście nie jest możliwe. Sprzeczność wynika ze stosowania nie całkiem ścisłej definicji sprawności kotła – bez uwzględnienia strat ciepła potrzebnego do odparowania wody, która jest jednym z produktów spalania. Tymczasem w wyniku spalania np. jednej cząsteczki metanu (głównego składnika gazu ziemnego) powstaje jedna cząsteczka dwutlenku węgla i 2 cząsteczki wody – zgodnie z następującym wzorem reakcji: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

W wyniku reakcji spalania powstaje zatem całkiem sporo wody – około 2 kilogramy z każdego spalonego kilograma gazu ziemnego! W kotle niekondensacyjnym para z tej wody uchodzi przez komin jako składnik spalin, a więc pobrane przez nią ciepło jest tracone. W kotle kondensacyjnym spaliny, zanim trafią do komina, opływają dodatkowy wymiennik ciepła. Jeśli jego temperatura jest wystarczająco niska (około 50°C), to para wodna zawarta w spalinach ulega skropleniu (kondensacji), oddając przy tym ciepło zawartej w wymienniku wodzie.

Dawniej zakładano, że ciepła zawarte w parze wodnej w praktyce nie da się odzyskać, choć sam proces kondensacji doskonale znano. Dlatego w obliczeniach sprawności kotła nie uwzględniano rzeczywistej całkowitej ilości energii możliwej do uzyskania (tzw. ciepła spalania), lecz jedynie ilość energii od razu pomniejszoną o tę wykorzystaną do odparowania wody (to tzw. wartość opałowa). Mimo że dziś potrafimy już praktycznie wykorzystać dodatkowe ciepło z kondensacji pary wodnej, to w Europie nadal stosuje się stary sposób obliczania sprawności kotłów, by możliwe było łatwe porównanie starych i nowych urządzeń. Dlatego jeśli sprawność kotła przekracza 100%, to możemy być pewni, że jest to kocioł kondensacyjny.



W kotle kondensacyjnym ciepło pary wodnej zawartej w spalinach, zostaje efektywnie wykorzystane do wstępnego podgrzania wody powracającej z grzejników

ścią, a jeśli woda jest podgrzewana przepływowo, to po odkręceniu kranu trzeba chwilę poczekać na uruchomienie kotła. Ponadto gdy często korzystamy z gorącej wody w niewielkich ilościach (np. tylko do umycia rąk), to kocioł musi się bardzo często włączać i wyłączać, co niekorzystnie wpływa na jego sprawność i trwałość. Jest to szczególnie odczuwalne poza sezonem grzewczym, gdy przygotowuje tylko c.w.u.

W kotłach dwufunkcyjnych szczególnie ważna jest możliwość regulacji mocy palnika w szerokim zakresie. Inaczej kocioł będzie pracował zwykle z mocą o wiele niższą od nominalnej. Jego sprawność wówczas spadnie, będzie więc droższy w eksploatacji.

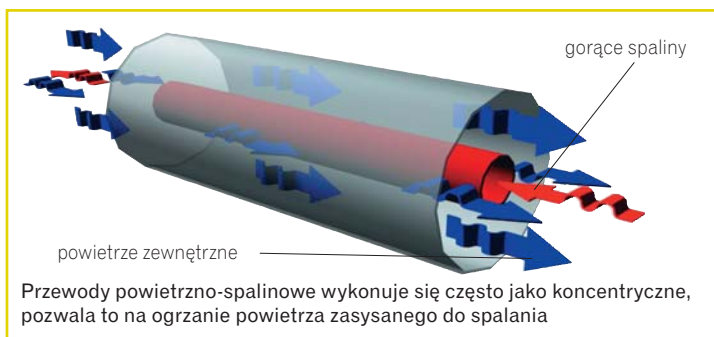
Rozwiązaniem pośrednim są kotły **dwufunkcyjne z małym zasobnikiem**, o pojemności np. 30 litrów. Jeśli potrzebujemy niewiel-

ką ilość ciepłej wody, na przykład do mycia rąk, to jest ona czerpana z zasobnika. Dopiero gdy ciepła woda z zasobnika zostanie wykorzystana np. przy napełnianiu wanny, woda zaczyna być podgrzewana przepływowo.

▼ Choć w każdym kotle gazowym możemy łatwo obniżyć lub podnieść temperaturę wody grzewczej, to nie każdy kocioł potrafi wówczas zmienić moc palnika



foto: Viessmann



Przewody powietrzno-spalinowe wykonuje się często jako koncentryczne, pozwala to na ogrzanie powietrza zasysanego do spalania

▶ Temperatura wody grzewczej

Każdy kocioł najlepiej pracuje przy zachowaniu określonych parametrów, a przede wszystkim – temperatury wody zasilającej instalację (czyli wychodzącej z kotła) oraz powracającej. Opisuje się to dwiema liczbami np. 90/70°C. Ma to szczególne znaczenie dla pracy kotłów kondensacyjnych, bo jeśli temperatura wody powracającej jest zbyt wysoka, to efekt kondensacji w ogóle w nich nie występuje, a wtedy sprawność kotła spada.

Bardzo ważny jest więc odpowiedni dobór kotła i grzejników, które osiągają różną moc zależnie od temperatury wody. Jeśli jej temperatura będzie musiała być wysoka, by zapewnić wystarczające ogrzewanie pomieszczeń, kocioł (szczególnie kondensacyjny) nie zapewni nam oczekiwanych oszczędności.

Regulacja mocy

Palniki nowoczesnych kotłów umożliwiają zwiększenie lub zmniejszenie ich mocy, stosownie do chwilowego zapotrzebowania na ciepło. Regulacja mocy może być przy tym np. jedynie dwustopniowa lub płynna, oczywiście w pewnych granicach. Palniki bez regulacji nazywa się **jednostopniowymi**. Jeśli regulacja jest skokowa, to mamy do czynienia z palnikiem **wielostopniowym** (najczęściej dwustopniowym). Płynną regulację mają palniki **modułowane**. W praktyce duży zakres regulacji pozwala ograniczyć liczbę włączeń i wyłączeń, co korzystnie wpływa na trwałość oraz oznacza bardziej oszczędną eksploatację.

Gdzie umieścić kocioł?

Pomieszczenie, w którym chcemy zainstalować kocioł, musi spełniać warunki określone szczegółowo przepisami, z których najważniejsze podano niżej w odniesieniu do kotłów o mocy do 30 kW.

Kotły gazowe mogą być zainstalowane nie tylko w wydzielonej kotłowni, ale także np.

„ Jeśli sprawność kotła przekracza 100%, to możemy być pewni, że jest to kocioł kondensacyjny „

w kuchni, łazience lub innym pomieszczeniu nie przeznaczonym na stały pobyt ludzi. Jeśli moc kotła z zamkniętą komorą spalania nie

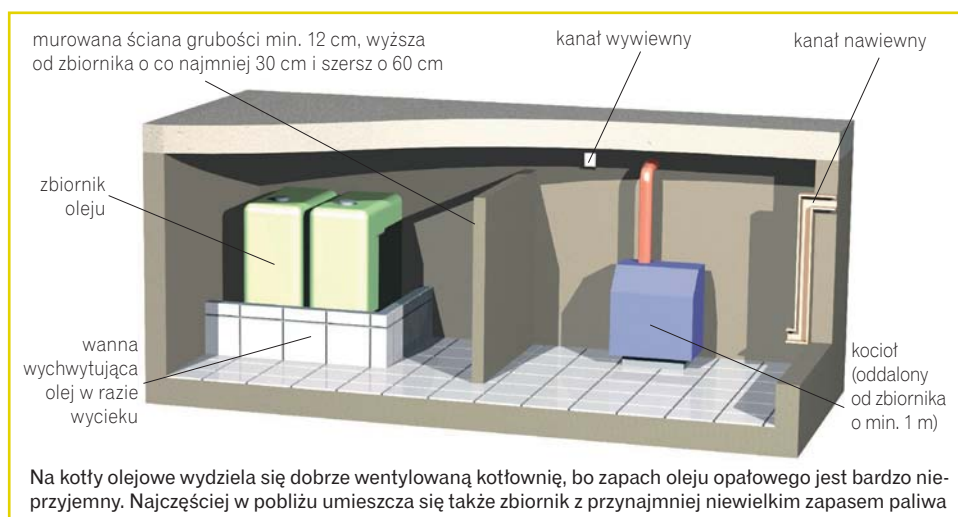
przekracza 21 kW, to przewody doprowadzające powietrze oraz odprowadzające spaliny można wyprowadzić bezpośrednio przez ścianę budynku. W pozostałych sytuacjach konieczne jest podłączenie do komina.

Kubatura pomieszczenia, w którym pracuje kocioł z otwartą komorą spalania, nie może być mniejsza niż 8 m³, a jeśli kocioł ma komorę zamkniętą, to kubatura nie może być mniejsza niż 6,5 m³. Pomieszczenie nie może być niższe niż 2,2 m (lub 1,9 m, jeśli dom wybudowano przed 2002 r.). Jeśli jest to kocioł z otwartą komorą spalania, to pobiera on znaczne ilości powietrza do spalania. Pole przekroju kanału nawiewnego musi mieć co najmniej 200 cm², a otwór wywiewny powinien mieć wymiary co najmniej 14 × 14 cm i musi być umieszczony możliwie blisko sufitu. **W pomieszczeniach z zainstalowanym kotłem z otwartą komorą spalania nie wolno stosować mechanicznej wentylacji wyciągowej. Jeśli więc kocioł ma być zainstalowany w kuchni, nie wolno w niej montować np. okapu z wyciągiem. Jeśli zaś jest to kocioł z zamkniętą komorą spalania, wentylacja może być dowolnego rodzaju, ale nie wolno z niej rezygnować, bo zawsze istnieje niebezpieczeństwo przedostania się gazu z nieszczelnej instalacji do pomieszczenia.**

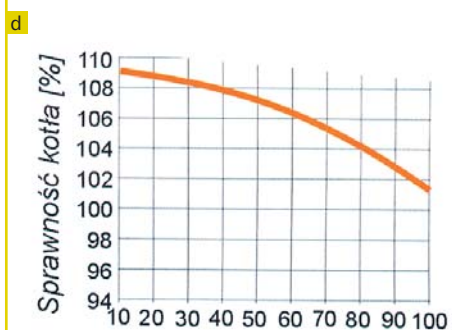
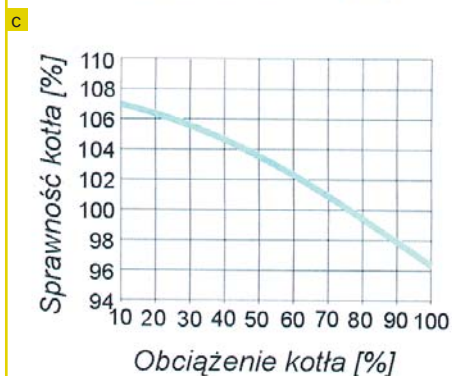
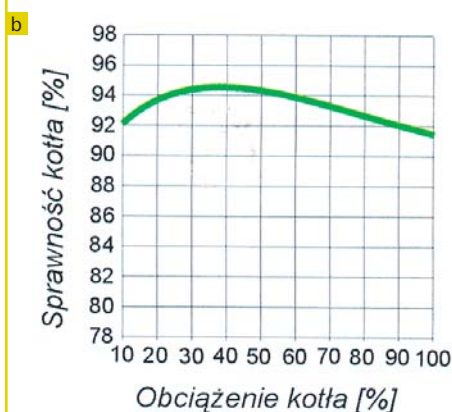
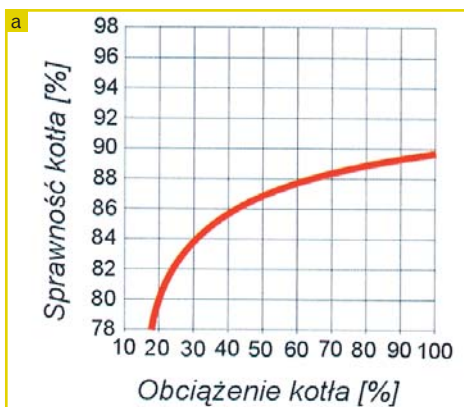
Jeśli **kocioł jest zasilany gazem płynnym**, trzeba pamiętać, że jest to paliwo cięższe od

powietrza. W związku z tym kotła takiego nie wolno zainstalować w pomieszczeniu znajdującym się poniżej poziomu terenu (np. w piwnicy), a w podłodze nie może być wpustów kanalizacyjnych, bo w razie nieszczelności gaz gromadziłby się przy podłodze lub w rurach kanalizacyjnych. W pomieszczeniach z urządzeniami zasilanymi gazem płynnym ze względów bezpieczeństwa wykonuje się nawet dodatkowe otwory wentylacyjne przy podłodze. Zbiornik gazu musi zaś być umieszczony na zewnątrz domu.

Kotły olejowe, podobnie jak gazowe, teoretycznie można instalować nie tylko w wydzielonej kotłowni, lecz także np. w kuchni, łazience lub innym pomieszczeniu nie przeznaczonym na stały pobyt ludzi. Kubatura pomieszczenia, w którym stoi kocioł na olej, powinna wynosić co najmniej 8 m³. Jednak zwykle wydziela się kotłownię, bo zapach oleju opałowego jest bardzo nieprzyjemny, kocioł jest większy i cięższy niż gazowy, a ponadto wymaga podłączenia do komina (spalin nie można wyprowadzić przewodem powietrzno-spalinowym przez ścianę). Zbiorniki paliwa muszą być umieszczone w wannie wychytującej olej w razie wycieku. Można też zastosować zbiornik o podwójnych ściankach. W tym samym pomieszczeniu co kocioł wolno umieścić tylko zbiornik o pojemności do 1 m³, pod warunkiem, że spełnione są określone wymagania (podane na rysunku poniżej). Na większą ilość paliwa trzeba przeznaczyć inne pomieszczenie. Najlepiej zgromadzić jego zapas na cały sezon grzewczy, bo po jego uzupełnieniu trzeba ponownie wyregulować pal-



Na kotły olejowe wydziela się dobrze wentylowaną kotłownię, bo zapach oleju opałowego jest bardzo nieprzyjemny. Najczęściej w pobliżu umieszcza się także zbiornik z przynajmniej niewielkim zapasem paliwa



Przykładowe wykresy sprawności kotłów w zależności od obciążenia kotła: a) kocioł tradycyjny o parametrach 90/70°C z palnikiem jednostopniowym, b) kocioł nowoczesny niskotemperaturowy o parametrach 75/60°C i z palnikiem modulowanym, c) kocioł kondensacyjny o parametrach 75/60°C z palnikiem modulowanym, d) kocioł kondensacyjny o parametrach 40/30°C z palnikiem modulowanym

► Głośna praca – sygnał ostrzegawczy

Kotły c.o. pracują prawidłowo, jeśli zostaną właściwie zainstalowane, a ich wnętrze jest wolne od zanieczyszczeń. Każdy kocioł jest jednak narażony na odkładanie się osadu (tzw. kamienia kotłowego), składającego się głównie z węglanu wapnia i tlenku żelaza. Najwięcej powstaje go w instalacjach otwartych (z kotłami na paliwo stałe), w których trzeba uzupełniać wodę grzewczą, jednak najgroźniejszy jest on dla niskotemperaturowych kotłów gazowych i olejowych. Ilość tlenku żelaza w instalacji wzrasta przy tym stale, nawet jeśli nie wymieniamy wody grzewczej.

W kotle osady pokrywają przede wszystkim wymiennik ciepła. Nawet ich warstwa o grubości setnych części milimetra obniża sprawność kotła o kilka procent (przy grubszej warstwie straty mogą sięgnąć 30%).

Nowoczesne kotły mają zwykle niewielkie wymienniki o cienkich ściankach, wykonane z miedzi lub aluminium (by kocioł mógł być mały i lekki, a wymiennik szybko przekazywał ciepło). Prędkość przepływu wody jest w nich duża, a jej temperatura nie przekracza 75°C. Jeśli powierzchnię wymiennika pokryje kamień, to woda zatrzymana w szczelinach tej warstwy zaczyna wrzeć, choć reszta przepływającej wody ma znacznie niższą temperaturę. Powoduje to miejscowe przegrzanie ścianek wymiennika i po pewnym czasie ich uszkodzenie. Pierwszym objawem tego zjawiska jest głośna praca kotła, niekiedy także wibracje. Jest to efekt gwałtownego połączenia pary wodnej ze stosunkowo chłodną wodą (implozji pary wodnej).

W tradycyjnych kotłach wysokotemperaturowych to zjawisko jest mniej odczuwalne, bo temperatura całej wody grzewczej jest bliska temperaturze wrzenia i wynosi ok. 90°C. Ponadto wymienniki w tych kotłach (często żeliwne) są bardziej odporne na przegrzanie, bo muszą być przystosowane do stałego kontaktu z bardzo gorącą wodą.

Odkładaniu się kamienia trzeba zapobiegać, dodając do wody w obiegu grzewczym specjalne środki. Co kilka lat można też zlecić oczyszczenie instalacji – najpierw stosuje się wówczas środki rozpuszczające osady, a następnie przepłukuje całą instalację dużą ilością wody.

nika kotła. Ponadto ceny oleju są niższe latem niż w sezonie grzewczym.

Obciążenie kotła a jego sprawność

Sprawność kotła, a więc i koszty ogrzewania domu, zależą w znacznym stopniu od jego obciążenia, czyli od tego, z jaką mocą w stosunku do nominalnej pracuje. Zależność ta w inny sposób dotyczy różnych kotłów.

■ **Tradycyjne kotły wysokotemperaturowe.** Praktycznie już dziś nie produkowane, dostosowane są do zasilania instalacji wodą o parametrach 90/70°C, bez możliwości regulacji mocy palnika. Mają najwyższą sprawność przy obciążeniu maksymalnym, a przy niskim spada ona gwałtownie.

■ **Kotły kondensacyjne z palnikami o płynnie regulowanej mocy** (modulowanymi). Z nimi

jest odwrotnie – najwyższą sprawność osiągają przy małych obciążeniach.

■ **Nowoczesne kotły niekondensacyjne z palnikami modulowanymi i temperaturą wody obniżoną do 75/60°C.** Ich sprawność jest niemal stała, niezależnie od obciążenia.

W opisie kotła często podana jest jedynie nominalna sprawność. Jednak kocioł rzadko pracuje w idealnych warunkach, podobnie jak np. silnik samochodu rzadko osiąga maksymalną moc. Niemieccy producenci podają w związku z tym tzw. sprawność znormalizowaną (nazywaną także średnioroczną). Oblicza się ją uwzględniając różne obciążenie kotła w ciągu roku, w związku ze zmianami warunków pogodowych. Nie odpowiada ona jednak w pełni polskiemu warunkom, bo podstawą do obliczeń są temperatury panujące w kilku niemieckich miastach. ■

foto: Robert Bosch

Jeśli nie mamy kotłowni, to kocioł gazowy można umieścić także w kuchni czy korytarzu, musimy jednak pamiętać o zapewnieniu właściwej wentylacji

